

2013•2014  
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN  
*master in de industriële wetenschappen:  
verpakkingstechnologie*

## Masterproef

Toepassing van Lean Manufacturing in kartonnagebedrijf ROPAK

Promotor :  
Prof. dr. ir. Mieke BUNTINX

Promotor :  
Dhr. BART ROBYNS  
Dhr. MARC ROBYNS

Mathieu Amand

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: verpakkingstechnologie*

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2013•2014  
Faculteit Industriële  
ingenieurswetenschappen  
*master in de industriële wetenschappen:  
verpakkingstechnologie*

## Masterproef

Toepassing van Lean Manufacturing in kartonnagebedrijf  
ROPAK

Promotor :  
Prof. dr. ir. Mieke BUNTINX

Promotor :  
Dhr. BART ROBYNS  
Dhr. MARC ROBYNS

Mathieu Amand

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële  
wetenschappen: verpakkingstechnologie*

## **ABSTRACT**

ROPAK, een kartonnagebedrijf dat golfkartonnen platen verwerkt tot golfkartonnen dozen, is opgestart in 2010. Ten gevolge van hun sterke evolutie is het logistiek element nog niet echt uitgewerkt. Het doel van deze masterproef is de logistiek binnen ROPAK te optimaliseren. Met behulp van Lean Manufacturing werden verschillende verspillingen onderzocht. Voor elke verspilling werden de oorzaken geanalyseerd. De impact van elke oorzaak werd bepaald en vervolgens werden er oplossingen voor gezocht. Als gevolg van de aankoop van een nieuwe machine moeten de huidige machines verplaatst worden en de werkplaats heringericht. De stock werd ook herschikt, zodat er minder verspillingen zijn. Een tweede verbeterpunt in deze studie was de ontwikkeling van het orderverwerkings- en facturatiesysteem. Hiervoor werd een marktstudie gedaan van bestaande systemen. Op basis van de bekomen informatie werd een eigen systeem voor ROPAK ontwikkeld. Tenslotte werd een volledig verpakingsontwerp uitgewerkt voor een product van een nieuwe klant. Als eindresultaat werden een aantal prototypes met verschillende golfkwaliteiten en kostenberekening aan de klant voorgelegd.

ROPAK, founded in 2010, is a cardboard company that processes cardboard plates. Because of the fast evolution, ROPAK didn't have time to be occupied with the logistics. Therefore the goal of my thesis is to optimize the logistics within ROPAK. All different wastes are found with the help of Lean Manufacturing. All causes are found for each waste. The impact of each cause is determined and a solution is searched. First of all, the workspace is optimized. There's a new machine and the older ones will be replaced. The stock will also be replaced because there will be less wastes. Next the order processing and invoicing systems will be optimized. First we'll be looking at other systems, whereafter I write a new system. Finally as real test, the optimization will be tested with a new customer. Prototypes are proposed with different cardboard qualities.

## **DANKWOORD**

Om af te studeren als Master of Science (MSc.) – Industrieel ingenieur – Verpakkingstechnologie heb ik gekozen om mijn stage en eindwerk te doen bij een Kartonnagebedrijf, ROPAK. Graag wil ik hierbij mijn beide externe promotoren Bart Robyns, Marc Robyns en interne promotor, Mieke Buntinx bedanken voor al hun hulp doorheen het jaar. Dankzij hen is mijn kennis zeer sterk over de golfkartonindustrie sterk toegenomen. De communicatie doorheen het project zorgde voor een goede samenwerking waardoor het project op een positieve manier is afgerond.

Op het bedrijf ROPAK was een aangename werksfeer waardoor ik met plezier tijd ging doorbrengen op het bedrijf. Het was een zeer interessant logistiek project dat alle kanten zou kunnen gaan.

Ik wil mijn ouders niet vergeten die mijn studies financieel mogelijk maken en die mij veel steun en moed gegeven hebben. Zonder hen was ik nooit zo ver als nu gekomen.

## INHOUDSTAFEL

ABSTRACT.....	I
DANKWOORD.....	II
INHOUDSTAFEL.....	III
LIJST VAN TABELLEN.....	V
LIJST VAN FIGUREN.....	VI
LIJST MET AFKORTINGEN.....	VIII
HOOFDSTUK I: Introductie ROPAK.....	1
1.1 Historische schets.....	2
HOOFDSTUK II: golfkarton.....	5
2.1 Grondstoffen.....	5
2.2.1 Bos, houtvezel en pulp.....	5
2.2.2 Water.....	8
2.2.3 Productstoffen.....	8
2.2.4 Processtoffen.....	9
2.2 Van grondstof tot pulp.....	10
2.3 Van pulp tot papier.....	12
2.4 Papiereigenschappen.....	13
2.4.1 Coating papier.....	14
2.5 Soorten karton.....	15
2.5.1 Massief karton.....	15
2.5.2 Vouwkarton.....	16
2.5.3 Vormkarton.....	17
2.5.4 Drankverpakkingen.....	18
2.5.5 Golfkarton.....	18
2.6 Productie van golfkarton.....	20
2.6.1 Papiersoorten voor golfkarton.....	20
2.6.2 Opbouw golfkarton.....	21
2.6.3 Hoe wordt golfkarton gemaakt.....	21
2.6.4 Golfprofielen.....	28
2.7 Technieken kartonnage.....	29
2.8 Impact van vocht.....	30
2.8.1 Variaties in vochtgehalte.....	30
2.8.2 Invloed van het vochtgehalte.....	33
2.9 Kartonnagebedrijf ROPAK.....	38
HOOFDSTUK III: Lean Production.....	39
3.1 Historische achtergrond Lean.....	39
3.2 Toyota Production System.....	41
3.3 De Toyota Way en zijn 14 principes.....	43
3.4 Lean Manufacturing.....	45

HOOFDSTUK IV: potentiële verbeterpunten .....	47
4.1    Introductie.....	47
4.2    De verspillingen (gevolgen) met de mogelijke oorzaken.....	47
4.3    Aanpak verbeterplan.....	51
HOOFDSTUK V: optimalisatie van de werkruimte .....	53
5.1    Analyse van de oude productieruimte.....	53
5.1.1    Autobox.....	53
5.1.2    Van den Bos S.T.S.....	56
5.2    Nieuwe machine- Göbfert.....	57
5.3    Herinrichting van de werkruimte.....	58
5.4    Optimalisatie van de palletstelling.....	59
HOOFDSTUK VI: ontwikkeling van een orderverwerkings- en facturatiesysteem .....	61
6.1    Introductie.....	61
6.2    FCTR.....	61
6.3    Venice boekhouding .....	64
6.4    Ontwikkeling van het orderverwerkings- en facturatiesysteem bij ROPAK .....	66
6.4.1    Productiefiche .....	66
6.4.2    Facturatie .....	67
6.4.3    Prijscalculatie .....	70
6.4.4    Stock.....	72
6.5    SWOT-analyse .....	73
HOOFDSTUK VII: verpakkingsontwerp voor een klant .....	77
7.1    Inleiding.....	77
7.2    De opdracht.....	78
7.2.1    Probleemstelling .....	78
7.2.2    Randvoorwaarden .....	78
7.3    De voorgestelde oplossingen.....	79
7.3.1    Kwaliteit en prijs .....	80
7.3.2    Alternatieve oplossing .....	81
7.4    Voorgesteld testprotocol .....	81
7.4.1    Manuele en mechanische handeling.....	82
7.4.2    Voertuigen stapeling.....	84
7.4.3    Voertuigvibratie .....	85
7.4.4    Laad- en losvibratie D999 .....	85
7.4.5    Conclusie .....	86
HOOFDSTUK VIII: kleine designprojecten voor ROPAK .....	87
8.1    Update van de website .....	87
8.2    Visitekaartje .....	87
REFERENCES.....	88

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Golfprofielen (de Bont, 2003) .....	28
Tabel 2: Gebruik verschillende profielen (de Bont, 2003) .....	29
Tabel 3: Geometrische karakteristieken van golfkarton en zijn bestanddelen (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	33
Tabel 4: De impact van de oorzaken .....	49
Tabel 5: Eigenschappen HIPAK Kinetic (Ltd, British Converting, 2013) .....	54
Tabel 6: Autobox Gluer eigenschappen (Ltd, British Converting, 2013) .....	55
Tabel 7: Göbfert Boxmaker mini eigenschappen (Göbfert, 2014) .....	57
Tabel 8: Prijzen dozen .....	80
Tabel 9: Valhoogte per verzendgewicht (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems) .....	82
Tabel 10: Aantal impacten met de oriëntatie (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems) .....	82
Tabel 11: Aantal impacten met de oriëntatie (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems) .....	83

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Gebouw ROPAK (Ropak, 2013) .....	1
Figuur 2: Totaal jaarlijkse orders.....	3
Figuur 3: Totale omzet per boekjaar.....	3
Figuur 4: Het bleekproces (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013).....	10
Figuur 5: Chemische en mechanische pulp (de Bont, 2003) .....	11
Figuur 6: Droogpartij (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013) .....	12
Figuur 7: Oprollen papier .....	12
Figuur 8: Variatie afmetingen van papier bij bevochtigen / drogen (de Bont, 2003) .....	13
Figuur 9: Hystereselus krimpen/uitzetten van papier (de Bont, 2003).....	13
Figuur 10: Verloop omvangsreductie papier (de Bont, 2003) .....	14
Figuur 11: Film en Blade coating (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013) .....	14
Figuur 12: Massief karton (EUROFOLIE) .....	15
Figuur 13: Vouwkarton (made in Kempen, 2013) .....	16
Figuur 14: Vormkarton (PRN, 2012).....	17
Figuur 15: Dranken verpakkingen (Papier en Karton, 2013) (navanfoods, 2014) .....	18
Figuur 16: Primaire verpakking .....	19
Figuur 17: Secundaire verpakking.....	19
Figuur 18: Tertiaire verpakking.....	19
Figuur 19: Opbouw golfkarton (de Bont, 2003).....	21
Figuur 20: Golfkartonmachine (de Bont, 2003) .....	22
Figuur 21: De singlefacer of rifflestation (de Bont, 2003) .....	23
Figuur 22: Opbouw voorverwarmer (de Bont, 2003) .....	23
Figuur 23: Warme verlijming (de Bont, 2003) .....	24
Figuur 24: Speicher / zwevende rollen (de Bont, 2003) .....	25
Figuur 25: Cacheerunit (de Bont, 2003).....	26
Figuur 26: De wentelaar (de Bont, 2003).....	27
Figuur 27: De stapelaar (de Bont, 2003).....	27
Figuur 28: Golfprofielen (ARTPAC, 2011).....	28
Figuur 29: Verloop van vochtgehalte van golfkarton tijdens de productie (de Bont, 2003).....	32
Figuur 30: Kromming tgv. het verschil in vochtgehalte (de Bont, 2003).....	32
Figuur 31: Geometrie golfkarton (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009).....	33
Figuur 32: Vochtinhoud bij evenwicht voor golfkarton en zijn bestanddelen (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009).....	34
Figuur 33: Evolutie van de Young modulus van golfkarton bij een bepaalde RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	35
Figuur 34: Evolutie van de Young modulus bij de onderdelen van golfkarton bij verschillende RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	35
Figuur 35: Trekcurves van golfkarton in MD in functie van RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	36
Figuur 36: Trekcurves van golfkarton in CD volgens RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	36



Figuur 37: Load en discharges curven van golfkarton in CD (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	37
Figuur 38: Kinetische schade bij golfkarton (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	37
Figuur 39: Treksterkte met behouding van ladingen (Recto CD) (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009) .....	38
Figuur 40: Historische achtergrond Lean (Shah & Ward, 2007) .....	40
Figuur 41: De zeven types van verspilling (Melton, 2005) .....	42
Figuur 42: Toyota Way (Liker, 2004).....	43
Figuur 43: De voordelen van Lean (Melton, 2005) .....	46
Figuur 44: De 7 verspillingen met de mogelijke oorzaken .....	48
Figuur 45: Planning orders .....	51
Figuur 46: HIPAK Kinetic (Ltd, British Converting, 2013) .....	53
Figuur 47: HIPAK Kinetic Box Styles. ....	54
Figuur 48: Autobox Gluer (Ltd, British Converting, 2013) .....	55
Figuur 49: KLETT snijmachine .....	56
Figuur 50: Göbfert snij- en stansmachine.....	57
Figuur 51: Flow in de werkruimte voor de plaatsing van de nieuwe machine.....	58
Figuur 52: Flow in de werkruimte na de plaatsing van de nieuwe machine .....	58
Figuur 53: Bovenaanzicht Palletstelling .....	59
Figuur 54: Vooraanzicht Palletstelling .....	60
Figuur 55: Nieuwe gegevens invoeren en beheren (FCTR, 2014) .....	61
Figuur 56: Nieuwe verkoopfactuur (FCTR, 2014) .....	62
Figuur 57: Verkoopdagboek (FCTR, 2014) .....	62
Figuur 58: Nieuwe aankoop (FCTR, 2014) .....	63
Figuur 59: De boekhoudverkenner (UNIT4 C-Logic, 2014).....	64
Figuur 60: Het werkbladoffertes.....	65
Figuur 61: Productiefiche.....	66
Figuur 62: Facturatie .....	67
Figuur 63: Totale facturatie ROPAK .....	67
Figuur 64: Openstaande bedragen .....	68
Figuur 65: Volledige facturatie per klant .....	68
Figuur 66: Contacteren van de klant met al de bedragen .....	69
Figuur 67: Programmeercode Facturatie.....	69
Figuur 68: Prijscalculatie .....	70
Figuur 69: Pop-up prijscalculatie .....	70
Figuur 70: Programmeercode Prijscalculatie.....	71
Figuur 71: Stock.....	72
Figuur 72: Vrije plaatsen in de stock.....	72
Figuur 73: SWOT-analyse .....	73
Figuur 74: FEFCO 300 .....	79
Figuur 75: Hoekbuffer en opvulling .....	80
Figuur 76: EPS (Synprodo, 2014).....	81
Figuur 77: Oud en nieuw visitekaartje .....	87

## LIJST MET AFKORTINGEN

$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Kaoliniet
BE	België
$\text{CaCO}_3$	Calciumcarbonaat
CD	Cross Direction
$\text{Cl}_2$	Chloorgas
$\text{ClO}_2$	Chloordioxide
$\text{CO}_2$	Koolstofdioxide
DIN	Deutsches Institut für Normung
DPD	Dynamic Parcel Distribution
EPS	Expanded Polystyreen
FR	Frankrijk
FSC	Forest Stewardship Council
GB	Groot-Brittannië
$\text{H}_2\text{O}_2$	Waterstofperoxide
MD	Machine direction
MDF	Medium-density fibreboard
NaOH	Natriumhydroxide
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Natriumsulfaat
NL	Nederland
$\text{O}_2$	Zuurstof
$\text{O}_3$	Ozon
PE	Polyethyleen
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PVAC	Polyvinylacetaat
RH	Relatieve vochtigheid
SE	Zweden
TCF	Totally Chlorine Free
TPS	Toyota Production System

## HOOFDSTUK I: Introductie ROPAK

ROPAK golfkarton verpakkingen (ROPAK Packaging & Protection BVBA), is een productiebedrijf, gevestigd in Berbroek (Herk-de-Stad) nabij Hasselt. Bart Robyns, oprichter/zaakvoerder van het bedrijf, heeft reeds meer dan 15 jaar ervaring op de markt van golfkartonverpakkingen.

Producties zijn reeds mogelijk vanaf 25 stuks met een koppeling aan snelle levertijden. Door het toepassen van kostenbesparende- en efficiënte productieprocessen kan ROPAK zich concurrentieel onderscheiden van andere aanbieders op de markt.

De missie van mijn stagebedrijf bestaat er dan ook in om voor elke (potentiële) klant een verpakking 'op maat' te creëren zonder hieraan een verplichte minimumafname als voorwaarde te koppelen.

De klant bekommt hierbij een beter rendement op zijn stockreserves!

Al hun producten zijn vervaardigd uit 100% recycleerbare materialen.

(Ropak, 2013)



Figuur 1: Gebouw ROPAK (Ropak, 2013)

## **1.1 Historische schets**

Bart Robyns besliste in 2010 om de firma Robyns Packaging & Protection bvba (ROPAK) op te starten. Het doel van ROPAK is om dozen op maat te produceren. De eerste zes maanden deed hij een marktonderzoek. Vervolgens schreef hij een paar programma's en zocht hij naar de juiste keuze van machines.

In november 2010 werd er besloten om de eerste machines te laten installeren in Berbroek. Hier huurde hij een pand met bijhorend kantoor. Om op te starten werd alles in gereedheid gebracht.

De eerste machines werden geïnstalleerd en waren operationeel vanaf februari 2011. Het ging over de snijtafel, de rolschaar, de stansmachine, de lijmmachine, de taper en de nieter. Na de installatie werd Marc Robyns in dienst genomen, en kreeg de verantwoordelijkheid over de productie.

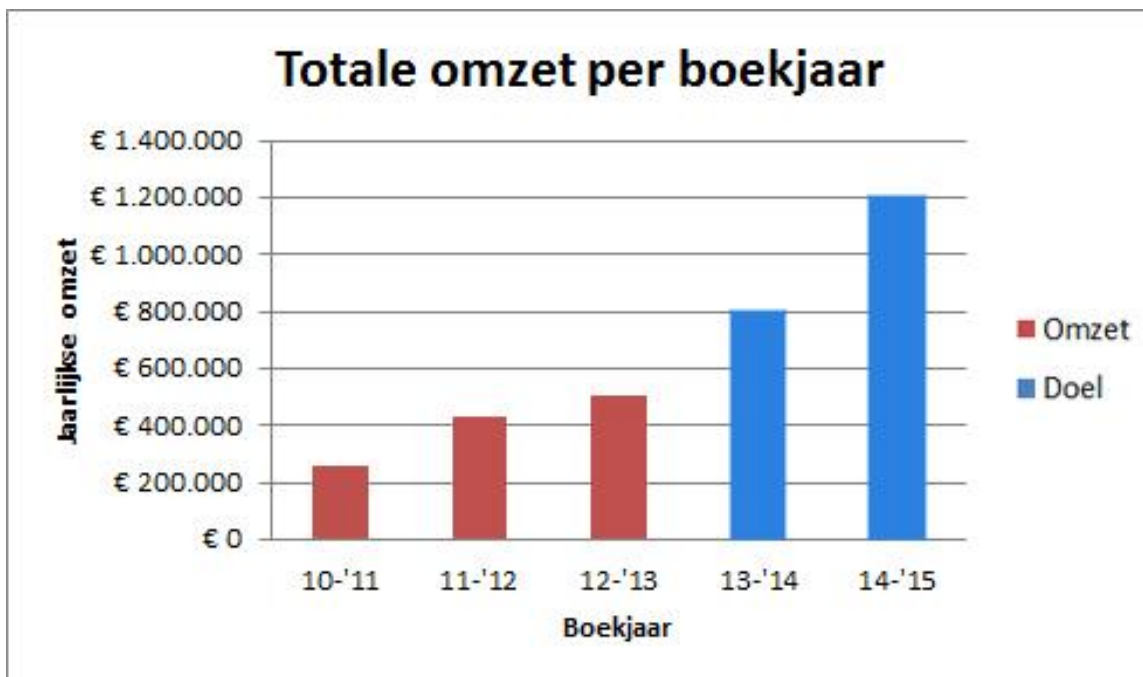
In januari 2012 verhuisde ROPAK naar een nieuw pand, ook gelegen in Berbroek. Een jaar later verhuisde ROPAK weer naar een nieuw pand met productieruimte en bijhorende kantoren.

In juni 2013 werd besloten om te investeren in een nieuwe machine om kartonnen hoekprofielen op rol te produceren. Wegens de evolutie van ROPAK besliste ze om te investeren in een nieuwe machine. Deze nieuwe machine is een volautomatische snij-, stans- en rilmachine. Sinds februari 2014 is de nieuwe machine operationeel. (Ropak, 2013)

De omzet en de jaarlijkse orders van ROPAK nemen jaarlijks toe (fig.2 en 3). Hierdoor investeert ROPAK in nieuwe machines om meer orders te kunnen verwerken.



Figuur 2: Totaal jaarlijkse orders



Figuur 3: Totale omzet per boekjaar



## **HOOFDSTUK II: golfkarton**

Dit deel van de thesis gaat over golfkarton. Daarom wordt er in dit inleidend hoofdstuk beschreven hoe golfkarton met bepaalde eigenschappen wordt gemaakt.

### **2.1 Grondstoffen**

#### **2.2.1 Bos, houtvezel en pulp**

De primaire grondstof van papier en karton is hout. Hiervan wordt pulp gemaakt. Niet alle delen van een gekapte boom wordt aangewend voor het maken van papier. Zo worden boomsappen, blad, schors en harsen verwijderd en gebruikt als bio-energie. Diverse houtsoorten worden gemixt. Een aantal soorten is niet bruikbaar zoals bijvoorbeeld tropisch hardhout. (Papier en Karton, 2013)

Bossen neutraliseren het broeikaseffect, ze zetten koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) om in zuurstof. Bossen zijn zeer belangrijk. Naast de volledige biologische afbreekbaarheid is papier een materiaal dat met zeer weinig energie geproduceerd wordt.

Momenteel zijn er verschillende soorten bos: natuurlijke en productiebossen. De bossen in België zijn geen natuurlijke bossen maar aangeplante bossen. (Papier en Karton, 2013)

#### **Duurzame bosbouw**

In Europa groeit de bosoppervlakte. Ten opzichte van 1950 is de bosoppervlakte in Europa toegenomen met 30% (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010). Bos wordt verbouwd, geoogst en opnieuw geplant. 55% wordt gebruikt om te koken en te verwarmen. Van het wereldwijd geoogste hout wordt 11% gebruikt door de papierindustrie (Food and Agriculture Organization, 2011).

Hout is een duurzame grondstof. In gevolge onverantwoord bosbeheer, verdwijnen dagelijks grote arealen bossen. Hierdoor wordt de biodiversiteit aangetast. In de jaren '90 ontstaan certificeringen zoals FSC en PEFC. Momenteel komt 61,6% van de verse houtvezels uit die gecertificeerde bossen (The Confederation of European Paper Industries, 2011). (Papier en Karton, 2013)

## **Houtsoorten voor papier**

De belangrijkste grondstof voor papier zijn houtvezels. Oud papier wordt meer en meer gerecycleerd. De verschillende bomen die vezels leveren voor de papierindustrie zijn:

- Grove den
- Beuk
- Fijnspar
- Populier
- Eucalyptus
- Berk

Tropisch hardhout is niet geschikt voor papierproductie. Meestal wordt gebruik gemaakt van kaphout uit productiebossen, zagerijresten en dunhout. (Papier en Karton, 2013)

## **Productiebossen (houtakkers)**

Productiebossen zijn aangelegde bossen die enkele jaren tijd nodig hebben om te groeien. Eucalyptus en acacia zijn snelgroeiende bomen die geoogst en opnieuw aangeplant worden. Ongeveer 0,2% van de wereldoppervlakte (25 miljoen hectare) wordt gebruikt voor productiebossen (United Nations Environment Programme, 2011).

Bij de transitie naar een groene economie zijn zorgvuldig beheerde bossen belangrijk. Ze gaan de verslechtering van de bosstand en de mondiale ontbossing tegen. Ingevolge de groei van de economie en de bevolking zal er 2050 op wereldniveau ongeveer 250 miljoen hectare extra houtakkers nodig zijn. In Europa gaat het om 11 miljoen hectare bijkomend productiebos (World Wide Fund for Nature, 2012).

Productiebossen bieden de volgende voordelen: ze kunnen productiever zijn en groeien sneller dan oorspronkelijk bos, ze zijn geen vervanging van oorspronkelijke bossen in Europa, ze voorkomen erosie en grondvervuiling, ze nemen meer CO<sub>2</sub> op dan oude bossen en ze zijn certificeerbaar en duurzaam. (Papier en Karton, 2013)

## **Alternatieven voor houtvezels**

Papier wordt hoofdzakelijk vervaardigd uit houtvezels. Steeds vaker worden alternatieve bronnen gebruikt. Andersoortige grondstoffen zoeken is immers een opdracht van de papierindustrie. Voorbeelden van alternatieve bronnen zijn gras, bamboe en mineralen. (Papier en Karton, 2013)



Gras biedt vele voordelen. Zo moesten natuurorganisaties niet meer betalen voor de afvoer. Verbranding van gras is niet nodig en gras is een voordelige regionale grondstof. Een paar bedrijven produceren karton uit gemaaid gras. Papierproductie uit gras moet nog verder onderzocht worden. (Papier en Karton, 2013)

Bamboe behoort tot de plantensoorten. Het is een van de snelst groeiende plantensoort. Het gaat om een hernieuwbare grondstof die ook CO<sub>2</sub> opneemt. Bamboe kan in één seizoen tot volle groei komen, wat drie keer sneller is dan de snelst groeiende boom. Bamboe is biologisch afbreekbaar en groeit door water en zon. Het kan aangewend worden voor bio-energie. Door de soepele baboevezel is het verkregen papier glad. (Papier en Karton, 2013)

Papier gemaakt uit mineralen, is geen echt papier. Het wordt gemaakt uit calciumcarbonaat en een beetje hars. Het is dan ook een alternatief voor papier. Voorbeelden hiervan zijn GaiaKraft, TerraSkin en Allwrite.

- **GaiaKraft** is een boomvrij papier dat grotendeels uit mineralen bestaat (CaCO<sub>3</sub>). Bij 20-40% van het papier worden kunststofharsen gebruikt. GaiaKraft heeft bepaalde eigenschappen: steen is geen hernieuwbare grondstof; hoe zwaarder GaiaKraft is, hoe meer hars, dus hoe hoger het kunststofpercentage, het is niet recycleerbaar en bij verbranding is GaiaKraft geen CO<sub>2</sub>-neutrale brandstof.
- **TerraSkin** heeft identieke eigenschappen als GaiaKraft. Het is geen hernieuwbare grondstof en de toegevoegde kunststof geeft mogelijke recyclingproblemen. TerraSkin claimt recycleerbaar te zijn, alleen mag het nog steeds niet bij het oud papier.
- **Allwrite** wordt gemaakt van poeder-calciumcarbonaat mineraal (CaCO<sub>3</sub>). Het wordt met een hars-polyetheen (PE) gebonden. Ze claimen ook dat het recycleerbaar is, maar toch mag het niet bij het oud papier. Vervolgens claimt Allwrite dat het product een hoge kwaliteit, water- en vetafstotende eigenschappen en een scheurwaarde heeft.

(Papier en Karton, 2013)

## 2.2.2 Water

Op aarde is er ongeveer 1,4 miljard kubieke km water waarvan 97% zoutwater is. De overige 3% is zoet water waarvan het merendeel bevroren is op de Zuid- en Noordpool.

Wanneer de pulp op de zeef wordt gespoten van de papiermachine bestaat de pulp op dat moment uit 99% water. Water is geen onderdeel van papier, het wordt alleen gebruikt als transportmiddel voor de vezels. Na gebruik wordt het water gerecycleerd of opnieuw aangewend in het productieproces. Voordat het water afgevoerd wordt, wordt het mechanisch en biologisch gereinigd. Hierdoor gaat het water meestal schoner terug het milieu in dan voor het productieproces.

Hoe minder water er gebruikt wordt, hoe minder droogtijd en hoe minder energie vereist is. Het gebruik van water wordt zo sterk mogelijk gereduceerd. Het is aan de industrie om continu nieuwe ideeën uit te werken die leiden tot de reductie van het waterverbruik. (Papier en Karton, 2013)

## 2.2.3 Productstoffen

Productstoffen zijn een onderdeel van het eindproduct. Ze behoren dus tot de grondstof van papier. Een productstof beïnvloedt de eigenschappen van karton en papier.

- **Bindmiddel** wordt toegevoegd om bepaalde papiereigenschappen te verbeteren. Een voorbeeld is zetmeel dat de papiersterkte verbetert.
- **Lijmstoffen** worden gebruikt voor het aanbrengen van coating. Lijmstoffen verbeteren ook de bedrukbaarheid en beschrijfbaarheid.
- **Natsterktemiddelen** worden toegevoegd om te voorkomen dat papier scheurt als het nat is.
- **Vulstoffen** worden toegevoegd om de bedrukbaarheid, beschrijfbaarheid, opaciteit, ... te verbeteren.
- **Pigmenten** worden toegevoegd om de pulp om het papier de gewenste kleur te geven.
- De reflectie en helderheid van papier wordt verhoogd door **optische witmakers**. Het papier lijkt hierdoor witter.

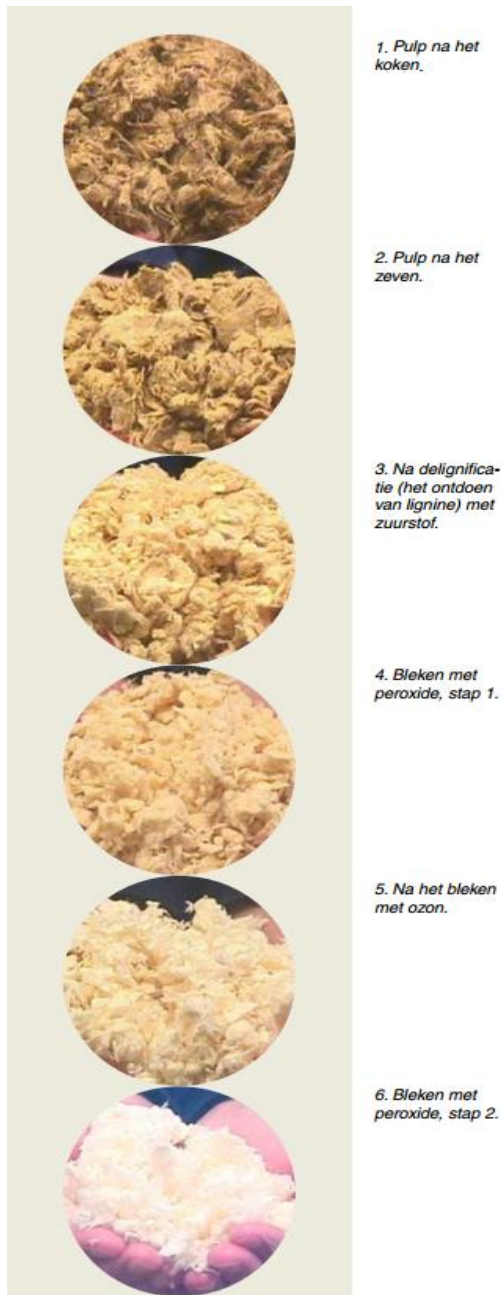
## 2.2.4 Processtoffen

Processtoffen beïnvloeden het productieproces. Ze hebben dan ook een invloed op de eigenschappen van papier.

- Schuimvorming is ongewenst tijdens het productieproces. **Antischuimmiddelen** voorkomen dit. Bij het zeven wordt er een coating aangebracht.
- Vezels kunnen tijdens het productieproces samenklonteren, wat een negatieve impact heeft op de papierkwaliteit. **Dispergeermiddelen** voorkomen samenklontering. Bij ontinktingsprocessen zorgen dispergeermiddelen ervoor dat inktdeeltjes zich niet meer aan de vezels hechten.
- **Retentiemiddelen** zorgen ervoor dat vulstoffen zich beter binden aan papiervezels. De vulstof blijft aan het papiervezeloppervlak tijdens de ontwatering vastzitten. Eveneens versnelt het, in de papiermachine, de ontwatering van de vezelmasa.
- De hechting van hulpstoffen worden verbeterd door **fixeermiddelen**. (Papier en Karton, 2013)

## 2.2 Van grondstof tot pulp

Voor de aanwending van verse houtvezels als grondstof worden vooral naaldbomen gebruikt. De vezels zijn lang en sterk waardoor het papier een betere kwaliteit verkrijgt (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013). Pulp kan worden gevormd door drie verschillende processen.



**Figuur 4: Het bleekproces (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013)**

Bij het eerste proces wordt hout vermengd met water. Het vermalen gebeurt door middel van een snel draaiende steen. Hierbij komt er veel warmte vrij, genoeg om het lignine zacht te maken waardoor het loskomt van de cellulosevezels. De bekomen pulp heeft de naam: “mechanische pulp” en het papier heeft de naam: “houthoudend papier”. 96-99% van de pulp bestaat uit hout.

Voor het tweede proces (chemisch proces) wordt gemiddeld 55% hout en 45% zuivere cellulose verbruikt. Eerst wordt het lignine verwijderd. Vervolgens worden de ontschorste houthaksels gekookt en gebleekt. De bekomen massa ondergaat hierna een chemische reactie. Mogelijke procedés die hierbij gebruikt worden zijn:

### 1. sulfietproces:

De massa wordt gekookt in een mengsel van vrije en gebonden zwavelige zuren. Lignine wordt in een wateroplosbare vorm omgezet en wordt uitgewassen. Het gebruikte hout is naaldbout. De gebruikte chemicaliën hebben een lagere kostprijs dan de chemicaliën bij het sulfaatproces. De bekomen pulp heeft een bleke kleur en heeft een relatief zwakke sterkte.

### 2. sulfaatproces:

Natriumhydroxide (NaOH) is de stof die wordt gebruikt bij het sulfaatproces. Natriumhydroxide heeft een hogere kost dan de chemicaliën bij het sulfietproces. De houtsnippers worden nat gemaakt en

voorverwarmd. Hierna wordt een mengsel van natriumhydroxide en natriumsulfaat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) toegevoegd die de lignine afbreekt. Het is toepasbaar bij de meeste houtsoorten. De verkregen pulp heeft een zeer hoge mechanische sterkte en heeft een donkere kleur. Witte pulp kan bij het sulfaatproces alleen verkregen worden door alles te koken tot volledige houtstofverwijdering. Bij het proces komt er een onaangename geur vrij.

Bij het derde proces wordt pulp gevormd uit oud papierpulp. Dit pulp wordt gemengd met water en wordt ontinkt. Het ontinkten gebeurt door flotatie. Slechts 80% van de herbruikbare vezels kunnen worden herwonnen tijdens het ontinkten. De overige 20% kan worden verbrand om energie te winnen. Onzuiverheden zoals plastic en nietjes worden verwijderd. (Jaspers, 2012) (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013) (Sappi, 2011)

### **Bleekproces:**

Om papier te maken is er volledig witte pulp nodig. Bij al de processen is de bekomen pulp niet volledig wit. In figuur 4 wordt de bekomen pulp weergegeven na elk deel van het bleekproces.

De bekomen pulp na een proces heeft een beige- / bruinachtige kleur. Om mooi wit papier te bekomen moet het pulp gebleekt worden.

Soms wordt chloorgas ( $\text{Cl}_2$ ) en chloordioxide ( $\text{ClO}_2$ ) gebruikt voor het bleken van houtvezels. Ze zijn bijzonder doeltreffend maar wegens de milieubezwaren verdwijnen ze geleidelijk aan uit het bleekproces. Afvalwaterzuiveringen kunnen de chloorbestanddelen niet volledig neutraliseren waardoor het water in rivieren of zeeën terecht komt. In het gezuiverde afvalwater zitten nog chloorbestanddelen zoals dioxines en bovendien kan het zuurstof afbreken, waardoor het leefmilieu uit het water wordt vernietigd.

Op de dag van vandaag wordt zuurstof ( $\text{O}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) en waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) gebruikt. Het zijn *Totally Chlorine Free* (TCF) chemicaliën. (Jaspers, 2012) (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013)

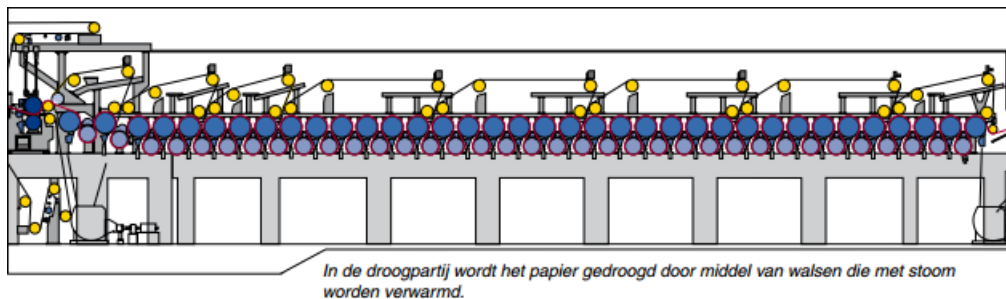


**Figuur 5: Chemische en mechanische pulp (de Bont, 2003)**

## 2.3 Van pulp tot papier

De bekomen pulp wordt gemalen door ronddraaiende messen en vervolgens gemengd met water, hulpstoffen (kaoliniet  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  of calciumcarbonaat voor de opaciteit, zachtheid, etc.). Voor 1 kg papier wordt 100l water gebruikt, waarvan 90% wordt herbruikt.

De tekening in figuur 6 geeft het papierproductieproces weer. Uit de uitstroomlip komt de vezelsuspensie op een zeefdoek. De uitstroomsnelheid van de suspensie moet identiek zijn aan de snelheid van het zeefdoek. De suspensie bevat 85% water. Over heel de lijn wordt de suspensie ontwaterd door samenpersing en droging.



**Figuur 6: Droogpartij (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013)**

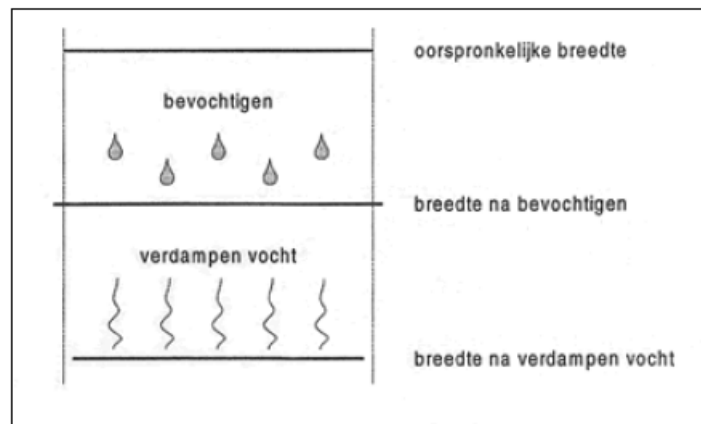
Hier gebeurt de droging en de compressie door middel van walsen. Het water wordt uit de suspensie geperst. Na de persing bevat de suspensie nog 50% water en wordt het gedroogd met behulp van nat stoom verwarmde cilinders. Eerst wordt het papier verwarmd waarbij er pas verdamping optreedt als het natte papier zijn vochtinhoud afgeeft. Tenslotte gebeurt er een geforceerde verdamping. In de kalender verkrijgt het papier een uniforme dikte. Dit papier wordt opgerold, zie figuur 7. (Jaspers, 2012) (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013) (Sappi, 2011)



**Figuur 7: Oprollen papier**

## 2.4 Papiereigenschappen

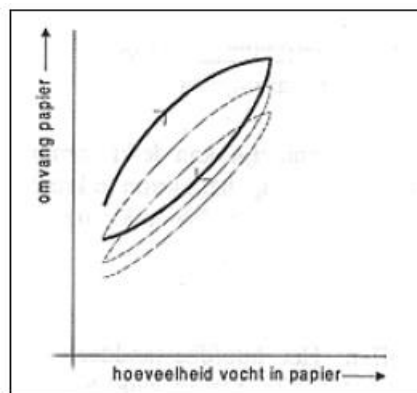
De kromming van golfkarton wordt veroorzaakt door verschillende vochtgehaltenes van de verschillende gebruikte papierlagen. Bij een variatie van vochtgehalte zal de afmeting van papier variëren. De tekening op figuur 8 geeft weer hoe papier verandert bij een variatie van vochtgehalte.



Figuur 8: Variatie afmetingen van papier bij bevochtigen / drogen (de Bont, 2003)

Bij bevochtiging van papier, zal de afmeting toenemen. Als vervolgens dezelfde papierlaag wordt verwarmd, zal de afmeting terug afnemen.

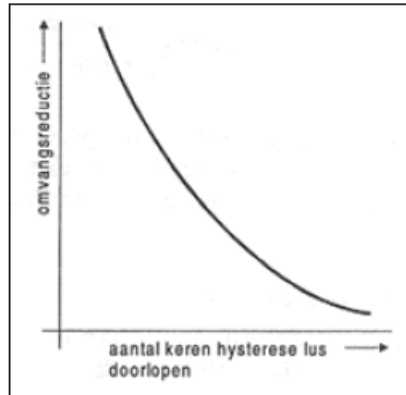
Opmerkelijk treedt er een effect op dat de afmeting na verdamping kleiner is geworden dan de oorspronkelijke lengte, terwijl het vochtgehalte dezelfde waarde als tevoren heeft. Het krimpen en uitzetten van papier wordt weergegeven in onderstaande figuur 9 en het vertoont een bepaalde hysteresis.



Figuur 9: Hystereselus krimpen/uitzetten van papier (de Bont, 2003)

De relatieve lengteverandering ten opzichte van de beginlengte is weergegeven in deze figuur als functie van een veranderd vochtgehalte. Bij het begin van de lus wordt het papier meerdere

malen bevochtigd en gedroogd. Telkens de lus doorlopen is, is de afmeting van de plaat afgenomen. Dit effect zal naar een limiet toegaan en niet oneindig doorgaan zoals onderstaande figuur weergeeft. (de Bont, 2003)

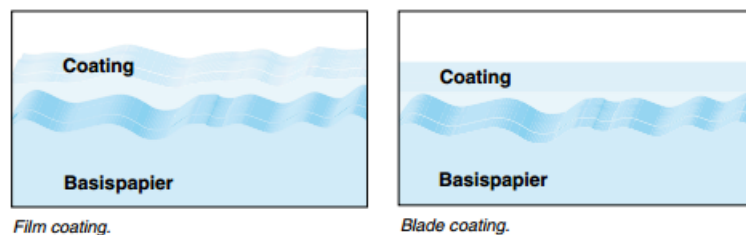


Figuur 10: Verloop omvangsreductie papier (de Bont, 2003)

### 2.4.1 Coating papier

Om verbeterde eigenschappen (witheid, kwaliteit, levensduur, ...) te verkrijgen wordt een coating aangebracht op het papier. De coating bestaat vooral uit kaoliniet en calciumcarbonaat ( $\text{CaCO}_3$ ). Om de coating te laten hechten aan het papier is een bindmiddel nodig.

Coatings kunnen aangebracht worden op twee verschillende manieren. In het eerste geval wordt een te dikke laag coating aangebracht. Het te veel aan coating wordt afgeschraapt door het mes. Zo wordt een gladde coating op het papier verkregen. Dit wordt **Blade coating** genoemd, zoals aangegeven op figuur 11. De tweede manier is de **Film coating**. Een laag met een bepaalde dikte wordt op het papier aangebracht. Omdat het papier niet volledig vlak is, volgt de coatinglaag de vorm van het papier. Via infrarood- en air floatation-drogers wordt het gedroogd. (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013)



Figuur 11: Film en Blade coating (Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2013)



## 2.5 Soorten karton

### 2.5.1 Massief karton

Massief karton of grijskarton bestaat uit meerdere lagen papier, gemaakt van gerecycleerd papier en karton, gaande van drie tot zes lagen. De verschillende lagen worden nat geperst op de kartonmachine. Een voorbeeld is te vinden in figuur 12.

Er kan een laag papier met specifieke eigenschappen aangebracht worden door middel van een coating aan de onder- en bovenzijde. Hierdoor zal het massief karton tegen buitengewone omstandigheden kunnen. Vaak wordt massiefkarton gebruikt als tussenlegger tussen verschillende palletten of als laag tussen blikken. (Papier en Karton, 2013) (Jaspers, 2012)



**Figuur 12: Massief karton (EUROFOLIE)**

## 2.5.2 Vouwkarton

Vouwkarton bestaat uit verscheidene lagen cellulosevezels. Hierbij heeft elke laag een eigesamenstelling waarbij de lagen worden samengeperst in de kartonmachine. Aan de bovenzijde wordt er meestal een coating aangebracht om een mooier drukresultaat te verkrijgen, zoals te zien op figuur 13.

Vouwkarton heeft onbeperkte toepassingen dankzij zijn zeer flexibele eigenschappen. Daarnaast is vouwkarton zeer stevig. Dankzij deze twee belangrijke eigenschappen wordt vouwkarton vooral gebruikt voor consumentenverpakkingen.

De belangrijkste eigenschappen zijn:

- duurzame productie. Het komt van een hernieuwbare bron;
- door de flexibiliteit worden herkenbare producten gemaakt;
- het kan gebruikt worden bij voedings- en niet-voedingsproducten ingevolge de hygiëne, de goede bescherming en de houdbaarheid;
- beperkt gewicht en volume. Het is sterk genoeg om een uitstekende stapelbaarheid te verkrijgen;
- het afval kan herbruikt worden voor nieuw karton;
- goede bedrukbaarheid wat een uitstekende visualisering geeft.

(Papier en Karton, 2013)



Figuur 13: Vouwkarton (made in Kempen, 2013)

### 2.5.3 Vormkarton

Vormkarton wordt hoofdzakelijk gemaakt uit oud papier. Vormkarton is zeer sterk, licht en schokbestendig. Daarnaast zijn de producten biologisch afbreekbaar, herbruikbaar en recycleerbaar. Het is een alternatief voor verpakkingen van expanded polystyreen (EPS), omdat het milieuvriendelijker is.

Eieren, fruit, wegwerpservies, wegwerpartikelen in ziekenhuizen, en industriële verpakkingen worden gefabriceerd uit vormkarton. Figuur 14 toont een voorbeeld van een eierverspakking. (Papier en Karton, 2013)



**Figuur 14: Vormkarton (PRN, 2012)**

## 2.5.4 Drinkverpakkingen

Yoghurt, sap, wijn en melk worden allemaal aangeboden in kartonnen verpakkingen. Drinkverpakkingen zijn een toepassing van vouwkarton.

Meestal bestaan drinkverpakkingen niet alleen uit karton. Dunne lagen kunststof en af en toe een laagje aluminium worden aangebracht op het karton. Een drankkarton zonder aluminiumlaag wordt een septische drankkarton genoemd. Septische drankkartons worden vooral gebruikt bij zuivelproducten en gepasteuriseerde zuivel. Aseptische drankkartons zijn drankkartons met een aluminiumlaag die vooral voor niet-koolzuurhoudende dranken gebruikt worden. Aluminium is een barrière dat zuurstof en licht tegenhoudt. Hierdoor blijft het product langer ongekoeld houdbaar. Hoe langer een product houdbaar blijft, hoe beter voor het milieu. Natuurlijk moet het karton van drankkartons beschermd worden tegen vocht, zowel van buitenaf als vocht van het product zelf. Daarom wordt een polyethyleenlaag (PE) aan de binnen- en buitenzijde aangebracht. De tekening is te vinden op figuur 15. (Papier en Karton, 2013)



Figuur 15: Drinken verpakkingen (Papier en Karton, 2013) (navanfoods, 2014)

## 2.5.5 Golfkarton

De meest gebruikte transportverpakking is golfkarton. Tijdens opslag en vervoer biedt golfkarton bescherming aan vele producten. Omdat golfkarton op maat gemaakt kan worden is, het ook een zeer efficiënt product. Golfkarton is zeer duurzaam, functioneel en praktisch. Zonder enig probleem kan er een bedrukking op golfkarton worden aangebracht. Het gewicht van de karton leidt tot een grotere duurzaamheid. De keuze voor dit materiaal maakt dat de transportkosten relatief laag liggen.

Niet alleen de (milieu)kosten van het transport liggen dus laag maar ook ongeveer 80% van al het gebruikte golfkarton kan gerecycleerd worden. Golfkarton zelf is 100% recycleerbaar.

De nabewerkingen zoals bedrukken en lijmen zijn eveneens veelal milieuvriendelijk. Lijmen worden gemaakt uit zetmeel en inkten zijn op waterbasis.

Er bestaan verschillende types verpakkingen. Figuren 16, 17 en 18 illustreren deze met een voorbeeld.

- de primaire verpakking (verkoopsverpakking): vormt één verkoopseenheid op het verkooppunt zowel voor de eindgebruiker als voor de consument;



**Figuur 16: Primaire verpakking**

- de secundaire verpakking (verzamelverpakking): rond een verzameling verkoopseenheden zit de secundaire verpakking. De secundaire verpakking kan voor logistieke doeleinden dienen of kan aan de eindconsument verkocht (multipacks) worden;



**Figuur 17: Secundaire verpakking**

- de tertiaire verpakking (vervoersverpakking): om schade te voorkomen en het vergemakkelijken van verpakte producten, worden tertiaire verpakkingen gebruikt.



**Figuur 18: Tertiaire verpakking**

(VAL-I-PAC, 2007)

## **2.6 Productie van golfkarton**

In de volgende paragrafen worden de papiersoorten voor de golfprofielen, de productie, de typische opbouw van kartonnagetechnieken en de impact van het vochtgehalte op golfkarton besproken.

### **2.6.1 Papiersoorten voor golfkarton**

Er bestaan meerdere papiersoorten waarmee golfkarton wordt opgebouwd. Er bestaan meerdere verschillende lagen.

Nobeledeklagen:

- kraftliner (80% houtvezels);
- gemarmerde kraft;
- witte top: bestaat uit twee lagen, één laag gebleekte en een andere ongebleekte laag kraft.

Gerecycleerde deklagen:

- grijs of Schrenz;
- bruin testliner (duplex);
- gemarmerde duplex;
- witte duplex.

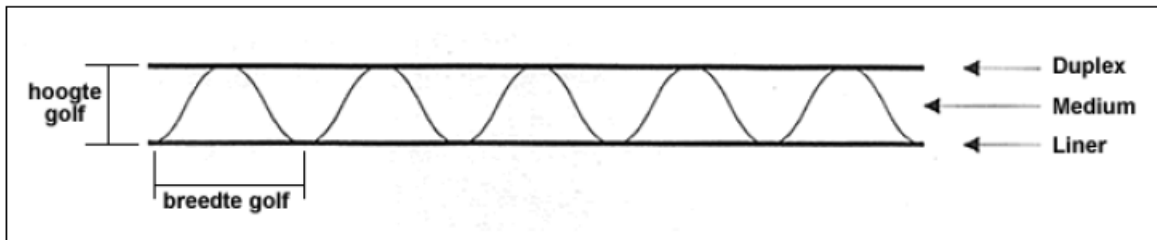
Golflagen:

- gerecycleerd (Wellenstof);
- nobele (semi-chemisch).

(Cornelissen, 2004)

## 2.6.2 Opbouw golfkarton

Golfkarton bestaat uit drie papierlagen.



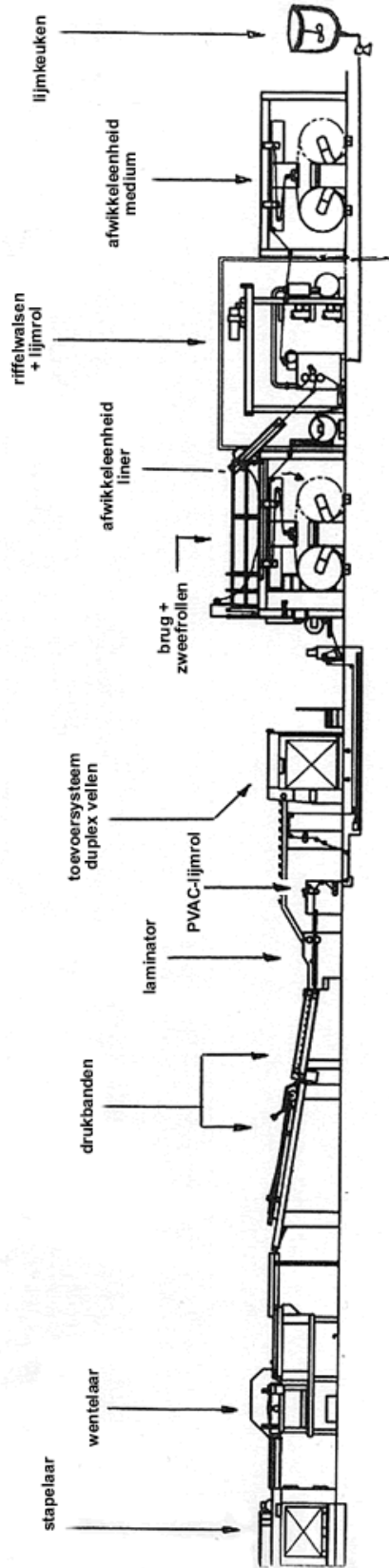
Figuur 19: Opbouw golfkarton (de Bont, 2003)

- De bovenste laag is de duplex. De duplex is het bedrukte vel. Klanten en gebruikers zien deze aan de buitenkant van de uiteindelijke doos.
- De middelste laag is de fluting of het medium. Het bestaat uit een gegolfde laag tussen de duplex en de liner. De stevigheid van golfkarton wordt verkregen door de fluting.
- De onderste laag ofwel de liner is de rug van het golfkarton.

## 2.6.3 Hoe wordt golfkarton gemaakt

De machine nodig voor de productie van golfkarton, bestaat uit drie onderdelen: een singlefacer, zwevende rollen en de cacheermachine. Figuur 20 geeft de machine weer. Het papier wordt rechts ingevoerd en loopt verder naar links.

(de Bont, 2003)

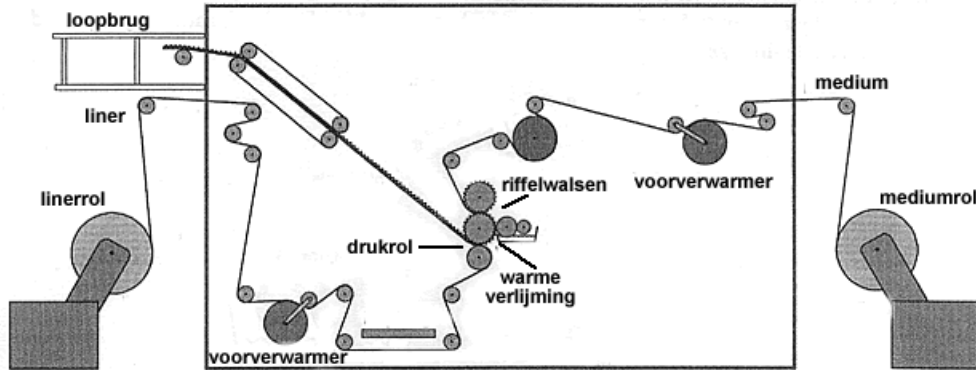


Figuur 20: Golfkartonmachine (de Bont, 2003)



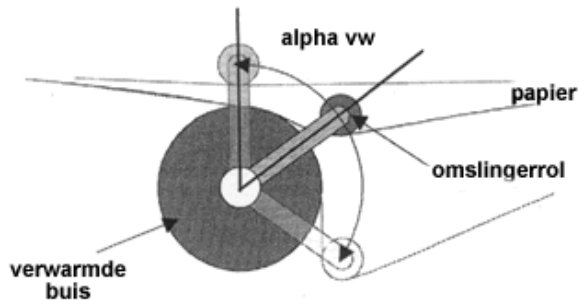
## De singlefacier (of rufflestation)

In het rufflestation worden de medium- en liner-papierlagen aan elkaar gelijmd. Samen vormen ze het tussenproduct enkelzijdig karton of micro.



Figuur 21: De singlefacier of rufflestation (de Bont, 2003)

Vanuit grote papierrollen komen het medium en de liner. In figuur 21 komen ze van rechts en links het rufflestation binnen. Ze komen in contact met de voorverwarmers, die bestaan uit een hete metalen buis. Deze buis wordt met stoom verwarmd tot ongeveer 180°C. Figuur 22 geeft de opbouw van de voorverwarmers weer.



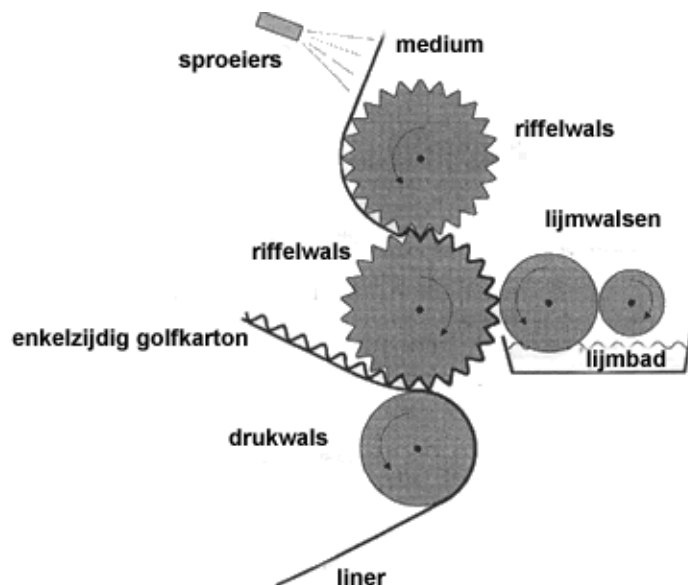
Figuur 22: Opbouw voorverwarmer (de Bont, 2003)

Door de omslingerrol - een verstelbare parallelle buis - wordt het papier tegen de voorverwarmde buis aangedrukt. Zo wordt het papier opgewarmd tot de gewenste temperatuur. Om een grotere contacttijd te bereiken, wordt er voor een grotere omwentelingshoek gezorgd wat leidt tot een grotere temperatuurstijging. Via een handwiel kan de omwentelingshoek versteld worden.

Voorverwarmers worden gebruikt om drie redenen:

- vochtvariaties: het minimaliseren van de vochtvariaties binnen de papierrol én tussen de verschillende papierrollen, zie 2.8 Impact van vocht.
- openen van de vezelstructuur: tijdens het verwarmen opent de vezelstructuur. Hierdoor zal de lijm beter opgenomen worden, waardoor de verlijming sterker wordt.
- kromming beïnvloeden: het ontstaan van de kromming van enkelzijdig karton wordt beïnvloed door variaties in de omslingerhoek.

De liner gaat naar de verlijmingssectie na de voorverwarmer. Eerst gaat het medium nog langs een extra hete buis. Hierdoor kan de vervorming van het papier nog beïnvloed worden. Na deze extra hete buis komt het medium langs sproeiers. De sproeiers zorgen ervoor dat het medium bevochtigd wordt zodat het bij de riffelwalsen makkelijker in een golfvorm kan geperst worden. Zou het karton veel te droog zijn, dan scheurt het tussen de riffelwalsen. De sproeiers worden in de praktijk zelden gebruikt omdat er geen problemen voorkomen.



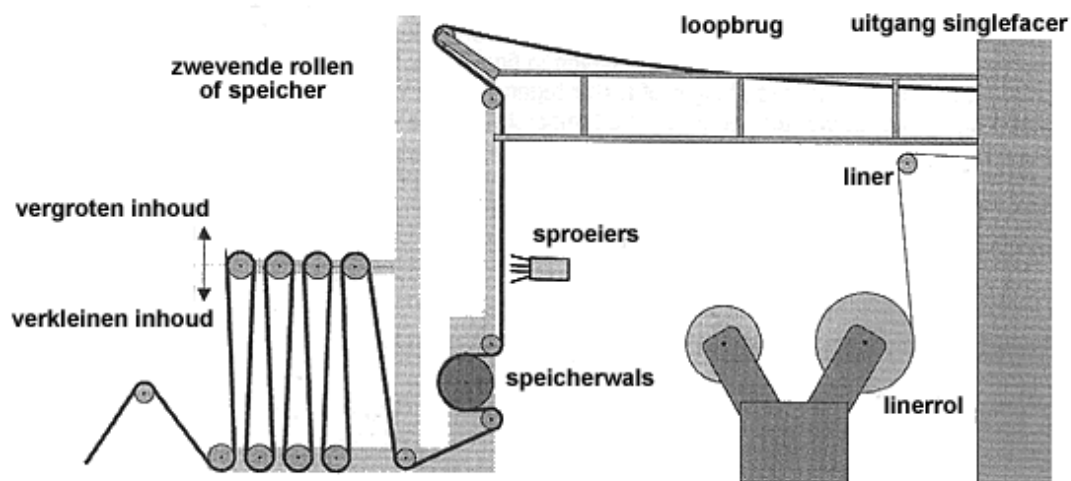
Figuur 23: Warme verlijming (de Bont, 2003)

Door stoom worden de riffelwalsen verwarmd tot gemiddeld 150-160°C. Het medium wordt vacuüm gezogen op de onderste riffelwals, waardoor een perfecte riffelvorm gevormd wordt. Bij het verlaten van de twee walsen brengen lijmwalsen zetmeellijm aan aan de punten van het medium. Zetmeellijm heeft een temperatuur van 40°C en bevat veel water. Hierdoor kristalliseert de zetmeellijm bijna onmiddellijk. De papierlagen hechten zich meteen aan elkaar. Tenslotte bekomt men **enkelzijdig karton**.

Om de totale warmtetoevoer naar het papier te wijzigen moet ofwel de snelheid, ofwel de omwentelingshoek gewijzigd worden. Omdat het medium langer contact heeft gehad met de walsen, zal het medium meer vocht verliezen. Daardoor ondergaat het medium toch een grotere krimp. (de Bont, 2003) (Jaspers, 2012)

### Zwevende rollen / speicher

Het bekomen enkelzijdig karton gaat van de singlefacer via een warme wals en sproeiers naar de zwevende rollen (figuur 24). De genoemde warme wals is de speicherwals. Hierna gaat het golfkarton naar de zwevende rollen. Om de transportsnelheid tussen de verschillende machineonderdelen op te vangen, gaan de zwevende rollen als buffer fungeren tussen de singlefacer en de cacheermachine.



Figuur 24: Speicher / zwevende rollen (de Bont, 2003)

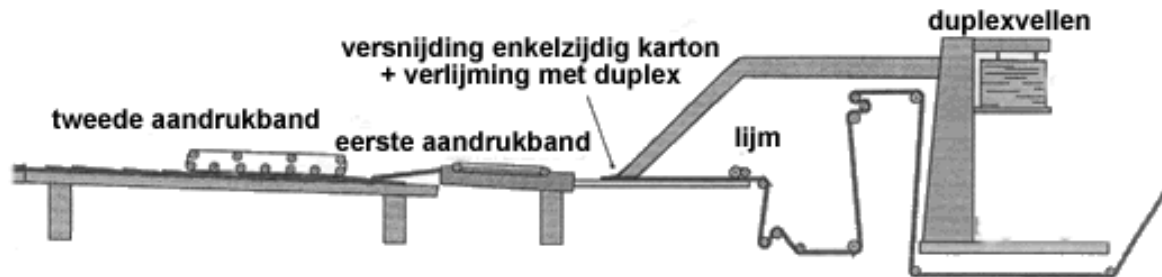
De inhoud van de speicher kan gewijzigd worden door de 4 bovenste rollen te variëren in hoogte. Hierdoor varieert de inhoud van enkele meters tot 26 meter. De grootste wijziging qua inhoud is bij het stoppen en opstarten van de productie, bij het begin van een nieuw order en bij een rolwissel.

Als de transportsnelheid van de cacheermachine toch hoger is dan die van de singlefacer, dan zal de afstand tussen de rollen verkleinen. Het verkleinen van de afstand heft zo de verschillen op.

Verschillen in snelheid zijn tijdens normale productie minimaal. De inhoud ligt dan gemiddeld op de helft van de maximale inhoud. Ligt de machine stil, dan is de inhoud maximaal met als gevolg dat de inhoud langzaam gaat afnemen bij het opstarten van de machine. Vervolgens

wordt het enkelzijdig karton getransporteerd naar de cacheermachine. (de Bont, 2003) (Jaspers, 2012)

### Cacheerunit



Figuur 25: Cacheerunit (de Bont, 2003)

Het uiteindelijke golfkarton wordt in de cacheerunit (zie figuur 25) geproduceerd en opgestapeld. De micro die aankomt wordt door zijmessen gesneden op de juiste breedte, waarna de micro een dunne PVAC-lijm laag (Poly Vinyl Acetaat) krijgt via de rollen. Op de golftoppen van het medium wordt de lijm aangebracht. Een computergestuurd snijmes snijdt het bedrukte vel op dezelfde lengte als het enkelzijdig karton.

De lijm tussen de micro en de duplex is koude lijm. Hierdoor worden de beide lagen niet onmiddellijk aan elkaar gelijmd. Een droogtijd van enkele minuten is dus nodig. Na de verlijming volgt een aandruksectie om enige verschuiving tussen medium en duplex te vermijden. De druk mag niet te groot zijn om kneuzing van het golfkarton te voorkomen. Met hoge snelheid worden de vellen van de laminator verwijderd. Deze snelheid is nodig om ontstopping te vermijden. Vervolgens wordt het karton gestapeld.

Nadien volgt er een tweede aandrukband. Deze aandruksectie zorgt dat het verlijmd karton in vlakke toestand droogt. Hierna wordt het golfkarton vervoerd naar het einde van de band om dan aan de wentelaar te komen. (de Bont, 2003)

### Wentelaar

Om de gelamineerde vellen om en om te stapelen is er een wentelaar nodig (zie figuur 26). De om en om stapeling vermijdt kromming onder invloed van vocht. We beschrijven even de werking. Een pakket van gelamineerde vellen wordt gevormd door een pakketstoter. De pakketstoter stuurt het pakket door naar de wentelaar. De wentelaar heeft een bepaalde openingshoogte die gelijk is aan de maximale hoogte van dit pakket ervoor. Alternierend keert de wentelaar een pakket om waarbij een vacuümafvoerband zorgt dat het pakket op zijn plaats blijft en vervolgens stuurt de wentelaar het pakket naar de stapelaar. (de Bont, 2003)



**Figuur 26: De wentelaar (de Bont, 2003)**

### **Stapelaar**

Een pallet wordt gestapeld met het pakketje vellen door de stapelaar. Met als doel de gelamineerde vellen gelijkmatig te stapelen. Er zijn gelijkhouders aanwezig die zorgen dat de vellen op hun plaats gehouden worden. Vervolgens zorgen de gelijkhouders dat de stapeling zonder beschadiging verloopt. Als een pallet volgestapeld is, wordt de pallet door een metalen afvoerband verwijderd. De stapelaar is te vinden op figuur 27. (de Bont, 2003)



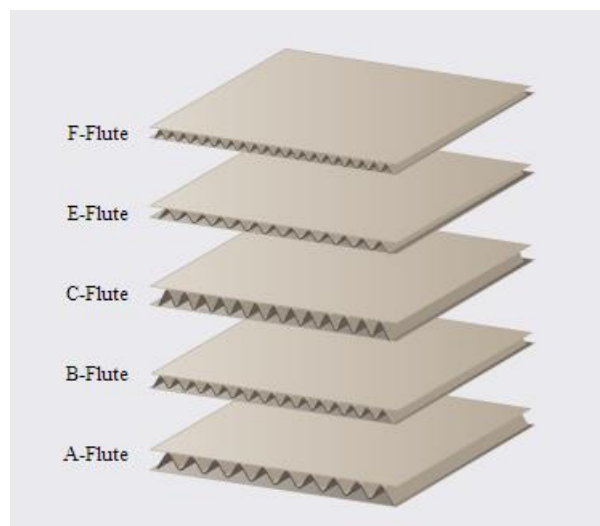
**Figuur 27: De stapelaar (de Bont, 2003)**

## 2.6.4 Golfprofielen

Op de markt zijn er verschillende golfprofielen gaande van microgolven tot grote golven. Onderstaande tabel geeft de onderverdeling weer van de verschillende soorten karton. De indeling gebeurt op basis van de breedte en de hoogte. (de Bont, 2003) (Budimir, Lajić, & Preprotić, 2012)

Tabel 1: Golfprofielen (de Bont, 2003)

Golfprofiel	Type	Hoogte (mm)	Breedte (mm)	Aantal/m
<b>Normale golven</b>				
grote golf	A	4.0 - 4.8	8.0 - 9.05	105 - 125
middengolf	C	3.2 - 3.9	6.7 - 7.9	126 - 150
kleine golf	B	2.4 - 3.1	5.5 - 6.6	151 - 182
<b>Microgolven</b>				
midi-golf	D	1.8 - 2.3	4.3 - 5.4	183 - 232
microgolf	E	1.2 - 1.7	3.1 - 4.2	233 - 310
minigolf	F	0.6 - 1.1	2.2 - 3.0	309 - 445



Figuur 28: Golfprofielen (ARTPAC, 2011)

Elk type wordt hieronder nog eens vermeld met hun voornaamste gebruik.

Tabel 2: Gebruik verschillende profielen (de Bont, 2003)

Type	Dooskeuze en prestatie
E	Kleine dozen, vervanging van compact (450g/m <sup>2</sup> ) Makkelijk te cacheren, makkelijk bedrukbaar. Voorgedrukte liner wordt veel toegepast.
B	Middelgrote dozen met lichte, dragende inhoud (U-profiel) Makkelijk te cacheren. Voorgedrukte liner.
C en A	Grotere dozen met zwaardere inhoud en goede stapelweerstand.
AB	Grote dozen met zware inhoud en palletcontainers.
BC	Hoge stapeling
CC	Inhoud die druk uitoefent
BCC	Palletcontainers
BAC	Kratten in combinatie met hout

## 2.7 Technieken kartonnage

De bekomen kartonnen platen kunnen verwerkt worden met behulp van verschillende technieken:

- **stansen:** karton wordt gesneden door een stansvorm om een bepaalde vorm te verkrijgen;
- **lijmen:** verbinden van twee oppervlakken;
- **rillen:** vouwlijnen maken door het karton iets te vervormen;
- **pregen:** aanbrengen van reliëf in het karton;
- **perforeren:** scheurlijnen worden gemaakt door kleine gaten te perforeren in het karton;
- **vormen:** houtpulp wordt met een lijmstof in een mal geperst om een bepaalde vorm aan te nemen;
- **drukken:** met behulp van een inktlaag wordt een tekst of tekening aangebracht;
- **coaten:** zie *coating papier*.

(Jaspers, 2012)

## 2.8 Impact van vocht

### 2.8.1 Variaties in vochtgehalte

Op een aantal plaatsen wordt vocht tijdens het productieproces verwijderd of toegevoegd aan het papier. Tussen de verschillende papierlagen ontstaan er vochtverschillen, waardoor de afmetingen van die papierlagen variëren. Na koude verlijming kan het resulteren in een kromming van het enkelzijdige karton met de duplex. Drie elementen bepalen het vochtgehalte van het papier op het moment van de koude verlijming: (de Bont, 2003)

1. het initiële vochtgehalte van de ingaande papieren;
2. het vochtverlies als gevolg van de warme walsen; en
3. de bevochtiging door de sproeiers en verlijming.

#### Aanvoer van papier

Het ingaande papier heeft gemiddeld hetzelfde vochtgehalte als tijdens de opslag. Dit kan beschouwd worden als een vast gegeven. Het vochtgehalte kan echter nog variëren in de papieraanvoer omwille van verschillende redenen:

- het vochtgehalte kan variëren tussen de rollen van de verscheidene papiersoorten. Het vochtgehalte moet door de papiermaker gecontroleerd worden en een waarde tussen de 6 en 9%.
  - Het watergehalte lag echter tussen:
    - Fluting: 6,8 en 8,4%
    - Liner: 7,0 en 8,6%;
- het papier op één rol kan verschillen in vochtgehalte. Zo zal het vochtgehalte in de breedte afnemen naar de buitenkant.
- het vochtgehalte kan binnen één rol met de afstand tot het midden variëren. Als het papier tijdens de productie te snel is opgerold, is de binnenkant vochtiger dan de buitenkant.

(de Bont, 2003)



## **Afvoer van vocht**

Om het vocht uit het papier te verwijderen worden warme walsen gebruikt. De hoge temperatuur zorgt ervoor dat het vocht uit het papier verdampt. Als de omgeving een lagere vochtgehalte heeft als het papier, treedt er ook vochtverlies op. Vocht kan hierdoor afgegeven worden aan:

- het aanliggende papier. Als de liner droog is zal het vocht van het medium naar de liner migreren. Dit is de enige mogelijkheid tijdens opslag om het overbodige vocht kwijt te raken.
- de omgevingslucht. Tijdens het transport, afhankelijk van het vochtverschil, kan het papier drogen ofwel vocht opnemen, wegens het contact met lucht.

(de Bont, 2003)

## **Toevoer van vocht**

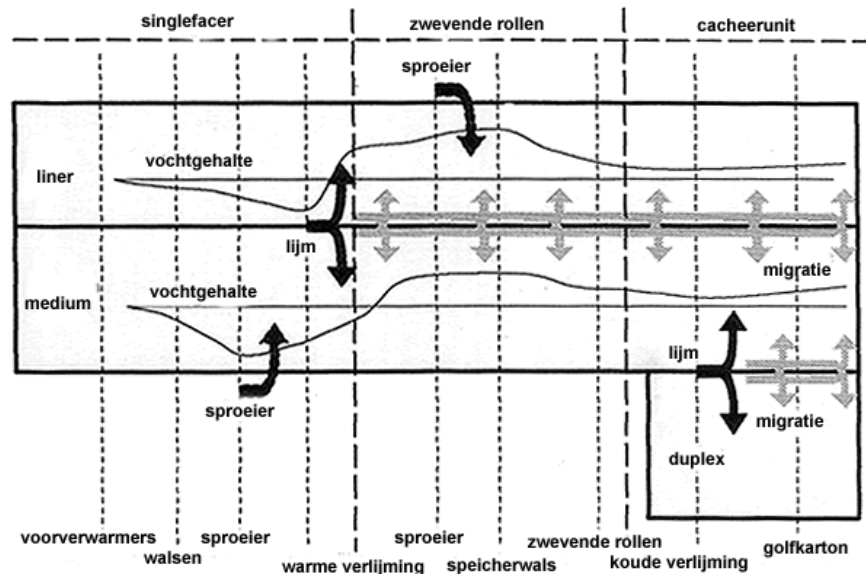
De opname van vocht gebeurt door de aangrenzende papierlagen uit de verlijming en van de sproeiers. Om die reden heeft elke papierlaag (liner, medium en duplex) specifieke vochtbronnen:

- liner
  - warme verlijming
  - sproeiers
  - migratie van vocht uit het medium
- medium
  - warme verlijming
  - koude verlijming
  - migratie van vocht uit de liner en duplex
- duplex
  - koude verlijming
  - migratie van vocht uit het medium

(de Bont, 2003)

## Verloop van vochtgehalte

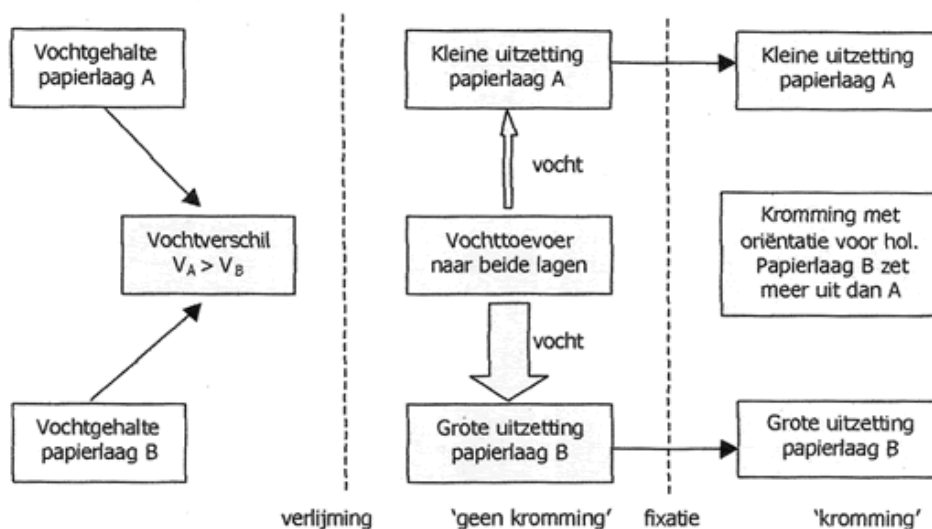
Golfkarton bestaat uit drie papierlagen die in figuur 29 weergegeven worden. De momenten en de oorzaken wanneer het vochtgehalte van papier wordt beïnvloed in de machine zijn aangegeven.



Figuur 29: Verloop van vochtgehalte van golfkarton tijdens de productie (de Bont, 2003)

Het vochtgehalte is de grootste oorzaak van kromming. Het verschil in uitzetting van de papierlagen, wegens toename of afname van vocht, zorgt voor kromming.

Meer verduidelijking is te vinden in figuur 30. (de Bont, 2003)



Figuur 30: Kromming tgv. het verschil in vochtgehalte (de Bont, 2003)

## 2.8.2 Invloed van het vochtgehalte

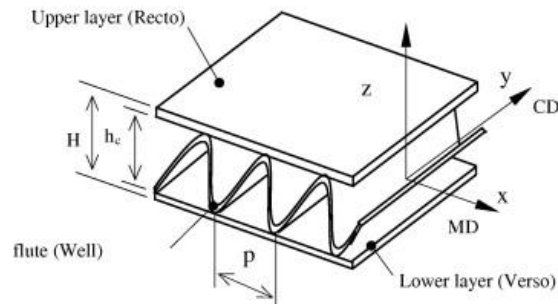
Verschillende studies werden reeds uitgevoerd om de impact van het vochtgehalte te kwantificeren.

Golfkarton is zeer gevoelig voor atmosferische omstandigheden. Hieronder wordt de invloed van de relatieve vochtigheid beschreven. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

### Introductie van testen

Bij de verschillende testen wordt golfkarton van 'type C' gebruikt. Type C is een veelvoorkomende golfkartonkwaliteit. De invloed van het vochtgehalte kan vergeleken worden met andere golfkartonkwaliteiten. Het bestaat uit drie lagen: de bovenste laag, de onderste laag en een middenlaag, of ook recto, verso en well genoemd. Het gewicht is  $580\text{g/m}^2$  en de flute stop is  $P = 8\text{mm}$ . Figuur 31 geeft de geometrie van golfkarton weer.

De gebruikte mechanische testen in deze studie zijn de drie punt- en de vier punt-bending-tests (ASTM C393-62), en de shearing tests (ASTM C273-61). Dankzij deze testen is het mogelijk om zowel de stijfheid van golfkarton in beide orthotropische richtingen te bekomen als de scheurmoduli  $G_{xz}$  en  $G_{yz}$ . Golfkarton wordt getest onder verschillende atmosferische omstandigheden. De zwaarste test is bij een relatieve vochtigheid van ongeveer 90% in een koude kamer. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)



Figuur 31: Geometrie golfkarton (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

Tabel 3: Geometrische karakteristieken van golfkarton en zijn bestanddelen (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

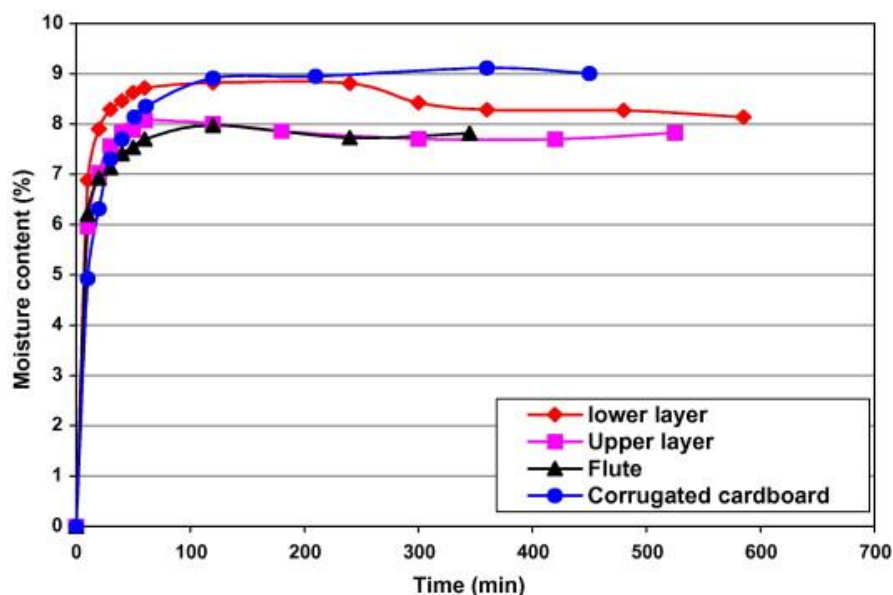
	Golfkarton	Recto	Verso	Well
Dikte (mm)	4.1	0.264	0.26	0.21

## Vochtigheidsevenwicht van het materiaal

De mechanische testen meten de rek bij de treksterkteproef onder verschillende gecontroleerde atmosferen. Vooraleer te starten met de proef, moeten de monsters geconditioneerd worden om een vochtigheidsevenwicht te verkrijgen. De standaard Franse norm NFQ 03-010 raadt voor alle golfkartons 24 uur aan.

Vierkante golfkartonmonsters van 5 cm worden in een geconditioneerde kamer geplaatst onder verschillende condities (23°C en 50% RH) voor 24 uur. Wanneer het evenwicht bereikt wordt, wordt het gewicht gemeten en worden deze metingen gebruikt als referentie. Een relatieve vochtigheid van 50% komt ongeveer overeen met een 6% (droge basis) in elk monster. Vervolgens wordt er een 95% RH gebruikt, gevolgd door een regelmatige meting van het gewicht.

Figuur 32 toont aan dat het vochtevenwicht bereikt wordt na 100 minuten. Deze toestand correspondeert met een vochtinhoud van 8% tot 9% voor golfkarton en zijn bestanddelen. Als de droge toestand als referentie wordt gebruikt, dan is de vochtinhoud 15%. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

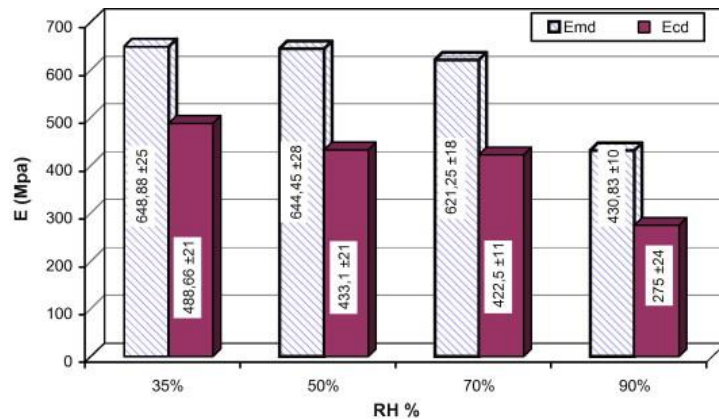


Figuur 32: Vochtinhoud bij evenwicht voor golfkarton en zijn bestanddelen (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

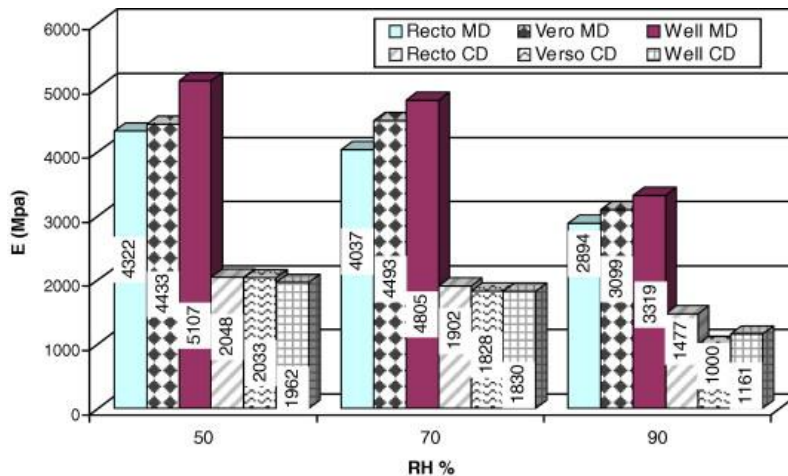
## Mechanische testen onder verschillende relatieve vochtigheid

De mechanische testen zijn uitgevoerd op golfkarton en zijn componenten (recto, verso en well). Het is een treksterktetest uitgevoerd in een klimaatkamer die uitgerust is met een thermo-hygrometer. De thermo-hygrometer maakt het mogelijk om de RH te veranderen met een nauwkeurigheid van  $\pm 3\%$ . De relatieve vochtigheid verschilt van 35% tot 90%, de temperatuur wordt constant gehouden bij 23°C.

Figuur 33 en 34 tonen aan dat de elastische karakteristieken weinig verschillen onder de 50% RH in de machine-richting (MD). Anderzijds stijgen de elastische karakteristieken met bijna 13% in de cross richting (CD). Tot 70% RH evolueert de Young Modulus weinig. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)



Figuur 33: Evolutie van de Young modulus van golfkarton bij een bepaalde RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

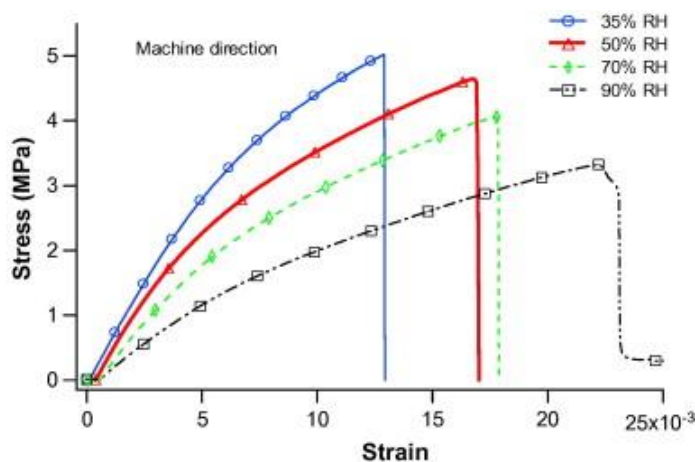


Figuur 34: Evolutie van de Young modulus bij de onderdelen van golfkarton bij verschillende RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

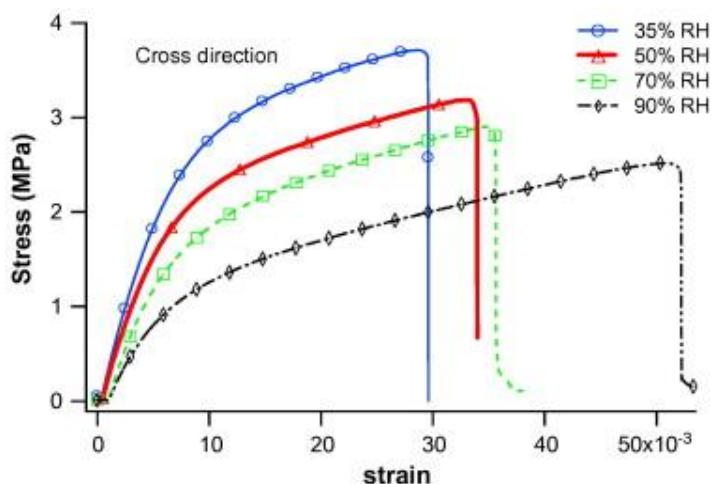
Bij een stijging van de vochtigheid, stijgt de inhoud van water in golfkarton en breekt het de verbinding tussen de cellulosevezels. Het mechanisch gedrag wordt sterk beïnvloed, vooral bij een RH van 90%. De Young modulus van het materiaal daalt meer dan 30% in MD en tot 50% in CD.

De invloed van vocht is meer significant in de CD dan in de MD. Dit kan verklaard worden door het gedrag van de vellen in CD, overeenkomt met de transversale richting van de cellulosevezeloriëntatie en sterk gerelateerd is met de binding tussen de vezels.

Figuur 35 en 36 geven de trekcurve van golfkarton weer onder verschillende RH, in MD en CD. De vloeispanning daalt bij een stijgende vochtinhoud evenals de faalspanning die meer significant is bij de droge conditie. Aan de andere kant is de uiterste vermoeiing proportioneel met de evolutie van de RH. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

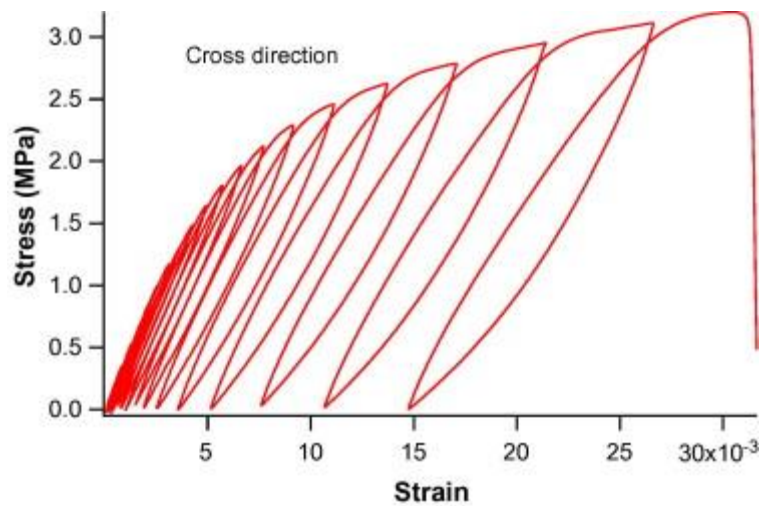


Figuur 35: Trekcurves van golfkarton in MD in functie van RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

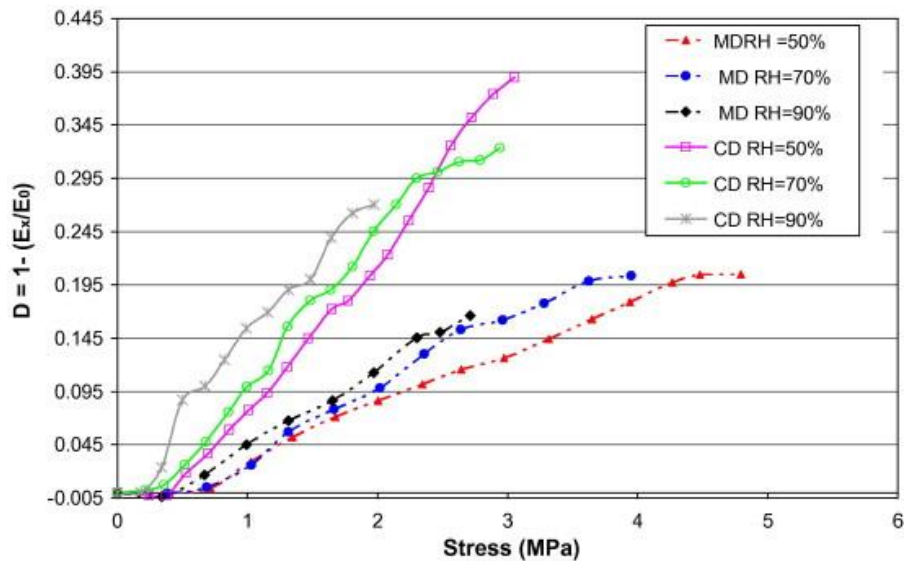


Figuur 36: Trekcurves van golfkarton in CD volgens RH (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

Vervolgens werden trektesten in laden en lossen (load and discharges) uitgevoerd om het schade-effect te evalueren bij verschillende RH bij golfkarton. Figuur 37 geeft verschillende cyclussen weer van laden bij verschillende niveaus van belasting. Bovendien stijgen de hystereselussen bij een stijging van lading, wat wijst op een energieverstopping en dus een aanwezigheid van schade. De kinetische schade neemt een quasi lineaire vorm aan (figuur 38). De stijging van de schadegraad ( $D = 1 - (E_x/E_0)$ ,  $E_x$  is gemeten in neerwaardse fase tussen 0.85% en 0.25% van de bekomen belasting) bekommt alleen opvallender bij het einde van de test, voor het falen. Faling komt in kleine D-waardes voor, ongeveer 0.20 in MD en 0.40 in CD. De schadecurven bij verschillende RH hebben dezelfde stappen, alleen zijn ze verschoven (figuur 38). (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)



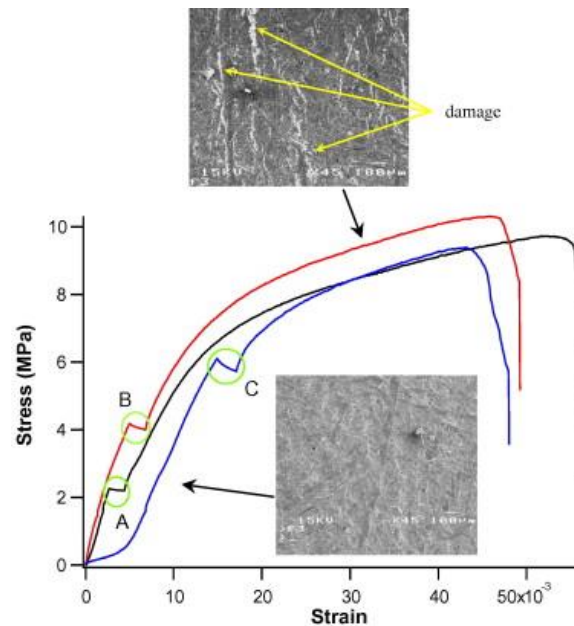
Figuur 37: Load en discharges curven van golfkarton in CD (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)



Figuur 38: Kinetische schade bij golfkarton (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

We merken dat bij eenzelfde spanning-intensiteit, de schade stijgt bij een stijging van RH en dit in de twee richtingen. De stijging is een gevolg van het feit dat de drempelwaarde van de beginschade daalt bij een stijging van RH.

De gehele observatie toont dat het onelastisch gedrag geen gevolg is van de schade maar van het viscoëlastisch gedrag van het materiaal. Om dit fenomeen te bevestigen, worden er treksterkteproeven onder scanning elektronische microscopie (SEM) op Recto uitgevoerd. Figuur 39 toont de treksterkte onder SEM met verschillende ladingen. Het schijnt dat onder elastische fase, de lading constant blijft bij de onderhoudstijd (punt A op figuur 39). Aan de andere kant, de niet-lineaire fase van de curven toont een relaxatie van het materiaal. Het relaxatiefenomeen is duidelijker bij een hogere belasting (punt B en C op figuur 39). Dit fenomeen is niet begeleid met schade zoals getoond bij de fractografies. Schade is merkbaar bij het einde van de belasting. (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)



Figuur 39: Treksterkte met behouding van ladingen (Recto CD) (Allaoui, Aboura, & Benzeggagh, 2009)

## 2.9 Kartonnagebedrijf ROPAK

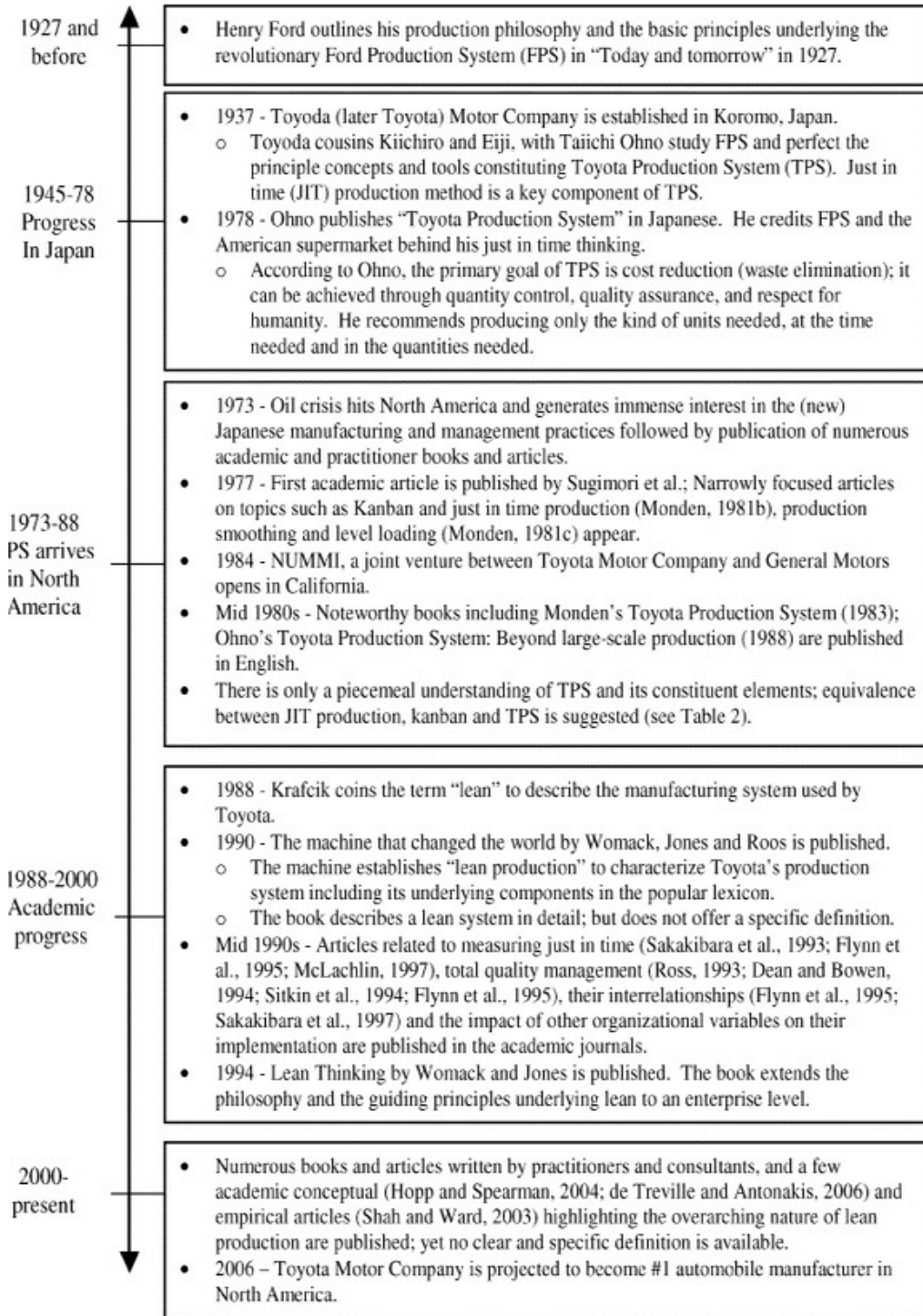
ROPAK is een kartonnagebedrijf. Ze verwerken golfkartonnen platen met behulp van de verschillende technieken uitgelegd in hoofdstuk 2.7. ROPAK zelf is een jong bedrijf met een sterke evolutie doorheen de beginjaren. Om de groei op te vangen zijn ze hun machinepark aan het uitbreiden met het aanschaffen van een nieuwe machine (zie hoofdstuk V). Hierdoor hebben ze zich nog niet volledig kunnen concentreren op de logistiek. In de volgende hoofdstukken is te vinden hoe Lean Production in elkaar zit en hoe het toegepast wordt in ROPAK.



## **HOOFDSTUK III: Lean Production**

### **3.1 Historische achtergrond Lean**

Om Lean uit te leggen is het nodig eerst te kijken naar de historische evolutie en de identificatie van de verschillende perspectieven. We markeren de belangrijkste fasen die hebben bijgedragen aan het huidige begrip van Lean Production in figuur 40. Lean Production stamt rechtstreeks af en wordt vaak gebruikt als proxy voor Toyota Production System (TPS), dat zich ontwikkeld heeft uit Taiichi Ohno's experimenten en initiatieven over drie decennia bij Toyota Motor Company. TPS werd officieel geïntroduceerd in de VS in 1984, toen NUMMI opgericht werd als samenwerkingsverband tussen Toyota en General Motors, maar de informele overdracht aan de VS begon veel eerder, die zich na verloop van tijd in één versnipperd. (Shah & Ward, 2007)



Figuur 40: Historische achtergrond Lean (Shah & Ward, 2007)

### 3.2 Toyota Production System

De hele weg naar kwaliteit en procesoptimalisatie, nu bekend als Lean Manufacturing, begon met het Toyota Production System (TPS) (Liker, 2004). TPS werd ontwikkeld door Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda en Eiji Toyoda zoals eerder besproken. Samengevat is TPS een Just-In-Time-productie, wat betekent dat de componenten worden geleverd in functie van het productieorder. Het Toyota Production System heeft drie doelen, zijnde het elimineren van drie soorten afval, die in het Japans toevallig beginnen met de letters “Mu”:

- **Muri (overbelasting):** dit kan zowel bij mensen als toestellen zijn. Een voorbeeld van Muri is het heffen van zeer zware dozen waardoor je rug overbelast wordt;
- **Mura (ongelijkmatigheid):** het beste om Mura uit te leggen is met het volgende voorbeeld: soms is er zoveel werk dat zowel mens als machine amper kan volgen terwijl er op een ander moment amper werk is;
- **Muda (geen toegevoegde waarde):** volgens sommigen (Jayaram, Das, & Nicolae, 2010) (Melton, 2005) zijn er 7 soorten ‘verspilling’ (figuur 41), Liker (2004) vermeldde 8 soorten:
  1. **Overproductie:** productie zonder een order leidt tot een risico om meer te produceren dan nodig. Zelfs als deze onderdelen later verkocht zullen worden, wordt het nog beschouwd als verspilling ingevolge stockagekosten en kosten voor extra werknemers.
  2. **Wachten:** arbeiders, die niet volledig tewerkgesteld zijn wegens volledig geautomatiseerde systemen, downtime of het afwachten voor de volgende stap, is ook een verspillingvorm.
  3. **Onnodig transport of overdracht:** de organisatie van de productie op verre afstand en het hieruit voortvloeiend inefficiënt transport, nemen veel tijd in beslag en genereren een ingewikkelde flow.
  4. **Over-verwerking of verkeerde verwerking:** een proces met extra, onnodige stappen, dat hogere kwaliteitsproducten levert zonder dat het nodig is of het gebruiken van verkeerde gereedschap voor productie kan leiden tot producten met verkeerde eigenschappen.
  5. **Overmaat aan inventaris:** te veel inventaris is niet alleen een extra kost maar zorgt er ook voor dat de verwerking minder georganiseerd is.
  6. **Onnodige verplaatsing:** niet alleen goederen maar ook mensen kunnen zich onnodig verplaatsen.
  7. **Defecten:** verkeerde productie of defecte producten leiden tot herstellingen, opknappen en vervangingen, welke veel tijd in beslag neemt.

8. **Onbenutte creativiteit van de werknemer:** werknemers beschikken vaak over veel nuttige informatie en ervaring om de werking van het bedrijf te verbeteren. Vaak gaat deze informatie echter verloren omdat het management er niet op ingaat of niet luistert naar de werknemers. Dit soort van verspilling werd toegevoegd door Liker.

(Tapping, Luyster, & Shuker, 2002)



**Figuur 41: De zeven types van verspilling (Melton, 2005)**

### 3.3 De Toyota Way en zijn 14 principes

De verschillende principes of de 'wortel' van het Toyota Production System wordt de Toyota Way genoemd en vormt de basis voor Lean Manufacturing. Deze principes maken van Toyota één van de meest succesvolle bedrijven op aarde.

Wanneer Ph.D. Jeffrey Liker, Fujio Cho vroeg wat de sleutel van succes was achter de Toyota Way, antwoordde hij met de volgende woorden: *"The key to the Toyota Way and what makes Toyota stand out is not any of the individual elements... But what is important is having all the elements together as a system. It must be practiced every day in a very consistent manner not in spurts."* (Liker, 2004)

In zijn boek "The Toyota Way" deelde Liker de Toyota Way in 14 principes, die ondergebracht werden in vier verschillende secties (zie figuur 42). Elke sectie begint, met een P.



Figuur 42: Toyota Way (Liker, 2004)

**Section I: Philosophy:** Het is belangrijk om een langetermijnvisie filosofie te hebben.

- Principe 1: Het management moet gebaseerd zijn op een lange termijn filosofie. Dit betekent ook het verlaten van financiële doelen op korte termijn.

**Section II: Process:** Als het proces correct is, zal het leiden tot het juiste resultaat.

- Principe 2: De proces flow moet continu zijn om zo gemakkelijk problemen te detecteren.
- Principe 3: Een pull systeem (gebaseerd op de werkelijke vraag en niet de voorspelling) moet gebruikt worden om overproductie te vermijden.
- Principe 4: De werkdruk moet uitgenivelleerd worden, dit betekent dat het bedrijf moet proberen om tijden te vermijden waar de productie zo hoog is dat de werknemers amper kunnen volgen. Omgekeerd moet ook een te lage productie waarbij de werknemers een te lage werkbelasting hebben, vermeden worden (Heijunka).
- Principe 5: Het proces moet gestopt worden om problemen onmiddellijk op te lossen zodat de kwaliteit niet gaat verslechteren.
- Principe 6: Gestandaardiseerde taken en processen zijn de grondlaag voor continue verbetering.
- Principe 7: Visuele controle moet gebruikt worden zodat problemen niet verborgen blijven.
- Principe 8: Enkel betrouwbare, grondig geteste technologie wordt door de mensen en in de processen gebruikt.

**Section III: People and partners:** Ontwikkel uw mensen en partners.

- Principe 9: Leaders moeten grondig het werk begrijpen, vanuit de bedrijfsfilosofie leven en het overdragen aan de andere collega's.
- Principe 10: De mensen en teams moeten exceptioneel zijn en de filosofie van het bedrijf volgen.
- Principe 11: Het uitgebreide netwerk van partners en leveranciers moet gerespecteerd worden door hen uit te dagen en hen helpen te verbeteren.

**Section IV: Problem solving:** Word een organisatie die bijleert door het oplossen van problemen vanaf het begin.

- Principe 12: Om de situatie te begrijpen moeten mensen zelf gaan zien of ze de situatie zelf compleet begrijpen (= Genchi Genbutsu of Go-and-See).
- Principe 13: Keuzes moeten traag gemaakt worden, al de opties moeten grondig overwogen worden om ze nadien dan snel te implementeren. Dit wordt de Nemawashi-techniek genoemd welke uit vijf stappen bestaat:
  1. "go-and-see" (=Genchi Genbutsu)
  2. stel de onderliggende oorzaken vast
  3. overweeg een groter spectrum van alternatieven
  4. bereik een eenstemmigheid

#### 5. gebruik efficiënte communicatietechnieken

- Principe 14: Door ongenadige reflectie, moet het bedrijf een bijlerende organisatie (=Hansei) worden en streven naar continue verbetering (= Kaizen). De algemene techniek om Hansai en Kaizen te gebruiken zijn:
  - initiële probleempceptie
  - het probleem verduidelijken
  - het probleem lokaliseren
  - de basisredenen vinden bij de gebruiken van de vijf waaroms (bijvoorbeeld: waarom werkt het machine niet? Omdat het mechanisme oververhit is. Waarom is het mechanisme overhit? Etc.)
  - actie ondernemen
  - evalueren
  - standaardiseren.

(Maes, 2011) (Liker, 2004)

### **3.4 Lean Manufacturing**

De Toyota Production Systems en de Toyota Way dienen als model voor de meer algemene Lean Manufacturing. Deze “beweging van Lean” was een reactie tegen het massaproductiesysteem van Henry Ford, welk vandaag nog steeds gebruikt wordt. Het gaat om stap-per-stap verwerking met mensen die gespecialiseerd zijn in één taak. Terwijl Ford efficiënt hoge volumes kon produceren, waren ze niet in staat om variatie te leveren. Lean bewijst de beste oplossing om flexibeler te zijn.

Lean heeft veel voordelen. Melton (2005) beschrijft het volgende:

- de leadtime voor klanten is verminderd;
- de inventaris voor fabrikanten is verminderd;
- door het analyseren van processen verbetert de kennis van het management;
- processen zullen meer robuust worden, wat dus minder fouten en minder herwerking betekent;
- de procesverspilling zal verminderen;
- al de hierboven opgesomde eenheden zullen leiden tot financiële besparingen.



Figuur 43: De voordelen van Lean (Melton, 2005)

Melton (2005) beschrijft dat er ook drie noodzakelijke randvoorwaarden voor een bedrijf zijn om Lean te zijn:

- waarde bij het bedrijf toevoegen door het maken van opgaven in functie van de klant;
- elimineer al de soorten verspilling;
- genereer een waardeflow voor de klant, dit betekent een serie van processtappen die leidt tot een hogere productkwaliteit.

**Stap 1: data verzamelen:** dit wordt bereikt door het observeren van het huidige proces. Dat betekent het zoeken naar verspilling van stappen zonder toegevoegde waarde.

**Stap 2: data analyseren:** eenmaal alle data verzameld zijn, kunnen de gegevens geanalyseerd worden. Data kwantificeren maakt het makkelijker om ze te analyseren. Gereedschap zoals 80/20, indiceert dat 20% van de oorzaken verantwoordelijk zijn voor 80% van de problemen. Grafieken kunnen zeer handig zijn om het te analyseren.

**Stap 3: verandering ontwikkelen:** gebaseerd op de data-analyse kan een verandering ontwikkeld worden. Meestal betekent dit het elimineren van de drie Mu's.

**Stap 4: verandering maken:** de in stap 3 ontwikkelde verandering moet worden geïmplementeerd en gestandaardiseerd.

**Stap 5: evalueer:** verzamel nieuwe data na de implementatie van de verandering en vergelijk de data met die van voor de verandering. Dit is de allerbelangrijkste stap, welke vaak vergeten wordt. Dit kan stap één zijn in een nieuw verbeteringsproces. De werkwijze leidt tot een continue verbetering.

(Maes, 2011) (Melton, 2005)



## HOOFDSTUK IV: potentiële verbeterpunten

### 4.1 Introductie

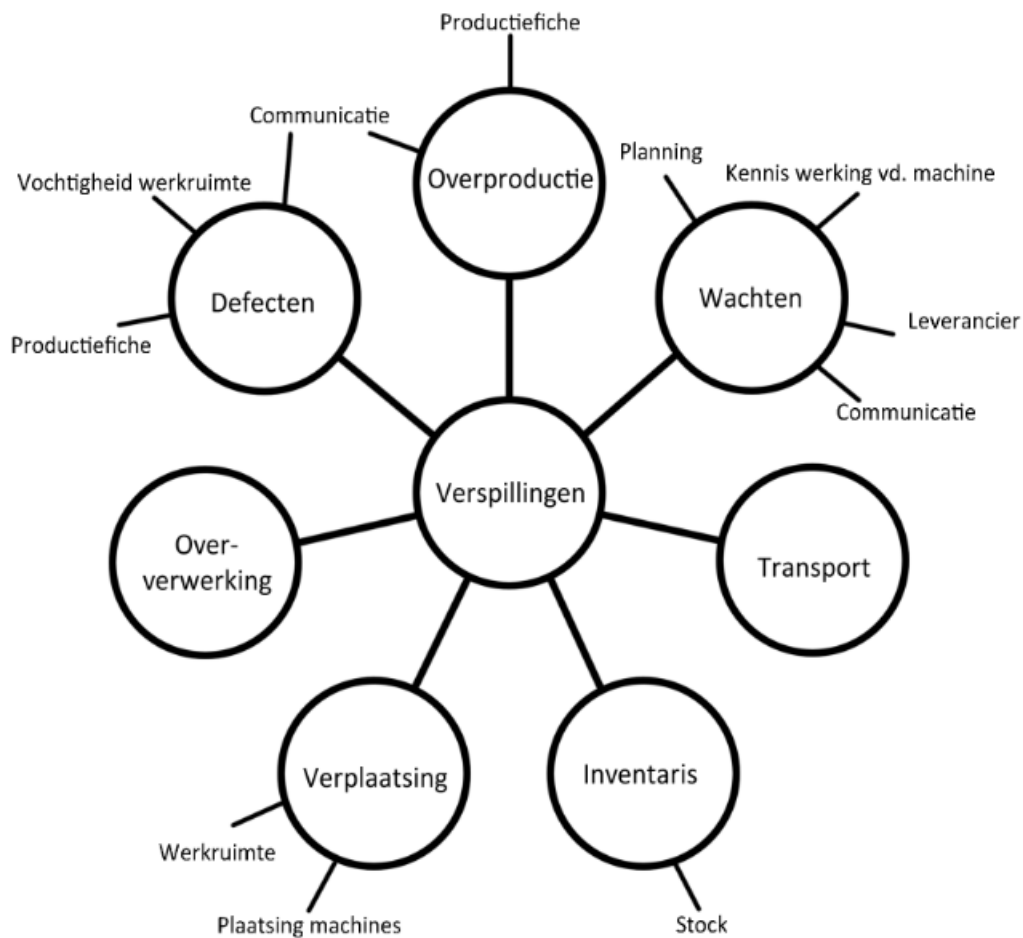
Om ROPAK te optimaliseren moesten eerst al de mogelijke problemen in kaart gebracht worden. Dit werd gedaan vanuit de Lean filosofie. De zeven Muda-puntjes/verspillingen zijn in figuur 44 uitgeschreven en een aantal mogelijke oorzaken die in de organisatie van ROPAK werden gevonden zijn erbij geschreven. Nadat de oorzaken geïnventariseerd werden, werd er een strategie uitgewerkt om te zien welke oorzaken de hoogste prioriteit hadden om opgelost te worden.

### 4.2 De verspillingen (gevolgen) met de mogelijke oorzaken

De theorie van Melton (2005) gaat toegepast worden op ROPAK. De zeven verspillingen worden hieronder opgesomd met vervolgens de oorzaken.

1. **Overproductie:** een eerste oorzaak is de productiefiche. Als de productiefiche niet duidelijk is, is er een mogelijkheid dat het aantal geproduceerde dozen verkeerd wordt afgelezen wat leidt tot overproductie. Overproductie kan ook veroorzaakt worden door een miscommunicatie tussen de klant en ROPAK.
2. **Wachten:** als de leverancier van kartonnen platen te laat levert, zal ROPAK moeten wachten om verder te produceren. Vervolgens is er een nieuwe machine. Als de arbeiders niet perfect weten hoe de machine werkt, zullen ze een beetje trager werken dan iemand die alles onder de knie heeft. Als er geen planning is, moet er steeds doorgegeven worden wanneer welke order verwerkt moet worden. Tenslotte leidt miscommunicatie tot extra vertragingen.
3. **Onnodig transport of overdracht:** ROPAK transporteert zelf hun producten om zo sneller te kunnen leveren dan andere kartonnagebedrijven. Een extra voordeel is dat ze zo beter contacten behouden met hun klanten.
4. **Over-verwerking of verkeerde verwerking:** er zijn geen verkeerde verwerkingen mogelijk. De kartonnen dozen gaan niet ineens veel betere eigenschappen verkrijgen.
5. **Overmaat aan inventaris:** als de stock niet goed wordt bijgehouden, gaat er snel een overmaat aan inventaris komen.

6. **Onnodige verplaatsing:** de nieuwe machine kan verkeerd geplaatst worden zodat arbeiders en goederen extra verplaatsing nodig hebben. Bijvoorbeeld als de machine in het midden wordt geplaatst, zal de heftruck steeds rond de machine moeten rijden. Een ander oorzaak kan de beperkte plaats in de werkruimte zijn, waardoor er minder mogelijkheden zijn.
7. **Defecten:** in hoofdstuk II: 2.8 is bewezen dat vochtigheid de eigenschappen van karton beïnvloedt. Is de productiefiche onduidelijk, kunnen verkeerde dozen met een verkeerde kwaliteit gemaakt worden.



**Figuur 44: De 7 verspillingen met de mogelijke oorzaken**

De verschillende oorzaken worden hieronder opgelijst. Vervolgens worden punten gegeven op de impact van de oorzaken gaande van + tot +++ (veel impact).

Tabel 4: De impact van de oorzaken

		Impact
<b>Overproductie</b>		
	Miscommunicatie	+
	Productiefiche	+++
<b>Wachten</b>		
	Leverancier	+
	Werking Machine	++
	Miscommunicatie	+
	Planning	++
<b>Inventaris</b>		
	Stock	+++
<b>Verplaatsing</b>		
	Machine	+++
	Werkruimte	+++
<b>Defecten</b>		
	Vochtigheid	++
	Miscommunicatie	+
	Productiefiche	+++

**Miscommunicatie** is het verkeerd verstaan of lezen van een boodschap. Miscommunicatie is redelijk uitgebreid en heeft veel oorzaken. De meeste oorzaken zullen al tot een minimum beperkt worden door de optimalisatie van andere oorzaken zoals bijvoorbeeld de **productiefiche**. Is de productiefiche niet duidelijk genoeg, dan kan het leiden tot miscommunicatie waardoor er overproductie en defecten kunnen plaatsvinden. Hierdoor heeft de productiefiche veel impact en de miscommunicatie minder.

De snelheid van de levering door de **leverancier** is buiten controle van ROPAK. Als de goederen van de leverancier te lang wegblijven is het nodig om een andere leverancier te zoeken waarop ze niet moeten wachten. Veel impact heeft de leverancier niet want het gebeurt zeer zelden.

Elke **machine** heeft een andere **werkwijze**. Bij een nieuwe, moderne machine zijn er vernieuwingen die de arbeiders nog niet kennen. Als ze niet volledig weten hoe de machine werkt, zal het leiden tot wachten. De **plaatsing van de machine** is zelf zeer belangrijk. Wordt het bijvoorbeeld in het midden van de **werkruimte** geplaatst, in de weg van iedereen, dan leidt het tot extra verplaatsing. De plaatsing is zeer belangrijk. De plaats van de oude machines zullen ook aangepast worden naar gelang de plaats van de nieuwe machine.

Als er geen **planning** is en alles mondeling gecommuniceerd wordt, is er een extra stap voordat de order verwerkt kan worden. Een simpele planning kan de arbeiders snel verder helpen.

Wordt de **stock** niet goed bijgehouden, dan zijn er soms te weinig kartonnen platen om een order te beginnen. Soms zijn er zelfs te veel platen aanwezig. Dit kan voor veel vertraging veroorzaken. Het is een zeer ernstig probleem met veel impact.

De **vochtigheid** kan de kwaliteit van dozen verminderen. Sommige klanten verwachten een hoge kwaliteit van dozen. Te lang in contact met een vochtige omgeving kan zorgen dat de dozen niet meer bruikbaar zijn.

### 4.3 Aanpak verbeterplan

Het probleem van **miscommunicatie** werd in deze studie niet specifiek aangepakt. Grotendeels werd miscommunicatie tot het minimum beperkt door de volgende verbeterplannen.

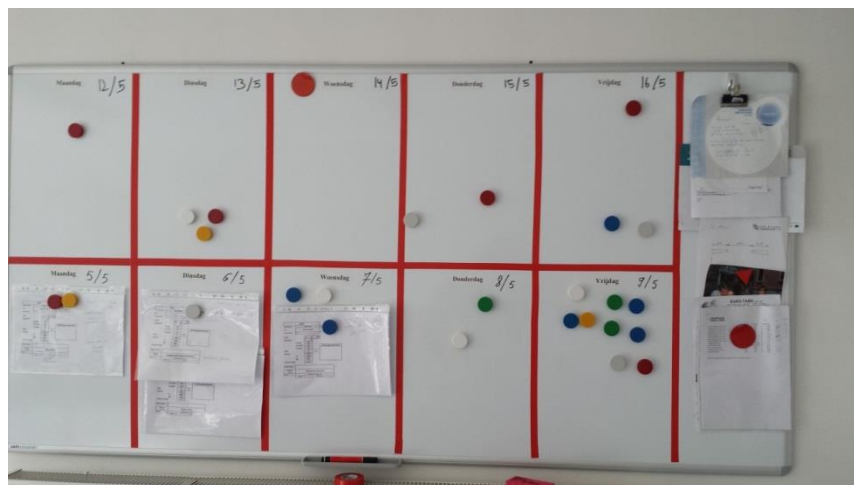
De **productiefiche** kan leiden tot zeer veel verspillingen. Met een onduidelijke productiefiche zullen er sneller en gemakkelijker fouten geproduceerd worden. Op een duidelijke productiefiche moeten de gegevens staan van zowel de order als de gegevens van de kartonnen plaat (zie Hoofdstuk VI: 6.4.1).

Om de **werkwijze van de machine** onder te knie te krijgen, zijn er opleidingen voorzien na de installatie van de machine. Als er gespeeld wordt met de instellingen door een persoon die niet weet hoe de machine werkt, dan kan komen er problemen waardoor er gewacht moet worden. De **plaats van de machine** is ook zeer belangrijk, daarom is de organisatie van de werkruimte een groot aandachtspunt (zie hoofdstuk V: Optimalisatie van de werkruimte).

Een optimalisatie voor de **planning** werd als volgt voorgesteld en gerealiseerd (zie figuur 45). De plaats van dit bord is bij de directie. Hier worden immers ook al de orders ontvangen. Het is ook de plaats waar iedereen binnenkomt. Bart Robyns ontvangt de orders en vult de productiefiche in. Hij prikt de order op het bord en de arbeiders halen de orders ervan af.

Een volgende oorzaak dat veel impact heeft is de **stock**. Om een volledige inventaris te hebben moet de stock bijgehouden worden. Gebeurt dit niet, dan kan het zijn dat er te veel kartonnen platen besteld worden. De extra kartonnen platen kunnen achterblijven. Met een duidelijk overzicht is het mogelijk om te zien waar er nog plaats vrij is en hoeveel platen er over zijn. De stock wordt uitgewerkt in Hoofdstuk VI: 6.4.4.

De **vochtigheid** zorgt voor kwaliteitsvermindering bij karton. Mogelijke oplossingen zijn om juist genoeg platen te bestellen per order. Zo schieten er geen platen over die in de stock opgeslagen worden.



Figuur 45: Planning orders



## HOOFDSTUK V: optimalisatie van de werkruimte

### 5.1 Analyse van de oude productieruimte

Vooraleer de nieuwe Göbfert Boxmaker Mini 300 geïmplementeerd werd, waren er drie machines in werking. Vooreerst Autobox machines waarbij, één voor het lijmen en de andere voor het stansen van kartonnen platen. De derde machine is een KLETT machine om de kartonnen platen te snijden.

#### 5.1.1 Autobox

Autobox is een wereldwijde speler, met de hoofdzetel gelegen te Leighton Buzzard (Verenigd Koninkrijk), die reeds 30 jaar op de markt is met machines die dozen op de vloer van de klant produceren. Klanten die kleine tot middelgrote series maken kunnen gebruik maken van machines. De machines zelf hebben menselijke handelingen nodig en zijn zeer eenvoudig. In België is Ondulam een retailer van Autobox machines. (Ltd, British Converting, 2013)

Twee machines worden gebruikt bij ROPAK:

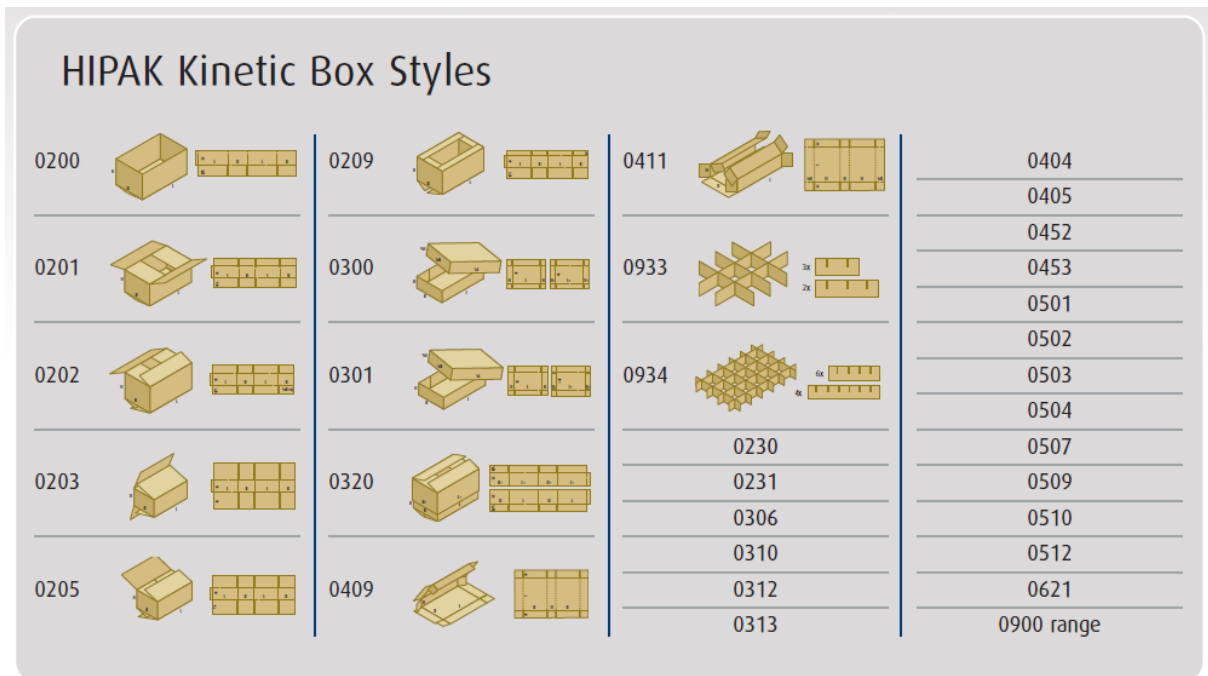
##### 1. Autobox HIPAK Kinetic 2400

De HiPAK Kinetic is een geavanceerde machine om dozen te maken. Alles wordt geregeld met behulp van een touch screen. Op figuur 46 is de nieuwe Kinetic te vinden, ROPAK heeft één van de vorige generaties.

Uit een plaat kunnen meer dan 50 fefco box stijlen gemaakt worden. Alles wordt gekozen met de touch screen. Figuur 47 geeft al de doosstijlen weer:



Figuur 46: HIPAK Kinetic (Ltd, British Converting, 2013)



**Figuur 47: HIPAK Kinetic Box Styles.**

**Tabel 5: Eigenschappen HIPAK Kinetic (Ltd, British Converting, 2013)**

Max. dikte plaat	10mm
Totaal dimensie	2600mm x 1500mm x 1300mm
Max. snelheid	100m/min
Gewicht	2000kg
Vermogen	415V, 50/60Hz, 16A/fase

## 2. Autobox Gluer

De Gluer is een eenvoudige machine waaraan weinig elektronica te pas komt. De eenvoudigheid van de machine heeft als gevolg dat er een aantal beperkingen zijn zoals:

- **handwerk:** de machine vraagt veel handwerk. Zoals onderstaande figuur toont, moet er een persoon aanwezig zijn. Het proces gaat als volgt. Eerst moeten er verschillende kartonplaten boven elkaar gestapeld worden. De rubberen banden trekken plaat per plaat onder de lijmkoppen. Vervolgens moet een arbeider de platen plooiën tot een doos.
- **snelheid** die afhangt van de snelheid van de werknemer: de kartonplaat wordt immers geplooid door een arbeider. Werkt deze arbeider trager, resulteert dit in een lagere productie. Het is dus sterk afhankelijk van de werktempo en -kracht van de arbeider.



- de noodzaak aan voorbereekte platen. De kartonplaten moeten op voorhand gestanst en gesneden worden vooraleer ze door de Gluer gaan. Daardoor zijn er meerdere machines nodig.

De Autobox Gluer is een machine met een zeer beperkte oppervlakte. Daarom is het ideaal voor kleine bedrijven met een klein magazijn.



**Figuur 48: Autobox Gluer (Ltd, British Converting, 2013)**

**Tabel 6: Autobox Gluer eigenschappen (Ltd, British Converting, 2013)**

Max. Blanco afmetingen	1200mm x 2400mm
Min. Blanco afmetingen	100mm x 330mm
Max. dikte plaat	10mm
Hoogte werk tafel	750mm
Diepte werk tafel	1200mm
Opslagcapaciteit adhesief	1,5 l
Max. snelheid	ongeveer 30m/min

### 5.1.2 Van den Bos S.T.S.

J. Van den Bos heeft Van den Bos Sales en Technical Service in 1999 opgericht. Reeds in 1972 begon hij in de golfkartonindustrie. Momenteel heeft hij 30 jaar ervaring in de golfkartonindustrie.

Bij dit bedrijf heeft ROPAK een KLETT machine aangekocht die kartonnen platen snijdt (figuur 49).



Figuur 49: KLETT snijmachine

## 5.2 Nieuwe machine- Göbfert

### Göbfert Boxmaker Mini

Göbfert is een wereldwijde producent van machines voor de verwerking van golfkarton. Zowel kleine als grote bedrijven kunnen een machine gebruiken van Göbfert. Zo is er de Göbfert Mini die kartonnen platen kan verwerken met een maximale afmeting van 1400 x 4500 mm, wat niet echt klein is. De machine is speciaal omwille van zijn compacte design, ideaal dus voor kleinere werkruimtes. De Boxmaker Mini kan zowel platen snijden als stansen. Voorheen waren er twee machines nodig, terwijl het nu kan met eenzelfde machine. (Göbfert, 2014) (Göbfert, 2014)



Figuur 50: Göbfert snij- en stansmachine

Tabel 7: Göbfert Boxmaker mini eigenschappen (Göbfert, 2014)

Max. blanco afmetingen	1400mm x 4500mm
Min. Blanco breedte (manueel)	300mm
Min. Blanco breedte (automatisch)	400mm
Max. snijlengte	4000mm
Min. Snijlengte (manueel)	350mm
Min. Snijlengte (automatisch)	650mm
Min./max. plaat dikte	2-7mm

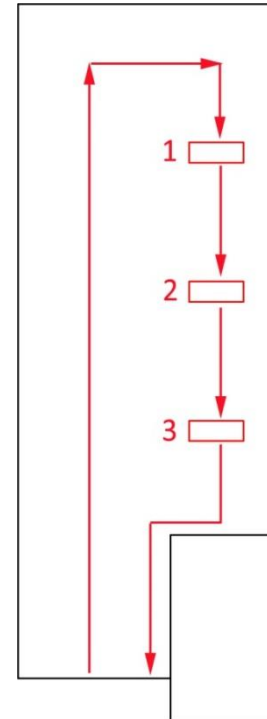
### 5.3 Herinrichting van de werkruimte

#### Voor (figuur 51)

- Machine 1: KLETT snijmachine
- Machine 2: AutoBox stansmachine
- Machine 3: AutoBox lijmmachine

In het begin stonden de drie machines naast elkaar. De goederen komen binnen en worden helemaal naar achteren verplaatst in de werkruimte. Eerst komen de goederen in contact met de KLETT snijmachine [1]. Na het snijden gaan de platen onmiddellijk naar de ingang van de Autobox stansmachine [2]. Na het stansen van de plaat, wordt de plaat door de Autobox lijmmachine [3] geschoven waar ze aan elkaar gehecht wordt. Het eindproduct wordt op een palet geplaatst, de palet wordt in de vrachtwagen geschoven en het transport naar de klant kan beginnen.

In totaal zijn er constant twee arbeiders nodig om de drie machines te laten draaien.



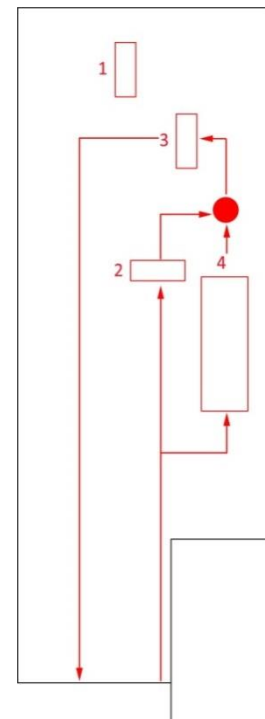
**Figuur 51: Flow in de werkruimte voor de plaatsing van de nieuwe machine**

#### Na (figuur 52)

- Machine 1: KLETT snijmachine
- Machine 2: AutoBox stansmachine
- Machine 3: AutoBox lijmmachine
- Machine 4: Göbfert stans- en snijmachine

De nieuwe Göbfert Boxmaker mini [4] wordt langs de stansmachine [2] geplaatst. Door deze setting is er maar één arbeider nodig is om beide machines te bedienen omdat de Göbfert machine ook automatisch kan werken. Een tweede arbeider houdt zich dan bezig met de lijmmachine [3]. Eén arbeider minder is een besparing op arbeidsuren, terwijl de Göbfert machine ook nog sneller platen kan verwerken. Voor de AutoBox stansmachine wordt er gezorgd dat de platen al de goede afmetingen hebben voor het maken van de doos. Daardoor moeten ze niet meer gesneden worden.

Bij de introductie kon u zien dat de aantal orders bij ROPAK sterk toeneemt. Daarom wordt de oude snijmachine niet verkocht. Tijdens piekmomenten kan de KLETT machine [1] gebruikt worden.



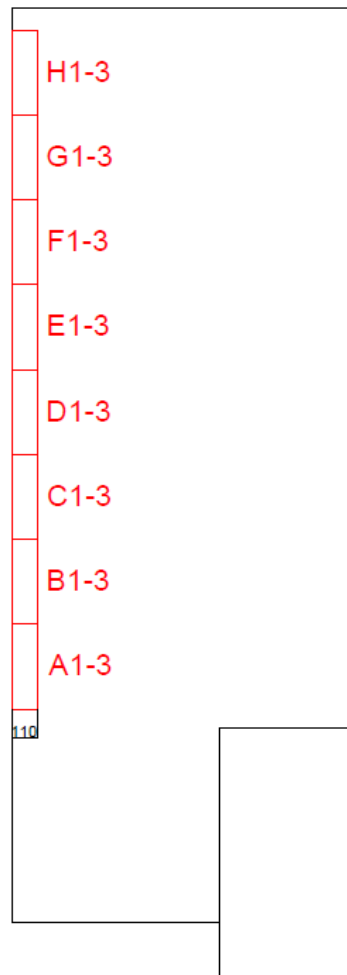
**Figuur 52: Flow in de werkruimte na de plaatsing van de nieuwe machine**

## 5.4 Optimalisatie van de palletstelling

De palletstelling wordt uitgetekend en genummerd. De afmetingen zijn uitgedrukt in centimeter. Er zijn acht compartimenten waarbij elk compartiment onderverdeeld is in vier kolommen en drie rijen. Elk afzonderlijk vakje stelt een plaats voor een Europallet voor waardoor er dus 12 Europaletten per compartiment kunnen gestockeerd worden. In totaal is er dus plaats voor 96 Europaletten.

Elk compartiment krijgt een letter gaande van A tot en met H, zie figuur 53. Vervolgens krijgt elke verdieping een cijfer beginnend beneden met één en tot drie van boven. Per verdieping zijn er vier plaatsen die het cijfer één (links) tot en met vier (rechts) verkrijgen. De volledige indeling is te zien op figuur 54. Deze plaatscode wordt geïmplementeerd in de stocksoftware te vinden in HOOFDSTUK VI: Optimaliseren van een orderverwerkings- en facturatiesysteem.

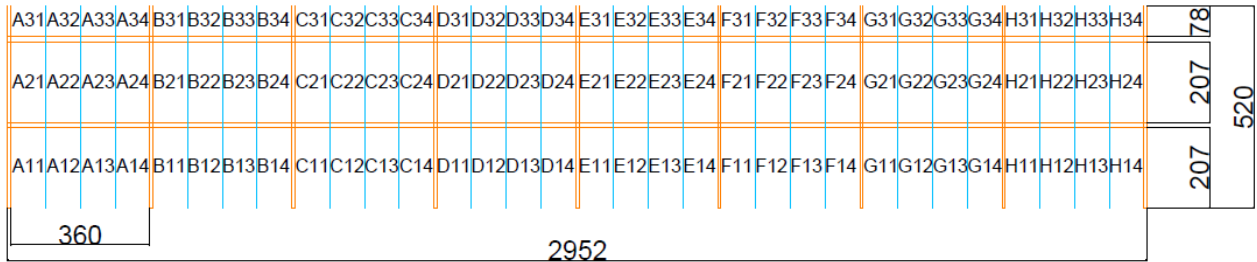
### Bovenaanzicht



Figuur 53: Bovenaanzicht Palletstelling

De stelling is 110 cm breed. Er zijn 8 compartimenten. Meer informatie staat bij het vooraanzicht op figuur 54.

**Vooraanzicht**



**Figuur 54: Vooraanzicht Palletstelling**

Deze nummering wordt geïmplementeerd in HOOFDSTUK VI: Optimaliseren van een orderverwerkings- en facturatiesysteem. Hierdoor zijn zowel de vrije plaatsen gemakkelijker te vinden als de bezette plaatsen met de kartonnen platen.

## HOOFDSTUK VI: ontwikkeling van een orderverwerkings- en facturatiesysteem

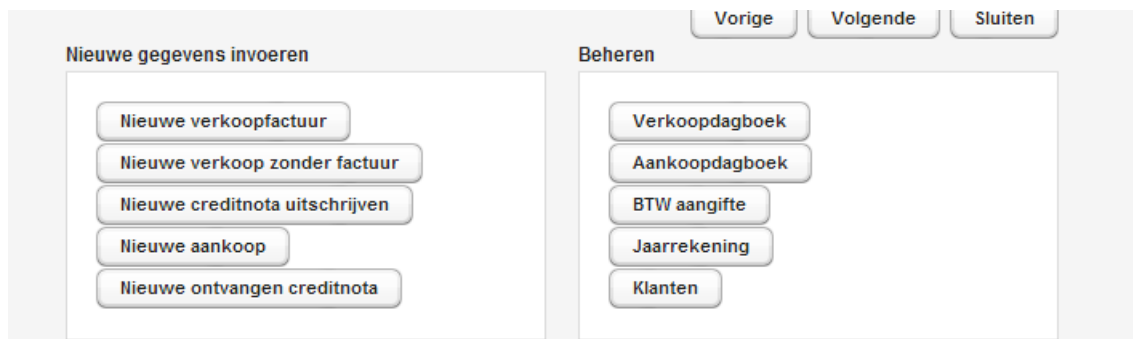
### 6.1 Introductie

Verschillende Muda-verspillingen zijn te wijten aan het orderverwerkings- en facturatiesysteem. Met behulp van een goed en simpel systeem kunnen dan ook verschillende verspillingen vermeden worden. Eerst werd gezocht naar boekhoudingsystemen op de markt. Zo is er bijvoorbeeld FCTR en Venice boekhouding dat gebruikt wordt aan de UHasselt. Dit systeem werd in detail bestudeerd en de mogelijkheden van het schrijven van een zelfgeschreven systeem werd onderzocht. Met behulp van een SWOT-analyse werden beide systemen vergeleken.

### 6.2 FCTR

FCTR is een online boekhoudprogramma. Met FCTR is het eenvoudig om klanten te factureren, waarna de factuur automatisch in de verkoopdagboek terecht komt. De BTW-aangifte kan vervolgens ingevuld worden. (FCTR, 2014)

Om een nieuwe verkoopfactuur op te starten moet op “Nieuwe verkoopfactuur” geklikt worden (zie figuur 55). De eigen gegevens moeten eerst ingevuld (figuur 56) worden nadien de gegevens van de klant. Dan wordt het artikel toegevoegd met het gekozen BTW-tarief. Tenslotte wordt het factuurnummer nog toegevoegd en kan het order opgeslagen worden. In het verkoopdagboek zijn al de uitgeschreven facturen te vinden (zie figuur 57).



Figuur 55: Nieuwe gegevens invoeren en beheren (FCTR, 2014)

**Nieuwe verkoopfactuur**

**Eigen gegevens**

Naam \*

Adres

Straat	Nummer
Grote Vreunte	65

Postcode	Gemeente
3473	Waanrode

Land

BTW nummer

Rekeningnummer

Bank

Ja, ik wil deze gegevens opslaan en vanaf nu deze stap overslaan. Dit kan steeds aangepast worden in de persoonlijke in

**Figuur 56: Nieuwe verkoopfactuur (FCTR, 2014)**

**Verkoopdagboek**

Uitgeschreven facturen Q2 2014

DATUM	FACTUUR	KLANT	TOTAAL	MVH 6%	MVH 12%	MVH 21%	BTW	FIN. KORT.	DOWNLOAD	BEWE
29/05/2014	2014/0001	Mathieu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<a href="#">PDF</a>	
Totalen			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

[Exporteer naar PDF/CSV](#)

**Figuur 57: Verkoopdagboek (FCTR, 2014)**

Een nieuwe aankoop kan makkelijk ingevoerd worden. De informatie die ingevoerd moet worden, staat vermeld in figuur 58.



Nieuwe aankoop
□ ×

**Aankoop invoeren**  
Aankopen moeten steeds gedaan zijn om beroepsinkomen te verkrijgen. Eventueel kan een bepaald percentage voor privé zijn. Vul dan het daartoe bestemde vakje in. Tevens kan je in veel gevallen ook de BTW terugvorderen. Daarvoor heb je wel steeds een factuur nodig.

Datum\*

Nr document\*

Leverancier\*

Totaal (1)\*

BTW

Type aankoop

Omschrijving

Percentage privé

Type leverancier

Percentage aftrekbare BTW

Percentage aftrekbare kosten

[Click hier als je aankoop meerdere BTW tarieven bevat.](#)

(1) Het totaal is het bedrag op de factuur of rekening dat je betaald hebt. Indien BTW werd aangerekend, is dit bedrag inclusief BTW.

**Figuur 58: Nieuwe aankoop (FCTR, 2014)**

Ten slotte kan de BTW-aangifte beheerd worden. De volledige klantenlijst en jaarrekening zijn makkelijk te vinden met één klik op een knop.

### Conclusie FCTR

FCTR is een zeer gemakkelijk online boekhoudsysteem. Het is een systeem dat alleen orders kan verwerken. De stockbeheer is bijvoorbeeld al niet mogelijk met FCTR. De prijs voor onbeperkte facturen is €25/maand.

Er zijn nuttige zaken die ik uit dit programma kan leren om later te integreren in mijn eigen ontwikkeld systeem zoals de basisinformatie van een verkoopfactuur en een nieuwe aankoop.

### 6.3 Venice boekhouding

Venice boekhouding is een algemeen boekhoudprogramma voor een klein, middelgroot of groot bedrijf. Het is gebaseerd op het minimum genormaliseerd rekeningenstelsel. De vier basisdocumenten van Venice Boekhouding zijn 'Aankopen', 'Verkopen', 'Financieel' en 'Diverse'. Figuur 59 is een voorbeeld van de boekhoudverkenner. (UNIT4 C-Logic, 2014)



Figuur 59: De boekhoudverkenner (UNIT4 C-Logic, 2014)

Venice heeft ook een voorraad- en facturatiepakket dat zorgt dat de facturatie en stock zeer efficiënt verloopt. Figuur 60 is een voorbeeld van het werkblad offertes.

Openstaand (3)	Documentnummer (2)	Documentdatum	Nummer klant	Firmaanaam	Totaal bedrag documentmunt	Munt
<input checked="" type="checkbox"/>	000.001	16/05/2013	0	Andreas Theodorakis	152,46	EUR
<input checked="" type="checkbox"/>	000.002	10/05/2013	0	Staelens Patrick	798,60	EUR
<input checked="" type="checkbox"/>	000.003	10/05/2013	0	Staelens Patrick	689,52	EUR
<input checked="" type="checkbox"/>	000.004	16/05/2013	0	Simon Hernou	254,10	EUR
<input checked="" type="checkbox"/>	000.005	21/05/2013	21	Staelens Patrick	304,92	EUR
<input checked="" type="checkbox"/>	000.054	14/06/2013	21	Staelens Patrick	304,92	EUR

**Figuur 60: Het werkbladoffertes**

Niet alleen de hele aankoop en verkoop kan hier gefactureerd worden zoals FTOR. De betalingen kunnen online gecontroleerd worden via Isabel6 (internetbankieren). Na betaling worden de facturen automatisch gesloten. (UNIT4 C-Logic, 2014)

### **Conclusie Venice boekhouding**

De toegevoegde waarde van Venice boekhouding is dat het gelinkt kan worden met een online bankiersysteem 'Isabel 6'. Dit is moeilijk te integreren in mijn eigen ontwikkelde systemen. hiervoor is er een oplossing gevonden waardoor er gemakkelijk te vinden is als de klant betaald heeft (zie Hoofdstuk VII: 6.4.1 Facturatie).

## 6.4 Ontwikkeling van het orderverwerkings- en facturatiesysteem bij ROPAK

Uit de bovenstaande systemen zijn de basisfuncties af te leiden. Sommige functies zullen onmogelijk zijn om te integreren. Hiervoor zullen er oplossingen gezocht moeten worden.

### 6.4.1 Productiefiche

Zoals reeds aangehaald in Hoofdstuk IV lezen de arbeiders de calculatie soms fout af waardoor er af en toe foute dozen gemaakt worden.

Het doel van dit onderdeel is het vormen van een mooie, overzichtelijke productiefiche waar al de nodige informatie opstaat. Zo kunnen de arbeiders alles duidelijk kunnen aflezen zowel de gegevens van de doos als de gegevens van de klant.

#### Aanpak:

de gegevens zoals de maten en rillijnen worden automatisch op de productiefiche gewijzigd wanneer de golf en/of kwaliteit wordt aangepast. Om sneller en nauwkeuriger te werken komt het adres van de klant automatisch tevoorschijn na het invullen van de naam. De nieuwe productiefiche is te vinden in figuur 61.

#### Resultaat:

The screenshot shows a production sheet (productiefiche) for ROPAK. The form is organized as follows:

- Order Details:**
  - Order number: 201
  - Besteldatum: 30/07/2013
  - PO: (empty)
  - Leverdatum: (empty)
  - Plaat: 1412 | 409
- Material Specifications:**
  - Golf: Bruin (dropdown)
  - kwiteit: B (dropdown)
  - lengte: 100
  - breedte: 100
  - hoogte: 1300
  - PAD: 0
  - Aantal: 100
  - LT: 409
  - BR: 1412
  - Gewicht (kg): 0,402
- Dimensions and Diagrams:**
  - Rillen: 61 | 1290 | 61
  - 3D box diagram with labels H (height), L (length), and B (width).
  - 2D layout diagram showing the arrangement of panels with dimensions L, B, and H.
- Customer Information:**
  - Opmerkingen: (empty)
  - Klant: Mazout Graphics
  - Adres: (empty)

Figuur 61: Productiefiche

## 6.4.2 Facturatie

Een ander probleem is dat sommige klanten te laat betalen of niet betalen. Zonder mooi overzicht van de slecht betalende klanten, is het moeilijk de goed betalende klanten te onderscheiden van de slecht betalende klanten.

Daarom is een overzichtelijke file nodig waarop de vervaldag en de datum van betaling staat. Ook moeten ze gemakkelijk kunnen zien wie nog niet betaald heeft.

### Aanpak:

figuur 62 geeft de volledige facturatie weer. Na de invulling van de besteldatum, verschijnt er automatisch de vervaldag (van betaling). Als de vervaldag overschreden wordt, begint de telling om te zien hoeveel dagen de klanten te laat betalen. Deze telling stopt wanneer de betaling binnenkomt.

Wanneer een klant nog niet betaald heeft (na de vervaldag), komt er een rood vakje tevoorschijn. Dit vakje wordt groen na betaling. Met behulp van de telling is het zelfs mogelijk te zien welke klanten slecht betalende klanten zijn, door bijvoorbeeld steeds enkele dagen te laat te betalen. Hierdoor kan ROPAK eisen dat ze op voorhand betalen.

Het is ook mogelijk om van elke klant apart te zien hoeveel ze nog moeten betalen. Wanneer de naam van de klant wordt ingegeven, komen de gegevens automatisch tevoorschijn. Dit is te zien op figuur 64. Figuur 65 geeft wat meer informatie van elke order per klant. Bij het klikken van kopiëren, ook te zien op figuur 65, wordt er alles automatisch gekopieerd om de klant te contacteren voor betalingen. Op figuur 66 is een voorbeeld gegeven.

De totale facturatie van ROPAK wordt ook weergegeven. Het staat in een kleine tabel (figuur 63).

### Resultaat:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M
1	Datum	Klant	Klantnummer	Factuur	Bedrag	Vervaldag	Dagen over	Datum betaling	Dagen te laat	Voldaan	Betaald
137	25/03/2013		21156	221034	€ 181,50	25/04/2013	0	18/09/2013	-146	€ 181,50	JA
138	27/03/2013		21350	221035	€ 1.727,12	27/04/2013	0		-380	€ 0,00	NFI
139	28/03/2013		21205	221036	€ 272,98	28/04/2013	0	28/04/2013	0	€ 272,98	JA
140	31/03/2013		21005	221037	€ 6.911,72	1/05/2013	0	1/05/2013	0	€ 6.911,72	JA
141	31/03/2013		21063	221038	€ 1.257,80	1/05/2013	0	1/05/2013	0	€ 1.257,80	JA
142	2/04/2013		21074	221039	€ 1.724,29	2/05/2013	0	2/05/2013	0	€ 1.724,29	JA
143	2/04/2013		21380	221040	€ 509,76	2/05/2013	0	5/10/2013	-156	€ 509,76	JA
144	2/04/2013		21258	221041	€ 306,19	2/05/2013	0	19/07/2013	-78	€ 306,19	JA
145	2/04/2013		21378	221042	€ 440,44	2/05/2013	0	2/05/2013	0	€ 440,44	JA
146	2/04/2013		21379	221043	€ 1.157,17	2/05/2013	0	2/05/2013	0	€ 1.157,17	JA

Figuur 62: Facturatie

Gefactureerd	€ 1.	3
Voldaan	€ 9.	1
Te vorderen	€ 1	3
Vervallen	€ 8	1


Figuur 63: Totale facturatie ROPAK

Openstaande bedragen:	
Klant:	
Facturatie:	€ 10.262,18
Betaald:	€ 3.412,18
Nog betalen:	€ 6.850,00
Vervallen:	€ 6.850,00

Figuur 64: Openstaande bedragen

Kopiëren						
Klanten	Min van	Vervaldag	Facturatie	Betaald	Nog te betalen	Vervallen
	14/02/2013		€ 10.262,18	€ 3.412,18	€ 6.850,00	€ 6.850,00
22922	14/02/2013		€ 295,72	€ 295,72	€ 0,00	€ 0,00
221062	18/05/2013		€ 832,96	€ 832,96	€ 0,00	€ 0,00
221077	25/05/2013		€ 172,17	€ 172,17	€ 0,00	€ 0,00
221119	1/07/2013		€ 1.018,65	€ 1.018,65	€ 0,00	€ 0,00
221406	8/12/2013		€ 3.209,77	€ 1.092,68	€ 2.117,09	€ 2.117,09
221490	10/02/2014		€ 1.399,23	€ 0,00	€ 1.399,23	€ 1.399,23
221571	28/03/2014		€ 904,60	€ 0,00	€ 904,60	€ 904,60
221610	25/04/2014		€ 2.429,08	€ 0,00	€ 2.429,08	€ 2.429,08
<b>Eindtotaal</b>	<b>14/02/2013</b>		<b>€ 10.262,18</b>	<b>€ 3.412,18</b>	<b>€ 6.850,00</b>	<b>€ 6.850,00</b>

Figuur 65: Volledige facturatie per klant

					
Beste,					
Onderstaande een overzicht van de staat van betaling.					
Mogen wij u vriendelijke vragen hiervoor het nodige te doen.					
Met vriendelijke groeten,					
Dienst financiën controle					
<b>Klanten</b>	<b>Min van Vervaldag</b>	<b>Facturatie</b>	<b>Betaald</b>	<b>Nog te betalen</b>	<b>Vervallen</b>
	14/02/2013	€ 10.262,18	€ 3.412,18	€ 6.850,00	€ 6.850,00
22922	14/02/2013	€ 295,72	€ 295,72	€ 0,00	€ 0,00
221062	18/05/2013	€ 832,96	€ 832,96	€ 0,00	€ 0,00
221077	25/05/2013	€ 172,17	€ 172,17	€ 0,00	€ 0,00
221119	1/07/2013	€ 1.018,65	€ 1.018,65	€ 0,00	€ 0,00
221406	8/12/2013	€ 3.209,77	€ 1.092,68	€ 2.117,09	€ 2.117,09
221490	10/02/2014	€ 1.399,23	€ 0,00	€ 1.399,23	€ 1.399,23
221571	28/03/2014	€ 904,60	€ 0,00	€ 904,60	€ 904,60
221610	25/04/2014	€ 2.429,08	€ 0,00	€ 2.429,08	€ 2.429,08
<b>Eindtotaal</b>	<b>14/02/2013</b>	<b>€ 10.262,18</b>	<b>€ 3.412,18</b>	<b>€ 6.850,00</b>	<b>€ 6.850,00</b>

Figuur 66: Contacteren van de klant met al de bedragen

```

Private Sub Worksheet_change (ByVal Target As Range)
    If Intersect(Target, Range("B:B")) Is Nothing Then Exit Sub
    Dim Klant As Range
    Dim BottomB As Integer
    BottomB = Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
    With Range("B2:B" & BottomB - 1)
        Set Klant = .Find(what:=Target, _
            After:=.Cells(.Cells.Count), _
            LookIn:=xlValues, _
            LookAt:=xlWhole, _
            SearchOrder:=xlByRows, _
            SearchDirection:=xlNext, _
            MatchCase:=False)
        If Not Klant Is Nothing Then
            Klant.Offset(0, 1).Resize(, 1).Copy Cells(Target.Row, 3)
        End If
    End With
End Sub

```

Figuur 67: Programmeercode Facturatie





```

Option Compare Text
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    If Intersect(Target, Range("E:E")) Is Nothing Then Exit Sub
    Application.ScreenUpdating = False
    Dim x As Long
    Dim Customer As Range
    Dim Box As Range
    Dim bottomAP As Long
    Dim bottomE As Long
    bottomE = Range("E" & Rows.Count).End(xlUp).Row
    For Each Customer In Range("E2:E" & bottomE - 1)
        If Customer = Target Then
            Range("AP" & Customer.Row) = Customer.Offset(0, 4) 'AP is a helper column
        End If
    Next Customer
    bottomAP = Range("AP" & Rows.Count).End(xlUp).Row
    For x = bottomAP To 2 Step -1
        If Application.WorksheetFunction.CountIf(Range("AP2:AP" & bottomAP), Cells(x, "I")) > 1 Then
            Cells(x, "AP").ClearContents
        End If
    Next x
    For Each Box In Range("AP2:AP" & bottomAP)
        If Box <> "" And Cells(Box.Row, "E") = Target Then
            If MsgBox("Do you wish to use these box dimensions for customer " & Cells(Box.Row, "E") & ": " & Box & "?", vbYesNo) = vbYes Then
                Cells(Box.Row, "F").Resize(, 35).Copy Cells(Target.Row, "F")
            End If
        End If
    Next Box

    Range("AP2:AP" & bottomAP).ClearContents
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

**Figuur 70: Programmeercode Prijscalculatie**



## 6.5 SWOT-analyse



Figuur 73: SWOT-analyse

**Strenghts:**

Omdat ROPAK een pas opgericht bedrijf is, is er geen nood aan een professioneel, ingewikkeld programma. Later wanneer ze sterk groeien is het wel noodzakelijk te investeren in een professioneel programma. Nu zijn de zelfgeschreven programma's perfect voor een klein bedrijf.

De programma's zijn volledig geschreven naar de wensen van mijn promotor. Te samen met mijn eigen ideeën zijn de programma's ontwikkeld. De programma's werden geschreven in Microsoft Excel geschreven. De meeste werknemers hebben een basiskennis van Microsoft Excel zodat iedereen zelf gemakkelijk het programma zou kunnen aanpassen.

Per programma heb ik als ingenieur een paar uur nodig gehad om het te schrijven. Natuurlijk is dit goedkoper dan een maandelijks abonnement voor een ander boekhoudsysteem.

**Weaknesses:**

Omdat het een eigen geschreven programma is, zijn er natuurlijk een paar mankementen. Met de beperkte kennis, zijn de mogelijkheden ook beperkter. Zo is het bijvoorbeeld onmogelijk om een Excel programma te linken aan een bankaccount, zodat het programma zelf een melding geeft als een klant betaald heeft. Nu zullen ze het zelf moeten ingeven.

Zoals voor elk nieuw programma geldt, is het nodig dat het getest wordt op mogelijke fouten. Wellicht moeten er aanpassingen en updates verricht worden die op hun beurt gevalideerd moeten worden vooraleer het geïmplementeerd wordt in het bedrijf.

**Opportunities:**

Elk programma is geschreven naar de wensen en verwachtingen van mijn promotor. Elk nieuw idee dat Bart Robyns heeft, kan geïmplementeerd worden. Na het testen wordt er besloten of de implementatie effectief doorgaat of niet. Mijn eigen ideeën werden ook geïmplementeerd, twee mensen die brainstormen, komen met unieker ideeën dan één.

Met de programma's heeft ROPAK een mooier overzicht over de stock, klantenbetalingen,... Dit zorgt ervoor dat er minder misverstanden komen. Minder misverstanden staat gelijk met minder fouten, waardoor er meer orders kunnen verwerkt worden.

**Threats:**

Na mijn studies is het mogelijk dat ROPAK nog een paar aanpassingen wil aanbrengen aan de programma's. Hiervoor zullen ze me opnieuw moeten contacteren met de vraag of ik de tijd vind om ze aan te passen.

Er bestaan veel professionelere programma's op de markt. Alleen zijn deze kostelijk en pas noodzakelijk bij een bedrijf met veel meer werknemers. ROPAK is een bedrijf dat exponentieel groeit. Waardoor ze in de toekomst zullen moeten investeren in een professioneler programma.



## HOOFDSTUK VII: verpakingsontwerp voor een klant

Tenslotte kreeg ik tijdens mijn stage de kans om een volledig verpakingsontwerp voor een klant uit te werken.

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van deze opdracht beschreven. Eerst wordt de klant en de opdracht met randvoorwaarden omschreven. Vervolgens worden de oplossingen met prijscalculatie en materiaalkeuze voorgesteld.

### 7.1 Inleiding

Abitana is een bedrijf dat 10 jaar geleden werd opgericht. Het bedrijf focust zich volledig op het maken van economische en langlevende thuisnetwerken met een hoge prestatie voor familiehuizen, flats, gemeenschappelijke voorzieningen zoals bejaardentehuizen en serviceflats en hotels .

Abitana begint bij een kabelinfrastructuur met een ultra hoge prestatie. Deze dient als basis voor specifieke producten en applicaties. Daarnaast bieden ze een aangepaste oplossing voor elke communicatiebehoefte in elke type van woninggebouwen projecten.

Abitana is een Belgisch bedrijf, opgericht in 2002 als een nevenbedrijf van Nexans (de vroegere Alcatel Cable), en wereldleider in de fabricatie van kabel en kabelsystemen voor vermogens- en communicatienetwerken.

De productfilosofie weerspiegelt hun focus op de behoeften van de gebruiker:

altijd leveren ze het goede product voor de beste prijs;

op maat gemaakte oplossingen is een deel van hun dagelijks proces;

open verbindingen voor naadloze integratie met producten van een derde partij.

Hun bedrijfsfilosofie vertrekt van een perfecte implementatie:

- 100% beschikbaarheid van het product te allen tijde en snelle logistiek;
- een regionaal netwerk van ervaren thuisnetwerkintegrators;
- korte communicatie lijnen, snelle reactietijden.

(Abitana, 2013)

## **7.2 De opdracht**

De klant ontwerpt momenteel een nieuwe familie van schakelkasten (cfr zekeringskasten). Deze kasten zijn (ongebruikelijk in de elektrosector) opgebouwd uit samen gevezen en geriveerde aluminiumprofielen en -platen, waarbij de deur bestaat uit verlijmd aluminiumprofielen en transparant polycarbonaat.

Door de profielen op verschillende lengtes te verzagen en de platen in verschillende breedtes/lengtes te kappen kunnen ze een uitgebreid gamma van kasten samenstellen zonder telkens zware toolingkosten te moeten maken voor elk afzonderlijk model. Ze stockeren de verzaagde onderdelen maar assembleren (bijna) just-in-time om geen explosie van samengestelde stock te hebben. Aangezien het om nieuwe producten en een nieuwe business gaat hebben ze nog geen betrouwbare gegevens om de productie te forecasten.

De modellen waarmee ze eerst op de markt komen wegen naargelang het model tussen 2 en 14 kg en dit naargelang het model. Daarna volgden “hybride” modellen waarbij een mix wordt gemaakt van DIN-rails (montage van elektromateriaal) en 19” montageprofielen (montage van netwerk-materiaal).

Bovendien gaan beide reeksen (DIN en Hybride) voorzien worden van een achterbouw die uit MDF-, multiplex- of honingraatpanelen zijn samengesteld.

De grotere modellen gaan via BTB-kanalen verkocht worden aan professionele installateurs, de kleinere modellen kunnen eventueel via detailhandel en DHZ aangeboden worden.

In het laatste geval kan de verpakking een grote rol spelen in hoe het product overkomt, en de koop dan ook beïnvloeden.

Het aantal dat gelijktijdig verstuurd wordt gaat van één stuk tot een volle pallet (30 stuks). De modellen worden over heel Europa verkocht.

### **7.2.1 Probleemstelling**

De zekeringskasten worden via een koerierdienst verzonden naar de verschillende klanten. De ervaring leert dat koerierdiensten niet zo voorzichtig omspringen met de verzonden artikelen. Om gebroken toestellen te vermijden dient de verzendverpakking zeer goed te zijn. Zowel de oude als de nieuwe modellen zijn schokgevoelig. De oude modellen hebben snel een barst en de nieuwe aluminiumkasten kunnen gemakkelijk plooiën aan de randen. De verzendverpakking moet dan ook schade ingevolge een sporadische val voorkomen.

### **7.2.2 Randvoorwaarden**

De verpakking moet onmiddellijk verzendklaar zijn, dat wil zeggen dat het tegen een stootje moet kunnen. Abitana werkt momenteel via koerierdiensten (momenteel DPD voor BE,NL,FR,GB,SE) omdat een colli tot 31.5 kg onder de goedkopere tarieven valt. Een pallet is op het vlak van verzendkost break-even met een verzending van vier colli's. Het vraagt extra werk om ze te stapelen, te wrappen en te transporteren waarbij de verzendingstijd ook toeneemt. De uitdaging van dit project is dat ik geconfronteerd word met erg tegenstrijdige gegevens:



- veel verschillende maten  $\leftrightarrow$  zo weinig mogelijke verpakkingsvarianten;
- just-in-time assemblage  $\leftrightarrow$  half-afgewerkte stock bufferen in beschermende (eind)verpakking;
- zo weinig mogelijk stockageruimte voor verpakkingsmateriaal  $\leftrightarrow$  kleine verpakkingsproductieruns zijn duurder;
- goedkope, simpele doos  $\leftrightarrow$  mogelijkheid om in een winkel tentoongesteld te worden in de doos (moet open kunnen).

### 7.3 De voorgestelde oplossingen

Het oud model bestaat uit twee maten. Eén van 60 cm hoog en een tweede van 75 centimeter. Een FEFCO 300 wordt gebruikt (zie figuur 74). Voor extra bescherming aan de hoeken worden er aan de boven- en onderkant een hoekbuffer geplaatst. Bij de kleinere doos kan dezelfde hoekbuffer gebruikt worden als opvulling waardoor Abitana geen extra opvulling moet aankopen (fig. 75). Omdat de hoekbuffers en opvulling uit hetzelfde materiaal, afmetingen en vorm bestaan kan deze in bulk worden aangekocht, wat dan weer goedkoper is. De doos kan worden geopend om zo tentoongesteld te worden in de winkel. De klant kan zien hoe de kast er uit ziet.



**Figuur 74: FEFCO 300**



**Figuur 75: Hoekbuffer en opvulling**

Ook bij het nieuw model zal een FEFCO 300 gebruikt worden. Als extra versterking worden er bijkomende hoekbuffers geplaatst.

### **7.3.1 Kwaliteit en prijs**

Nu moet er een besluit genomen worden over de golfkartonkwaliteit. In hoofdstuk II zijn de verschillende golfkartonkwaliteiten te vinden met bijkomende eigenschappen. De vier verschillende mogelijkheden zijn hieronder in tabel 8 te vinden:

**Tabel 8: Prijzen dozen**

Afmetingen (mm)	Aantal	Enkel		Dubbel	
		B	C	BC	EB
747x353x150	200	€ 1,72	€ 1,83	€ 2,17	€ 2,12
353x150x70	400	€ 0,81	€ 0,90	€ 0,91	€ 0,88
1025x625x200	200	€ 2,48	€ 2,61	€ 3,34	€ 3,35
605x175x100	400	€ 0,97	€ 1,09	€ 1,17	€ 1,14

De tabel geeft een overzicht van de verschillende prijzen per doos. De eerste twee afmetingen zijn dozen en hoekbuffers voor het oud model. Het oud model bestaat uit twee verschillende maten, waarvan de grootste maat twee hoekbuffers nodig heeft en de kleine maat vier. De twee laatste afmetingen zijn de dozen voor het nieuw model. Ze zijn groter als het ouder model.

Omdat er maar één prototype beschikbaar was, zijn er geen testen gedaan. In de toekomst kunnen deze mogelijk nog uitgevoerd worden. Voor de zekerheid kozen we voor de dubbele golf. Een enkele golf zou door de scherpe rand van het aluminium snel gepenetreerd worden. Vervolgens is het oud model zeer bros, een dubbele golf is meer schokbestendig. Omdat de BC-golf (7mm) hoger is dan de EB-golf (4.5mm), zijn we voor de BC-golf gegaan.

### **7.3.2 Alternatieve oplossing**

Er zijn verschillende alternatieve oplossingen:

EPS (expanded polystyreen): EPS bestaat uit 98% lucht en uit 2% vast materiaal. Het is zeer licht en toch zeer slagvast, waardoor het een uitstekende schokdemper is. EPS wordt niet aangetast door vocht, rot niet, is schimmelbestendig en bestand tegen Uv-straling. EPS is verkrijgbaar in vele kleuren en is door de isolerende eigenschappen geschikt voor gebruik bij hogere en lagere temperaturen. EPS is een duurzaam materiaal dat uiterst hygiënisch is en niet schadelijk is voor de gezondheid is. EPS is 100% recycleerbaar. Door de flexibele eigenschappen van EPS, is het mogelijk om producten in een driedimensionale vormgeving te leveren. Alles is mogelijk tot in de kleinste detail. (Synprodo, 2014)



**Figuur 76: EPS (Synprodo, 2014)**

### **7.4 Voorgesteld testprotocol**

Er werd een testprotocol opgesteld. Vier testen moeten volgens de standaard uitgevoerd moeten worden om te voldoen aan de transportnorm. De zekeringskasten van Abitana worden per stuk verstuurd via een koerierdienst.

De vier testen:

1. manuele en mechanische handeling;
2. voertuigenstapeling + vibratie;
3. los- en laadvibratie;
4. manuele en mechanische handeling.

(ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

### 7.4.1 Manuele en mechanische handeling

Er zijn twee handelingstypes om te testen, met name de manuele en de mechanische handeling. De manuele handeling moet enkel gebruikt worden voor de container, de kleinere verpakkingen, en om het even welke verzendcontainer die manueel behandeld kan worden tot een gewicht van 90,7 kg. Grotere dozen en kratten worden mechanisch behandeld.

*Manuele handeling* – Het testniveau en de testmethode voor dit deel van de distributie cyclus heeft als doel het vermogen van de verzendunits te bepalen tegen gevaren tijdens de manuele behandeling zoals het laden, lossen, stapelen, sorteren of palletisering. Het grootste risico van deze operatie is de impact veroorzaakt door het vallen of door het smijten. Afmeting, gewicht en vorm van de verzendverpakking zal een effect hebben op dit gevaar. Verschillende testmethodes zijn toegestaan, inclusief vrije val en gesimuleerde valtesten met gebruikmaking van schokmachines. Schokmachines geven dezelfde resultaten, alleen produceren ze een betere controle van impactoriëntatie.

Voor de vrije-val- en schokmachinetesten, aangeraden valhoogtes, aantal vallen, sequentie van het vallen en de verzendunitoriëntatie bij impact zijn de metingen als volgt:

**Tabel 9: Valhoogte per verzendgewicht (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)**

Verzendgewicht, kg	Valhoogte, mm, Verzekeringsniveau		
	I	II	III
0 tot 9,1	610	381	229
9,1 tot 18,1	533	330	203
18,1 tot 27,2	457	305	178
27,2 tot 36,3	381	254	152
36,3 tot 45,5	305	229	127
45,4 tot 90,7	254	178	102

**Tabel 10: Aantal impacten met de oriëntatie (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)**

Aantal impacten bij een specifieke hoogte	Impact oriëntatie - Eerste reeks van de distributie cyclus		
	<i>doos</i>	<i>zak of tas</i>	<i>cylindrische container</i>
Eén	bovenkant	wand	bovenkant
Twee	aangrenzende onderste randen	twee zijdes	twee zijdes 90° apart
Twee	diagonalen tegenovergestelde onderste hoeken	beide uiteindes	onderste randen 90° apart
Eén	onderkant	tegenovergestelde wanden	onderkant

Tabel 11: Aantal impacten met de oriëntatie (ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

Aantal impacten bij een specifieke hoogte	Impact oriëntatie - Tweede reeks van de distributie cyclus		
	<i>doos</i>	<i>zak of tas</i>	<i>cylindrische container</i>
Eén	vertikale rand	wand	bovenkant
Twee	aangrenzende zijwanden	twee zijdes	twee zijdes 90° apart
Twee	1 bovenrand en 1 aangrenzende bovenrand	beide uiteindes	onderste randen 90° apart
Eén	zie note 1	zie note 1	zie note 1

Note 1 – op de laatste impact van de laatste manuele handelsequentie in een distributiecycclus zal de impact gemaakt worden op het *dubbele* van de opgegeven hoogte. De impactoriëntatie zal aan de kant dat de unit hoogstwaarschijnlijk zou vallen, dus op de grootste rand of onderkant.

(ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

### 7.4.2 Voertuigen stapeling

De voertuigstapeling wordt uitgevoerd om het vermogen van de verzendunits tegen compressie die tijdens stapeling plaatsvindt, te testen. De nodige lading moet de effecten van opslag, het stapelpatroon, de variatie in container sterkte, de vochtigheid, de temperatuur, de vorige handeling en transport, de laadmethode en de vibratie overwegen. De minimum aangeraden lading voor een typische verzendunit welke de bovenstaande effecten bevat, vindt u hieronder:

	Verzendunit constructie	F factor		
		Voertuig stapeling		
		I	II	III
1	Golfkarton of plastic container dat wel of geen spanningsgedrag binnen de verpakking heeft gebruikmakend van deze materialen en waar het product de lading niet ondersteunt.	10	7	5
2	Golfkarton of plastic container dat spanningsgedrag binnen de verpakking heeft met invoegen van stijve materialen zoals hout.	6	4,5	3
3	Containers waar andere materialen inzitten die niet temperatuur- of vochtgevoelig zijn of waar het product de lading direct ondersteunt.	4	3	2
4	Als het product de ladingsportie kent, zal de F factor zoals hieronder berekend worden:			

$$F = P(F_p) + C(F_c)$$

Met:

$F_p$  = gegeven factor boven de compressie verpakking,

P = fractie van lading ondersteund door het product,

$F_c$  = gegeven factor boven de geschikte container,

C = fractie van lading ondersteund door de container.

Als een volledig voertuig gestapeld wordt met een mix van goederen en wordt vervoerd in een LTL (less-than-truckload) of in een verzendingomgeving met kleine verpakkingen, zal de lading berekend worden zoals hieronder:

$$L = M_J \times J \frac{l \times w \times h}{K} \times \frac{H - h}{h} \times F$$

Met:

L = computed lading, N,

$M_f$  = verzendheidsfactor,  $\text{kg/m}^3$ ,

J = 9.8 N/kg,

H = maximum stapelingshoogte in het voertuig,

h = hoogte van de verzendverpakking of individuele container, m,

l = lengte van de verzendverpakking of individuele container, m,

w = breedte van de verzendverpakking of individuele container, m,

$K = 1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ ,

F = een factor die rekening houdt met het gecombineerd effect van de individuele effecten.

(ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

### 7.4.3 Voertuigvibratie

Om de verticale vibraties en de dynamische compressie sterkten na te bootsen wordt de voertuigvibratietest uitgevoerd. De test moet op elk mogelijke vervoersoriëntatie geplaatst worden. De aanbevolen intensiteiten en duur worden hieronder weergegeven:

	Power spectral density level, $\text{g}^2/\text{Hz}$		
	verzekeringsniveau	verzekeringsniveau	verzekeringsniveau
Frequentie, Hz	I	II	III
1	0,0001	0,00005	0,000025
4	0,02	0,01	0,005
16	0,02	0,01	0,005
40	0,002	0,001	0,0005
80	0,002	0,001	0,0005
200	0,0002	0,00001	0,000005
<b>totaal, g rms</b>	<b>0,73</b>	<b>0,52</b>	<b>0,37</b>
<b>Duratie, min</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

(ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

### 7.4.4 Laad- en losvibratie D999

Er zijn drie soorten testen. De eerste is een herhalende schoktest, de tweede is enkel een containerresonantietest die het vermogen van een individuele container test en zijn inhoud. Ten slotte is er de pallet lading of verticale opstapelingstest. Deze soort test gaat de effecten bezien bij meerdere gestapelde units.

(ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems)

#### **7.4.5 Conclusie**

Deze testen kunnen allemaal uitgevoerd worden op het verpakkingscentrum in Diepenbeek. (UHasselt Verpakkingscentrum, 2014)

Volgend voorstel van het nieuw verpakkingsontwerp en testschema werden aan de klant overgemaakt. De uiteindelijke beslissing van de klant was bij het beëindigen van deze Masterproef nog niet bekend.



## HOOFDSTUK VIII: kleine designprojecten voor ROPAK

Tijdens mijn studies hebben we lessen Photoshop gekregen. Hierdoor heb ik verschillende kleine designprojecten kunnen uitvoeren bij ROPAK.

### 8.1 Update van de website

De eerste opdracht was om de foto's op de website van ROPAK aantrekkelijker te maken. Aantrekkelijke foto's op een website trekken immers meer klanten aan.

#### Bitmap:

Als tweede opdracht moest ik een snellere manier vinden om logo's om te zetten naar een monochroom Bitmap (.bmp). Een monochroom Bitmap is de nodige extensie om een logo af te printen op een kartonnen doos. Momenteel gebruikten ze Paint wat redelijk wat tijd in beslag neemt. Met mijn Photoshop achtergrond heb ik hun getoond hoe een logo binnen de minuut kan omgezet worden naar een monochroom Bitmap. Hierdoor zijn er weer minder tijdsverspillingen.

### 8.2 Visitekaartje

ROPAK wou een nieuw visitekaartje. Zelf heb ik deze opdracht op mij genomen en heb ik zelf een eenvoudig, duidelijk en aantrekkelijk visitekaartje ontworpen (rechts figuur 77).



Figuur 77: Oud en nieuw visitekaartje

## REFERENCES

- Abitana. (2013). Opgeroepen op Oktober 31, 2013, van Abitana: <http://www.abitana.com>
- Allaoui, S., Aboura, Z., & Benzeggagh, M. (2009). Effects of the environmental conditions on the mechanical behaviour of the corrugated cardboard. *Composites Science and Technology*(1), 69, 104-110. France: Science Direct.
- ARTPAC. (2011). *Corrugated Board and Flute Type*. Opgeroepen op December 11, 2013, van <http://www.artpac.com/technical>
- ASTM D4169-09: Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems. (sd). 15.10, 14. United States: ASTM International.
- Budimir, I., Lajić, B., & Preprotić, S. P. (2012, July). Evaluation of Mechanical Strength of Five Layer Corrugated Cardboard Depending on Waveform Types. (3/4), 23, 111-120. Acta Graphica.
- Cornelissen, J. (2004). Studie van de relatie tussen vocht en compressiesterke van verschillende golfkartonkwaliteiten. 78. Diepenbeek: Hogeschool Limburg.
- de Bont, B. (2003). Onderzoek naar de kromming van golfkarton. Geel: Katholiek Hogeschool Kempen.
- EUROFOLIE. (sd). Opgeroepen op September 26, 2013, van <http://www.interfolie.nl/producten/papierenkarton/>
- FCTR. (2014). Opgeroepen op Juli 14, 2013, van Eenvoudige vereenvoudigde boekhouding: <http://www.fctr.be/>
- Food and Agriculture Organization. (2011). *2011 Global Forest Products Facts and Figures*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010*.
- Göbfert. (2014). Boxmaker Mini. 23. Ondulam.
- Göbfert. (2014). *Entdecken Sie den Partner, mit dem Sie Wellpappe wirtschaftlicher verarbeiten*. Opgeroepen op Januari 20, 2014, van Göbfert - Merh Maschine: <http://www.goepfert.de/das-unternehmen/das-unternehmen/>
- Jaspers, L. (2012). Verpakkingsmaterialen: DeelIII: Papier en Karton. Diepenbeek.
- Jayaram, J., Das, A., & Nicolae, M. (2010, November). Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota Production System. *International Journal of Production Economics*(1), 128, 280-291. Science Direct.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New-York: McGraw-Hill.
- Ltd, British Converting. (2013). *Autobox - Specialists in box making systems*. Opgeroepen op December 16, 2013, van BCS - Autobox: <http://www.autobox.co.uk>
- made in Kempen. (2013). Opgeroepen op September 27, 2013, van [www.madeinkempen.be](http://www.madeinkempen.be)
- Maes, C. (2011). Procesoptimalisatie d.m.v. de Toyota Way. *Bachelorthesis 3pBa-Biotech*. Diepenbeek.
- Melton, T. (2005). THE BENEFITS OF LEAN MANUFACTURING - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*(6), 83, 662-673.

- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System: A Practival Approach to Production Management*. CRC Press.
- navanfoods. (2014). *Is There Aluminum in Your Dairy Free Beverage Containers*. Opgeroepen op April 22, 2014, van navanfoods: <https://www.navanfoods.com/isthere-aluminum-your-dairy-free-beverage-containers>
- Papier en Karton. (2013). *Hoe wordt papier gemaakt?* Opgeroepen op Augustus 17, 2013, van <http://www.papierenkarton.nl/productie-en-keten/papier-en-karton-productie/productie>
- PRN. (2012). Opgeroepen op September 27, 2013, van <http://www.prn.nl>
- Ropak. (2013). *Over Ons*. Opgeroepen op Juli 9, 2013, van <http://www.ropak.be>
- Sappi. (2011). De productie van papier- van hout tot gestreken papier. 16. Sappi.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007, June). Defining and developing measures of lean. *Journal of Operations Management*, 785-805. Science Direct.
- Svenska Cellulosa Aktiebolaget. (2013). *Papermaking*. Opgeroepen op November 5, 2013, van [http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking\\_NL.pdf](http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking_NL.pdf)
- Synprodo. (2014). *What is EPS*. Opgeroepen op Maart 10, 2014, van [http://www.synprodo.com/en/2/233/what\\_is\\_eps.aspx](http://www.synprodo.com/en/2/233/what_is_eps.aspx)
- Tapping, D., Luyster, T., & Shuker, T. (2002). *Value stream management: Eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements*. New York, NY: Productivity Press.
- The Confederation of European Paper Industries. (2011). *CEPI Sustainability Report 2011*.
- UHasselt Verpakkingscentrum. (2014). *Verpakkingscentrum*. Opgehaald van UHasselt: <http://www.uhasselt.be/verpakkingscentrum>
- UNIT4 C-Logic. (2014). Opgeroepen op Juli 15, 2013, van Venice Boekhouding: <http://www.unit4venice.be/>
- United Nations Environment Programme. (2011). *Forest in a GREEN economy*.
- VAL-I-PAC. (2007). *Types verpakkingen*. Opgeroepen op December 6, 2013, van <http://www.valipac.be/Belgie/wetgeving/verpakkingen-types.php>
- World Wide Fund for Nature. (2012). *WWF living Forests report: chapter 4 - Forests and Wood Products*.

## **Auteursrechtelijke overeenkomst**

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

**Toepassing van Lean Manufacturing in kartonnagebedrijf ROPAK**

Richting: **master in de industriële wetenschappen: verpakkingstechnologie**

Jaar: **2014**

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,

**Amand, Mathieu**

Datum: **6/06/2014**