

2015•2016
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
*master in de industriële wetenschappen:
verpakkingstechnologie*

Masterproef

Onderzoek naar een nieuw verpakkingsconcept voor de plastic verpakkingen van The Slide Solution®

Promotor :
Prof. dr. Rosa PEETERS

Promotor :
Dhr. KO OTTE

Christophe Carboni

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

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2015•2016
Faculteit Industriële
ingenieurswetenschappen
*master in de industriële wetenschappen:
verpakkingstechnologie*

Masterproef

Onderzoek naar een nieuw verpakkingsconcept voor de
plastic verpakkingen van The Slide Solution®

Promotor :
Prof. dr. Rosa PEETERS

Promotor :
Dhr. KO OTTE

Christophe Carboni

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

Woord vooraf

Deze thesis vormt de eindhalte van mijn masteropleiding industriële wetenschappen Verpakkingstechnologie. Als schakelstudent was deze opleiding een ware *rollercoaster* maar het was het waard. Het heeft mij gevormd als mens en nieuwe inzichten gegeven. Zo symboliseert verpakking voor mij wie we zijn als maatschappij. Deze gedachte heeft tot een stage bij het Nederlandse bedrijf Arion geleid om een milieuvriendelijk alternatief te vinden voor de plastic verpakkingen. De kennismaking met de Nederlandse bedrijfscultuur was zeer leerrijk. Het opstellen van goede verpakkingsvereisten en LCA scope vormden de grootste uitdagingen.

Als eerste wens ik mijn stagepromotor Dhr. Otte en zijn team te bedanken voor de prettige samenwerking en de vrijheid die ik kreeg om dit project uit te voeren. Graag wil ik alle medewerkers van Arion bedanken voor de hartelijke omgang.

Speciale dank voor mevr. Ing. Nowicki van het VerpakkingsCentrum. Zij was een enorme hulp bij het uitvoeren van de LCA studie.

Verder wil ik ook alle leveranciers bedanken waarmee ik heb samengewerkt. De uitwisseling van informatie verliep al bij al redelijk vlot.

Daarnaast zou ik ook mijn interne promotor mevr. prof. dr. Peeters willen bedanken voor de deskundige begeleiding. Op moeilijke momenten zette ze me terug op het goede spoor.

Ook wil ik mijn familie en vrienden bedanken voor de steun tijdens mijn hele opleiding.

Tot slot wil ik mijn papa extra bedanken voor de kans en het geloof om deze studie tot een goed einde te brengen.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	1
Lijst van tabellen	6
Lijst met afbeeldingen	8
Verklarende woordenlijst	11
Abstract	13
Abstract in English	14
Inleiding	15
1. Arion.....	16
1.1. Producten.....	16
1.1.1. Swash®.....	16
1.1.2. The Slide Solution.....	16
1.1.2.1. Inleiding: Compressie- en steunkousen.....	16
1.1.2.2. Het product.....	17
1.1.2.3. De verpakking	25
1.1.2.4. Logistiek	32
1.2. Maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO).....	37
2. Onderzoeksopzet	38
2.1. Onderzoeksvraag	38
2.2. Doelstellingen	38
2.3. Methodiek.....	38
3. Een milieuvriendelijk verpakkingsmateriaal.....	41
3.1. Belangrijke issues bij een nieuw verpakkingsconcept	41
3.1.1. Huidige verpakkingsvereisten	41
3.1.2. Extra en nieuwe verpakkingsvereisten	41
3.1.3. Huidige en belangrijke verpakkingsvereisten toegelicht	41
3.1.3.1. Scanbaarheid	41
3.1.3.2. Handling.....	42
3.1.3.3. Ophangpunt.....	42
3.1.3.4. Geschikt voor transport per schip en truck	42
3.2. Geschikte milieuvriendelijke materialen	42
3.2.1. Karton.....	42
3.2.1.1. Voor- en nadelen.....	42
3.2.1.2. Productieproces.....	43
3.2.2. Green PE.....	46
3.2.2.1. Voor- en nadelen.....	46

3.2.2.2.	Productieproces.....	47
3.3.	Niet geschikte milieuvriendelijke materialen	49
4.	LCA studie	51
4.1.	Een (traag) groeiend milieubewustzijn.....	51
4.2.	Een LCA studie uitvoeren	52
4.2.1.	Algemene onderzoeksstrategie.....	52
4.2.1.1.	Impactcategorieën (midpoints)	54
4.2.1.2.	Schadecategorieën (endpoints)	54
4.2.2.	Soorten LCA methodologieën.....	57
4.2.2.1.	ReCiPe methode.....	58
4.2.3.	Hulpmiddelen: <i>Ecolizer 2.0</i>	59
4.2.4.	Softwaremodellen.....	60
4.2.4.1.	SimaPro8®	60
4.2.5.	Inhoud van een LCA rapport toegepast op Arion	61
4.3.	LCA studie: <i>green</i> LDPE uit suikerriet t.o.v. fossiele LDPE.....	63
5.	Concepten.....	66
5.1.	Vekopak.....	67
5.2.	Smurfit Kappa.....	67
5.3.	DS Smith.....	68
5.4.	Oerlemans Plastics.....	68
5.5.	Andere gecontacteerde leveranciers	68
5.6.	Extern advies	69
6.	Resultaten	70
6.1.	Vergelijking per eenheid	70
6.1.1.	Milieu	70
6.1.1.1.	LCA studie	70
6.1.1.2.	Transport	72
6.2.	Vergelijking per concept	73
6.2.1.	Milieu	73
6.2.1.1.	LCA studie	73
6.2.1.2.	Transport	76
6.2.2.	Prijs.....	78
6.2.3.	Kwaliteit.....	80
6.3.	Vergelijking op jaarbasis	81
6.3.1.	Milieu	81
6.3.1.1.	LCA studie	81

6.3.1.2.	Transport	83
6.3.2.	Prijs.....	84
7.	Discussie.....	85
7.1.	Vergelijking per eenheid	85
7.1.1.	Milieu	85
7.1.1.1.	LCA studie	85
7.1.1.2.	Transport	85
7.2.	Vergelijking per concept	85
7.2.1.	Milieu	85
7.2.1.1.	LCA studie	85
7.2.1.2.	Transport	86
7.2.2.	Prijs.....	86
7.2.3.	Kwaliteit	86
7.3.	Vergelijking op jaarbasis	87
7.3.1.	Milieu	87
7.3.1.1.	LCA studie	87
7.3.1.2.	Transport	87
7.3.2.	Prijs.....	87
8.	Besluit.....	88
	Bibliografie.....	90
	Bijlagen	98
	Bijlage A: Omslag handleiding	98
	Bijlage B: Productoverzicht TSS	100
	Bijlage C: Vergelijking per eenheid.....	101
	Bijlage C1: Enkelvoudige score (Pt)	101
	Bijlage C2: Karakterisatie (%)	105
	Bijlage C3: Schadebeoordeling (%).....	115
	Bijlage C4: Normalisatie	119
	Bijlage D: Vergelijking per concept.....	122
	Bijlage D1: Enkelvoudige score (mPt).....	122
	Bijlage D2: Karakterisatie (%).....	124
	Bijlage D3: Schadebeoordeling (%).....	130
	Bijlage D4: Normalisatie.....	132
	Bijlage E: Beoordeling kwaliteit	134
	Bijlage E1: Beoordeling 2-ledig mapje Arion.....	134
	Bijlage E2: Beoordeling 3-ledig mapje Arion.....	135

Bijlage E3: Beoordeling Arion zakje	136
Bijlage E4: Beoordeling Vekopak label.....	137
Bijlage E5: Beoordeling Vekopak venster	138
Bijlage E6: Beoordeling Smurfit Kappa label.....	139
Bijlage E7: Beoordeling Smurfit Kappa venster.....	140
Bijlage E8: Beoordeling DS Smith label.....	141
Bijlage E9: Beoordeling DS Smith venster.....	142
Bijlage E10: Beoordeling Oerlemans zakje	143
Bijlage F: Vergelijking op jaarbasis.....	144
Bijlage F1: Enkelvoudige score (kPt)	144
Bijlage F2: Karakterisatie (%).....	146
Bijlage F3: Schadebeoordeling (%)	152
Bijlage F4: Normalisatie	154

Lijst van tabellen

Tabel 1	Overzicht verschillend compressie- en steunkousen (Arion, 2013).....	17
Tabel 2	Overzicht FSC label en samenstelling (FSC, n.d.-h)	20
Tabel 3	Overzicht GTIN-code (GTIN, n.d.)	23
Tabel 4	Berekening controlecijfer	24
Tabel 5	Overzicht RIC (Council, n.d.; SPI, 2015)	27
Tabel 6	Overzicht afmetingen doos Tunesië en doos Smurfit Kappa.....	32
Tabel 7	Omstandigheden begassen met methylbromide (IPPC, 2009).....	34
Tabel 8	Samenstelling hout (Jaspers, 2012).....	43
Tabel 9	Overzicht prijs per kg materiaal biobased materialen.....	50
Tabel 10	Contributie, significantie en belangrijkheid (ISO, n.d.-b)	56
Tabel 11	Overzicht meest geschikte LCA methodologieën (European Commission, 2010)...	57
Tabel 12	Overzicht beschikbare LCA methodologieën (European Commission, 2010).....	57
Tabel 13	Overzicht indeling impactcategorieën en schadecategorieën (European Commission, 2010, 2011; Schryver, 2013).....	58
Tabel 14	Aandeel schadecategorie in Ecolizer 2.0	59
Tabel 15	Overzicht materiaal, gewicht en afmetingen verpakkingsconcepten	66
Tabel 16	Algemene info concept Vekopak	67
Tabel 17	Overzicht gewicht en afmetingen insert.....	67
Tabel 18	Algemene info concept Smurfit Kappa.....	67
Tabel 19	Algemene info concept DS Smith.....	68
Tabel 20	Algemene info concept Oerlemans Plastics	68
Tabel 21	Overzicht andere gecontacteerde leveranciers	68
Tabel 22	Samenvatting karakterisatie	71
Tabel 23	Ingevoerde gegevens voor LCA studie huidige concepten.....	73
Tabel 24	Gewichtsverdeling magneten PP mapjes	74
Tabel 25	Magneetsamenstelling (Alnico)	74
Tabel 26	Samenstelling HDPE onderdelen	74
Tabel 27	Ingegeven gegevens label	75
Tabel 28	Ingevoerde gegevens voor LCA studie nieuwe concepten	75
Tabel 29	Milieuvriendelijkheid vrachtwagen en vrachtschip (OVAM, 2009)	77
Tabel 30	Overzicht transportgegevens	77
Tabel 31	Belastendheid van transport per rit uitgedrukt in milipunten.....	78
Tabel 32	Gemiddelde verpakkingstijd per concept.....	79

Tabel 33 Variabele kosten overzicht per concept	79
Tabel 34 Beoordeling kwaliteit format	80
Tabel 35 Belastendheid van transport op jaarbasis uitgedrukt in milipunten	83
Tabel 36 Kostprijs op jaarbasis	84
Tabel 37 Rangschikking nieuwe verpakkingconcepten	89
Tabel 38 Resultaten enkelvoudige score	101
Tabel 39 Resultaten karakterisatie	105
Tabel 40 Resultaten karakterisatie karton t.o.v. plastic.....	111
Tabel 41 Resultaten schadebeoordeling	115
Tabel 42 Resultaten schadebeoordeling karton t.o.v. plastic	117
Tabel 43 Resultaten normalisatie	119
Tabel 44 Resultaten enkelvoudige score	122
Tabel 45 Resultaten karakterisatie	124
Tabel 46 Resultaten schadebeoordeling	130
Tabel 47 Resultaten normalisatie	132
Tabel 48 Beoordeling 2-ledig mapje Arion.....	134
Tabel 49 Beoordeling 3-ledig mapje Arion.....	135
Tabel 50 Beoordeling Arion zakje	136
Tabel 51 Beoordeling Vekopak label.....	137
Tabel 52 Beoordeling Vekopak venster	138
Tabel 53 Beoordeling Smurfit Kappa label.....	139
Tabel 54 Beoordeling Smurfit Kappa venster.....	140
Tabel 55 Beoordeling DS Smith label.....	141
Tabel 56 Beoordeling DS Smith venster.....	142
Tabel 57 Beoordeling Oerlemans zakje	143
Tabel 58 Resultaten enkelvoudige score	144
Tabel 59 resultaten karakterisatie.....	146
Tabel 60 Resultaten schadebeoordeling	152
Tabel 61 Resultaten normalisatie	154

Lijst met afbeeldingen

Figuur 1 Swash® (Arion, n.d.).....	16
Figuur 2 Veneuze spierpompfunctie (Arion, 2013)	16
Figuur 3 Werking TEK (Arion, 2013)	16
Figuur 4 Voorbeeldproduct - The Easy-Slide® (Arion, 2014a)	17
Figuur 5 Verschil Europees (links) en Chinees (rechts) CE markering (Commissie, 2007) ...	19
Figuur 6 Handleiding met universele zijflap.....	20
Figuur 7 Overzicht van de verschillen tussen de FSC labels (FSC, n.d.-h).....	21
Figuur 8 FSC label handleiding Arion	22
Figuur 9 Overzicht GTIN-codes (GTIN, n.d.)	23
Figuur 10 EAN code Easy Slide Medium (Links) en Large (Rechts)	24
Figuur 11 Voor- en achterkant LDPE zakje Arion	25
Figuur 12 Voor- en achterkant 3-ledig PP mapje Arion	25
Figuur 13 Voor- en achterkant 2-ledig PP mapje Arion	26
Figuur 14 Universeel recyclage logo (Calvayrac, 2010).....	26
Figuur 15 Overzicht van ruwe aardolie tot gedestilleerd product (Ryan, 2011).....	28
Figuur 16 Borrelkap (separationprocess, n.d.)	28
Figuur 17 Overzicht van nafta tot eindproduct (icon, n.d.; Ryan, 2011)	29
Figuur 18 NIR spectroscopie (Pavia, 2009)	29
Figuur 19 Structuur polyethyleen (Chemistry, 2012)	30
Figuur 20 Structuur PP (Chemistry, n.d.).....	30
Figuur 21 Laagopbouw zelfklevende labels (Mercianlabels, n.d.)	30
Figuur 22 Laagopbouw na snijden (label.co.uk, n.d.).....	31
Figuur 23 Laagopbouw (wsel, n.d.)	31
Figuur 24 Rangschikking producten in doos.....	32
Figuur 25 label hergebruik doos.....	32
Figuur 26 Doos Smurfit Kappa (links) en doos Tunesië (rechts)	32
Figuur 27 IPPC logo (ISPM15, n.d.).....	34
Figuur 28 Magazijn TSS	35
Figuur 29 overzicht transport van de producten en verpakkingen van TSS	36
Figuur 30 Kwaliteitsmodel van J. Teboul (Khurram, 2012)	40
Figuur 31 Overzicht methodiek.....	40
Figuur 32 Laagopbouw Karton (Jaspers, 2012).....	44
Figuur 33 Overzicht indeling plastics (EuropeanBioplastics, 2015).....	45

Figuur 34 Groei bioplastics (EuropeanBioplastics, n.d.-a)	45
Figuur 35 Olieprijs voor een vat ruwe aardolie (Dollarkoers, n.d.)	46
Figuur 36 Overzicht grondstof (IfBB, 2015a).....	47
Figuur 37 Overzicht landgebruik (IfBB, 2015a).....	47
Figuur 38 Productieproces bio-PE uit suikerriet (links) en uit maïs, tarwe of aardappels (rechts) (IfBB, 2015b, 2015c)	48
Figuur 39 Ethyleenproductie (Gotro, 2013).....	48
Figuur 40 Productieproces Green polyethylene (Braskem, n.d.)	49
Figuur 41 Het doel van ILCD (European Commission 2010)	51
Figuur 42 Link tussen ISO normen en ILCD handboek (European Commission 2010).....	52
Figuur 43 LCA methodiek – framework (Wolf, 2012).....	53
Figuur 44 Iteratieve aard van en LCA studie (Commission, 2010)	53
Figuur 45 Basismethodiek LCA studie (Wolf, 2012)	53
Figuur 46 Voorbeeld oorzaak-effect relatie voor de milieueffectcategorie verzuring (Wolf, 2012).....	54
Figuur 47 Situering van begrippen binnen LCA	55
Figuur 48 Overzicht LCA software (Peuportier, n.d.)	60
Figuur 49 Vergelijking green PE en fossiele PE voor klimaatsverandering (links) en uitputting van fossiele grondstoffen (rechts) (Detzel, 2013)	64
Figuur 50 Vergelijking green PE en fossiele PE voor zomersmog (links) en verzuring (rechts) (Detzel, 2013).....	64
Figuur 51 Vergelijking green PE en fossiele PE voor bodem- en waterverrijking (Detzel, 2013)	64
Figuur 52 Vergelijking green PE en fossiele PE voor humane toxiciteit (links) en landgebruik (rechts) (Detzel, 2013).....	65
Figuur 53 Vergelijking green PE en fossiele PE voor energiebehoefte (links) en waterverbruik (rechts) (Detzel, 2013).....	65
Figuur 54 Voorkant insert (links) en achterkant insert (rechts)	67
Figuur 55 Ecolizer 2.0 fiche transport (OVAM, 2009).....	73
Figuur 56 Overzicht totale kosten per verpakkingsconcept	80
Figuur 57 beoordeling kwaliteit per concept.....	81
Figuur 58 Besparing t.o.v. huidige verpakkingen	84
Figuur 59 Resultaten enkelvoudige score situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen	103
Figuur 60 Resultaten enkelvoudige score karton t.o.v. plastic.....	104
Figuur 61 Resultaten karakterisatie (Human Health) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen	108

Figuur 62 Resultaten karakterisatie (Ecosystems) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen	109
Figuur 63 Resultaten karakterisatie (Resources) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen	110
Figuur 64 Resultaten karakterisatie (Human Health) karton t.o.v. plastic	113
Figuur 65 Resultaten karakterisatie (Ecosystems) karton t.o.v. plastic	114
Figuur 66 Resultaten schadebeoordeling situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen	116
Figuur 67 Resultaten schadebeoordeling karton t.o.v. plastic.....	118
Figuur 68 Resultaten normalisatie situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen .	120
Figuur 69 Resultaten normalisatie karton t.o.v. plastic.....	121
Figuur 70 Resultaten enkelvoudige score	123
Figuur 71 Resultaten karakterisatie (Human Health).....	127
Figuur 72 Resultaten karakterisatie (Ecosystems)	128
Figuur 73 Resultaten karakterisatie (Resources).....	129
Figuur 74 Resultaten schadebeoordeling	131
Figuur 75 Resultaten normalisatie.....	133
Figuur 76 Resultaten enkelvoudige score	145
Figuur 77 Resultaten karakterisatie (Human Health).....	149
Figuur 78 Resultaten karakterisatie (Ecosystems).....	150
Figuur 79 Resultaten karakterisatie (Resources).....	151
Figuur 80 Resultaten schadebeoordeling	153
Figuur 81 Resultaten normalisatie.....	155

Verklarende woordenlijst

• %	Procent
• °C	Graden Celsius
• 14-DCB	1,4 - dichloorbenzeen
• A.d.h.v.	Aan de hand van
• ASTM	<i>American Society for Testing Materials</i>
• BTW	Belasting Toegevoegde Waarde
• CE	<i>China Export</i>
• CE	<i>Conformité Européenne</i>
• CFC-11	Chloorfluorkoolstofverbindingen
• CFK's	Chloorfluorkoolstofverbindingen
• CH ₄	Methaan
• Cm	Centimeter
• CO ₂	Koolstofdioxide
• CoC	<i>Chain of Custody</i>
• CVI	Chronische veneuze insufficiëntie
• DDT	Dichloordifenyiltrichloorethaan
• Dhr.	De heer
• EAN	<i>European Article Number</i>
• Etc.	Et cetera
• FIFO	<i>First in first out</i>
• g	Gram
• GMO	<i>Genetically Modified Organism</i>
• GTIN	<i>Global Trade Item Number</i>
• HDPE	Hoge dichtheid polyethyleen
• I.f.v.	In functie van
• I.p.v.	In plaats van
• i.v.m.	In verband met
• IATA	<i>International Air Transport Association</i>
• IfBB	<i>Institute for Bioplastics and Biocomposites</i>
• IPCC	<i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
• ISTA	<i>International Safe Transit Association</i>
• Kg	Kilogram
• Km	Kilometer
• kPa	Kilopascal
• KPI	Kritieke prestatie indicatoren
• L	<i>Large</i>
• Laser	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
• LCA	<i>Life cycle analysis</i>
• LDPE	Lage dichtheid polyethyleen
• LLDPE	Lineair lage dichtheid polyethyleen
• M	<i>Medium</i>
• M.o.	Micro-organismen
• m ²	Vierkante meter

• m ³	Kubieke meter
• Max.	Maximaal
• Mevr.	Mevrouw
• mm Hg	Millimeter kwik
• MOQ	<i>Minimum Order Quantity</i>
• mPt	Milipunt
• N.v.t.	Niet van toepassing
• N ₂ O	Stikstofmonoxide
• NIR	<i>Near Infrared</i>
• NMVOC	<i>Non methane volatile organic compound</i>
• Nr.	Nummer
• O.a.	Onder andere
• O.w.v.	Omwille van
• OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
• PE	Polyethyleen
• PET	Polyethyleentereftalaat
• PHA	Polyhydroxyalkanoaat
• PLA	<i>Poly Lactic Acid</i>
• PP	Polypropyleen
• PS	Polystyreen
• PVC	Polyvinylchloride
• RIC	<i>Resin Identification Code</i>
• S	<i>Small</i>
• SPI	<i>Society of the Plastics Industry</i>
• T.o.v.	Ten opzichte van
• TACT	<i>The Air Cargo Tariff</i>
• TEK	Therapeutische elastische kous
• tkm	1000 km
• TSS	<i>The Slide Solution</i>
• UFCCC	<i>The United Nations Framework Convention on Climate</i>
• UPC	<i>Universal Product Code</i>
• UV	Ultraviolet
• Vb.	Voorbeeld
• XL	<i>Extra Large</i>
• XS	<i>Extra Small</i>

Abstract

Vanuit een duurzame visie wil Arion overschakelen naar een milieuvriendelijkere verpakking dan het huidige lage dichtheid polyethyleen (LDPE) zakje en propyleen (PP) mapje van *The Slide Solution (TSS)*. Deze masterproef heeft als doel om een nieuw verpakkingsconcept te vinden met een optimaal evenwicht tussen milieuvriendelijkheid, prijs en kwaliteit. Het milieuaspect wordt nagegaan met het LCA softwareprogramma *SimaPro8*[®] terwijl de prijs gekwantificeerd wordt a.d.h.v. een Excel rekenmodel. Verpakkingsvereisten zijn vastgelegd voor de kwaliteitsbepaling.

Een literatuurstudie toont aan dat karton en *green PE* een mogelijk milieuvriendelijker alternatief zijn. Na het opstellen van de verpakkingsvereisten wordt samengewerkt met de leveranciers DS Smith, Smurfit Kappa en Vekopak voor karton en Oerlemans Plastics voor *green PE*. Er wordt gekozen om voor karton gelabelde concepten te vergelijken met concepten met een uitgestanst venster. Gegevens zoals materiaalgebruik, productiewijze, kostprijs worden opgevraagd. Het milieuaspect wordt onderzocht per kg materiaal, per concept en op jaarbasis om de onderlinge relaties in te schatten t.o.v. de huidige verpakkingen.

Het PP mapje is zeer milieubelastend terwijl het LDPE zakje een geringe milieu-impact heeft. Het kraft golfkarton is het milieuvriendelijkste van alle beschouwde materialen indien een vergelijking per eenheid beschouwd wordt. Van alle concepten beschikt de enveloppe van Smurfit Kappa over de beste verhouding op het vlak van milieu, prijs en kwaliteit.

Abstract in English

From the sustainable vision of Corporate Social Responsibility Arion wants to switch to a more environmentally friendly packaging compared to the currently used LDPE and PP packages of *The Slide Solution*. This thesis will focus on an optimal balance between environment, price and quality. Environment is researched with LCA software *SimaPro8*[®] while price is quantified by an Excel datasheet. Packaging requirements are defined for quality assessment.

Literature showed carton and *green PE* are possible environmentally friendly materials compared to the current plastic packages. Carton stickered concepts are compared with carton concepts with a stamped screen. After aligning with the packaging requirements, a collaboration was realised with carton suppliers DS Smith, Smurfit Kappa, Vekopak and Oerlemans Plastics for *green PE*. Data such as material use, production aspects, costs, etc. were asked for the LCA study. For the environmental aspect a comparison per kg, per concept and on an annual base was performed. This results in an estimation compared to the current packages.

The current PP map is highly harmful for the environment while the LDPE bag has a considerable low impact. The kraft carton is the most environmentally friendly material regarding a comparison per unit. Of all concepts the envelope of Smurfit Kappa features the best ratio in terms of environment, price and quality.

Inleiding

Arion, opgericht in 1994, is gelokaliseerd in Geleen (Nederlands Limburg). Het bedrijf is actief in de medische zorgsector en telt ongeveer 120 werknemers. Innovatieve oplossingen verlichten het dagelijkse leven van zowel de patiënt als de verpleger waardoor Arion marktleider is in haar segment. De producten van Arion zijn te verkrijgen in ziekenhuizen, thuiszorgwinkels, apotheken of medische speciaalzaken in meer dan 40 landen. Tegenwoordig draait Arion een omzet van ongeveer 10 miljoen euro. Oorspronkelijk startte Arion met de verkoop van aantrekhulpmiddelen die de naam *The Slide Solution (TSS)* kreeg. In 1998 kwam de tweede productcategorie *Swash*[®] erbij (Arion, 2013).

De plastic verpakkingen van *TSS* bestaan uit lage dichtheid polyethyleen (LDPE) zakjes en polypropyleen (PP) mapjes. Om tegemoet te komen aan het groeiende milieubewustzijn wil Arion overschakelen naar een milieuvriendelijkere verpakking rekening houdend met kwaliteit en prijs. Zo dragen plastics bij o.a. aan de klimaatsveranderingen en zorgen microplastics ervoor dat giftige stoffen in de voedselketen van de mens terechtkomen.

Een conceptanalyse van mogelijke verpakkingen geeft weer welke materialen/concepten geschikt zijn om te onderzoeken op milieuaspecten, prijs en kwaliteit. De levenscyclusanalyse (LCA) software *SimpPro8*[®] vergelijkt de milieuvriendelijkheid van materialen per kg en per verpakkingsconcept. Daarnaast wordt ook de milieu-impact op jaarbasis van de huidige verpakkingen t.o.v. nieuwe verpakkingsconcepten vergeleken.

Scanbaarheid, productafmeting, *handling*, *high-end* uitstraling, ophangpunt, etc. zijn verpakkingsvereisten waarmee gecontacteerde leveranciers rekening mee dienen te houden bij het ontwerpen van een nieuw verpakkingsconcept. Kostenbesparingen en extra kosten t.o.v. de huidige plastic verpakkingen worden berekend a.d.h.v. een Excel rekenmodel. Ook productie-, verpakkings- en transportkosten worden in rekening gebracht.

Uiteindelijk worden milieuvriendelijkheid, prijs en kwaliteit aan elkaar gelinkt om zo het meest optimale verpakkingsconcept te selecteren waarbij milieuvriendelijkheid primeert. In het allerbeste geval is een nieuw verpakkingsconcept milieuvriendelijker, goedkoper en kwalitatiever dan de huidige plastic verpakkingen.

1. Arion

1.1. Producten

1.1.1. Swash®

Met het product *Swash*® (figuur 1) wast de verpleger de zorgbehoevende niet met een kom water en een washandje maar met een vochtig doekje. Dit creëert een besparing in tijd en handeling en verhoogt de efficiëntie en ergonomie van zowel de zorgbehoevende als de verpleger. Om tegemoet te komen aan de groeiende *e-commerce* is recent binnen Arion een nieuwe afdeling Quimple opgericht die zich focust op het verkopen van *Swash*® via het internet. Op deze manier hoopt Arion naast de zorgsector ook andere sectoren te bereiken zoals de vliegtuigsector, sporters, rugzaktoeristen, leger, etc. Dit toont aan dat de markt nog enorme groeimarge heeft. Op dit moment zorgt *Swash*® voor de grootste omzet binnen Arion waardoor *The Slide Solution* op de achtergrond blijft. Met de oprichting van een nieuw team TSS in 2012 werd geprobeerd hierin verandering te brengen (Arion, 2014c).



Figuur 1 Swash® (Arion, n.d.)

1.1.2. The Slide Solution

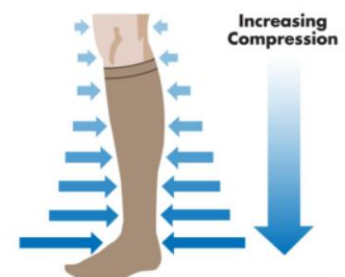
1.1.2.1. Inleiding: Compressie- en steunkousen

Een gezond rechtop staand persoon pompt het bloed terug tegen de zwaartekracht in. Dit gebeurt vanuit de benen naar het hart. Er zijn een aantal hulpmechanismen zoals de kleppen in de aders, veneuze spierpompen (figuur 2) en het aanzuigend effect van hart en longen. Wanneer deze bloedsomloop niet meer naar behoren werkt, kunnen vochtophopingen vooral in de onderbenen of spataderen optreden. Andere symptomen zijn bijvoorbeeld vermoeide benen of nachtelijke spierkrampen in de benen. Chronische veneuze insufficiëntie (CVI) ligt aan de oorzaak van dit probleem. Risicofactoren die CVI in de hand werken zijn erfelijkheid, immobiliteit, leeftijd, zwangerschap, obesitas en een staand of zittend beroep (Arion, 2013). Naarmate de gradatie van de symptomen van CVI is het dragen van een compressie- of steunkous aan te raden. Steunkousen worden gedragen om zwaardere symptomen van CVI te voorkomen terwijl compressiekousen de problemen behandelt (Elzingakousen, 2014).



Figuur 2 Veneuze spierpompfunctie (Arion, 2013)

In de volksmond worden compressie- en steunkousen gemakkelijk als synoniemen gebruikt. De grootste verschillen situeren zich op het vlak van de druk die de kous op de aders genereert enerzijds en het al dan niet voorschrijven van de kous door de huisarts anderzijds. Daarnaast worden compressiekousen op maat aangemeten terwijl de maat van de steunkous meestal (niet altijd) afhangt van de schoenmaat (Arion, 2013). De meeteenheid voor compressiekousen wordt uitgedrukt in kilopascal (kPa) of millimeter kwik (mm Hg) terwijl deze voor steunkousen uitgedrukt wordt in dier.



Figuur 3 Werking TEK (Arion, 2013)

De eenheid denier is een maat voor de fijnheid of dikte van de geweven garen in de steunkousen (Comfortkousen.nl, 2015). Tabel 1 vat de verschillen tussen beide kousen samen. Een synoniem voor compressiekous is therapeutische elastische kous (TEK) en is afgebeeld in figuur 3 (Arion, 2013).

Tabel 1 Overzicht verschillend compressie- en steunkousen (Arion, 2013)

Compressiekousen	Steunkousen
Lage tot hoge druk	Lage druk
Op doktersvoorschrift	Vrij te verkrijgen
Op maat gemaakt	Volgens schoenmaat
Meeteenheid: kPa of mm Hg	Meeteenheid: Dernier

Vooraf patiënten op hoge leeftijd dragen compressie- en steunkousen. De stijve en beperkt elastische kous zorgt ervoor dat deze moeilijk aan- en uit te trekken is door de patiënt. Vaak stopt de patiënt met de behandeling waardoor de symptomen verergeren met een trombose als mogelijk gevolg. Het grootste voordeel van TSS is dat de zorgbehoevende voor een gedeelte terug onafhankelijk wordt van de verpleger (Arion, 2013).

1.1.2.2. Het product

Het hulpmiddel

Het product (figuur 4) omvat een op basis van silicone gecoatete polyester zeildoek. In bijlage A kan op de figuur links een beeld van de te doorlopen stappen worden gevonden om de kous aan te trekken. De gladde zeildoek wordt over een deel van de kuit geschoven. Vervolgens wordt de compressiekous over het zeildoek geschoven en wordt



Figuur 4 Voorbeeldproduct - The Easy-Slide® (Arion, 2014a)

het geheel omhooggetrokken (Arion, 2014b). Dit principe kent vele varianten die ook bruikbaar zijn voor armen of stomp en eventueel ook gebruik maken van magneten of elastische banden (Arion, 2013). Bijlage B toont de 8 voornaamste producten die Arion aanbiedt in verschillende maten. Drie hoofdproducten zitten standaard in een 2-ledig PP mapje terwijl 5 hoofdproducten in een LDPE zakje zitten. Combinaties van 2 hoofdproducten worden in 3-ledige mapjes aangeboden onder de naam Easy+. Ook de Magnide on/off zit in een 2-ledig mapje. Vanaf 2017 stopt dit hoogstwaarschijnlijk en worden producten enkel afzonderlijk aangeboden samen met een handleiding. De prijs varieert tussen 10 en 30 euro inclusief BTW.

Garens worden vanuit Azië getransporteerd naar Duitsland en verweven tot rollen doek. Een dochterbedrijf van Arion in Tunesië (Monastir) genaamd Skylla Tunisia werkt de rollen doek af tot een eindproduct.

Sommige producten van TSS bestaan uit zowel een aantrek- als een uittrekhulpmiddel maar op termijn zal dit enkel hoogstwaarschijnlijk afzonderlijk aangeboden worden. Het hulpmiddel wordt opgevouwen en samen met de handleiding in de verpakking verpakt. Hoewel het hulpmiddel niet kwetsbaar is voor vocht of temperatuur is het wel kwetsbaar voor ultraviolet (UV) degradatie. Bij een gesloten verpakking is dit geen probleem maar bij een open verpakking zou dit in het slechtste geval een kleurverandering van het product teweeg kunnen brengen. Na het verpakken komen de producten via groupage transport aan bij Arion. Van hieruit worden de bestellingen op maat van de klant samengesteld en geleverd per truck of vliegtuig.

TSS volgens wetgeving in de zorgsector

De medische richtlijn 93/42/EEG handelt over medische hulpmiddelen. Deze hulpmiddelen worden in 4 klassen ingedeeld naargelang de fragiliteit van het lichaam. Het product TSS is ingedeeld bij klasse 1 wat een laag risico inhoudt (Groven, n.d.; raad, 1993).

“Overwegende dat, hoofdzakelijk ten behoeve van de conformiteitsbeoordelingsprocedures, de hulpmiddelen in vier klassen van producten moeten worden ingedeeld; dat bij de regels voor de classificatie wordt uitgegaan van de kwetsbaarheid van het menselijk lichaam, rekening houdend moet de potentiële risico's in verband met het technologisch ontwerp en de fabricage van de hulpmiddelen; dat de conformiteitsbeoordelingsprocedures:

- *voor de hulpmiddelen van **klasse I** in het algemeen kunnen worden uitgevoerd onder de uitsluitende verantwoordelijkheid van de fabrikanten, gezien de **geringe mate van kwetsbaarheid** die deze producten met zich brengen;*
- *dat voor de hulpmiddelen van klasse IIa bemoeienis van een aangemelde instantie in het stadium van de fabricage verplicht moet zijn;*
- *dat voor de hulpmiddelen van de klassen IIb en III, die een groot potentieel risico inhouden, de controle door een aangemelde instantie noodzakelijk is zowel op het ontwerp als de fabricage van de hulpmiddelen;*
- *dat klasse III is voorbehouden aan de meest risicovolle hulpmiddelen, waarvan het in de handel brengen een uitdrukkelijke, voorafgaande vergunning ten aanzien van de overeenstemming vooronderstelt (raad, 1993).”*

Het product TSS wordt gebruikt voor therapeutische doeleinden (Groven, n.d.). Een definitie voor hulpmiddel wordt als Europa als volgt omschreven:

*“**medisch hulpmiddel:** elk instrument, toestel of apparaat, elke software of stof of elk ander artikel dat of die alleen of in combinatie wordt gebruikt, met inbegrip van de software die door de fabrikant speciaal is bestemd om te worden gebruikt voor diagnostische en/of therapeutische doeleinden en voor de goede werking ervan benodigd is, door de fabrikant bestemd om bij de mens te worden aangewend voor:*

- *diagnose, preventie, bewaking, behandeling of verlichting van ziekten;*
- *diagnose, bewaking, behandeling, verlichting of compensatie van verwondingen of een handicap;*

- *onderzoek naar of vervanging of wijziging van de anatomie of van een fysiologisch proces;*
- *beheersing van de bevruchting.*

waarbij de belangrijkste beoogde werking in of aan het menselijk lichaam niet met farmacologische of immunologische middelen of door metabolisme wordt bereikt, maar wel door dergelijke middelen kan worden ondersteund” (raad, 1993).

De indeling in categorieën gebeurt op basis van het al dan niet invasief zijn van het hulpmiddel. Het product TSS is niet invasief en volgens regel 1 valt dit onder klasse I (raad, 1993).

Onder de term invasief hulpmiddel verstaat Europa het volgende:

“Hulpmiddel dat gedeeltelijk of volledig in het lichaam binnendringt, of wel door een lichaamsopening of wel door het lichaamsoppervlak heen (raad, 1993).”

CE markering voor TSS

Op de producten en handleidingen van TSS staat een CE markering. De Europese kwaliteitseisen liggen in het algemeen hoger voor producten dan de Chinese kwaliteitseisen. De Europese CE markering geeft aan dat een product conform de Europese regelgeving is. Het Chinese CE logo ziet er quasi identiek uit als het Europese CE logo en leidt bijgevolg zelfs tot op de dag van vandaag tot verwarring (figuur 5). Terwijl het Europese CE logo aangeeft dat het product conform de Europese regelgeving is, geeft het Chinese CE logo aan dat het product uit China afkomstig is. In november 2007 werd de vraag aan de Europese commissie gesteld welke acties hiertegen genomen zouden worden (Commissie, 2007). Twee maanden later antwoordt de Europese commissie dat het de Chinese autoriteiten op deze vorm van misleiding gewezen heeft en controles zal uitvoeren (Commissie, 2008).



Figuur 5 Verschil Europees (links) en Chinees (rechts) CE markering (Commissie, 2007)

De wetgeving rond de CE markering staat beschreven in het Europese besluit 93/465/GEE (Commissie, 1993c). De inhoud die de Europese commissie geeft is de volgende:

“Dit besluit stelt de regels vast voor het aanbrengen van de CE markering wat het ontwerp, de vervaardiging, het in de handel brengen en het in gebruik nemen van het product betreft (Commissie, 1993a).”

Om aan de CE markering te voldoen dienen een aantal stappen te worden doorlopen (Commissie, 1993b):

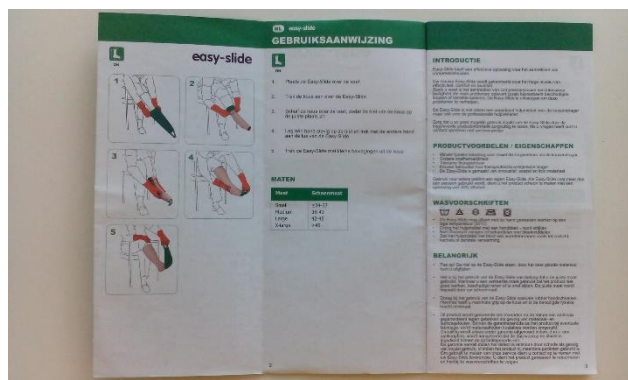
- zoek uit aan welke Europese eisen het product moet voldoen;
- kijk of het product aan de specifieke eisen voldoet;
- ga na of het product getest moet worden door een aangemelde instantie;

- test het product;
- stel een technisch dossier samen;
- breng de CE markering aan en stel een verklaring van overeenstemming op.

Belangrijk is dat de CE markering zichtbaar, leesbaar en onuitwisbaar wordt aangebracht (Commissie, 1993b).

De handleiding

Figuur 6 schetst een beeld hoe de handleiding uit bijlage A er in boekvorm uitziet. De handleiding is geprint op *Forest Stewardship Council* (FSC) papier en draagt het label “Mix”. De zijflap van de handleiding toont het productgebruik. Op de resterende pagina's staan de instructies i.v.m. het aantrekken, wassen, etc. in verschillende talen. Op de achterkant staat een barcode. Deze code verschilt per soort hulpmiddel en per maat. Bij de huidige verpakkingen van Arion op figuren 11, 12 en 13 is een transparante zone voorzien om gemakkelijk deze code te kunnen inscannen. De barcode beslaat een oppervlakte van ongeveer 3,7 cm op 2,5 cm.



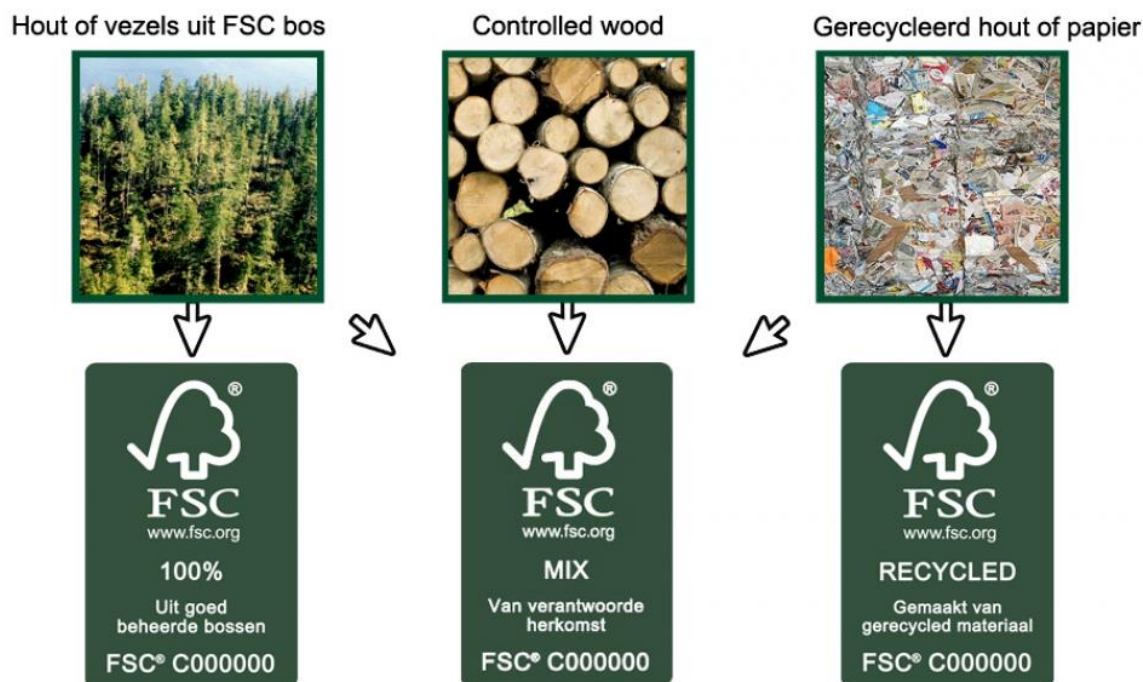
Figuur 6 Handleiding met universele zijflap

De handleiding met FSC label

Het groeiende milieubewustzijn zorgde begin jaren 90 voor de oprichting van de *Forest Stewardship Council*. Tegenwoordig is FSC uitgegroeid tot een vaste waarde in de bos-, hout- en papiersector wereldwijd om bossen op een verantwoorde manier te beheren (FSC, n.d.-f). Het FSC label bestaat naargelang het gebruikte materiaal in 3 varianten weergegeven in tabel 2 en figuur 7 (FSC, n.d.-a).

Tabel 2 Overzicht FSC label en samenstelling (FSC, n.d.-h)

FSC label	Samenstelling
FSC 100% label	Volledig uit hout of vezels afkomstig uit een FSC gecertificeerd bos
FSC Mix label	Bestaat uit minstens 70% materiaal uit FSC gecertificeerde bossen in combinatie met FSC <i>controlled wood</i> en/of gerecycled materiaal
FSC <i>Recycled</i> label	Bestaat uit 100% gerecycleerd materiaal waarbij 85% <i>postconsumer</i> gerecycleerd materiaal is



Figuur 7 Overzicht van de verschillen tussen de FSC labels (FSC, n.d.-h)

Wanneer het niet mogelijk is om te werken met uitsluitend FSC grondstromen o.w.v. bijvoorbeeld een variërende beschikbaarheid van een grondstroom, dan kan dit ook met samengestelde producten onder de vorm van het FSC Mix label (figuur 8). Er bestaan 2 systemen. Bij het percentagesysteem moet minstens 70% van de input voor een product uit FSC gecertificeerd of *postconsumer* gerecycleerd materiaal bestaan. Een tweede systeem met *credits* laat toe dat afhankelijk van de FSC input (gecertificeerd of *postconsumer* gerecycleerd materiaal), slechts een beperkt deel van de output het FSC label mix mag dragen. Voor beide systemen moet het deel dat niet FSC gecertificeerd is minstens voldoen aan de vereisten van FSC omtrent *controlled wood*. Dit houdt in dat het hout op een verantwoorde manier ontgonnen is zonder bijvoorbeeld het schenden van de burgerrechten, illegale houtkap, etc. (FSC, n.d.-h).

Het FSC logo kan op 3 manieren gebruikt worden. In de meeste gevallen zal het logo op het product gezet worden zoals op de handleiding bij Arion. Een tweede mogelijkheid is om het logo niet via het product te communiceren maar bijvoorbeeld via een website. Ook kan het logo informatief gebruikt worden ter educatie (FSC, n.d.-g).

De 5 elementen zoals hieronder opgesomd wijzen op het correct gebruik van het FSC label (FSC, n.d.-e):

- combinatie checkmark en tree logo;
- vermelding website '<http://www.fsc.org>';
- type FSC product (100%, *mix* of *recycled*);
- een standaard claim;
- FSC licentiecode die verwijst naar de gecertificeerde producent/leverancier.

Indien er te weinig plaats is, kan een kleinere versie van het label geplaatst worden met enkel het logo, type en licentiecode (FSC, n.d.-e).

Aan de hand van de licentiecode is het mogelijk om te controleren of een leverancier effectief FSC gecertificeerd is. De licentiecode bestaat uit een vast deel (FSC[®] C) gevolgd door een variabel deel van 6 letters (FSC, n.d.-c). Figuur 8 toont het FSC label op de handleidingen van Arion.



Figuur 8 FSC label handleiding Arion

Via de licentiecode FSC – C008551 op de site '<http://info.fsc.org>' wordt de overkoepelende hoofdaanvrager van het groepscertificaat teruggevonden samen met de andere groepsleden. Hiertoe behoort ook drukkerij Pietermans in Lanaken waar de handleidingen van Arion worden geprint. Hun FSC certificaat is geldig tot eind mei 2018 (FSC, n.d.-d).

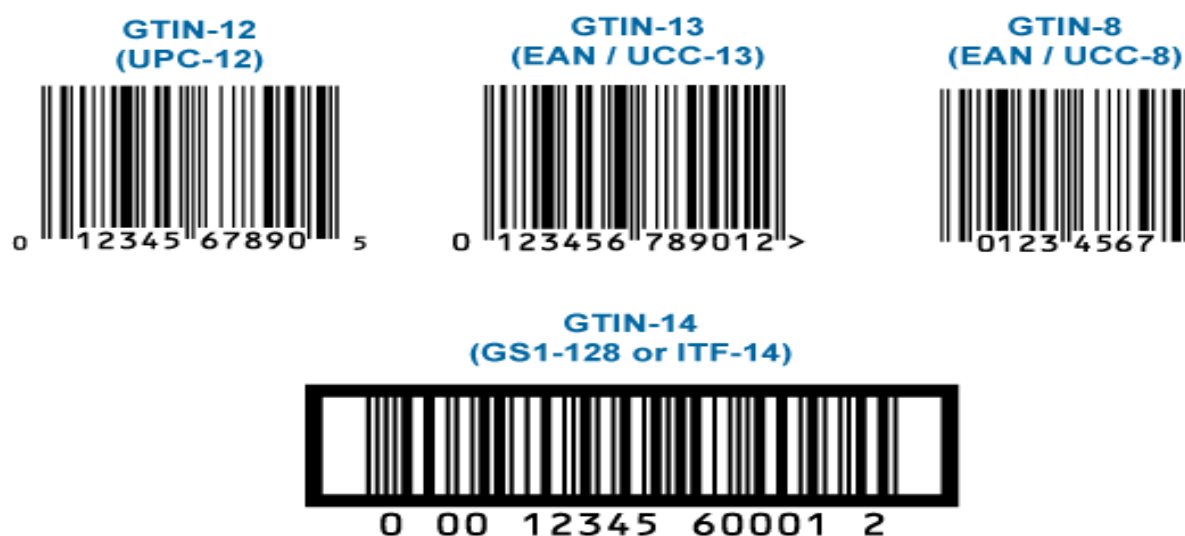
Naast de licentiecode is de certificaatcode een tweede controle mechanisme voor bedrijven dat de FSC garantie controleert doorheen de keten. Het *Chain of Custody* (CoC) certificaat i.v.m. ketenbewaking garandeert dat het om een FSC product gaat. De certificaatcode bestaat uit 3 delen. Het eerste deel geeft het certificeringsorganisme aan terwijl het tweede deel CoC verwijst naar *Chain of Custody*. Een cijfercode met eventueel letters vormt het laatste deel (FSC, n.d.-c). Een product verliest zijn FSC claim wanneer het de FSC keten wordt onderbroken door een niet CoC gecertificeerd bedrijf (FSC, n.d.-b).

Het belang van de barcode op de handleiding

Een transparante zone op de verpakking is voorzien voor de barcode. Deze barcode of *European Article Number* (EAN) code is gebaseerd op de Amerikaanse *Universal Product Code* (UPC) en is aan het uitgroeien tot de internationaal aanvaarde barcode (Peretz, 2013; Seideman, n.d.). EAN code werkt met 13 cijfers i.p.v. 12 cijfers zoals bij UPC. Wereldwijd wordt gewerkt met *Global Trade Item Number* (GTIN). Hierbij komen de UPC en EAN code overeen met GTIN 12 en GTIN 13 naargelang het aantal gebruikte nummers. Ook bestaat er GTIN 8 en GTIN 14 (GTIN, n.d.). Tabel 3 geeft een overzicht van de GTIN codes en de plaats waar deze gebruikt worden. Figuur 9 illustreert hoe de GTIN code eruitziet.

Tabel 3 Overzicht GTIN-code (GTIN, n.d.)

GTIN	Aantal cijfers	Toepassing
GTIN 8	8	Buiten Noord Amerika
GTIN 12	12	Noord Amerika
GTIN 13	13	Buiten Noord Amerika
GTIN 14	14	Wereldwijd gebruikt om handelsitems te identificeren op verschillende verpakkingsniveau 's. Vb. containercodes



Figuur 9 Overzicht GTIN-codes (GTIN, n.d.)

Door het cijfer 0 voor de 12 cijfers van de UPC te zetten kan een scanner zowel UPC als EAN codes scannen. Barcodes spelen een grote rol in automatisatie van goederenstromen. Door het inscannen worden eenvoudig en snel gegevens opgehaald zoals bijvoorbeeld fabrikant, productsamenstelling, status van het product in de logistieke keten, etc.. A.d.h.v. de website 'decept.co.uk' wordt het gemak van EAN codes geïllustreerd (Decept, n.d.). Op basis van de EAN code wordt het gezocht product binnen enkele seconden gevonden door te vergelijken met een database.

De EAN code is opgebouwd uit 4 delen. De eerste 2 of 3 cijfers vormen de prefix en komen overeen met het land waarin het bedrijf de EAN code heeft aangevraagd (GS1, n.d.). Een lijst van alle prefixen voor ieder land wereldwijd kan gevonden worden op de site 'gs1.org' (GS1, n.d.). Hierdoor wordt duidelijk dat de eerste 3 cijfers namelijk 871 overeenkomen met Nederland. De volgende cijfers startende van positie 3-4 tot en met 7-10 verwijzen naar de fabrikant. De resterende cijfers behalve het laatste cijfer vormen het artikelnummer. Het laatste cijfer is een controlecijfer. A.d.h.v. dit cijfer weet de scanner of hij de barcode juist gelezen heeft (gs1belu, n.d.).

Het algemene werkingsprincipe van barcodes bestaat eruit om de barcode onder te verdelen in minuscule verticale witte en zwarte vlakken. Doordat een barcode is onderverdeeld in start-, stop- en midden-sequenties kan de laser van de scanner het cijfer lezen. De langere verticale strepen op de EAN code geven deze 3 sequenties aan. De laser met optische lichtsensor leest van links naar rechts achtereenvolgens de witte en zwarte vlakken. Een wit vlak reflecteert het uitgezonden licht volledig wat overeenkomt met signaal 0. Een zwart vlak correspondeert met signaal 1 (Lynch, 2015).

Belangrijk om aan te geven is dat iedere artikelcode uniek is. Uit figuur 10 wordt afgeleid dat het fabrikantnummer 7127935 bedraagt. De eerstvolgende 2 cijfers staan voor het artikelnummer. Zoals eerder aangegeven verschillen de producten van Arion per type en maatvoering. Een overzicht van de producten kan gevonden worden in bijlage A. Het unieke aan barcodes is dat het laatste cijfer de scanner duidelijk maakt of de lezing correct gebeurt is. Dit wordt geïllustreerd a.d.h.v. de EAN code op figuur 10 op de rechter figuur. Tabel 4 weergeeft de berekening van het controlecijfer. Een eerste stap is om de sommen van de cijfers op even en oneven posities te berekenen. Omwille van complexe wiskundige redenen wordt de som van de cijfers op even posities vermenigvuldigd met factor 3. De som van de even en oneven posities wordt opgeteld tot een totale som. Deze som wordt afgetrokken van het eerstvolgende tiental van de totale som. Dit resulteert in het controlecijfer (Lynch, 2015).



Figuur 10 EAN code Easy Slide Medium (Links) en Large (Rechts)

Tabel 4 Berekening controlecijfer

Positie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
EAN code	8	7	1	7	1	2	7	9	3	5	1	0	9
Factor	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	
Som oneven	$8+1+1+7+3+1 = 21$												
Som even	$3 * (7+7+2+9+5+0) = 90$												
Som totaal	$21+ 91 = 111$												
Eerstvolgende tiental	120												
Controlecijfer	$120 - 111 = 9$												

1.1.2.3. De verpakking

Algemeen

Na de herlancering van het product *TSS* werd in 2010 gekozen om naast LDPE zakjes als verpakking van TSS ook PP mapjes aan te bieden (figuren 11, 12 en 13). De PP mapjes zouden een grotere *high-end* uitstraling bieden. Beide typen plastics worden geproduceerd uit aardolie. Het LDPE zakje (dikte $\pm 100 \mu\text{m}$) beschikt naast hoeksteuntjes en rits uit hoge dichtheid polyethyleen (HDPE) over een eurohaak in het midden, terwijl het PP mapje een rond ophangpunt heeft aan de zijkant. De mapjes nemen meer schapruimte in maar vallen beter op. Ook zijn de verpakkingen weinig communicatief. Zo staan er geen afbeeldingen op de verpakkingen die de koper informeren over het productgebruik.

Als bedrukkingskleuren op de verpakking zijn groen, oranje en wit gebruikt. De hoofdzakelijk groene kleur van de verpakkingen benadrukt het groene karakter dat Arion wil uitstralen. De verpakking heeft voor de consument naast een beschermende functie ook een opslagfunctie. Daarnaast is bij het design van de huidige verpakkingen gelet op gebruiksvriendelijkheid en *handling*. Zo kan het product gemakkelijk uit de verpakking gehaald worden. *Handling* speelt een grote rol bij het verpakken op Skylla Tunisia. De gemiddelde inpaktijd bedraagt 45 seconden maar varieert per product- en verpakkingstype. Na het inpakken wordt het ingepakte product in een doos gelegd. Een volledig gevulde doos wordt dichtgeplakt en in het rek geplaatst. Twee keer per week worden de dozen gepalletiseerd als voorbereiding op het wekelijkse groupage transport.



Figuur 11 Voor- en achterkant LDPE zakje Arion



Figuur 12 Voor- en achterkant 3-ledig PP mapje Arion



Figuur 13 Voor- en achterkant 2-ledig PP mapje Arion

Op jaarbasis worden 270 000 stuks van TSS verkocht waarvan 50% LDPE zakjes, 41% 2-ledige PP mapjes en 9% 3-ledige PP mapjes. De *minimum order quantity* (MOQ) bedraagt 10 000 stuks voor de mapjes per uitvoeringsvorm en 50 000 stuks voor de zakjes per levering. De kostprijs van een LDPE zakje, 2-ledig PP mapje en 3-ledig PP mapje bedragen respectievelijk €0,11 ; €0,76 en €0,85 per stuk inclusief transport van China (Guangzhou) naar Tunesië. Bij de PP mapjes valt op dat een *Resin Identification Code* (RIC) aanwezig is terwijl deze op de LDPE zakjes afwezig is.

Resin Identification Code






















Om de afvalberg te verkleinen werd eind jaren 80 de kost om afval te storten in Amerika verhoogd. Bijgevolg werden verschillende recyclagesystemen opgezet. Om hieraan tegemoet te komen introduceerde het Amerikaanse *Society of the Plastics Industry* (SPI) in 1988 de *Resin Identification Code* (RIC) in Amerika. In 2010 werd deze code geïmplementeerd in de ASTM norm D7611 – *Standard Practice for Coding Plastic Manufactured Articles for Resin Identification* (SPI, 2015). *The American Society for Testing Materials* (ASTM) is een internationale organisatie die standaarden wereldwijd opstelt (ASTM, n.d.).

De RIC code bestaat uit 7 cijfers met logo die overeen komen met de 6 meest gebruikte soorten plastics. Het zevende cijfer is voorbehouden voor andere soorten plastics. De RIC code identificeert het materiaal maar betekent niet noodzakelijk dat het materiaal automatisch bestaat uit gerecycleerd materiaal. Dit misverstand is ontstaan doordat de oude logo's geassocieerd worden met het universele recyclage logo (figuur 14). Recent is in 2013 de ASTM norm D7611 gewijzigd wegens misverstanden rond de logo's. De 3 banden in het oude logo van RIC zijn vervangen door een driehoek (SPI, 2015). Tabel 5 geeft een overzicht van oude en nieuwe logo's. Het universele recyclage logo is geïnspireerd op de Möbius loop. Dit is een wiskundig model dat uit een strook papier of plastic kan worden gemaakt. 1 uiteinde wordt 180 ° gedraaid en vervolgens worden de uiteinden aan elkaar geplakt. Het vlak vormt een continu model met verdraaiingen (Jones 1999).



Figuur 14 Universeel
recyclage logo
(Calvayrac, 2010)

Tabel 5 Overzicht RIC (Council, n.d.; SPI, 2015)

Nummer	Materiaal	Oud logo	Nieuw logo optie A	Nieuw logo optie B
1	PET			
2	HDPE			
3	PVC			
4	LDPE			
5	PP			
6	PS			
7	Other			

Het probleem van plastic verpakkingen

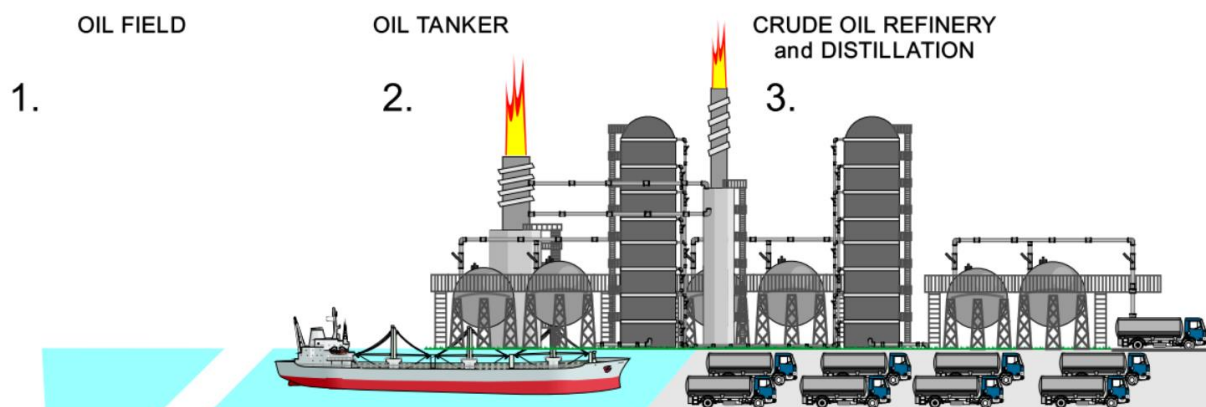
De producten van TSS worden in plastic verpakkingen van LDPE en PP verpakt. Deze plastic verpakkingen van TSS worden uit aardolie geproduceerd. De voorraad aardolie is beperkt en niet hernieuwbaar. De geoloog Hubert omschreef in 1956 de mathematische relatie van productie van uitputbare bronnen in functie van de tijd als een normaal verdeelde curve (Hubert, 1956). De vraag rijst 60 jaar later of de piek in olieproductie bereikt is. Zo zorgen nieuwe technieken voor een steeds efficiëntere extractie van olie uit bestaande bronnen (Kraaijvanger, 2013). Ook de snelle evolutie van de maatschappij speelt hierin een rol. Ondanks nieuwe technieken blijft de toekomstige olieproductie moeilijk in te schatten. Daarnaast spelen ook de politiek en onontdekte olievoorraden een rol (Höök, 2009). Het staat vast dat op korte of lange termijn een transitie zal plaatsvinden van een olie gebaseerde economie naar een hernieuwbare economie. In de tussentijd kunnen hernieuwbare technieken die energie uit de aarde, wind, zon, water of algen op punt gesteld worden. Op dit moment is de hoge kostprijs van deze technieken vaak een struikelpunt (Kraaijvanger, 2013).

De productie van plastics heeft een nefaste impact op het klimaat (Biofutura, e.d. 2012). Enerzijds zorgen schadelijke broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), stikstofmonoxide (N₂O) en chloorfluorkoolstofverbindingen (CFK's) voor klimaatsveranderingen (EPA, 2014). Dit leidt tot de depletie van de ozonlaag die de aarde beschermt tegen schadelijk ultraviolet (UV) straling afkomstig van de zon. Wanneer de ozonlaag dunner wordt of gaten vertoont, kunnen UV stralen binnendringen en door de aarde geabsorbeerd worden (Vlaanderen, 2016).

Als een gevolg warmt de aarde op met veranderende weerspatronen, stijgende zeespiegel en andere extreme weerfenomenen als gevolg (UnitedNations, n.d.). Anderzijds komt teveel plastic in zee terecht waar het traag afbreekt. Plastic trekt giftige stoffen (*persistent organic pollutants*) aan die met het plastic meelifen (PlasticSoupFoundation, n.d.). Vissen en vogels zien plastic als voedsel en accumuleren het plastic met de giftige stoffen (Biofutura, e.d. 2012). De kans bestaat dat deze stoffen in de voedselketen van de mens terechtkomen (PlasticSoupFoundation, n.d.).

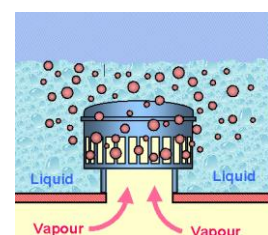
Productieproces plastics: ‘van ruwe aardolie tot eindproduct’

Ruwe aardolie bestaat uit een verzameling van koolwaterstofketens. Daarnaast zijn er ook andere componenten zoals zwavel en micro-organismen (m.o.) aanwezig (Bruggemans, 2006). De ruwe aardolie wordt met een olietanker naar de olieraffinaderij getransporteerd. Daar wordt olie opgewarmd waardoor een gasmengsel ontstaat (Manufacturers, 2015). Dit gasmengsel wordt naar de fractionele toren gepompt. Vervolgens wordt het mengsel d.m.v. fractionele destillatie gescheiden in verschillende componenten op basis van verschil in kookpunt (Bruggemans, 2006). Figuur 15 schetst een overzicht van ruwe aardolie tot gedestilleerd tussenproduct.



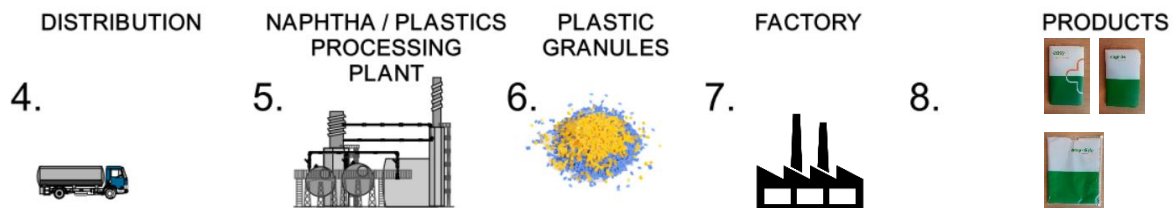
Figuur 15 Overzicht van ruwe aardolie tot gedestilleerd product (Ryan, 2011)

In de fractionele toren zijn verschillende zones afgebakend door ‘borrelkappen’. ‘Borrelkappen’ dwingen de gassen om doorheen een vloeibare fractie te borrelen (figuur 16). In grote lijnen worden 4 stromen afgescheiden en tot vloeistoffen gecondenseerd. Dit zijn van laagste naar hoogste kookpunt respectievelijk diesel, kerosine, nafta en benzine. Als residu blijft een fractie bitumen onderaan de fractionele toren achter wat gebruikt kan worden voor wegbedekking. Benzine, kerosine en diesel worden vooral gebruikt als transportvloeistof terwijl uit nafta plastic items gemaakt worden in de petrochemische industrie (Bruggemans, 2006).



Figuur 16 Borrelkap (separationprocess, n.d.)

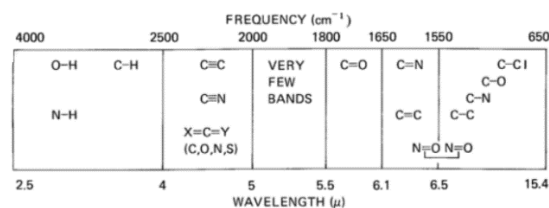
Na gefractioneerde destillatie ondergaat nafta een kraakproces. Lange koolwaterstofketens splitsen in kleinere ketens, wat resulteert in een mengsel van kleinere alkanen en alkenen. Het splitsingsmechanisme wordt veroorzaakt door hoge temperaturen en kan vergemakkelijkt worden a.d.h.v. katalysatoren, waterstof of stoom. Naast het kraken wordt het gas ook ontzwaveld (Bruggemans, 2006). Uit de monomeren worden de polymeren gevormd onder de vorm van korrels of poeder (Fruergaard, 2010). Het granulaat dat ontstaat kan gebruikt worden om plastic producten te produceren met verschillende eigenschappen en toepassingen (figuur 17). Een eindproduct wordt in een fabriek geproduceerd a.d.h.v. een aantal veelgebruikte technieken zoals extrusie, *injection molding*, *blow molding* of *thermoforming*. Iedere techniek heeft zijn voor- en nadelen (Plasticsindustry, n.d.).



Figuur 17 Overzicht van nafta tot eindproduct (icon, n.d.; Ryan, 2011)

Algemeen beschikken plastics uit fossiele brandstoffen over een lage prijs en gewicht. Daarnaast zijn er veel mogelijkheden op het gebied van vorm en uiterlijk (Molenveld, 2014). Plastic kan duurzaam gebruikt worden. In het geval van een monomateriaal is plastic goed recycleerbaar maar in een gelaagde structuur is plastic moeilijk te scheiden.

Via selectieve inzameling kan een plastic product gerecycleerd worden. Plastics kunnen manueel gesorteerd worden of met *near infrared* (NIR) spectroscopie (Fruergaard, 2010). Deze techniek analyseert het plastic op basis van het absorptiepatroon van infrarood. Zo heeft ieder type binding een specifieke natuurlijke frequentie die binnen bepaalde grenzen ligt (Pavia, 2009). Figuur 18 schetst een overzicht van de soorten bindingen en binnen welke range van golflengte dit ligt.



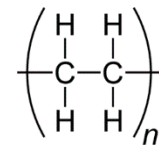
Figuur 18 NIR spectroscopie (Pavia, 2009)

Na het sorteren van de plastic zijn er nog steeds onzuiverheden aanwezig zoals metalen of levensmiddelenresten. Metalen worden magnetisch verwijderd. Vervolgens wordt het plastic versneden tot kleine chips en gewassen. Via flotatie, hydrocycloon of centrifuge worden plastics gescheiden op basis van dichtheid. Het drogen zorgt ervoor dat het opgezuiverde plastic gemakkelijk kan gesmolten worden via extrusie. Een mes snijdt de lange slieren spaghetti in kleine stukjes. Het gevormde granulaat wordt gekoeld. Wanneer het gerecycleerde plastic opnieuw in de keten wordt geïntroduceerd, kan het fossiele *virgin* plastic vervangen. Naast recyclage kan energie herwonnen worden uit plastic. Deze energie kan omgezet worden in hitte, elektriciteit of stoom om fossiele brandstoffen te vervangen (Fruergaard, 2010). Aangezien de aardolievoorraad eindig is, kan een transitie naar een biogebaseerd verpakkingsmateriaal interessant zijn (Molenveld, 2014)

Het LDPE zakje

1. Eigenschappen LDPE

LDPE (figuur 19) is een thermoplastisch polymeer (Fruergaard, 2010). Het smeltpunt ligt tussen 105 en 130°C (Lepot, 2012). De minimale sealtemperatuur ligt rond 120 °C (Osborn, 1992). LDPE is flexibel en beschikt over een hoge breukrek. Ook beschikt LDPE over een goede waterstofbarrière maar heeft het een slechte gasbarrière. De dichtheid van LDPE varieert tussen 0,842-0,915 g/m³ (Lepot, 2012). De glastransitietemperatuur bedraagt -32 °C (Ali, 2005). Verder bezit LDPE een hoge energiedensiteit indien het verbrand wordt (Marsh, 2007).



Figuur 19 Structuur polyethyleen (Chemistry, 2012)

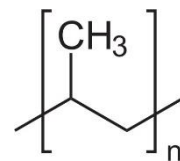
2. Productieproces tot LDPE zakje van TSS

De productie van het LDPE zakje vindt plaats in China. Het granulaat wordt geëxtrudeerd en verwerkt tot een folie. Weekmakers zorgen voor meer flexibiliteit bij lagere temperaturen. Vervolgens wordt deze folie aan beide zijden bedrukt. De folie wordt gevouwen en aan de zijkanten geseald. Daarna worden de hoeksteuntjes en rits uit spuitgegoten hoge dichtheid polyethyleen (HDPE) op het zakje geplaatst. Tot slot wordt het eurosloot gestanst.

Het PP mapje

1. Eigenschappen PP

Net zoals LDPE is PP (figuur 20) een thermoplastisch polymeer. Het smeltpunt voor semikristallijn PP is 165 °C. PP heeft een dichtheid van 0,89-0,92 g/cm³. Het is resistent tegen chemicaliën en slijtvast. Daarnaast heeft PP een goede waterstofbarrière maar een slechte gasbarrière (Lepot, 2012). De glastransitietemperatuur van isotactisch PP bedraagt -10 °C (Ali, 2005).



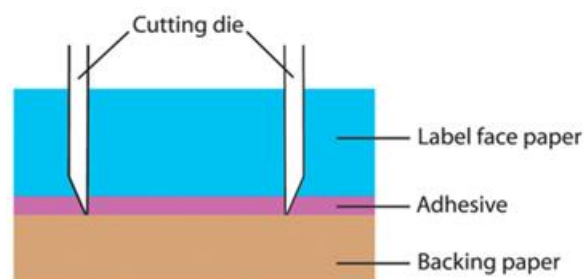
Figuur 20 Structuur PP (Chemistry, n.d.)

2. Productieproces tot PP mapje van TSS

De PP mapjes van Arion worden volgens een uniek productieproces gemaakt. Een vlakke PP plaat wordt bedrukt en de plano vorm van het PP mapjes wordt gestanst. De plaat voor 2-ledige mapjes is kleiner dan voor 3-ledige mapjes. Vervolgens wordt het mapje gevouwen en worden de flappen op elkaar geseald met behulp van een tandwiel. Na het positioneren van de magnetische drukknoppen worden deze in de PP plaat geperst. Het is een duurzame verpakking met bewust geen gebruik van weekmakers.

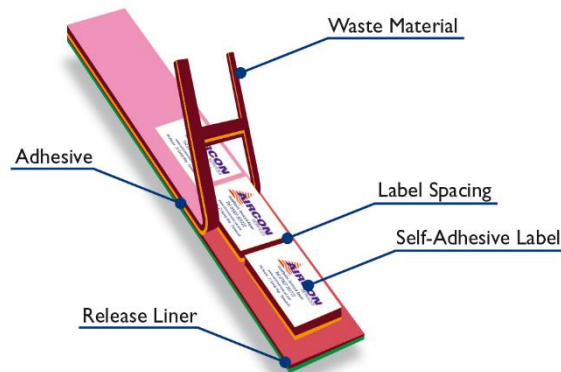
Het label

Arion gebruikt labels indien er geproduceerd wordt voor *private* labels. De labels worden manueel op de verpakking geplakt in Skylla Tunisia. De labels zijn zelfklevend en drukgevoelig. Zo is weinig kracht nodig om te labels te kleven. Het voordeel is dat deze labels op veel oppervlakken kleven zoals bijvoorbeeld karton of plastic (wsel, n.d.).



Figuur 21 Laagopbouw zelfklevende labels (Mercianlabels, n.d.)

Labels bestaan in het algemeen uit 3 lagen (figuur 21) namelijk de labelzijde (*label face paper*), lijmlaag (*adhesive*) en drager (*backing paper* of *release liner*) (Mercianlabels, n.d.). Na de productie van een labelblad wordt een matrix van labels uitgesneden door het blad tot op een bepaalde diepte door te snijden (Mercianlabels, n.d.). Figuur 22 toont het resultaat na het snijden.



Figuur 22 Laagopbouw na snijden (label.co.uk, n.d.)

Een *coating* op basis van parafine of silicone wordt gebruikt zodat de labels gemakkelijk loskomen van de *release liner* (Benedek, 2005; wsel, n.d.). Zoals figuur 23 illustreert kan een label ook opgedeeld worden in 4 lagen. De *face stock* en *release liner* bestaan uit papier of plastic. De lijmlaag bestaat meestal uit een op water gebaseerde acryl (Mercianlabels, n.d.).



Figuur 23 Laagopbouw (wsel, n.d.)

Deze labels bestaan uit 2 lagen papier gescheiden door een acryl water gebaseerde lijmlaag (Hildebrand, n.d.). De *release liner* voelt glad aan, meestal is dit parafine. De labels worden geprint met een *inktjet* printer en worden gebruikt voor de verpakkingen van *Swash*[®] en *TSS*. Uit 1 A4 blad kunnen 39 (3 x 13) labels gehaald worden. Er wordt 1 label per verpakking gebruikt.

1.1.2.4. Logistiek

Transportverpakkingen

1. De (om)dozen

Om de verpakte producten in zakjes en mapjes gemakkelijk te versturen worden omdozen in Skylla Tunisia gebruikt. Op Arion worden de orders op afroep manueel samengesteld en verpakt. Om dit proces te faciliteren worden de producten per 5 gerangschikt in de omdoos (figuur 24). Voor zover dit mogelijk is, worden de dozen vanuit Tunesië hergebruikt. Dit wordt aangegeven via een label, afgebeeld op figuur 25.



Figuur 24
Rangschikking
producten in doos



Figuur 25 label hergebruik doos

De omdozen worden geleverd door Smurfit Kappa in Oosterhout. De doos uit Tunesië of van Smurfit Kappa verschillen licht in hoogte maar beschikken beide over een B golf (figuur 26 en tabel 6). Ook zijn dit de meest gebruikte type dozen binnen Arion.



Figuur 26 Doos Smurfit Kappa (links) en doos Tunesië (rechts)

Tabel 6 Overzicht afmetingen doos Tunesië en doos Smurfit Kappa

	Doos Tunesië		Doos Smurfit Kappa	
	Binnenafmetingen (cm.)	Buitenafmetingen (cm.)	Binnenafmetingen (cm.)	Buitenafmetingen (cm.)
Lengte	36	36.5	36	36.5
Breedte	25	25.5	25	25.5
Hoogte	18	18	19	19
Golf	B			

Het volumegewicht is een maat voor de dichtheid van een product. In de logistiek speelt het volumegewicht een belangrijke rol. Zo is er een groot verschil in het transporteren van 1000 kg veren of 1000 kg ijzer. Ondanks het identieke gewicht verschilt het ingenomen volume in rust aanzienlijk. Als een gevolg zullen de transportkosten verschillen. Voor logistieke distributeurs zoals DHL, UPS of DPD is het daarom van belang om een minimum densiteit voor op te stellen (DHL, n.d.; DPD, n.d.; UPS, n.d.).

Het *International Air Transport Association* (IATA) is de handelsorganisatie wereldwijd voor de vliegtuigsector. IATA vertegenwoordigt ongeveer 83% van het totale luchtverkeer (IATA, n.d.). Voor de luchtvracht heeft het *International Air Transport Association* (IATA) regels opgesteld om het volumegewicht te berekenen. Deze regels staan bekend onder *The Air Cargo Tariff* (TACT) regels (DPD, n.d.). Het IATA. De formule die DHL, UPS en DPD hanteren is de volgende:

$$\text{Volumegewicht} = \frac{\text{lengte} * \text{breedte} * \text{hoogte}}{5000}$$

Het volumegewicht berekent hoeveel volume het voorwerp inneemt t.o.v. een vooropgesteld gewicht per kg. De factor 5000 is een omrekening van het minimale gewicht per m³. Zo wordt 200 kg per m³ omgerekend naar 5000 cm³ / kg. Het resultaat kan groter of kleiner dan 1 zijn. Het werkelijke gewicht wordt vergeleken met het vooropgestelde volumegewicht van 200 kg per m³. Het grootste getal van volumegewicht en effectieve gewicht van een pakket bepaalt het factureerbare gewicht. Er wordt altijd gewerkt met het grootste getal. Het totale factureerbare gewicht bestaat uit de som van het factureerbare gewicht per pakket (UPS, n.d.).

2. Stapelingspatroon op een europallet

De gebruikte (om)dozen zijn zo ontworpen dat de oppervlakte op een europallet maximaal wordt benut. Een europallet heeft standaard de afmetingen 120, 80 en 14,4 cm voor respectievelijk lengte, breedte en hoogte. Ook moet een europallet voldoen aan de *International Standards for Phytosanitary Measures number 15* (ISPM 15) norm en een *International Plant Protection Convention* (IPPC) logo dragen (EPAL, n.d.; IPPC, 2009; ISPM15, n.d.).

Een standaard pallet bestaat uit 8 tot 9 dooslagen, afhankelijk van de afname, waarbij één dooslaag 9 dozen telt. De maximale hoogte bedraagt 220 cm. Dit is afgestemd op de hoogte van een standaard vrachtwagen. De ladingsverzekering gebeurt a.d.h.v. omwikkelen met een plastic band en wikkelfolie. Sinds 2 jaar worden houtenkragen gebruikt om de onderste lagen dozen te beschermen tegen beschadigingen veroorzaakt door heftrucks. Tot 110 cm worden houten kragen gebruikt en wordt de bovenkant bedekt met een houten of kartonnen dekplaat. De bovenste laag dozen kan naast houten kragen ook beschermd worden door een golfkartonnen *palletbox*. Het gebruik van houten kragen voor de bovenste lagen dozen is afhankelijk van de actuele voorraad houten kragen.

In Tunesië komt het zeildoek op kartonnen rollen binnen. Deze rollen worden gebruikt als extra verstevigingsmateriaal om het gewicht van bovenliggende dozen op onderliggende dozen te reduceren. De rollen worden op gelijke lengte als de hoogte van een *palletbox* gesneden en verticaal in de hoeken van de doos geïnstalleerd.

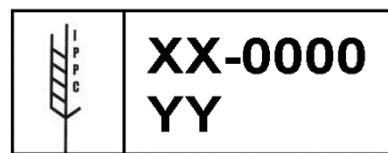
De ISPM 15 norm is een internationale fytosanitaire norm die geldt voor houten verpakkingsmaterialen gebruikt voor internationale handel. Deze norm heeft als doel het voorkomen van plantenziekten wereldwijd door hout te behandelen. Het IPPC is het controleorgaan dat nagaat of de regels worden nageleefd. Houtsoorten die onder de noemer van ISPM 15 vallen zijn enerzijds zachthout/naaldhout zoals bijvoorbeeld den, spar of ceder en hardhout/loofhout zoals els, eik, esdoorn of beuk anderzijds. Naaldhout verliest zijn naalden niet in tegenstelling tot het verlies van bladeren bij loofhout (ISPM15, n.d.; Jaspers, 2012). De norm is niet van toepassing op houtproducten zoals multiplex, spaanplaat, vezelplaat of producten geproduceerd met lijm, warmte en druk of een combinatie.

De ISPM 15 norm vereist een behandeling waarbij het hout minimaal 30 minuten een kerntemperatuur van 56 °C heeft ondergaan om m.o. af te doden. Een mogelijke behandeling van hout is met hitte a.d.h.v. lucht of stoom. De behandelingstijden voor lucht en stoom bedragen respectievelijk 6 tot 12 uur en 3 uur (Jaspers, 2012). Een tweede optie is het hout behandelen met de giftige stof methylbromide. Methylbromide tast de ozonlaag aan. Deze behandeling mag enkel uitgevoerd worden voor hout waarvan de bast al verwijderd is om een optimale efficiëntie te bekomen (IPPC, 2009). De efficiëntie hangt af van de tijd, concentratie en temperatuur (tabel 7). De minimale temperatuur en tijd bedragen respectievelijk 10 °C en 24 uur (IPPC, 2009).

Tabel 7 Omstandigheden begassen met methylbromide (IPPC, 2009)

Temperatuur (°C)	Gemiddelde concentratie gedurende 24 uur (g * uur / m ³)	Minimale concentratie na 24 uur (g * uur / m ³)
≥ 21 °C	650	24
≥ 16 °C	800	28
≥ 10 °C	900	32

Wanneer het hout voldoet aan de ISPM 15 norm mag het IPPC logo op het hout geprint of gebrand worden. Het is belangrijk dat het IPPC logo en de identificerende data in dezelfde kader staan maar worden gescheiden met een verticale streep (figuur 27). Op het logo zijn een aantal varianten toegestaan met bijvoorbeeld ronde randen. Deze kunnen teruggevonden worden in de ISPM 15 norm (IPPC, 2009). De letters XX identificeren de ISO land code (ISPM15, n.d.). Voor België en Nederland zou dit corresponderen met de letters BE en NL (ISO, n.d.-c). De cijfers 0000 kunnen cijfers of letters zijn. Deze 4 tekens staan voor de plaats waar de ISPM 15 behandeling plaats vond zoals bijvoorbeeld de verpakkingsfabrikant. De landcode en identificatiecode worden gescheiden door een streepje. De letters YY stemmen overeen met het type behandeling. Zo staat HT voor *heat treated* en MB voor de behandeling met methylbromide (ISPM15, n.d.).



Figuur 27 IPPC logo (ISPM15, n.d.)

Het magazijn

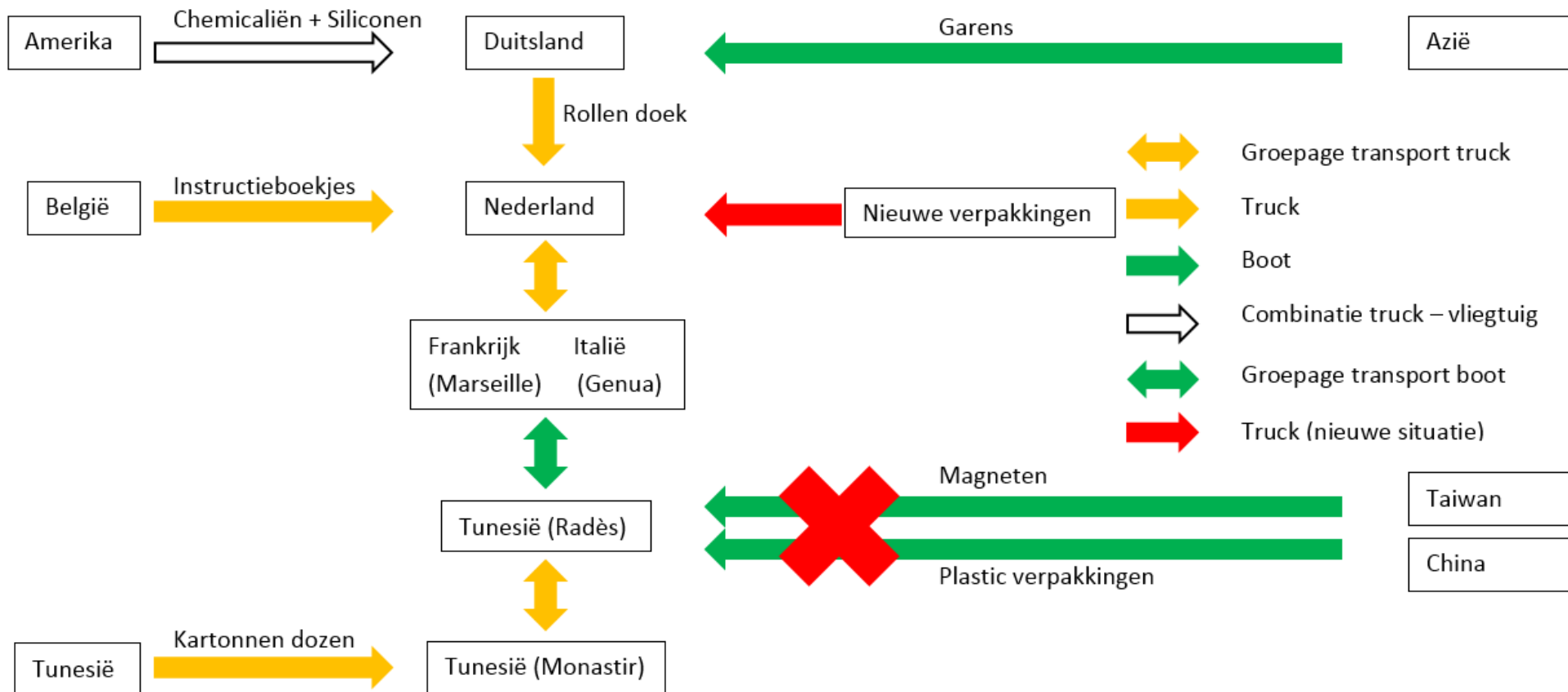
Het magazijn is ingedeeld volgens de palletstelling wat typisch is voor gepalletiseerde goederen. De paletten zijn makkelijk bereikbaar en het magazijn blijft overzichtelijk. Een andere voordeel is de lage investeringskost aan stellingmateriaal (Thomas, 2014). Het magazijn van *TSS* bestaat uit 2 lagen stellingen met ieder een hoogte van 150 cm (figuur 28). Er wordt onderscheid gemaakt tussen bulk- en grijplagen. De grijplag heeft een relatief korte doorlooptijd en wordt regelmatig aangevuld vanuit de bulklaag. Belangrijk is dat de afstand tussen grijp- en bulklaag zo kort mogelijk is om tijdverlies te vermijden. Een minimaal tijdverlies zorgt voor het beter bewerkstelligen van het *first in first out* (FIFO) principe. Hiervoor is een goede verhouding tussen opslag- en gangpadgedeelte nodig (Thomas, 2014).



Figuur 28 Magazijn TSS

Transport in de logistieke keten

Alle transport wordt extern uitbesteed. Figuur 29 schetst een overzicht van het transport van het product *TSS* en de verpakkingen. Garen worden geïmporteerd vanuit Azië en naar Duitsland getransporteerd per boot. In Duitsland worden de garen gesponnen tot een halffabricaat doek. Vanuit Duitsland wordt het doek naar Arion getransporteerd vanwaar het per truck samen met de handleiding afkomstig uit België via groupage transport per truck en schip (van Genua of Marseille naar Rades) op *Skylla Tunisia* (Monastir) aankomt. Aangezien het om niet kwetsbare producten gaat wordt de temperatuur tijdens groupage transport niet gemonitord. Medebepalend voor dit project is dat het product in *Skylla Tunisia* in de verpakking wordt gestoken en verspreid wordt over Europa en andere werelddelen zoals Amerika. In de huidige situatie worden de handleiding uit België en het zeildoek uit Duitsland samen vanuit Nederland (Geleen) naar Tunesië getransporteerd. De plastic verpakkingen worden vanuit China aangeleverd per schip in een zeecontainer. Het nadeel bij deze leveringen is dat opslag van voorraden geld kost. Productie en transport vanuit Europa zou niet alleen besparen op voorraden maar resulteren in meer flexibiliteit.



Figuur 29 overzicht transport van de producten en verpakkingen van TSS

1.2. Maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO)

ISO 26000 is de internationale norm op het gebied van MVO en implementeerbaar voor alle type organisaties. Wereldwijd groeit het bewustzijn dat een duurzame economie noodzakelijk is. Implementatie van ISO 26000 kan voordelig zijn op het gebied van reputatie, aantrekkelijkheid voor andere werknemers, bedrijven, sponsors of investeerders. Ook kan ISO 26000 resulteren in een goede relatie met de overheid, media, gemeenschappen, etc. De 7 kernthema's van ISO 26000 zijn maatschappelijke betrokkenheid en ontwikkeling, organisatorisch bestuur, mensenrechten, arbeidsomstandigheden, het milieu, eerlijke bedrijfspolitiek en klantgerichtheid. ISO 26000 werkt met een zelfverklaring maar is niet certificeerbaar (ISO, 2014).

De MVO prestatieladder is de Nederlandse vertaling van ISO 26000 en is certificeerbaar. Alle aspecten van de kwaliteitssystemen ISO 26000 en ISO 9001 zitten samengepakt in het concept van de 3 P (*People, Planet and Profit*). Er zijn 5 niveaus waaraan voorwaarden of kritieke prestatie-indicatoren (KPI) gekoppeld zijn (MVOprestatieladder, 2013). In samenspraak met de stakeholders worden eisen en verwachtingen opgesteld en vertaald in concrete KPI's. Het MVO Prestatieladder certificaat bewijst dat de organisatie aandacht heeft voor MVO en tegelijkertijd de eisen en verwachtingen van stakeholders managet (MVOprestatieladder, 2010). Een definitie van MVO is als volgt:

“MVO gaat niet alleen over het verduurzamen van de bestaande bedrijfsactiviteiten. Veel bedrijven gaan een stap verder en richten zich op nieuwe markten en businessmodellen gericht op winst voor mens, maatschappij en milieu.” (MVONederland, 2015).

In 2015 heeft Arion niveau 1 op de MVO Prestatieladder behaald. De nieuwe doelstelling is om niveau 3 te behalen in 2017. Op termijn resulteert dit in een groener imago om zo innovatief en toonaangevend te blijven t.o.v. andere bedrijven (Arion, 2015; Groven, n.d.).

2. Onderzoeksopzet

2.1. Onderzoeksvraag

‘Bestaat er een alternatief verpakkingsmateriaal/concept op het vlak van milieuvriendelijkheid, kwaliteit en *value for money* dat beter is dan de huidige plastic verpakkingen van TSS?’

2.2. Doelstellingen

De hoofddoelstelling is om een alternatief verpakkingsconcept te selecteren voor de huidige plastic verpakkingen van TSS (Groven, 2015). Er wordt met drie criteria nl. milieuvriendelijkheid, prijs en kwaliteit rekening gehouden. Een optimaal evenwicht tussen deze criteria wordt gezocht. In het allerbeste geval is een nieuwe verpakking milieuvriendelijker, goedkoper, en kwaliteitsvoller als de huidige verpakkingen.

Een materiaal is **milieuvriendelijker** als tijdens de levenscyclus bijvoorbeeld minder schadelijke broeikasgassen worden uitgestoten en/of minder water wordt verbruikt/vervuild. Een doelstelling is na te gaan hoeveel milieuvriendelijker nieuwe materialen en concepten zijn t.o.v. de huidige verpakkingen. Dit kan per kg materiaal, concept of op jaarbasis gebeuren. Het transport zal niet meegenomen worden in de LCA scope wegens te complex. Bij groupage transport worden naast de producten van Arion ook andere producten getransporteerd. Deze mix is moeilijk in te schatten.

Het huidige formaat van de handleiding blijft behouden o.w.v. praktische redenen. Ook wordt onderzocht hoe de barcode het best getoond kan worden op de verpakking. Verder blijven de lengte en breedte van de huidige standaarddoos behouden terwijl de hoogte mag variëren.

Een **kostenanalyse** van de huidige verpakking t.o.v. de alternatieve verpakkingen moet kostenbesparingen of eventuele extra kosten blootleggen op het vlak van bv. Materiaalaankoop, productie-, transport- of verpakkingskosten.

Het derde criterium **kwaliteit** wordt getest a.d.h.v. verpakkingsvereisten. Een nieuwe verpakking moet zowel aan de huidige als aan de nieuwe extra verpakkingsvereisten voldoen. Naast een milieuvriendelijke verpakking wordt geprobeerd om de huidige verpakkingen (mapjes en zakjes) om te vormen tot één uniforme verpakking geschikt voor alle productgroepen. Dit resulteert in een hogere flexibiliteit.

Het eindresultaat omvat een advies met een afweging welk alternatief verpakkingsmateriaal het beste scoort op basis van prijs, kwaliteit en milieu (Groven, 2015).

2.3. Methodiek

In de opzoekfase gebeurt een eerste selectie in materialen door op algemene wijze de verpakkingsmaterialen te vergelijken op het vlak van milieu en kwaliteit. Een goede kennis van product en verpakking is nodig bij het opstellen van deze verpakkingsvereisten.

Het prijsaspect blijft in deze fase achterwege omdat het om een algemene theoretische vergelijking gaat waarbij het de bedoeling is om zoveel mogelijk opties open te houden.

Na het contacteren van leveranciers in de contacteer – en conceptfase wordt geprobeerd om een milieuvriendelijk alternatief te krijgen dat zo goedkoop mogelijk en tegelijk kwaliteitsvol is. Uiteindelijk wordt een milieuvriendelijk voorstel van gecontacteerde leveranciers verwacht met een bepaald concept en prijs.

Milieuvriendelijkheid kan onderzocht worden met de methodiek *Life Cycle Analysis* (LCA) die voorgeschreven is door de Europese Unie (European Commission 2010). Deze methodiek bestudeert hoe milieuvriendelijk of milieubelastend een materiaal is op het vlak van milieu, menselijke gezondheid en grondstofgebruik (EPLCA, 2014). Er zijn verschillende software modellen op de markt zijn met elk zijn voor- en nadelen (Loijos, 2012). De LCA software die gebruikt wordt is *SimaPro8*[®]. Deze is beschikbaar in het VerpakkingsCentrum/imo-imomec.

Een milieuvriendelijkere verpakking betekent niet noodzakelijk dat een verpakking op alle vlakken milieuvriendelijker dient te zijn. Er rijst dus de noodzaak om het milieu in te delen in kwantificeerbare milieu-indicatoren. Op deze manier kan gestreefd worden naar een minimale milieubelasting om zo het product te verduurzamen (Molenveld, 2014). Dit draagt o.a. bij tot een reductie van de uitstoot van broeikasgassen (Biofutura, e.d. 2012).

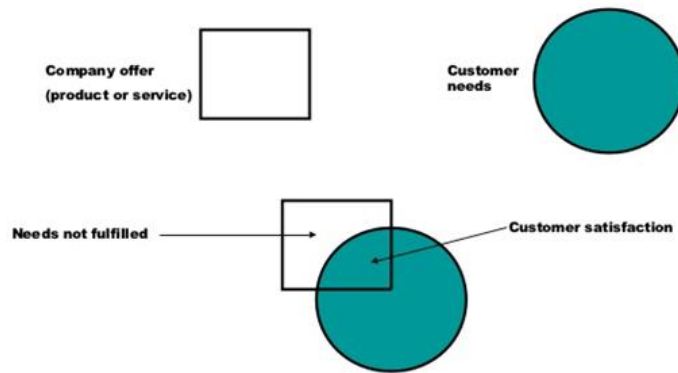
Het formaat van de handleiding wordt voor de LCA studie niet gewijzigd. Bij een wijzigend formaat zou het vergelijken van de milieubelasting voor de verschillende concepten te complex worden. Een venster toont de barcode op de handleiding. Er kan ook geopteerd worden om de barcode a.d.h.v. een label op de verpakking aan te brengen. Minimale verpakkingsafmetingen voor de lengte, breedte en dikte zijn respectievelijk 22,5; 13,4 en 1,6 cm. Verder is ruimte voor communicatie nodig om de klant te informeren over het productgebruik a.d.h.v. bijvoorbeeld illustraties.

Een vergelijking per eenheid (per kg) geeft aan hoe milieubelastend een materiaal is. Ook wordt onderzocht hoeveel concepten er uit 1 m² geproduceerd kunnen worden. Vervolgens worden de concepten t.o.v. elkaar vergeleken. Aangezien de huidige verpakkingen uit 3 types bestaan wordt een vergelijking op jaarbasis uitgevoerd om de totale milieu-impact in kaart te brengen (uitgezonderd het transport). Ook wordt een indicatie van de milieuvriendelijkheid van transportmiddelen gegeven d.m.v. de designtool *Ecolizer*. Deze tool stelt ontwerpers in staat om de milieu-impact van een materiaal of transportmiddel in te schatten (OVAM, 2009).

De totale prijs die Arion betaalt voor de verpakkingen is afhankelijk van de kosten. Dit zijn kosten zoals de aankoop van verpakkingen, groupage transport en verpakkingskost. Deze kosten worden beïnvloed door een aantal parameters zoals gewicht, volume, aantal stuks, MOQ, *handling*, etc.. De kostprijs wordt berekend in Excel. Dit zal duidelijk maken welke kosten extra gegenereerd of bespaard worden.

Kwaliteit heeft vele definities en kan omschreven worden a.d.h.v. het model van de kwaliteitsgoeroe J. Teboul (figuur 30). Een bedrijf probeert de klant te overtuigen door het aangeboden product of dienst af te stemmen op de klant. Het bedrijf probeert m.a.w. zo goed mogelijk het vierkant te laten passen op de cirkel zoals in figuur 30.

Verpakking en product spelen een belangrijke rol want dit resulteert in verpakkingsvereisten (Besterfield, 2011). De verpakkingsvereisten zullen gekwantificeerd worden a.d.h.v. een puntensysteem met een schaal van 1 tot 5. Een nieuw verpakkingsconcept zal zowel aan de huidige als aan de nieuwe extra verpakkingsvereisten moeten voldoen.

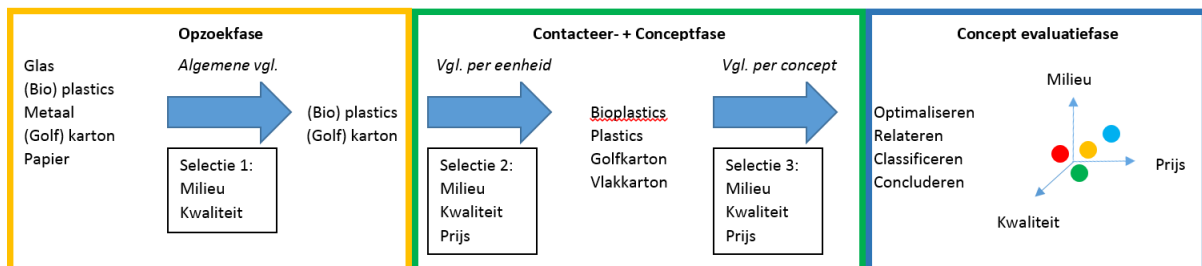


Figuur 30 Kwaliteitsmodel van J. Teboul (Khurram, 2012)

In de concept evaluatiefase worden de verschillende verpakkingsconcepten geoptimaliseerd om vervolgens de concepten aan elkaar te linken. Dit kan door gewichten aan de parameters milieu, prijs en kwaliteit te koppelen met als waarden op een schaal van 100 respectievelijk van 45, 35 en 20. Vervolgens kunnen verpakkingsconcepten geclassificeerd worden zodat geconcludeerd kan worden welk verpakkingsconcept het beste scoort indien 1 of alle criteria worden beschouwd.

In de implementatie-fase kan eventueel getest worden met een kleine hoeveelheid conceptverpakkingen om reacties van de markt af te toetsen om nadien volledig over te schakelen op een alternatief verpakkingsconcept. Gezien het korte tijdsbestek van 9 maanden (september – mei) is het niet zeker of deze fase bereikt wordt.

Figuur 31 geeft een overzicht van de verschillende fasen en de stappen die ondernomen worden om tot het eindresultaat te komen.



Figuur 31 Overzicht methodiek

3. Een milieuvriendelijk verpakkingsmateriaal

3.1. Belangrijke issues bij een nieuw verpakkingsconcept

3.1.1. Huidige verpakkingsvereisten

- Scanbaarheid,
- *High-end* uitstraling,
- Duurzaamheid en groen imago,
- Gebruiksvriendelijkheid,
- *Handling*,
- Hersluitbaarheid,
- Ophangpunt,
- In de huidige (om)doos passend,
- Geschikt voor transport per schip en vrachtwagen.

3.1.2. Extra en nieuwe verpakkingsvereisten

- Milieuvriendelijk,
- Prijs,
- Uniform en flexibel,
- Minimale Afmetingen.

3.1.3. Huidige en belangrijke verpakkingsvereisten toegelicht

3.1.3.1. *Scanbaarheid*

Alle producten van Arion beschikken over een unieke barcode (EAN code) per artikelnummer. Deze EAN code is nodig om het product in of uit het systeem van Arion of verkooppunt te scannen. Dit bepaalt mee het verpakkingsdesign. Het formaat van de handleiding blijft ongewijzigd, waardoor een aantal opties ontstaan zoals bedrukken, labelen of stansen indien gewerkt wordt met een niet transparant materiaal zoals bijvoorbeeld karton.

Bedrukken

De EAN code zou op de verpakking gedrukt kunnen worden maar dit biedt weinig flexibiliteit vermits iedere verpakking uniek is en de kans op een fout product in een foute verpakking of *vice versa* kan toenemen. Ook genereert dit verhoogde printkosten aangezien de drukplaat telkens vervangen moet worden. Ook gaat het om kleine oplagen. Deze optie zal niet onderzocht worden.

De kleuren wit, oranje en groen zullen herbruikt worden o.w.v. herkenbaarheid. Daarom krijgt wit karton de voorkeur op bruin karton omdat wit karton kwalitatiever oogt. In het geval van wit karton wordt een besparing van inkt gegenereerd maar moet het karton wel extra gebleekt worden.

Labelen

Door de EAN code op de verpakking te labelen wordt een optimale flexibiliteit bekomen. Iedere verpakking is bruikbaar voor eender welk product mits de juiste label gebruikt wordt. Een extra kost wordt gegenereerd door het gebruik van labels. Deze extra *handling* stap wordt onderzocht.

Stansen

Een derde optie is om de EAN code zichtbaar te maken via een gestanst venster op de verpakking in het geval van bijvoorbeeld golf – of vlakkarton. Deze optie wordt onderzocht.

3.1.3.2. Handling

Op dit moment bedraagt de gemiddelde inpaktijd ± 45 seconden, variërend per product en verpakkingstype. Een kostenanalyse zal uitwijzen in welke mate de inpaktijd mag variëren en of het inpakproces rendabel blijft.

3.1.3.3. Ophangpunt

Als ophangpunt wordt een eurohaak gekozen. De eurohaak wordt uit de verpakking gestanst en zit in de stanskosten. Dit zal meegenomen worden bij de kostprijsanalyse.

3.1.3.4. Geschikt voor transport per schip en truck

Het groupage transport per truck wordt niet gecontroleerd op temperatuur. Temperatuur en relatieve vochtigheid kunnen tijdens transport per truck fluctueren. Dit kan een invloed op een nieuwe verpakking hebben. Het *International Safe Transit Association* (ISTA) focust zich op het correct transporteren van verpakkingen. Bovendien ontwikkelt het ISTA standaarden en testprocedures om de verpakking tegen transport te beschermen (ISTA, n.d.). Een studie van ISTA in 2001 in het zuiden van Noord-Amerika onderzocht de extreme omstandigheden van een transportrit per truck (geen *full truck load*) van Wisconsin naar Phoenix. Temperaturen tot 60°C en relatieve vochtigheden tot 80% werden bereikt gedurende korte tijd. Deze omstandigheden kunnen ook bij transporten in Europa en Noord-Afrika bereikt worden hoewel de kans kleiner is (ISTA, 2001). In testfasen zullen nieuwe verpakkingen eerst tot Arion getransporteerd worden om nadien tot Tunesië getransporteerd te worden met groupage transport. Na het verpakken in Tunesië keert het product in de verpakking opnieuw terug naar Arion, waar ze geëvalueerd worden.

3.2. Geschikte milieuvriendelijke materialen

3.2.1. Karton

3.2.1.1. Voor- en nadelen

Het grote voordeel van karton is de hernieuwbaarheid (Marsh, 2007; Molenveld, 2014). Daarnaast kunnen vezels van papier en karton een zestal keer herbruikt worden via recyclage (Jaspers, 2012). Bovendien beschikken papier en karton over een goede sterkte in verhouding met het gewicht. Papier en karton zijn veel gebruikt als verpakkingsmateriaal en zijn gemakkelijk te bedrukken (Marsh, 2007). Verder stralen papier en karton het imago van duurzaamheid uit (Molenveld, 2014). Naast recyclage kunnen papier en karton ook verbrand worden met energierecuperatie.

Papier en karton hebben het nadeel om zwaarder te zijn dan plastic. Ook wordt bij de productie meer energie, water en grondstoffen gebruikt t.o.v. plastic (Molenveld, 2014). Verder zijn papier en karton gevoelig voor vocht en temperatuur. Dit heeft een belangrijke invloed op de mechanische sterkte (Cornelissen, 2004; Haslach, 2000; Marsh, 2007). Daarnaast zijn papier en karton een goede lichtbarrière en mag het als gerecycleerd materiaal niet in contact komen met voedingsproducten (Marsh, 2007). Dit komt doordat schadelijke stoffen uit gerecycleerd materiaal zoals bisfenol A (BPA), minerale oliën, benzofenon of zware metalen kunnen migreren vanuit de verpakking naar het levensproduct (Calcoen, 2014; Muncke, 2009).

3.2.1.2. Productieproces

Papier en karton worden uit hout geproduceerd. Hout bestaat hoofdzakelijk uit 3 componenten namelijk cellulose, hemicellulose en lignine (Hanlon, 1998). Een minieme fractie bevat extracten zoals bijvoorbeeld tannine, vetten, harsen of wassen. Cellulose is een homopolymeer opgebouwd uit glucose met een zeer hoog molecuulgewicht. In tegenstelling tot cellulose is hemicellulose een heteropolymeer met een aaneenschakeling van verschillende soorten suikers zoals galactose, xylose, glucose, mannose, etc.. Bovendien heeft hemicellulose een lager molecuulgewicht dan cellulose. Lignine is een complex aromatisch polymeer bestaande uit hydroxy- en methoxygesubstitueerde fenylpropane-eenheden. Tabel 8 toont de chemisch samenstelling van hout (Jaspers, 2012).

Tabel 8 Samenstelling hout (Jaspers, 2012)

Component	Zachthout (massa%)	Hardhout (massa%)
Cellulose	40-45	43-50
Hemicellulose	20-32	15-35
Lignine	23-35	16-30
Extracten	0-5	0-10

Cellulose bepaalt, naast de papiersterkte, ook de flexibiliteit en het hygroscopisch karakter van papier terwijl hemicellulose voor een betere printbaarheid zorgt. Ook verhoogt hemicellulose de trek-, barst- en vouwsterkte van papier. In papier verkleurt lignine geel onder invloed van UV degradatie. Papier en karton worden op een vergelijkbare manier geproduceerd (Jaspers, 2012).

Het ontbasten van boomstammen kan op 3 manieren gebeuren. (Jaspers, 2012) Bij chemisch ontbasten komt de bast los doordat deze afsterft als een gevolg van de behandeling met arseenzouten. Rondraaiende cilinders met uitsteeksels ontbasten de boomstam op een mechanische manier. Verder kan de bast onder hoge druk met water worden los gespoten (Twede, 2015). Na het ontbasten wordt het hout versneden tot kleine houtsnippers. Contaminaties zoals zand, stenen, metaalstukjes worden verwijderd tijdens het wassen. Houtchips kunnen op 3 manieren omgezet worden tot pulp namelijk mechanisch, chemisch of een combinatie (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).

Mechanisch pulpen houdt in dat de houtsnippers vermalen en vervolgens opgelost worden in water. Dit proces wordt gekarakteriseerd door de hoge opbrengst, hoge stijfheid en lage kost. Kranten en catalogi zijn meestal bedrukt op dit soort papier. De lignine wordt niet verwijderd in tegenstelling tot het chemisch pulpen wat resulteert in een lagere sterkte bij mechanische pulp t.o.v. chemische pulp (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).

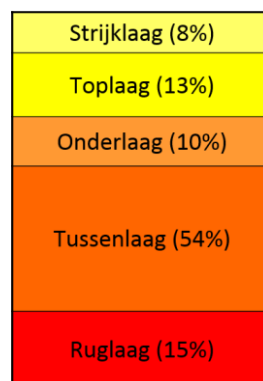
Chemisch pulpen start met het verwijderen van lignine via een kookproces. Afhankelijk van de toegevoegde stoffen tijdens het kookproces worden 2 processen onderscheiden. De toegevoegde stoffen zorgen ervoor dat lignine oplost en niet in de pulp achterblijft. In het kraft proces ontstaat een bruine pulp d.m.v. een alkalische reactie met natriumhydroxide en natriumzwavel. Een voordeel van dit proces is beperkte vervuiling aangezien de gebruikte chemicaliën herwonnen kunnen worden.

Ondanks de dure installatiekosten wordt deze techniek veel gebruikt voor de papier in de verpakkingindustrie. Typische voorbeelden van kraft papier zijn boodschappentassen en deklagen bij golfkarton (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).

In het sulfietproces wordt de lignine verwijderd a.d.h.v. een zuur kookbad. De pulp die na afloop ontstaat, is lichter van kleur dan de kleur uit het kraft proces waardoor het bleken gemakkelijker verloopt. Papier gemaakt uit het sulfietproces beschikt over een lagere mechanische sterkte dan papier uit het kraft proces. Voorbeelden zijn fijn schrijfpapier of vetvrij papier (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).

Voordat oud papier gerecycleerd wordt, worden onzuiverheden zoals nietjes, plastics, lijmen verwijderd (Twede, 2015). Vervolgens wordt het papier ontinkt d.m.v. flotatie (paperonline, n.d.). Daarna ondergaat het oud papier het pulpproces samen met maagdelijk materiaal (Jaspers, 2012; paperonline, n.d.). Na het pulpproces wordt de pulp gebleekt (Kirwan, 2005). Ook worden vul- en hulpstoffen toegevoegd die het papier helderder, zachter of buigzamer maken. Voor de productie van 1 kg papier is 100 liter water nodig. 90% van het water kan hergebruikt worden (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).

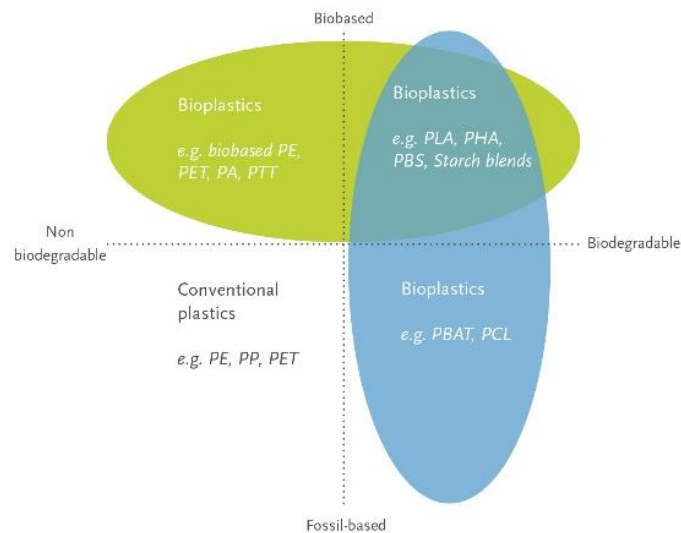
Het papiermengsel wordt gefilterd en ingedikt waardoor een blad gevormd wordt. Verder wordt het papier verder gedroogd en geperst. Een kalender zorgt voor een uniforme papierdikte (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.). Vervolgens wordt het papier afgewerkt in een lijmpers met o.a. zetmeel. Deze laag zorgt voor een steviger oppervlak en voorkomt problemen bij het bedrukken. In een volgende stap wordt het papier gecoat. Deze coating of strijklag zorgt voor een betere witheid, glans en bedrukbaarheid (Sappi, n.d.). Tot slot wordt het papier opgerold op rollen. Het verschil tussen de het productieproces van papier en vlakkarton situeert zich op het vlak van het aantal gebruikte zeven. Karton is immers opgebouwd uit verschillende lagen pulp waarvoor elke laag pulp een zeef nodig heeft (figuur 32). Daarnaast duurt het drogen langer. Bij golfkarton wordt een golf met een specifieke golflengte en amplitude tussen de lagen karton gelijmd (Jaspers, 2012; Sappi, n.d.; Twede, 2015).



Figuur 32 Laagopbouw Karton (Jaspers, 2012)

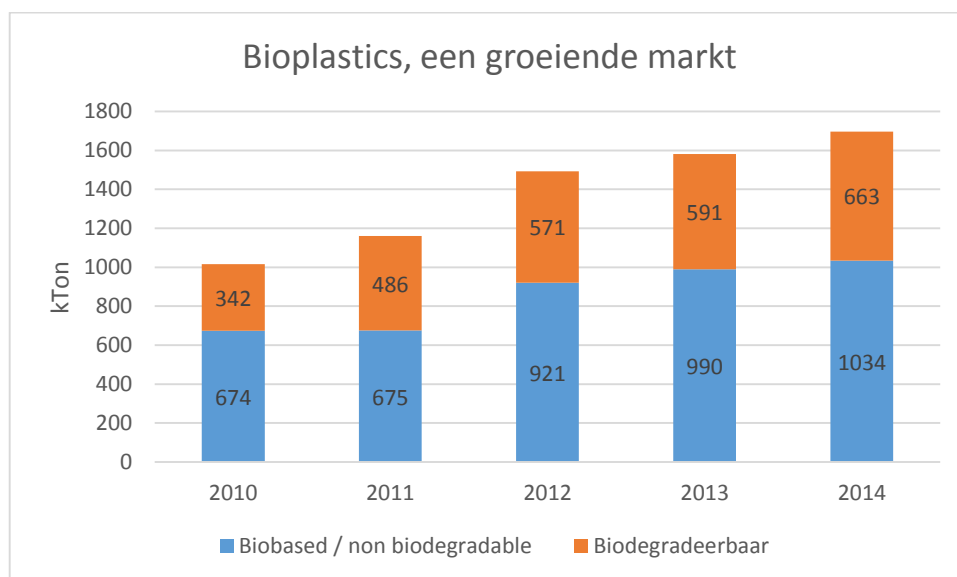
Inleiding bioplastics

Sinds de eeuwwisseling is het bewustzijn gegroeid om steeds meer duurzame materialen te gebruiken. Bioplastics worden gemaakt uit plantaardig materiaal en kunnen een alternatief zijn voor conventionele plastics. Algemeen zorgen bioplastics voor een verminderde CO₂- uitstoot tijdens de productie (WageningenUR, n.d.). Plastics kunnen ingedeeld worden op basis van de gradatie van biodegradeerbaarheid en hernieuwbaarheid zoals figuur 33 illustreert (EuropeanBioplastics, 2015).



Figuur 33 Overzicht indeling plastics (EuropeanBioplastics, 2015)

European Bioplastics is een organisatie die de groeiende markt van bioplastics in Europa vertegenwoordigt (EuropeanBioplastics, n.d.-b). Jaarlijks verschijnt een publicatie waaruit de groei van bioplastics blijkt en groeivoorspellingen worden gedaan. Hierbij lijkt *European Bioplastics* uit te gaan van een exponentiele groei terwijl de laatste 5 jaar een lineaire groei is gebleken (figuur 34) (EuropeanBioplastics, n.d.-a).



Figuur 34 Groei bioplastics (EuropeanBioplastics, n.d.-a)

De huidige lage olieprijsen vertragen de shift naar een hernieuwbare economie. Figuur 35 toont aan dat de olieprijsen na een vrije val opnieuw stijgen (Dollarkoers, n.d.). Dit is niet in het voordeel van de bioplastics.



Figuur 35 Olieprijs voor een vat ruwe aardolie (Dollarkoers, n.d.)

3.2.2. Green PE

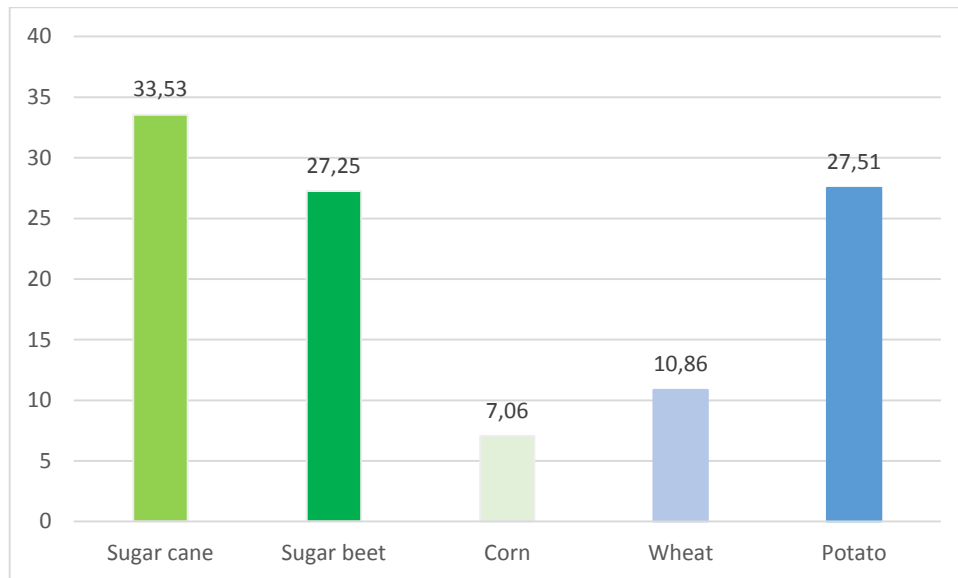
3.2.2.1. Voor- en nadelen

Doordat *green PE* gemaakt is uit plantaardig materiaal, is het hernieuwbaar (Braskem, 2014; Molenveld, 2014). Ook vindt er een verandering van milieu-impact-categorieën plaats. Tegenwoordig wordt meer belang gehecht aan klimaatsverandering en het gebruik van fossiele grondstoffen (Detzel, 2013). Bij *green PE* is een verschuiving van klimaatsverandering en fossiel grondstof gebruik merkbaar naar eutrofiëring van land en water (Detzel, 2013; Tillman, 2012). Deze shift wordt veroorzaakt door de reductie aan broeikasgassen, het gebruik van meststoffen en transport (Braskem, 2014; Detzel, 2013). Eutrofiëring houdt de verrijking van land en water in. Sommige ecosystemen vereisen specifieke groeiomstandigheden. Veranderende omstandigheden hebben bijgevolg een invloed op fauna en flora (Potting, 1999).

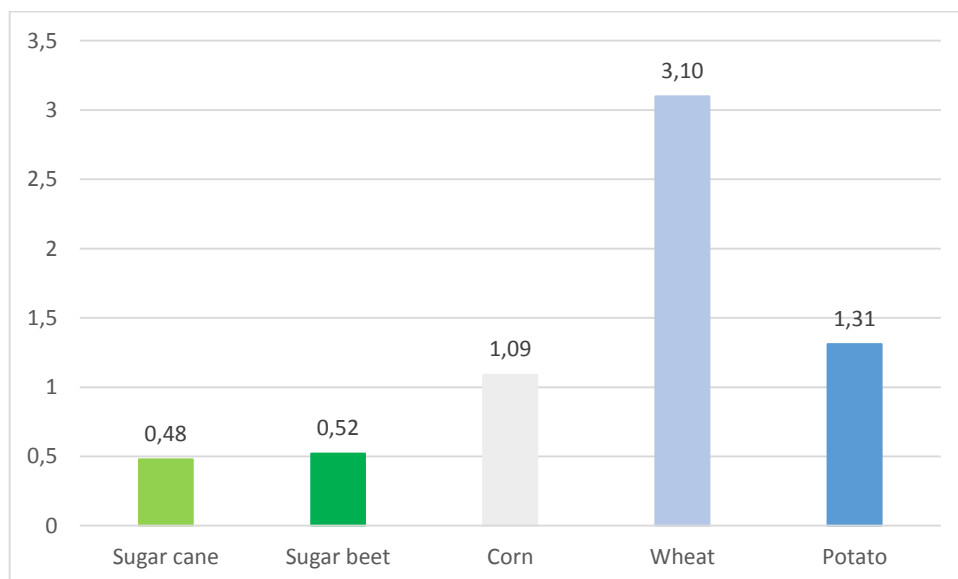
Green PE is chemisch identiek aan fossiele PE en heeft bijgevolg dezelfde eigenschappen en afvalproblematiek (Braskem, 2014; Molenveld, 2014). Helaas kan de consument niet altijd het onderscheid maken tussen *green PE* en fossiele PE. Publiek bewustzijn kan gecreëerd worden a.d.h.v. certificaten, labels, RIC code, etc. (*PackagingRecoveryOrganisationEurope*, 2009). Een ander issue rond bioplastics is het gebruik van land en voedingsgewassen (IfBB, 2015a).

3.2.2.2. Productieproces

Green PE kan geproduceerd worden uit suikerriet, suikerbiet, aardappels, maïs of tarwe. De teelt van deze planten zorgt voor bodem- en waterverrijking doordat meststoffen en water gebruikt worden. Figuren 36 en 37 tonen respectievelijk de hoeveelheid ton grondstof en hectare landgebruik per geproduceerd ton biopolymeer (IfBB, 2015a). Suikerriet en suikerbiet verbruiken relatief veel grondstoffen maar nemen weinig grond in. Tarwe vertoont een tegenovergestelde trend. Maïs en aardappelen situeren zich tussen beide uiterste (IfBB, 2015a).



Figuur 36 Overzicht grondstof (IfBB, 2015a)

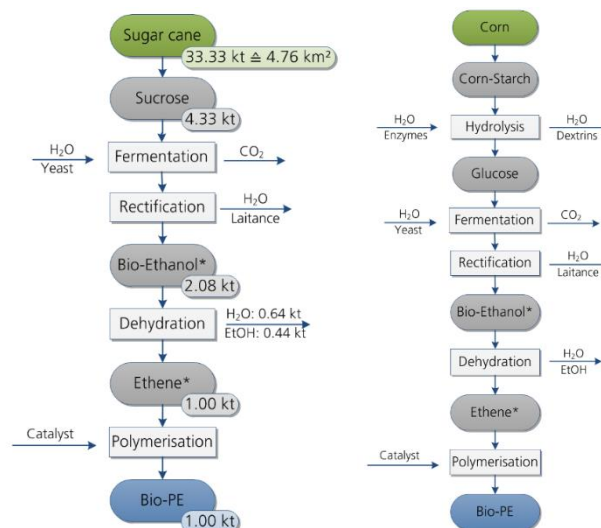


Figuur 37 Overzicht landgebruik (IfBB, 2015a)

Suikerriet en suikerbiet produceren vooral sucrose tijdens fotosynthese terwijl aardappels, maïs of tarwe zetmeel aanmaken (IfBB, 2015a). Sucrose is een disacharide en bestaat uit een aaneenschakeling van fructose (5-ring) en glucose (6-ring) monomeren. Zetmeel is een glucosepolymeer (Bruggemans, 2006). Figuur 38 toont het verschil in productieproces om de suikers of zetmeel om te zetten in bio-PE (IfBB, 2015a). Na de oogst worden de gewassen versneden en vermengd met water.

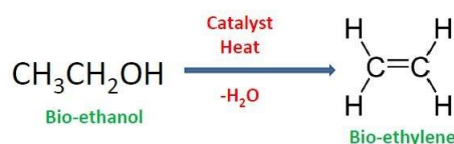
Door het breken van de celstructuren komt sucrose of zetmeel vrij en wordt het contactoppervlak vergroot (Devi, 2012). In het geval van een zetmeelrijke oplossing wordt het zetmeel gehydrolyseerd in kleinere suikers (Bruggemans, 2006; Devi, 2012; IfBB, 2015a). Vervolgens zetten enzymen de kleine suikermoleculen om in glucose monomeren. Bij een sucrose rijk mengsel kan op chemische wijze sucrose gesplitst worden in fructose en glucose onder zure omstandigheden en met behulp van water. De splitsing van sucrose kan ook enzymatisch gebeuren d.m.v. het enzym *sacharase* (Bruggemans, 2006).

Het proces dat volgt, is voor suikerrijke en zetmeelrijke planten identiek (IfBB, 2015a). In het vergistingsproces wordt suiker omgezet tot CO₂ en ethanol d.m.v. een gist zoals bijvoorbeeld bakkersgist *Saccharomyces cerevisiae*. Aangezien het ontstane mengsel zowel water als ethanol bevat is een zuiveringsstap nodig d.m.v. destillatie. Via destillatie wordt de ethanol van het water gescheiden doordat ethanol een lager kookpunt heeft dan water (Bruggemans, 2006; Devi, 2012). Na destillatie ontstaat een azeotroop mengsel van water en alcohol. Dit mengsel kan niet verder opgezuiverd worden, heeft een kookpunt van 78,8 °C en een zuiverheidsgraad van ruwweg 95% ethanol en 5% water (Bruggemans, 2006; Devi, 2012). Doordat het azeotroop mengsel hoofdzakelijk uit ethanol bestaat ligt het kookpunt in de buurt van het kookpunt van ethanol namelijk 78,3 °C bij atmosferische druk (VWR, n.d.).



Figuur 38 Productieproces bio-PE uit suikerriet (links) en uit maïs, tarwe of aardappels (rechts) (IfBB, 2015b, 2015c)

Figuur 39 illustreert de ethyleenproductie uit ethanol d.m.v. warmte en een katalysator zoals bijvoorbeeld zwavelzuur (Bruggemans, 2006).



Figuur 39 Ethyleenproductie (Gotro, 2013)

Na de dehydratatiereactie kan het gevormde ethyleen gepolymeriseerd worden tot polyethyleen (IfBB, 2015a). Afhankelijk van de reactieomstandigheden kunnen HDPE; LDPE of lineair lage dichtheid polyethyleen (LLDPE) geproduceerd worden met elk een verschillende densiteit en vertakkingsgraad (Lepot, 2012). Ethyleen kan ook gebruikt worden als intermediaire component om andere plastics te produceren zoals PVC, PET PS of PUR (Shen, 2010).

Braskem is een Braziliaans bedrijf en werelds grootste suikerriet-producent. Daarnaast is het de tweede grootste ethanol-producent. Braskem verkoopt *green PE* onder de merknaam *I'm green™ Polyethylene*. Het suikerriet wordt in Zuid-Brazilië geteeld. Om de biodiversiteit te beschermen zoals bijvoorbeeld in het Amazone regenwoud is de uitbreiding van plantages gereguleerd. Op dit moment wordt geen *Genetically Modified Organism* (GMO) suikerriet commercieel geteeld (Braskem, 2014). Figuur 40 toont het productieproces van *green PE* uit suikerriet.



Figuur 40 Productieproces Green polyethylene (Braskem, n.d.)

Na de voorbehandelingsstap van suikerriet onder de vorm van versnijden wordt een afvalproduct *bagasse* bekomen. Dit afvalproduct bestaat uit lignocellulosemateriaal (Devi, 2012; Halford, 2010; Morales, 2015). Ook na fermentatie en rectificatie wordt een afvalproduct bekomen. In dit geval bevat deze afvalstroom, genaamd *vinasse*, veel suikers onder de vorm van cellulose en hemicellulose (Halford, 2010; Morales, 2015). Zowel *bagasse*, als *vinasse* kunnen gebruikt worden als biomassa om hernieuwbare energie op te wekken. Verder kunnen beide afvalstromen dienen als veevoeder (Devi, 2012; Morales, 2015).

3.3. Niet geschikte milieuvriendelijke materialen

Biobased materialen uit *polylactic acid* (PLA), polyhydroxyalkanoaat (PHA), cellulose, zetmeel of *blends* zijn niet geschikt voor de toepassing van Arion. Vaak zijn deze materialen duur en is er meer onderzoek en mogelijkheid tot schaalvergroting nodig (Molenveld, 2014). Het bedrijf *BeNatural* is gespecialiseerd in het promoten en implementeren van verschillende soorten betaalbare composteerbare en biodegradeerbare verpakkingen (BeNatural, n.d.). Dhr. Dirk Wens is de *Managing director* van *BeNatural*. Er werd vrijblijvend een afspraak gemaakt om advies in te winnen. Dit resulteerde o.a. in tabel 9.

Tabel 9 Overzicht prijs per kg materiaal biobased materialen

Materiaal	€ per kg
PLA	4-5
Zetmeel	5-7
Cellofaan	≥ 7
<i>Green PE</i>	3,5-3,75
PP, PE	Afhankelijk van fluctuerend olieprijs

Daarnaast beschikken sommige materialen niet over de eigenschappen om aan de verpakkingsvereisten te voldoen. In het geval van PLA bestaat de kans op deformatie van de verpakking tijdens transport in zuiders klimaat aangezien extreme temperaturen tot 60°C bereikt kunnen worden (ISTA, 2001). PLA heeft een laag glastransitiepunt van ongeveer 60°C (Anwer, 2015; Drumright, 2000). De kans op deformatie is bijgevolg reëel.

4. LCA studie

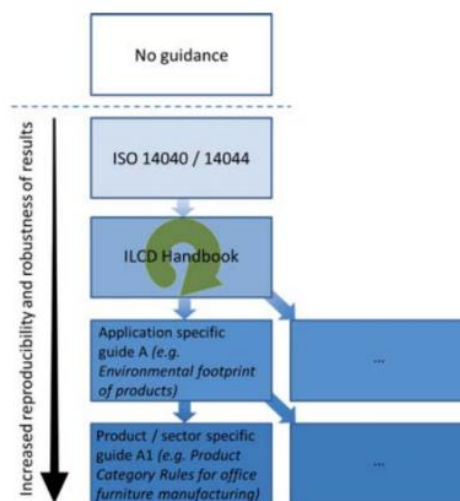
4.1. Een (traag) groeiend milieubewustzijn

In de jaren 60 en 70 merkten klimatologen een alarmerend verband op tussen de stijgende CO₂ concentratie in de atmosfeer en de stijgende temperaturen wereldwijd (UNFCCC, 2014b). In dezelfde tijd werd duidelijk dat het gebruik van chloorfluorkoolstofverbindingen (CFK's) als drijfgassen in spuitbussen (vb. dichloordifenyiltrichloorethaan (DDT) als malariabestrijdingsmiddel) en koelvloeistoffen (vb. freonen in koelkasten) nefast zijn voor de ozonlaag (Bruggemans, 2006; Milieuloket, n.d.). De wereld werd wakker met een ernstig milieuprobleem (UNFCCC, 2014b).

Pas eind jaren 80 besloot de wereld om eindelijk in actie te komen met de oprichting van *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) in 1988. Deze organisatie is het overkoepelend orgaan om de klimaatsveranderingen te onderzoeken (IPCC, n.d.-b). Uit het eerste rapport van IPCC in 1990 blijkt dat de opwarming van de aarde een feit is en dat de mens de oorzaak is (UNFCCC, 2014b).

Twee jaar later tekenden verschillende landen een internationale verklaring genaamd *The United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) om actie te ondernemen tegen de klimaatsveranderingen. Na jaren van onderhandelen werd het KYOTO protocol in 1997 ondertekend (IPCC, n.d.-a; UNFCCC, 2014a). Het KYOTO protocol is ingedeeld in 2 perioden gaande van 2008 tot 2012 en van 2013 tot 2020 (UNFCCC, 2014c).

Internationaal ontstond in 1997 de ISO 14040:1997 norm. Deze norm kadert binnen de ISO 14000 milieunormen en is een leidraad om een LCA studie uit te voeren (ISO, n.d.-a). Tot en met 2002 werden nieuwe normen ontwikkeld die elk inzoomden op een onderdeel van ISO 14040:1997. Dit *International Organization for Standardization* (ISO) framework geeft de LCA uitvoerder een startpunt maar laat een grote range aan keuzes toe wat de betrouwbaarheid negatief beïnvloedt. Dit maakt het moeilijk om verschillende studies t.o.v. elkaar te vergelijken. Daarom besloot de Europese Commissie in 2003 om een specifieke handleiding te maken om de uitvoering van een LCA studie te vergemakkelijken (figuur 41) (European Commission 2010).

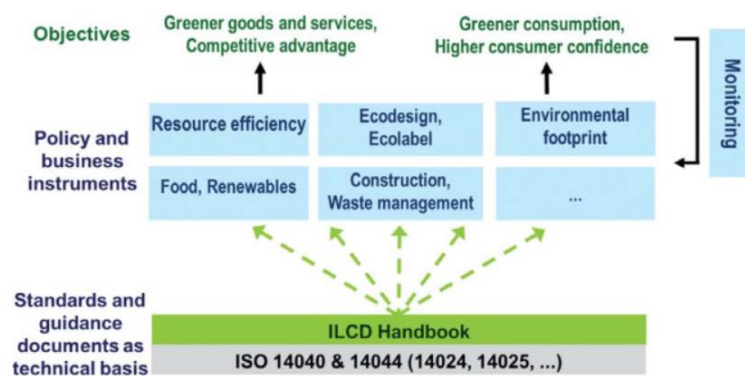


Figuur 41 Het doel van ILCD (European Commission 2010)

The International Organization for Standardization (ISO) schrapt en verving in 2006 een aantal normen. Vanaf dat moment zijn ISO 14040:2006 en ISO 14044:2006 de algemeen geldende internationale LCA normen (ISO, n.d.-a). Hieronder volgt een fragment uit de herschreven ISO 14040 norm:

“This second edition of ISO 14040, together with ISO 14044:2006, cancels and replaces ISO 14040:1997, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000 and ISO 14043:2000, which have been technically revised (ISO, n.d.-a).”

In 2010 presenteerde Europa het handboek *The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook*. Het ILCD heeft als doel om de consistentie en kwaliteit van LCA studies te waarborgen. Anno 2016 is ILCD sterk uitgebreid waarbij ieder handboek specifiek toespitst op een bepaald deelprobleem of onderdeel van een LCA studie. Deze handboeken zijn vrij te downloaden op de website “http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=86” (European Commission, 2014). Figuur 42 verduidelijkt de link tussen ISO normen en het ILCD.

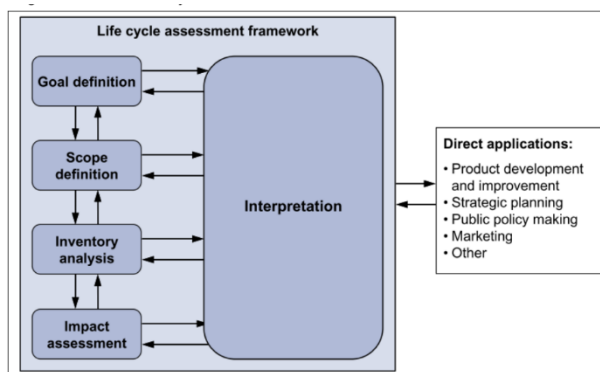


Figuur 42 Link tussen ISO normen en ILCD handboek (European Commission 2010)

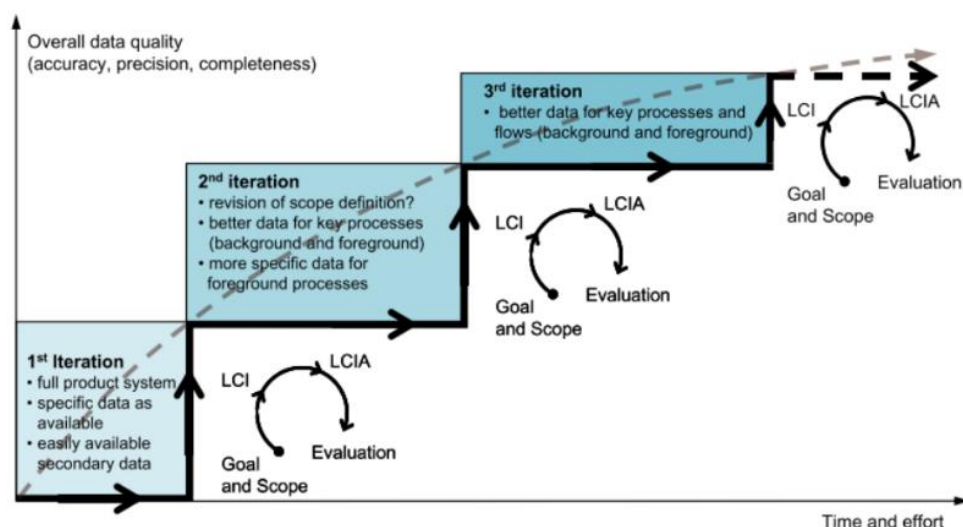
4.2. Een LCA studie uitvoeren

4.2.1. Algemene onderzoeksstrategie

De milieu-impact wordt onderzocht a.d.h.v. een LCA analyse. Figuur 43 beschrijft wat een LCA studie inhoudt volgens ISO 14040 en Europa. Na het bepalen van de doelen wordt de scope afgebakend. Gegevens worden verzameld en in de software ingegeven. De uitkomst van een LCA studie zorgt ervoor dat op een verantwoorde manier keuzes gemaakt worden op het vlak van productontwikkeling, -optimalisatie, strategische planning en marketing, etc.. LCA is een iteratieve techniek waarbij het continu interpreteren van resultaten belangrijk is om eventueel bij te sturen. Het iteratieve karakter van een LCA studie bepaalt de uiteindelijke kwaliteit (figuur 44) (ISO, 1997; Wolf, 2012).

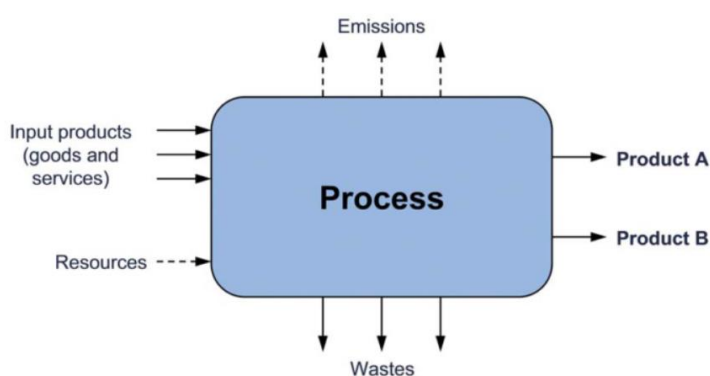


Figuur 43 LCA methodiek – framework (Wolf, 2012)



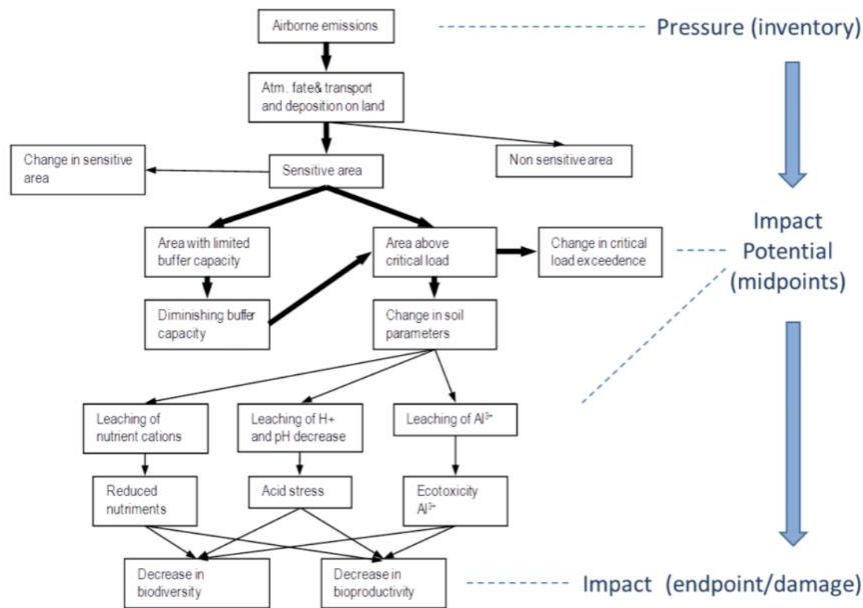
Figuur 44 Iteratieve aard van en LCA studie (Commission, 2010)

Iedere LCA studie baseert zich op in- en uitgaande stromen (figuur 45). Ingaande stromen bestaan uit producten of grondstoffen terwijl uitgaande stromen emissies, afvalstromen en afgewerkte producten omvatten. Het verbruik van ingaande stromen en het produceren van uitgaande stromen bepalen samen de totale milieu-impact van een proces (Wolf, 2012).



Figuur 45 Basismethodiek LCA studie (Wolf, 2012)

De totale milieu-impact wordt ingedeeld op basis van complexe oorzaak-effect relaties d.m.v. impactcategorieën (milieueffectcategorieën of *midpoints*) en schadecategorieën (*endpoints*). Figuur 46 schetst de complexe oorzaak-effect relatie voor de milieueffectcategorie verzuring (Wolf, 2012).



Figuur 46 Voorbeeld oorzaak-effect relatie voor de milieueffectcategorie verzuring (Wolf, 2012)

4.2.1.1. Impactcategorieën (midpoints)

Het *midpoint* niveau houdt milieu- gerelateerde categorieën of thema's in zoals klimaatsverandering, aantasting van de ozonlaag, verzuring, etc.. Doordat de eenheden waarin de milieu-effectcategorieën worden uitgedrukt moeilijk te interpreteren zijn, worden deze milieu-effectcategorieën ingedeeld in schadecategorieën. Afhankelijk van de methodiek worden impactcategorieën extra onderverdeeld. Dit staat aangegeven tussen haakjes. Europa onderscheidt volgende impactcategorieën (European Commission, 2010, 2011):

- Klimaatsverandering,
- Aantasting van de ozonlaag,
- Humane toxiciteit (kanker en/of niet kanker gerelateerd),
- Fijnstofvorming,
- Ioniserende straling,
- Fotochemische ozonvorming,
- Verzuring (van bodem, zoet- en/of zoutwater),
- Eutrofiëring of verrijking (van bodem, zoet- en/of zoutwater),
- Ecotoxiciteit (van bodem, zoet- en/of zoutwater),
- Landgebruik (natuurlijke landvorming, urbaan en agrarisch landgebruik),
- Uitputting van grondstoffen (minerale grondstoffen, fossiele brandstoffen, waterschaarste),
- Andere categorieën (Geluid, GMO's).

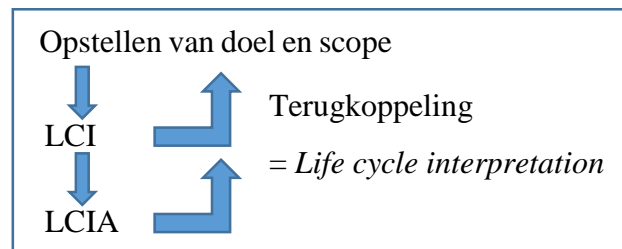
4.2.1.2. Schadecategorieën (endpoints)

De indeling van impactcategorieën in schadecategorieën verschilt per methodiek. Schadecategorieën geven een beeld van de schadelijkheid op het vlak van menselijke gezondheid, biodiversiteit en grondstoffen (Wolf, 2012).

Bij het vermelden van de term LCA vallen ook andere termen zoals LCI, LCAI, en *Life cycle impact assessment*. Deze kunnen in zekere mate herleid worden tot respectievelijk de termen *inventory analysis*, *impact assessment* en *interpretation*. (ISO, n.d.-b)

- *Life cycle assessment (LCA)*
“Het samenstellen en evalueren van de in- en uitgaande stromen samen met de potentiële milieu-impacts van een productsysteem gedurende de levenscyclus.”
- *Life cycle inventory analysis (LCI)*
“Fase in LCA die zich focust op het samenstellen en kwantificeren van in- en uitgaande stromen van een product gedurende de levenscyclus.”
- *Life cycle impact assessment (LCIA)*
“Fase in LCA met als doel het begrijpen en evalueren van de grootte en significantie van de potentiële milieu-impact van een productsysteem gedurende de levenscyclus van het product.”
- *Life cycle interpretation*
“Fase in LCA waarin de bevindingen van LCI en LCIA of beiden geëvalueerd worden en gerelateerd worden aan het doel en de scope om tot conclusies en aanbevelingen te komen.”

Figuur 47 situeert de begrippen ten opzichte van elkaar en vormt samen een LCA methodiek(ISO, n.d.-b).



Figuur 47 Situering van begrippen binnen LCA

Resultaten kunnen op verschillende manieren worden voorgesteld. Sommige voorstellingen zijn verplicht volgens ISO 14044 terwijl andere voorstellingen optioneel zijn. De volgende voorstellingen zijn verplicht volgens ISO 14044:

- Karakterisatie (*midpoints*)
De karakterisatie geeft een overzicht van de milieubelasting per impactcategorie.

Volgende grafische voorstellingen zijn optioneel volgens ISO 14044:

- Schadebeoordeling (*endpoints*)
Indien er gewerkt wordt met schadecategorieën dan worden de *midpoints* ingedeeld in *endpoints*.

- Enkelvoudige score
“Iedere schadecategorie wordt omgerekend naar de eenheid milipunt (mPt). Een milipunt komt overeen met één miljoenste van de totale milieubelasting van een gemiddelde Europeaan. Vervolgens worden de 3 schadecategorieën opgeteld waardoor een beeld van de totale milieu-impact wordt verkregen per productsysteem.”
- Normalisatie
“Normalisatie is de berekening van de relatieve grootte van een mid- of endpoint t.o.v. een referentie-eenheid (grootste waarde) en wordt uitgedrukt als absolute waarde. Zo kunnen de contributies in de verschillende milieu-impactcategorieën gereduceerd worden naar één en dezelfde noemer.”
- Weging
“Weging is het omzetten en optellen van impactcategorieën die een beeld geven per schadecategorie uitgedrukt in milipunten. Het verschil met enkelvoudige score is dat de impactcategorie een gewicht krijgt. Het aandeel per impactcategorie is bijgevolg niet altijd gelijk.”
- Groepering
“Er kan ook gekozen worden om impactcategorieën op een andere manier in te delen dan voorgeschreven door een methodiek. Dit moet duidelijk worden aangegeven in het doel en de scope van de LCA studie.”
- Individueel profiel
“Soms kan het handig zijn om de verschillende onderdelen van een productsysteem t.o.v. elkaar te onderzoeken. Op deze manier kan nagegaan worden welke component het meest milieubelastend is.”

ISO 14044 schrijft richtlijnen voor om de significantie van resultaten te interpreteren a.d.h.v. de contributie (tabel 10). Deze richtlijnen gelden bij de analyse van individuele profielen. Bij vergelijking van enkelvoudige scores dient een verschil van 50% als vuistregel aangenomen worden door onzekerheden zoals o.a. de gebruikte wegingsmethoden (ISO, n.d.-b).

Tabel 10 Contributie, significantie en belangrijkheid (ISO, n.d.-b)

Contributie	Invloed	Belangrijkheid
Contributie > 50%	significante invloed	meest belangrijk
25% < contributie < 50%	relevante invloed	zeer belangrijk
10% < contributie < 25%	enige invloed	redelijk belangrijk
2,5% < contributie < 10%	minder van invloed	weinig belangrijk
Contributie < 2,5%	verwaarloosbare invloed	niet belangrijk

ISO 14044 is niet duidelijk over de interpretatie van grafische voorstellingen normalisatie, *midpoints*, weging en *endpoints*. Om de significantie na te gaan kan een duimregel van OVAM gebruikt worden. Deze duimregel houdt rekening met goed gedefinieerde impactcategorieën (uitputting van minerale – en fossiel grondstoffen, klimaatsverandering en aantasting van de ozonlaag) en minder goed gedefinieerde impactcategorieën (verzuring, eutrofiëring en humane toxiciteit). Bij het vergelijken van verpakkingsconcepten wordt een verschil van 20% en 30% gezien als een significant verschil voor respectievelijk goed gedefinieerde impactcategorieën en minder goed gedefinieerde impactcategorieën (OVAM, 2006).

4.2.2. Soorten LCA methodologieën

Om Europees en internationaal uniformiteit te brengen in de ontwikkeling van LCA methodologieën en software heeft Europa verschillende methodologieën onderzocht (tabel 11) (European Commission, 2010).

Tabel 11 Overzicht meest geschikte LCA methodologieën (European Commission, 2010)

Methodology	Developed by	Country of origin
CML 2002	CML	Netherlands
Eco-indicator 99	Pré	Netherlands
EDIP97- EDIP2003	DTU	Denmark
EPS 2000	IVL	Sweden
Impact 2002+	EPFL	Switzerland
LIME	AIST	Japan
LUCAS	CIRAIG	Canada
ReCiPe	RUN + Pré + CML + RVIM	Netherlands
Swiss Ecoscarcity 07	E2 + ESU-services	Switzerland
TRACI	US EPA	USA
MEEuP	VhK	Netherlands

Doordat niet elke methode rekening houdt met dezelfde impact-categorieën bestaat er geen uniforme LCA methodiek geschikt om alle milieuaspecten te onderzoeken. Dit komt omdat het doel, de bestudeerde tijd (heden, korte of lange termijn), plaats (geografisch vb. Europa of Canada) en data onzekerheden, etc. variëren per methodiek. Tabel 12 geeft een overzicht van de best toepasbare methodologieën en welke impact-categorieën deze inhouden. Dit is echter geen opsomming van alle LCA methodologieën (European Commission, 2010, 2011)

Tabel 12 Overzicht beschikbare LCA methodologieën (European Commission, 2010)

	Klimaatverandering	Aantasting ozonlaag	Fijnstof vorming	Humane toxiciteit	Ioniserende straling	Ecotoxiciteit	Vorming van fotochemische oxidanten	Verzuring	Eutrofiëring bodem	Eutrofiëring water	Landgebruik	Verbruik grondstoffen
CML 2002	O	O		M	O	O	M	M	M	M	O	M
Eco-indicator 99	E	E	E	O	O		E	E	E		E	E
EDIP 2003	O	M	O	M	O	M	M	M	M	M		M
EPS 2000	E	E	E	E	O	E	E	O	O	O	E	E
Impact 2002	O	O	E	ME	O	ME	E	ME		ME	O	E
LIME	E	E	M	E		O	ME	ME	O	E	E	E
LUCAS	O	O		O		O	O	O	O	O	O	O
MEEuP	O	O	M	M		M	M	M	M	M		Water
ReCiPe	ME	E	ME	ME	O	ME	ME	ME	O	ME	ME	E
Swiss Ecoscarcity 07	O	O	O	O	ME	M	O	O	O	O	ME	Water
TRACI	O	O	M	M		M	M	M	O	M		O

De letters “M” en “E” betekenen dat de methode de milieucategorie beschouwt als respectievelijk *mid-* en/of *endpoint*. De letter “O” betekent dat de scope van de Europese Commissie niet verder ingaat op de milieucategorie van een bepaalde methode (European Commission, 2010, 2011).

De *ReCiPe* methode beschikt over uitgebreide mogelijkheden om milieucategorieën te onderzoeken op het vlak van impact en schade. Zo beveelt de Europese Commissie aan om o.a. klimaatverandering, aantasting van de ozonlaag en het gebruik van fossiele grondstoffen te onderzoeken met de *ReCiPe* methode. Bijgevolg wordt de *ReCiPe* methode gebruikt om de milieu-impact in te schatten van de huidige verpakkingen van Arion en van nieuwe verpakingsconcepten (European Commission, 2010, 2011).

4.2.2.1. *ReCiPe* methode

De *ReCiPe* methode uit 2008 is gebaseerd op de methodologieën Eco-indicator 99 en CML 2002. Het doel van de *ReCiPe* methode bestaat erin om *midpoints* en *endpoints* op een consistente manier aan elkaar te linken. Tabel 13 geeft een beeld van de indeling van impactcategorieën in schadecategorieën. De eenheden van de impactcategorieën corresponderen met de meest typerende stof, oppervlakte of volume. Menselijke gezondheid wordt uitgedrukt in DALY. Deze eenheid is een maat voor het aantal verloren levensjaren onder de vorm van een verkort leven of ten gevolge van invaliditeit. Het verlies aan soorten per jaar geeft een indicatie van de diversiteit in ecosystemen. Het symbool “\$” correspondeert met de kosten in US dollars die nodig zijn om een grondstof opnieuw beschikbaar te maken wanneer deze grondstof uitgeput geraakt (Schryver, 2013).

Tabel 13 Overzicht indeling impactcategorieën en schadecategorieën (European Commission, 2010, 2011; Schryver, 2013)

Impactcategorie	Eenheid	Schadecategorie	Eenheid
Klimaatverandering	kg CO ₂ -eq.	Menselijke gezondheid	DALY
Aantasting ozonlaag	kg CFC-11eq.		
Humane toxiciteit	kg 1,4-DCB-eq.		
Vorming van fotochemische oxidanten	kg NMVOC		
Fijnstofvorming	kg PM ₁₀ -eq.		
Ioniserende straling	kg U235-eq.		
Verzuring van bodem	kg SO ₂ -eq.	Diversiteit in ecosystemen	Species.yr
Eutrofiëring van zoetwater	kg P-eq.		
Eutrofiëring van zoutwater	kg N-eq.		
Ecotoxiciteit, bodem	kg 1,4-DCB-eq.		
Ecotoxiciteit, zoetwater	kg 1,4-DCB-eq.		
Ecotoxiciteit, zoutwater	kg 1,4-DCB-eq.		
Landgebruik, agrarisch	m ² a		
Landgebruik, urbaan	m ² a		
Natuurlijke landomvorming	m ²	Beschikbaarheid van grondstoffen	\$
Waterschaarste	m ³		
Uitputting fossiele brandstoffen	kg oil-eq.		
Uitputting minerale grondstoffen	kg Fe-eq.		

Op de website van *Pré-sustainability* staat een rapport waarin impactcategorieën gedetailleerd worden omschreven inclusief integraal berekeningen (Schryver, 2013).

De *ReCiPe* methode hanteert een bepaalde visie op 3 niveaus (PréConsultants, n.d.):

- *Individualist* (korte termijn vb. 20 jaar)
Op korte termijn kijken kan problemen in de nabije toekomst voorkomen. Dit model werkt enkel met milieueffecten waarover wetenschappers het eens zijn dat ze een invloed hebben op het milieu.
- *Hierarchist* (consensus model vb. 100 jaar)
Dit model wordt vaak in wetenschappelijke modellen gebruikt als standaardmodel. Het is een mix van korte en lange termijn.
- *Egitarian* (lange termijn vb. 500 jaar)
De toekomst is moeilijk te voorspellen. Daarom is dit model het meest voorzichtige model van de 3 modellen.

4.2.3. Hulpmiddelen: *Ecolizer 2.0*

De *Ecolizer 2.0* is een hulpmiddel, ontwikkeld voor designers door de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) dat zich richt op *ecodesign* (OVAM). OVAM staat in voor het kwaliteitsvol en efficiënt beheren van afval, materialen en bodem in Vlaanderen. De berekening van de data is gebaseerd op de *ReCiPe* methode waarin *midpoints* en *endpoints* omgerekend worden tot 1 indicator eenheid (milipunt). De schadecategorieën worden gewogen op een schaal van 1000. De menselijke gezondheid en ecosystemen zijn belangrijker dan het gebruik van grondstoffen. Tabel 14 toont het aandeel van iedere schadecategorie (OVAM, 2009).

Tabel 14 Aandeel schadecategorie in *Ecolizer 2.0*

Schadecategorie	Aandeel
Menselijke gezondheid	400
Ecosystemen	400
Grondstoffen	200

Milipunten geven de graad van milieubelasting aan op het vlak van materialen, bewerkingsprocessen, energie, transport, recyclage en afvalverwerking. Dit maakt het mogelijk om materialen en processen relatief t.o.v. elkaar te vergelijken. Een hoge score indiceert een hoge milieu-impact. Vermits de *Ecolizer* zich baseert op de enkelvoudige score, is er een relatief hoge onzekerheid, vandaar dat deze tool enkel ontwikkeld is voor designers als eenvoudig hulpmiddel (OVAM, 2009).

Ecolizer 2.0 werkt met verschillende stappen. In een eerste stap wordt het product beschreven. Daarna wordt de levensloop van het product schematisch voorgesteld. De levensloop omvat productie, gebruik, afvalverwerking en eventueel transport en/of recyclage. Na het bepalen van een functionele eenheid worden materialen gekwantificeerd per proces. Dit kan eventueel a.d.h.v. schattingen. Resultaten worden bekomen door de opgezochte eco-indicatorwaarden te vermenigvuldigen met de hoeveelheden materiaal. In een laatste stap worden ramingen en onzekerheden gecontroleerd. De grootte van de scores zijn een indicatie om een proces of product te vergelijken. Hierbij speelt de sensitiviteit van de analyse een grote rol. Zo kan de voorkeur van een product of proces veranderen indien de hoeveelheid materiaal licht wijzigt.

Bij het afwezig zijn van een specifieke indicator waarde wordt een indicatiewaarde gegeven van een vergelijkbaar proces of product (OVAM, 2009).

In het geval van de logistieke flow bij Arion is het moeilijk om de milieu-impact van het transport nauwkeurig te onderzoeken. *Ecolizer 2.0* kan een indicatie van de milieuvriendelijkheid geven per transportmiddel. De transportmiddelen vrachtwagen, vrachtschip, vliegtuig en trein worden onderzocht.

4.2.4. Softwaremodellen

Er zijn verschillende software modellen op de markt zoals *SimaPro7*[®], *GaBi5*[®], *Umberto*[®], *Quantis Suite 2.0*[®], *EarthSmart*[®], *Sustainable Minds*[®], *Enviance System 6.4*[®], ... met elk voor- en nadelen. De keuze van het programma hangt af van de scope en het product. Europa geeft in een onderzoeksrapport over energiebesparing in gebouwen d.m.v. LCA een overzicht van algemene bestaande LCA softwaremodellen (figuur 48). Uit dit overzicht blijkt dat het softwareprogramma *SimaPro* over uitgebreide mogelijkheden beschikt en geschikt is als onderzoeksmiddel (Loijos, 2012; Peuportier, n.d.).

Program	Development Company	Contact	Comments
Boustead	Boustead Consulting (UK)	http://www.boustead-consulting.co.uk	Very complete tool suitable for LCA studies in the Steel, Chemical and Plastics Industry
Eco-it	Pré Consultants (NL)	http://www.pre.nl	Especially suitable for designers of products and containers. It uses Ecoindicator '99. It is easy to use.
Ecopro	Sinum AG. - EcoPerformance Systems (CH)	http://www.sinum.com	It allows simple life cycle studies of products to be realized. It uses BUWAL database.
Ecoscan	TNO Industrial Technology (NL)	http://www.ind.tno.nl	Can be used by technicians and those in charge of implementing eco-design of products. It has several databases and is easy to use.
Euklid	Fraunhofer-Institut (DE)	http://www.ivv.fhg.de	Program directed at LCA studies of industrial products.
KCL Eco	Finnish Pulp and Paper Research Institute (FI)	http://www.kcl.fi/eco	Possesses a very complete user interface. Uses Ecoindicator 95 or DAIA 98 and has good data for the paper industry.
GaBi 4	PE INTERNATIONAL GmbH and LBP, University of Stuttgart (DE)	http://www.gabi-software.com	Apart from conventional uses of LCA this program also includes the possibility of performing an economic analysis through the inclusion of the Life Cycle Costs (LCC) and social impacts through Life Cycle Working Environment (LCWE).
LCAit	Chalmers Industriteknik (SE)	http://www.ekologik.cit.chalmers.se	Main application is in the area of containers and paper products.
Miet	Leiden University (NL)	http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/software	Works with MS Excel and is based on environmental data from USA. It is free to use
Pems	Pira International (UK)	http://www.piranet.com/pack/lca_software.htm	Can be used by experts or novices in the field. Possesses a flexible user interface.
Simapro	Pré Consultants (NL)	http://www.pre.nl	Allows LCAs to be carried out using multiple impact evaluation methodologies. Comes with several complete databases. Suitable for design or R&D departments
Team	Ecobilan (FR)	http://www.ecobilan.com	Very complete tool flexible and powerful although more complicated to use. Allows cost information to be entered.
Wisard	Pricewaterhouse Coopers (FR)	http://www.pwcglobal.com	Suitable for economic and environmental impact analysis for municipal solid waste.
Umberto	lfueu-Institut (DE)	http://www.umberto.de	Gives high quality data and transparent results. Data libraries are complete and flexible. Suitable for performing business eco-balances.

Figuur 48 Overzicht LCA software (Peuportier, n.d.)

4.2.4.1. *SimaPro8*[®]

De voordelen van *SimaPro7*[®] zijn dat het robuust en uitgebreid op fouten getest is. Bovendien geniet *SimaPro7*[®] algemene bekendheid. Daarnaast draait *SimaPro7*[®] gemakkelijk op hardware en software van *Windows* en kan het beschouwd worden als “lichte” maar toch behoorlijk uitgebreide software. Zo kan *SimaPro7*[®] de carbon footprint, en milieu-impact berekenen binnen een zekere statistische nauwkeurigheid en precisie. Via het VerpakkingsCentrum/imo-imec is het mogelijk om met de LCA software *SimaPro8*[®] te werken. *SimaPro8*[®] is een geüpdatete versie van *SimaPro7*[®]. Dezelfde voor- en nadelen kunnen afgeleid worden (Loijos, 2012). *SimaPro8*[®] kan de resultaten grafisch voorstellen als enkelvoudige score, karakterisatie, shadebeoordeling, weging en normalisatie (Goedkoop, n.d.; Oele, n.d.).

SimaPro8[®] benadert dezelfde werkwijze als de realiteit. In een submap wordt het materiaal geproduceerd. Een bovenliggende map geeft aan welke afwerkingsstappen het materiaal doorloopt. Het produceren van een materiaal en het afwerken tot een eindproduct gaat gepaard met materiaalverlies. Het programma *SimaPro8*[®] geeft dit aan d.m.v. een verliesfactor (Goedkoop, n.d.; Oele, n.d.).

4.2.5. Inhoud van een LCA rapport toegepast op Arion

De inhoud van deze paragraaf geeft een beeld van welke inhoud in een LCA rapport dient te staan. Een LCA rapport volgens ISO 14040 en ISO 14044 bestaat uit 2 belangrijke onderdelen namelijk een beschrijving van het doel en de scope (ISO, n.d.-a, n.d.-b).

Het **doel** bevat de volgende elementen:

- De redenen voor het uitvoeren van de LCA studie en de beoogde toepassing.

Vanuit MVO wil Arion overschakelen naar een milieuvriendelijker verpakkingsconcept. Deze LCA studie wordt als selectiecriteria gebruikt, naast prijs en kwaliteit om nieuwe milieuvriendelijke verpakkingsconcepten te vergelijken met de huidige plastic verpakkingen. Het verpakkingsconcept met de meest optimale verhouding op het vlak van milieu, prijs en kwaliteit wordt geselecteerd.

- De doelgroep en hoe de resultaten aan het publiek worden bekend gemaakt.

De doelgroep is in de eerste plaats het bestuur van Arion. Na het uitvoeren wordt beslist of de resultaten van de LCA studie worden bekend gemaakt aan het publiek. Dit kan bijvoorbeeld a.d.h.v. een verpakkingsclaim op de nieuwe verpakking.

Een goed gedefinieerde **scope** houdt het volgende in:

- De te bestuderen productsystemen worden weergegeven a.d.h.v. materiaalcompositie en flowdiagrammen.

In deze LCA studie zijn de te bestuderen productsystemen alle huidige en nieuwe verpakkingsmaterialen en -concepten. De materiaal- en conceptsamenstelling wordt in *Hoofdstuk 5 Concepten* besproken. Het materiaal karton wordt vergeleken met LDPE en PP. Het materiaal *green PE* valt buiten deze scope omdat dit materiaal nog niet in de LCA database geïntegreerd is. Dit komt voornamelijk omdat de berekening voor de milieu-impact van het landgebruik nog niet gestandaardiseerd is. *Green PE* kan in de scope opgenomen worden wanneer alle in- en uitgaande stromen in detail zouden gekend zijn.

- De functionele eenheid van het productsysteem is de referentie-eenheid waarmee productsystemen vergeleken worden.

De materialen en concepten worden respectievelijk per kg en per eenheidsverpakking vergeleken. Ook worden de concepten vergeleken op jaarbasis wat overeenkomt met 270 000 verpakkingen.

- De systeemgrenzen bepalen de breedte van de scope en omvatten alle processen die deel uitmaken van het productsysteem. Dit geeft een beeld van de weg die een product aflegt tijdens de productlevensduur en in welke mate deze weg in zijn geheel of gedeeltelijk bestudeerd wordt. Zo onderzoekt een uitgebreide LCA studie de gehele levenscyclus van *cradle to cradle* of van *cradle to grave*. Bij *cradle to cradle* wordt de hele levenscyclus van het product of verpakking bestudeerd waarbij recyclage en hergebruik een belangrijke rol spelen. Bij *cradle to grave* worden de stappen bestudeerd van grondstofwinning tot afvalverwerking.

In deze studie wordt enkel rekening gehouden met grondstofwinning en productie van een materiaal of concept. Het transport en afvalbehandeling worden niet bestudeerd wegens te complex. Zo verschilt de samenstelling van het groupage transport per rit en varieert het afvalbeleid per land wereldwijd te sterk. Zoals aangegeven in *Hoofdstuk 1.2.2.4. Logistiek* varieert ook het gebruik van houten kragen afhankelijk van de actuele voorraad. Het is mogelijk om een indicatie van het meest vervuilende transportmiddel (truck, schip, trein of vliegtuig) te geven a.d.h.v. *Ecolizer 2.0*.

- Toewijzingen zijn nodig om in- of uitgaande stromen van een proces of productsysteem onder te verdelen in deelproductsystemen.

De plastic verpakkingen van Arion bestaan uit 3 verpakkingsconcepten. Op jaarbasis zijn dit 110 700 2-ledige mapjes, 24 300 3-ledige mapjes en 135 000 zakjes.

- Een goede selectie van de te gebruiken methodiek en impact-categorieën is nodig om de milieu-impact in uit te drukken. Er bestaan verschillende methoden om een LCA studie uit te voeren waarbij iedere methode al dan niet dieper ingaat op een bepaalde impact-categorie.

De *ReCiPe* methode wordt gebruikt omdat van alle methodieken, het de meeste flexibiliteit biedt om milieucategorieën te onderzoeken op zowel *midpoint*- als *endpoint*-niveau. Deze methode is geschikt om impactcategorieën zoals klimaatsverandering, aantasting van de ozonlaag en uitputting van fossiele brandstoffen mee te onderzoeken.

- Randvoorwaarden

Vele gegevens worden verzameld via leveranciers, Arion, eigen metingen, de *SimaPro* database of schattingen. Deze info wordt in het LCA softwareprogramma *SimaPro8*[®] van het VerpakkingsCentrum/imo-imomec ingevoerd om een zo goed mogelijk beeld te geven van de verhoudingen tussen de huidige verpakkingen en nieuwe verpakkingsconcepten.

- Veronderstellingen en beperkingen

Voor deze LCA studie wordt de *ReCiPe* methode gebruikt met als model *Hierarchist (average)* omdat dit een goede mix geeft tussen korte en lange termijn. De term *average* duidt op de afwezigheid van wegingsfactoren. Deze methodiek en bijhorend model worden standaard aangeraden door het programma *SimaPro8*[®]. Wegingsfactoren worden voor de LCA studie van Arion niet gebruikt om een zo objectief mogelijk resultaat te bekomen. Ook is dit een betere simulatie van de realiteit. Voorzichtigheid is vereist bij het omgaan van de resultaten. Soms is data niet direct beschikbaar en worden schattingen gemaakt. De LCA analyse is uitgevoerd met als functionele eenheden 1kg, 1 verpakking en 270 000 verpakkingen. Het transport is niet in de LCA studie opgenomen wegens te complex.

- Datakwaliteit geeft een beeld van de betrouwbaarheid van de LCA studie

Deze kwaliteit van de data is sterk afhankelijk van de input van de bedrijven en bepaalt in grote mate de betrouwbaarheid van de LCA studie. Gegevens worden verzameld via leveranciers, Arion, eigen metingen, de *SimaPro*-database, literatuur, internet of schattingen. Geografisch situeert de scope zich in Europa. De gebruikte data van Arion is representatief voor de actuele situatie in 2015-2016.

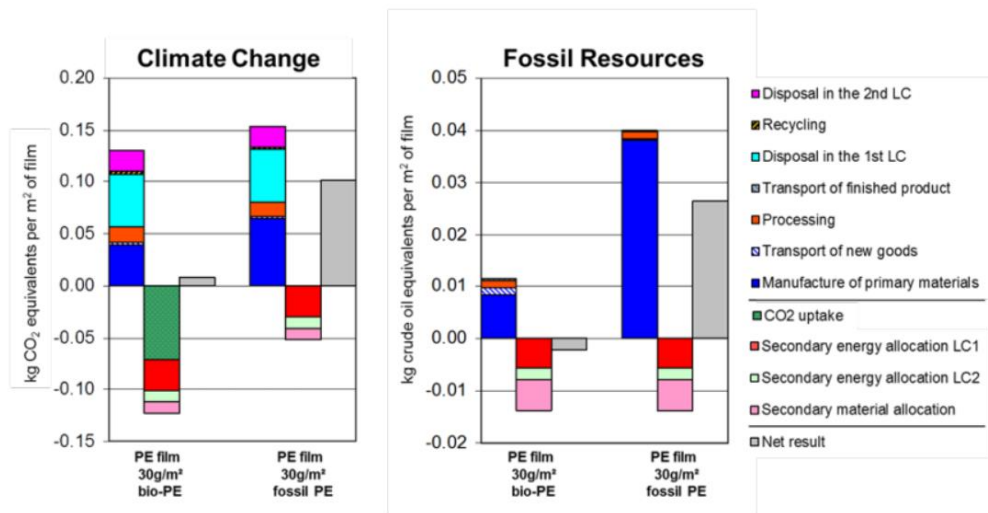
4.3. LCA studie: *green* LDPE uit suikerriet t.o.v. fossiele LDPE

In de literatuur zijn er artikels die het *green* LDPE van Braskem milieugericht vergelijken met de conventionele LDPE. Zo vergelijken Liptow en Tillman in 2012 1kg LDPE uit suikerriet met 1kg fossiele LDPE afkomstig uit het Midden Oosten. De scope beschouwt de levenscyclus van productie tot afvalverwerking. De onderzochte milieu-categorieën zijn klimaatverandering, verzuring, eutrofiëring, uitputting van de ozonlaag en energieconsumptie (Tillman, 2012).

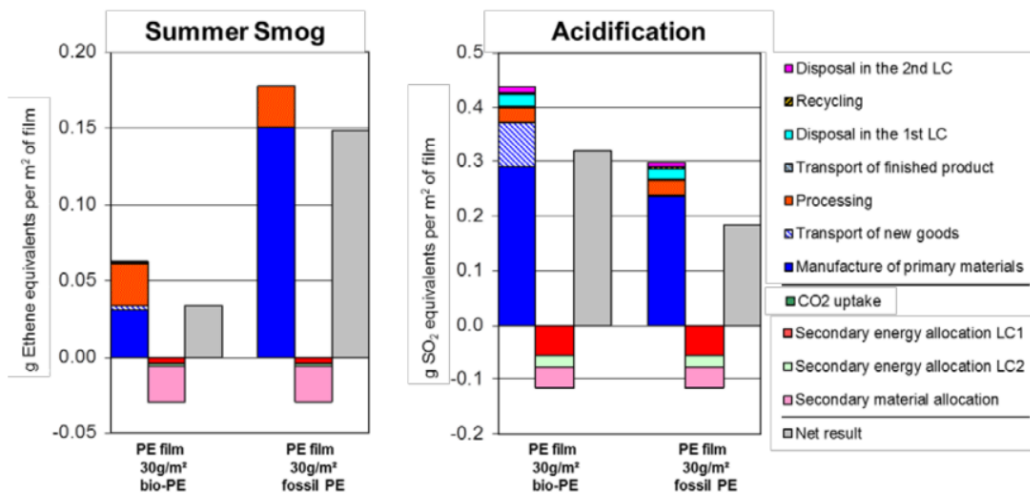
Direct en indirect landgebruik hebben een grote impact op het resultaat van de LCA studie. Direct landgebruik kan omschreven worden als het omvormen van het land van bijvoorbeeld bos naar landbouwgrond. Bij indirect landgebruik wordt in kaart gebruikt wat nodig is om landbouwgrond geschikt te maken voor het telen van een specifiek gewas terwijl dit gewas niet vanaf het begin geteeld werd. Doordat er geen standaardmethode is om het landgebruik op een correcte manier in kaart te brengen is er veel variatie op de meting. Een ander probleem is de integratie van deze metingen in LCA software. Naast het landgebruik hebben ethanolproductie, polymerisatie en lange afstand zeetransport een milieu-impact op LDPE productie uit suikerriet. Het lange afstand zeetransport is het meest milieubelastend o.w.v. de uitstoot van stikstofoxides, zwaveldioxide en koolstofmonoxides (Tillman, 2012).

Er is meer energie nodig om *green* LDPE te maken dan fossiele LDPE. Als het productieproces van *green* LDPE beschouwd wordt, dan vindt er op 2 niveaus een CO₂ reductie plaats t.o.v. de fossiele LDPE. Enerzijds neemt de plant CO₂ op tijdens de groei en anderzijds wordt het afvalproduct van planten zoals *bagasse* of *vinasse* gebruikt om hernieuwbare energie op te wekken waardoor geen fossiele energie gebruikt wordt. Bijgevolg wordt geconcludeerd dat *green* LDPE milieuvriendelijker tot even milieuvriendelijk is als fossiele LDPE op het vlak van klimaatsveranderingen indien de CO₂ uitstoot wordt beschouwd. Voor de categorieën verzuring, eutrofiëring en uitputting van de ozonlaag zijn geen verschillen tussen beide LDPE materialen vastgesteld (Tillman, 2012).

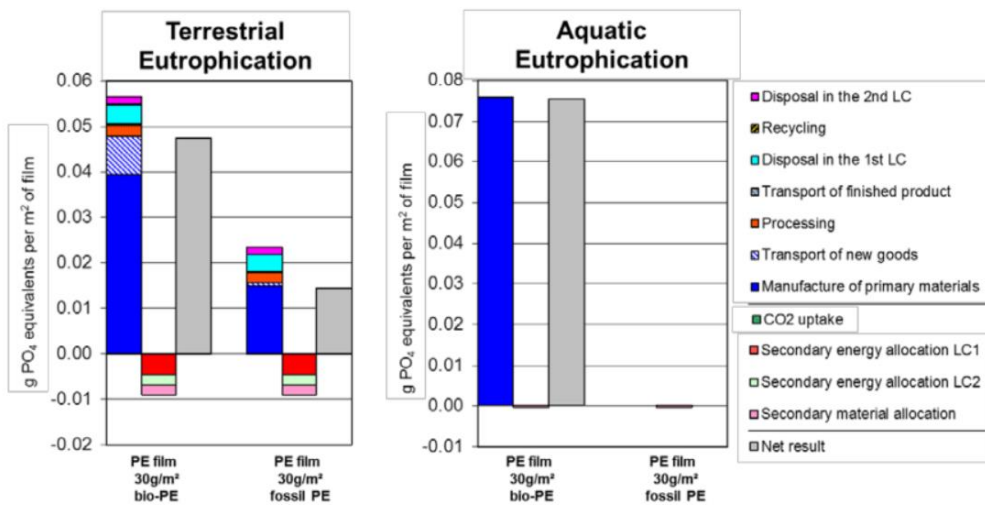
In 2013 werd 1 m² of 30g *green* LDPE vergeleken met fossiele LDPE door Detzel. De LCA scope is vergelijkbaar met deze van Liptow and Tillman. Een verschil is dat de studie van Tillman zich situeert in Zweden terwijl de LCA studie van Detzel in Duitsland plaatsvond. Er is een kleinere impact voor *green* LDPE op het vlak van klimaatsverandering, gebruik van fossiele grondstoffen en zomersmog maar een hogere impact voor verzuring, toxiciteit voor de mens, eutrofiëring van land en water (figuren 49 -53). De hogere impact wordt veroorzaakt door het gebruik van meststoffen en transport. Net zoals Liptow en Tillman wordt in deze LCA studie van Detzel de opmerking gemaakt dat het landgebruik moeilijk in te schatten is (Detzel, 2013).



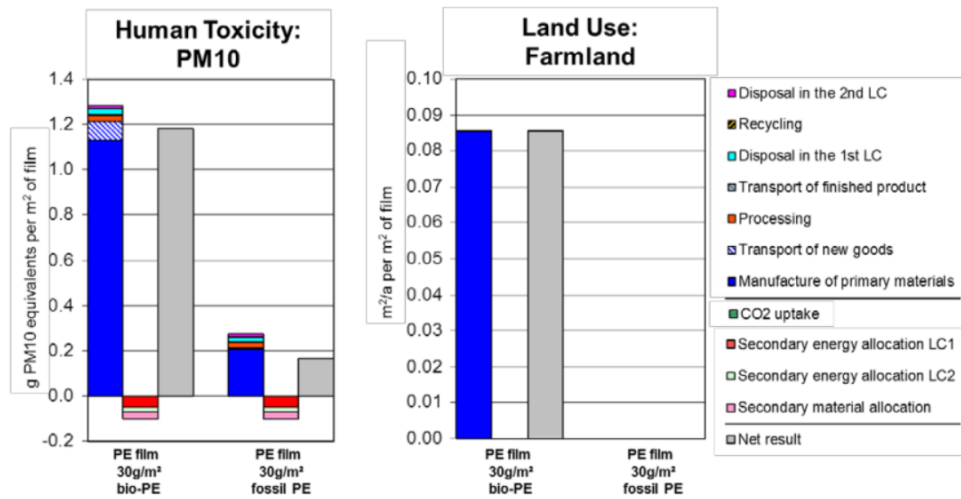
Figuur 49 Vergelijking green PE en fossiele PE voor klimaatsverandering (links) en uitputting van fossiele grondstoffen (rechts) (Detzel, 2013)



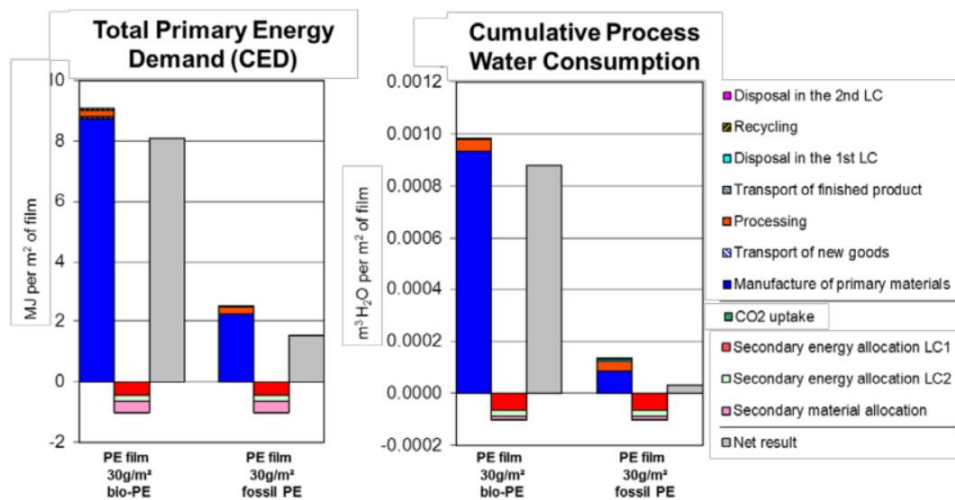
Figuur 50 Vergelijking green PE en fossiele PE voor zomersmog (links) en verzuring (rechts) (Detzel, 2013)



Figuur 51 Vergelijking green PE en fossiele PE voor bodem- en waterverrijking (Detzel, 2013)



Figuur 52 Vergelijking green PE en fossiele PE voor humane toxiciteit (links) en landgebruik (rechts) (Detzel, 2013)










Figuur 53 Vergelijking green PE en fossiele PE voor energiebehoefte (links) en waterverbruik (rechts) (Detzel, 2013)

Uit bovenstaande LCA studies over *green* LDPE kan afgeleid worden dat milieuvriendelijker niet op alle vlakken mogelijk is. Tegenwoordig ligt de focus vooral op klimaatveranderingen, zomersmog en fossiel grondstof-gebruik (Detzel, 2013).

5. Concepten

Op basis van de opgestelde verpakkingsvereisten worden concepten aangevraagd bij de verpakkingsleveranciers Vekopak, Smurfit Kappa, DS Smit. Dit resulteerde in kartonnen concepten zonder uitgestanst venster en concepten met een uitgestanst venster. In het geval van een venster moet het boekje op één of andere manier gefixeerd worden. Alle kartonnen concepten worden plano aangeleverd. Enkel bij het concept van Vekopak is een extra handeling nodig in de vorm van het opzetten en plooiën. Naast kartonnen modellen werd een verpakkingsconcept uit *green PE* aangevraagd bij Oerlemans Plastics. In totaal zijn er 7 concepten die onderzocht worden op milieuvriendelijkheid, prijs en kwaliteit (tabel 15). Afmetingen zijn gegeven voor een dichtgevouwen verpakkingen zonder inhoud.

Tabel 15 Overzicht materiaal, gewicht en afmetingen verpakkingsconcepten

	Vekopak venster	Vekopak label	Smurfit Kappa venster	Smurfit Kappa label	DS Smith venster	DS Smith label	Oerlemans Plastics
							
Materiaal	Vlakkarton	Vlakkarton	Vlakkarton	Vlakkarton	Golfkarton	Golfkarton	<i>Green PE</i>
Gewicht (g)	24,32	25,33	31,27	31,44	46,52	46,90	3,82
Lengte (cm)	23,00	23,00	25,00	25,00	25,70	25,70	22,00
Dikte (cm)	2,80	2,80	0,20	0,20	0,40	0,40	50 μ m
Breedte (cm)	13,50	13,50	19,50	19,50	16,00	16,00	16,50

5.1. Vekopak

Tabel 16 geeft een overzicht van algemene info i.v.m. het verpakkingsconcept van Vekopak.

Tabel 16 Algemene info concept Vekopak

Materiaal	GC houtslip karton met crème zijde
Label	FSC mix
Gebleekt	Ja
Totaal gramgewicht (g/m²)	255
Inkt	Niet watergebaseerd, migratie- en geurarm
Lijm	Watergebaseerd
Bedrukkingstype	Lak (offset) Inkten (flexografie)

Om het boekje te fixeren wordt gewerkt met een *insert* (figuur 54). Het boekje wordt tussen klemmen gefixeerd en de *insert* wordt geplooid. Vervolgens wordt de *insert* in het doosje geschoven.



Figuur 54 Voorkant insert (links) en achterkant insert (rechts)

Tabel 17 beschrijft het gewicht en afmetingen van de insert in het concept van Vekopak met venster.

Tabel 17 Overzicht gewicht en afmetingen insert

Gewicht insert (g)	9,65
Lengte (cm)	13,40
Dikte (cm)	2,50
Breedte (cm)	21,50

5.2. Smurfit Kappa

Tabel 18 geeft een overzicht van algemene info i.v.m. het verpakkingsconcept Smurfit Kappa.

Tabel 18 Algemene info concept Smurfit Kappa

Materiaal	GC houtslip karton met crème zijde
Label	FSC mix
Gebleekt	Ja
Totaal gramgewicht (g/m²)	280
Inkt	Niet watergebaseerd
Bedrukkingstype	Offset

5.3. DS Smith

Tabel 19 beschrijft algemene info i.v.m. het verpakkingsconcept van DS Smith.

Tabel 19 Algemene info concept DS Smith

Materiaal	Golfkarton
Golf	F
Label	FSC mix
Gebleekt	Ja
Totaal gramgewicht (g/m²)	320
GD2 (gestreken duplex)	210
Wellenstof	90
Wit duplex	120
Inkt	Watergebaseerd
Lijm	Op basis van zetmeel
Bedrukkingstype	Offset

5.4. Oerlemans Plastics

Tabel 20 geeft een overzicht van algemene info i.v.m. het verpakkingsconcept van Oerlemans Plastics.

Tabel 20 Algemene info concept Oerlemans Plastics

Materiaal	<i>Green PE</i> uit suikerriet
Afkomst	Brazilië (Braskem)
Inkt	Niet biogebaseerd
Lijm	Op basis van silicone
Bedrukkingstype	Flexografie
Materiaal plakstrip	Zilveren PET schutlaag

5.5. Andere gecontacteerde leveranciers

Naast bovenstaande leveranciers zijn ook de volgende leveranciers gecontacteerd (tabel 21).

Tabel 21 Overzicht andere gecontacteerde leveranciers

Leverancier	Materiaal van interesse
VPK	Kraft golfkarton
CornelisPlastics	<i>Green PE</i>
Daklapack	<i>Green PE</i>
FlexFilmFolie	PLA
Compost Bag	Composteerbare zakken
AlpagroPlastics	Composteerbare zakken
Corbion	PLA monomeren
Kaneka	Aonilex [®]
Novamont	Zetmeel blend (Materbi [®])
NatureWorks	PLA (Ingeo TM)

Na telefonisch contact met bovenvermelde leveranciers werd een concept uitgewerkt met de verpakkingsleverancier VPK. De *handling* bij het plooien (± 1 minuut) en het hoge gewicht (± 61 g) van de verpakking uit golfkarton vormden een struikelblok bij het concept van VPK. Dit werd veroorzaakt door het op zijn plaats houden van de handleiding. Dit beperkte de vrijheid in het ontwerp. Daarom werd beslist om dit concept niet verder te onderzoeken. Omwille van financiële of technische redenen werd niet met de overige leveranciers uit tabel 21 verder gewerkt.

5.6. Extern advies

Extern advies werd gevraagd bij Dhr. Dirk Wens, Mevr. Caroli Buitenhuis en het Duitse *Institute for Bioplastics and Biocomposites* (IfBB, n.d.). Telefonisch contact en een vergadering met Dhr. Wens en Mevr. Buitenhuis resulteerde in informatie over verschillende bioplastics met prijsindicaties.

Dhr. Dirk Wens is de *Managing director* van *BeNatural* en de voorzitter van *Belgian BioPackaging*. Het bedrijf *BeNatural* is gespecialiseerd in het promoten en implementeren van verschillende soorten betaalbare composteerbare en biodegradeerbare verpakkingen (BeNatural, n.d.). *Belgian Biopackaging* is een samenwerkingsplatform waarop leden informatie over milieuvriendelijke materialen en andere hernieuwbare, composteerbare of biodegradeerbare verpakkingen uitwisselen (iBIB, n.d.). Caroli Buitenhuis is experte biogebaseerde verpakkingen en biedt ondersteuning bij het selecteren van innovaties in de verpakkingsmarkt (BiobasedPackagingInnovations, n.d.).

Het IfBB is opgericht in 2011 aan de Hogeschool van Hannover. Het instituut beschikt na jaren van research over ervaring over bioplastics en composieten. Informatie over *green PE* (landgebruik, LCA studies, etc.) werd per mail opgevraagd en verkregen (IfBB, n.d.).

6. Resultaten

6.1. Vergelijking per eenheid

6.1.1. Milieu

6.1.1.1. LCA studie

Ingevoerde gegevens

De ingevoerde gegevens en processen zijn zo gekozen om de realiteit zo goed mogelijk te benaderen. De meeste magneten bestaan hoofdzakelijk uit de materialen aluminium, ijzer, kobalt, nikkel, koper, titanium en niobium (Alnico, n.d.). De totale milieu-impact op het vlak van de schadecategorieën menselijke gezondheid en ecosystemen is voor de meeste van deze metalen groter dan de verpakkingsmaterialen: karton FSC gerecycleerd, karton GC, golfkarton bruin, golfkarton wit, HDPE, LDPE en PP. Alle materialen worden vergeleken per kg. Het karton GC wordt gebruikt voor de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa. Het bruine golfkarton wordt gebruikt voor het concept van VPK maar wordt niet verder uitgewerkt in een vergelijking per concept en op jaarbasis omwille van de te hoge *handling* bij het plooiën van het concept. Het witte golfkarton wordt gebruikt voor het concept van DS Smith.

In bijlage C zijn tabellen 38,39,41, 43 en figuren 59, 61-63, 66, 68 vervat. Deze tonen aan dat metalen in het algemeen zeker niet milieuvriendelijk zijn. Hier wordt niet dieper op ingegaan aangezien deze LCA studie de milieuvriendelijkheid van de verpakkingsmaterialen onderzoekt. Met de termen karton en plastic worden de 4 kartonsoorten en de 3 soorten plastic bedoeld.

Enkelvoudige score

Het bruine kraft golfkarton is algemeen milieuvriendelijker dan het FSC gerecycleerd karton indien de regel van minimaal 50% verschil strikt gehanteerd wordt. Verder zijn er geen significante verschillen waarneembaar tussen de onderlinge soorten karton en plastic. Karton is duidelijk milieuvriendelijker op de *endpoints* menselijke gezondheid en ecosystemen vergeleken met plastic (figuur 60 in bijlage C1).

Karakterisatie

Figuren 64,65 en tabel 40 in bijlage C2 beschrijven de karakterisatie. Een samenvatting van de karakterisatie met de best scorende materialen per impact-categorie kan gevonden worden in tabel 22.

Op het vlak van de klimaatsverandering (menselijke gezondheid en ecosystemen) is karton milieuvriendelijker dan plastic. PP is minder milieubelastend dan LDPE maar er is geen significant verschil tussen PP en HDPE of tussen LDPE en HDPE. Er is geen significant verschil tussen karton onderling.

Karton GC, witte en bruine golfkarton zijn milieuvriendelijker voor de ozonlaag dan gerecycleerd FSC karton en plastic maar tussen deze kartonsoorten zijn geen significante verschillen merkbaar. Vergeleken met LDPE en PP is gerecycleerd FSC karton minder milieubelastend.

De verschillen tussen karton GC, witte en bruine golfkarton zijn niet significant op het gebied van humane toxiciteit maar de materialen zijn milieuvriendelijker dan gerecycleerd FSC karton en plastic. Tussen FSC gerecycleerd karton, HDPE en PP kan geen significant verschil vastgesteld worden. LDPE daarentegen schaadt het milieu meer dan gerecycleerd FSC karton.

Er zijn geen onderlinge verschillen tussen karton en plastic voor de *midpoint* fotochemische oxidant vorming. Vergeleken met plastic is karton voor deze impactcategorie milieuvriendelijker.

Karton GC, witte en bruine golfkarton zijn milieuvriendelijker op het vlak van fijnstof vorming dan gerecycleerd FSC karton en plastic maar tussen deze kartonsoorten zijn geen significante verschillen merkbaar. Bovendien zijn LDPE en PP vergeleken met gerecycleerd FSC karton en HDPE meer milieubelastend.

Op het gebied van de verzuring van de bodem zijn karton GC, witte en bruine golfkarton milieuvriendelijker dan gerecycleerd FSC karton en plastic. Tussen de soorten plastic zijn geen significante verschillen aanwezig. Gerecycleerd FSC karton is milieuvriendelijker dan PP.

Bij de impactcategorie zoetwater eutrofiëring scoort wit golfkarton de hoogste waarde. Tussen de overige verpakkingsmaterialen zijn geen significante verschillen.

Van alle verpakkingsmaterialen is gerecycleerd FSC karton het meest milieubelastend voor de ecotoxiciteit van de bodem. Verder zijn geen significante verschillen tussen de overige materialen.

Gerecycleerd FSC karton is milieuvriendelijker dan PP en LDPE maar er blijkt geen significant verschil tussen de plastics onderling voor de *midpoint* ecotoxiciteit van zoetwater. Daarnaast zijn GC karton, wit en bruin golfkarton milieuvriendelijker dan FSC gerecycleerd en plastics

Plastic en de overige kartonsoorten zijn milieuvriendelijker dan gerecycleerd FSC karton op het vlak van ecotoxiciteit van zoutwater. Tussen de soorten plastic en karton zijn onderling geen significante verschillen merkbaar. Wit en bruin golfkarton zijn milieuvriendelijker dan LDPE en PP.

Tabel 22 Samenvatting karakterisatie

Impact-categorie	Best scorend materiaal
<i>Climate change Human Health</i>	Karton FSC gerecycleerd Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Ozone depletion</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Human toxicity</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Photochemical oxidant formation</i>	Karton FSC gerecycleerd Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Particulate matter formation</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Climate change Ecosystems</i>	Karton FSC gerecycleerd Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit

<i>Terrestrial acidification</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Freshwater eutrophication</i>	Karton FSC gerecycleerd Karton GC
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit
<i>Marine ecotoxicity</i>	Karton GC Golfkarton bruin Golfkarton wit

Schadebeoordeling en normalisatie

De schadebeoordeling en normalisatie bevestigt de trend dat karton milieuvriendelijker is dan plastic indien de *endpoints* menselijke gezondheid en ecosystemen worden bestudeerd (figuur 67 met tabel 42 en figuur 69 in respectievelijk bijlage C3 en bijlage C4). Voor de schadecategorie grondstofbronnen kan geen uitspraak worden gedaan. Tussen de soorten karton en plastic zijn onderling geen significante verschillen merkbaar.

6.1.1.2. Transport

De *fiche* van de Ecolizer 2.0 (figuur 55) geeft een indicatie van het meest vervuilende transportmiddel per 1000 km (tkm) inclusief de productie van de brandstoffen. Het groupage transport gebruikt een vrachtwagen van meer dan 32 ton. Het zeetransport per oceaan maakt gebruik van een vrachtschip. Op het vlak van luchttransport wordt een continentaal en intercontinentaal vliegtuig gebruikt. Luchttransport is het meest vervuilende transportmiddel per 1000 km gevolgd door weg- en zeetransport.

transport*		07.01
		mPt
weg		
bestelbus <3.5t/tkm		186
vrachtwagen >16t (Eur4)/tkm		15
vrachtwagen >32t (Eur4)/tkm		12
spoor		
trein (vrachttransport)/tkm		3,9
water		
tanker (binnenland)/tkm		4,4
vrachtschip (binnenland)/tkm		4,7
tanker (oceaan)/tkm		0,6
vrachtschip (oceaan)/tkm		1,3
lucht		
continentaal vliegtuig (vracht)/tkm		181
helikopter transport (opstijgen en landen)/stuk		14637
helikopter transport (vliegtijd)/uur		8601
intercontinentaal vliegtuig (vracht)/tkm		99

* Inclusief de productie van brandstoffen.
Indicatoren berekend per tkm (ton kilometer, dus het vervoeren van een ton over een kilometer).

Figuur 55 Ecolizer 2.0 fiche transport (OVAM, 2009)

6.2. Vergelijking per concept

6.2.1. Milieu

6.2.1.1. LCA studie

Ingevoerde gegevens

De productie van het LDPE zakje en PP mapje worden ingegeven als respectievelijk een 1- en 2-staps proces. Voor de productie van de plastic verpakkingen van Arion wordt vertrokken vanuit granulaat. Het LDPE zakje wordt via blaas-extrusie gevormd terwijl het PP mapje na extrusie de gewenste dikte krijgt d.m.v. kalanderen. Tabel 23 toont de ingevoerde gegevens in de LCA software samen met de verliesfactoren tijdens productie. Deze verliesfactoren moeten gecompenseerd worden om de uiteindelijke verpakking te produceren. Het startgewicht is het zuivere PP of LDPE materiaal zonder respectievelijk magneten en sealrand, ritssluiting, hoeksteuntjes. In het programma *SimaPro8*[®] worden verpakkingen, systemen of materialen samengesteld a.d.h.v. te werken met mappen.

Tabel 23 Ingevoerde gegevens voor LCA studie huidige concepten

	2-ledig PP mapje	3-ledig PP mapje	LDPE zakje
Gewicht verpakking (g)	39,40	50,83	8,74
Verlies na extrusie (%)	2,4	2,4	2,0
Verlies na kalanderen (%)	0,3	0,3	N.v.t.
Ingegeven gewicht (g)	40,49	52,24	8,91

Voor de PP mapjes worden 2 typen magneten gebruikt. Dit zijn een mannelijke en een vrouwelijke vorm (tabel 24).

Tabel 24 Gewichtsverdeling magneten PP mapjes

Gewicht (g) magneet (man)	0,86
Gewicht (g) magneet (vrouw)	1,36
Totaal ingegeven gewicht magneten per type mapje	2,22

Tabel 25 weergeeft een typische magneetsamenstelling die gebruikt is om de magneten van Arion te simuleren in het programma *SimaPro8*[®]. Het element niobium staat niet in de LCA database. Bovendien is het aandeel van niobium klein waardoor dit element niet wordt beschouwd.

Tabel 25 Magneetsamenstelling (Alnico)

Materiaal	Gewichtspercentage (%)	Ingegeven gewicht (g)
Aluminium	7,2	0,16
Kobalt	36,0	0,80
Nikkel	13,5	0,30
IJzer	31,5	0,70
Koper	3,5	0,08
Titanium	7,5	0,17
Niobium	0,8	0 (niet in LCA database)

Het HDPE gedeelte op het LDPE zakje bestaat uit hoeksteuntjes, rits en sealrand (tabel 26). De hoeksteuntjes bestaan uit een mannelijk en vrouwelijk deel. Alle onderdelen uit HDPE worden gevormd via spuitgieten waarbij een verliesfactor optreedt.

Tabel 26 Samenstelling HDPE onderdelen

Gewicht (g) hoeksteun (man)	0,4239
Gewicht (g) hoeksteun (vrouw)	0,4219
Gewicht (g) rits	0,16
Gewicht (g) sealrand	1,04
Totaal gewicht (g)	2,05
Verlies na spuitgieten (%)	0,6
Totaal ingegeven gewicht	2,06

Het label dat gebruikt wordt in de LCA studie bij de concepten Vekopak, Smurfit Kappa en DS Smith bestaat uit 4 lagen. Enerzijds 2 lagen gebleekt kraft papier (*label face paper* en *backing paper*) en anderzijds een lijmlaag op basis van acryl en water. (*adhesive*). Als coating wordt silicone gebruikt. De matrix zijn de randen op het papier zonder het label. De gewichten in tabel 27 zijn bekomen na het wegen van een A4 blad met labels en na navraag bij de labelleverancier van Arion. Deze gegevens zijn nodig om 1 label te maken.

Tabel 27 Ingegeven gegevens label

Label component	Gewicht (g)
<i>Backing paper</i>	
Gebleekt kraft papier	0,08
Coating	0,01
Lijm	0,19
<i>Label face paper</i>	
Gebleekt kraft papier (label)	0,09
Gebleekt kraft papier (matrix)	0,19

Tabel 28 toont de ingevoerde gegevens in de LCA software voor de nieuwe concepten rekening houdend met productieverliezen. De LCA software geeft voor de materialen van de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa aan dat een verlies van 20% optreedt tijdens productie en uitstansen. Dit percentage werd ook verondersteld bij de productie van de concepten van DS Smith.

Tabel 28 Ingevoerde gegevens voor LCA studie nieuwe concepten

	Vekopak venster	Vekopak label	Smurfit Kappa venster	Smurfit Kappa label	DS Smith venster	DS Smith label
Totaal gewicht (g)	9,65 (insert) 24,23 (doosje) = 33,88	25,33	31,18	31,44	46,52	46,90
Extra materiaal	N.v.t.	label	N.v.t.	label	N.v.t.	label
Verlies (%)	20	20	20	20	20	20
Ingevoerd gewicht (g)	12,06 (insert) 30,29 (doosje) = 42,35	31,66	38,98	39,30	58,15	58,63

Enkelvoudige score

Tabel 44 en figuur 70 in bijlage D1 tonen geen significante verschillen onderling tussen het zakje van Arion en de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa. Deze concepten zijn behoorlijk milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith en beide PP mapjes aangezien het verschil veel groter is dan 50%.

Karakterisatie

Uit alle *midpoints* blijkt geen significant verschil tussen de concepten van Vekopak, Smurfit Kappa en het Arion zakje (tabel 45 en figuren 71-73 in bijlage D2). Deze groep van 5 concepten wordt gemakkelijks halve besproken als groep 1 en scoort op alle impact-categorieën de laagste score. Ook zijn er geen significante verschillen tussen concepten die gelabeld zijn of waarvan een venster is uitgestanst indien het concept ongewijzigd blijft. In het geval van Vekopak wordt extra materiaal gebruikt waardoor de milieu-impact voor een gelabeld concept lager ligt dan voor een uitgestanst venster maar deze verschillen zijn niet significant genoeg. Tussen de PP mapjes onderling is weinig tot geen significant verschil merkbaar.

De concepten van DS Smith scoren hoog op het gebied van ecosystemen terwijl de PP mapjes het meest milieubelastend zijn voor de menselijke gezondheid.

Op het vlak van klimaatverandering (menselijke gezondheid en ecosystemen) blijkt dat groep 1 milieuvriendelijker is dan de concepten van DS Smith en de PP mapjes. De PP mapjes zijn milieubelastender dan de concepten van DS Smith.

Voor de *midpoints* aantasting van de ozonlaag, fotochemische oxidant vorming, fijnstof vorming en verzuring van de bodem zijn de overige verpakkingsconcepten milieuvriendelijker dan de PP mapjes.

De concepten van DS Smith zijn milieubelastender dan de PP mapjes en groep 1 waarbij de PP mapjes het milieu meer belasten dan groep 1 bij de impactcategorieën humane toxiciteit, ecotoxiciteit van zoet- en zoutwater, landgebruik urbaan.

Bij de categorieën eutrofiëring van zoetwater, bodem ecotoxiciteit, landgebruik agrarisch en natuurlijke landtransformatie blijken alle materialen milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith.

Groep 1 heeft de laagste impact op de uitputting van fossiele grondstoffen. Het 2-ledig mapje is minder milieubelastend dan het 3-ledig mapje. Er zijn geen significante verschillen tussen het 2-ledig mapje en de concepten van DS Smith.

Schadebeoordeling en normalisatie

Op het gebied van menselijke gezondheid en grondstoffen is groep 1 het meest milieuvriendelijk gevolgd door de concepten van DS Smith en de PP mapjes (tabel 46 en figuur 74 in bijlage D3). Hetzelfde geldt voor de *endpoint* ecosystemen hoewel hier geen significant verschil tussen de PP mapjes en de concepten van DS Smith aanwezig is (tabel 47 en figuur 75 in bijlage D4). Bij de normalisatie bij de schadecategorie grondstoffen wordt duidelijk dat het om kleine waarden gaat.

6.2.1.2. Transport

Het transport wordt per levering beschouwd van de plaats van productie tot de haven van Rades in Tunesië aangezien het transport vanaf daar gelijkloopt voor alle concepten. Voor de nieuwe verpakkingsconcepten is dit een combinatie van transport per vrachtwagen en vrachtschip. Bij de verpakkingen van Arion wordt verondersteld dat de productie in China plaatsvindt in de nabije omgeving van een haven (Guangzhou) waardoor het transport per vrachtwagen te verwaarlozen is. Tabel 29 geeft de milieuvriendelijkheid weer van de transportmiddelen vrachtwagen en vrachtschip. A.d.h.v. het totaal aantal gereden of gevaren km kan een indicatie van de belastendheid van het transport bekomen worden.

Tabel 29 Milieuvriendelijkheid vrachtwagen en vrachtschip (OVAM, 2009)

Transportmiddel	Milipunten
Vrachtwagen > 32t (EUR4) / tkm	12
Vrachtschip (oceaan) /tkm	1,3

Transportafstanden zijn berekend a.d.h.v. de *online* tools 'routenet.be' en 'sea-distances.org'. Zo bedraagt het transport van Arion naar de havens van Marseille en Genua respectievelijk 1038,4 en 990 km. Gemakkelijkheidshalve wordt gewerkt met een afstand van 1000 km. Hetzelfde geldt voor het transport van de havens van Marseille en Genua naar Rades. Deze afstanden bedragen respectievelijk 874 en 882 km. Een afstand van 878 km wordt als gemiddelde gebruikt. Voor het transport van China naar Tunesië wordt de route via het Suez kanaal verondersteld omdat dit de kortste route is. Een overzicht van transportgegevens kan gevonden worden in tabel 30.

Tabel 30 Overzicht transportgegevens

	Arion verpakkingen	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
Vertrekpunt	Guangzhou	Tilburg		Maastricht		Hövelhof		Giessen
Afstand (km) met truck tot Arion	N.v.t.	114,4		18		265,1		128,1
Afstand (km) met truck tot haven in Marseille of Genua	N.v.t.					1000		
Afstand (km) met schip tot Rades	14292					878		

De afstanden worden per 1000 km verrekend met de factor corresponderend met het type transportmiddel, om een beeld te krijgen van de totale impact van het transport (tabel 31). Een afstand van 300 km per truck geeft bijvoorbeeld als totale impact 3,6 mPt (0,3*12). De concepten van Arion zijn het minst milieuvriendelijk wat betreft transport gevolgd door de concepten van DS Smith, Oerlemans, Vekopak en Smurfit Kappa. Tussen de concepten van Vekopak en Oerlemans is op het vlak van transport weinig verschil.

Tabel 31 Belastingen van transport per rit uitgedrukt in milipunten

	Arion verpakkingen	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
Transport (mPt) truck tot Arion	N.v.t.	1,37		0,22		3,18		1,54
Transport (mPt) truck tot haven in Marseille of Genua	N.v.t.	12						
Transport (mPt) schip tot Rades	18,58	1,14						
Totale impact per transportrit (mPt)	18,58	14,51		13,36		16,32		14,68

6.2.2. Prijs

Om de prijs te berekenen per concept worden de vaste kosten buiten beschouwing gelaten vermits dit éénmalige kosten zijn. Dit zijn kosten zoals stansmes-, opmaak-, proef- en drukvelwisselkosten. De variabele kosten houden rekening met de prijs voor de aankoop van de verpakking, transportkosten, prijs per sticker, inpakkosten, besparingskosten.

Kost 1 Aankoop verpakking (€/st)

Dit houdt de aankoop van verpakkingen van nieuwe concepten in inclusief transport tot Arion.

Kost 2 Prijs sticker (€/st)

Dit houdt de aankoop van stickers in inclusief transport tot Arion.

Kost 3 Prijs groupage transport tot Tunesië per nieuwe verpakking (€/st)

Het groupage transport houdt een vast bedrag in en een bedrag dat varieert per pallet. Het aantal paletten bedraagt 5, 7, 8, 8, 13, 13 en 2 paletten voor respectievelijk de concepten Vekopak label en venster, Smurfit Kappa label en venster, DS Smith label en venster en het zakje van Oerlemans. Het aantal paletten is geschat na telefonisch contact met de verpakkingsleveranciers.

Kost 4 Prijs transport tot Tunesië per huidige verpakking (€/st)

Deze kost omvat het produceren en transporteren van de huidige verpakkingen van Arion tot op het bedrijf Skylla Tunisia.

Kost 5 Prijs inpakken per verpakking (€/st)

Deze verpakkingstijd omvat het al dan niet plooiën in van de verpakking, insteken van de hulpmiddelen, het dichtplooiën en eventueel labelen van verpakkingsconcepten. Het inpakken is gebeurd door dezelfde persoon als referentie (tabel 32). De verpakkingskost wordt berekend door de verpakkingstijd te vermenigvuldigen met het uurloon van een arbeider in Tunesië.

Tabel 32 Gemiddelde verpakkings-tijd per concept

	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
Gemiddelde verpakkings-tijd (s)	7,9	12,7	6,1	15,6	23,6	9,2	8,2	16,8	12,4	8,7

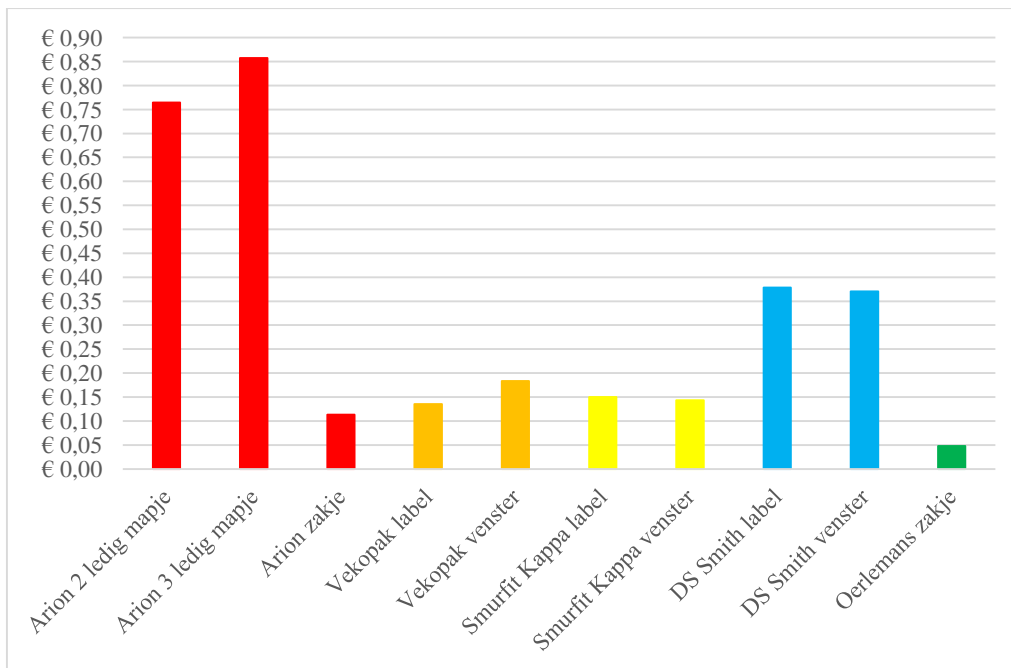
Besparingskost boekje

Door de concepten te labelen kan een besparingskost gegenereerd worden. Na navraag bleek dit geen verschil te maken om de barcode aan te brengen met een label of a.d.h.v. een handleiding.

Tabel 33 en figuur 56 geven een overzicht van de variabele kosten. Het concept van Oerlemans is het goedkoopste concept gevolgd door het LDPE zakje van Arion. Daarna volgen de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa. Het concept van DS Smith is goedkoper dan de PP mapjes maar gevoelig duurder t.o.v. de andere nieuwe verpakkingsconcepten.

Tabel 33 Variabele kosten overzicht per concept

(€/st)	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
Kost 1 Aankoop verpakking	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	0,097	0,139	0,104	0,104	0,258	0,258	0,039
Kost 2 Prijs sticker	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	0,006	NVT	0,006	N.v.t.	0,006	N.v.t.	N.v.t.
Kost 3 Prijs groepagetransport tot Tunesië per nieuwe verpakking	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	0,024	0,031	0,035	0,035	0,106	0,106	0,004
Kost 4 Prijs per huidige verpakking incl. transport tot Tunesië	0,76	0,85	0,11	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Kost 5 Prijs inpakken per verpakking	0,004	0,007	0,003	0,009	0,013	0,005	0,005	0,009	0,007	0,005
Totale kostprijs per verpakking	0,764	0,857	0,113	0,135	0,183	0,150	0,143	0,379	0,370	0,048



Figuur 56 Overzicht totale kosten per verpakkingsconcept

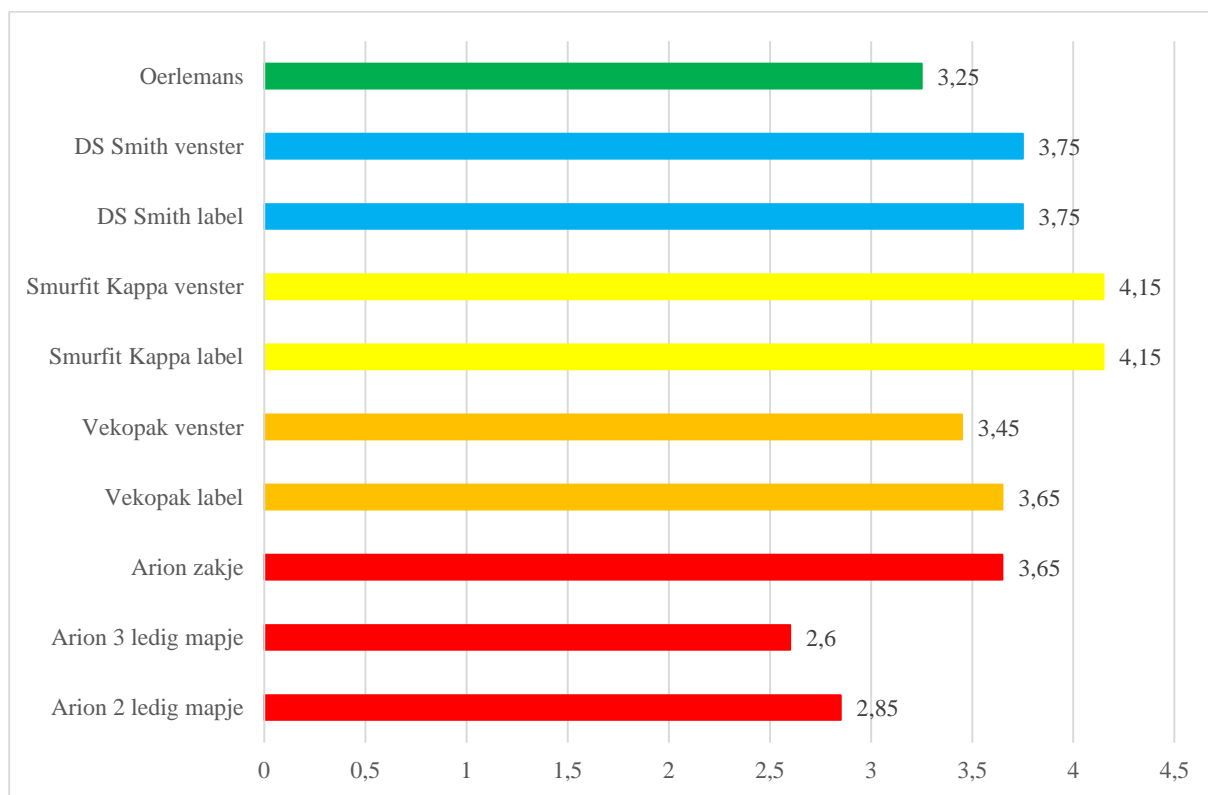
6.2.3. Kwaliteit

De kwaliteit wordt in samenspraak met Arion beoordeeld op 12 punten. Omdat niet alle vereisten even belangrijk zijn, wordt gewerkt met een wegingssysteem (tabel 34). Zo zijn de criteria scanbaarheid, *handling*, ophangpunt en geschiktheid voor transport per schip en vrachtwagen bepalend voor een nieuw verpakkingsconcept. De kwaliteit wordt beoordeeld door een punt op 5 te vermenigvuldigen met de wegingsfactor. Op deze manier kan de kwaliteit beoordeeld worden op een schaal van 5 (figuur 57). Een score van 1, 2, 3, 4 en 5 komt overeen met respectievelijk zeer slecht, slecht, matig, goed en zeer goed.

Tabel 34 Beoordeling kwaliteit format

Nr.	Criteria	Weging	Score	Punt	Max score per criteria	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%			0,75	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%			0,25	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%			0,25	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%			0,25	
5	<i>Handling</i>	15%			0,75	
6	Hersluitbaarheid	5%			0,25	
7	Ophangpunt	15%			0,75	
8	In de huidige (om)doos passend	5%			0,25	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%			0,75	
10	Milieuvriendelijkheid	5%			0,25	
11	Uniform en flexibel	5%			0,25	
12	Minimale afmetingen	5%			0,25	
	Totaal	100%			5	

De PP mapjes scoren het laagst van alle concepten. Ook het zakje van Oerlemans scoort lager in vergelijking met de kartonnen concepten. Er is geen verschil tussen concepten met een label of venster voor de concepten van Smurfit Kappa en DS Smith. Het concept van Vekopak scoort lager dan het concept met venster. Wanneer alle criteria worden beschouwd, dan scoren de concepten van Smurfit Kappa het hoogst.



Figuur 57 beoordeling kwaliteit per concept

6.3. Vergelijking op jaarbasis

6.3.1. Milieu

6.3.1.1. LCA studie

Ingevoerde gegevens

De vergelijking op jaarbasis houdt 270 000 verpakkingen in. Voor de verpakkingen van Arion komt dit overeen met 135 000 zakjes, 110 700 2-ledige mapjes en 24 300 3-ledige mapjes.

Enkelvoudige score

Tussen de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa is geen significant verschil merkbaar. Deze 4 concepten zijn aanzienlijk milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith en Arion (tabel 58 en figuur 76 in bijlage F1). De concepten van DS Smith veroorzaken op jaarbasis ongeveer dezelfde totale milieu-impact hoewel het aandeel van iedere schadecategorie verschilt. De concepten van Arion belasten eerder de menselijke gezondheid terwijl de concepten van DS Smith schadelijker zijn voor de ecosystemen.

Karakterisatie

Tussen de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa kan geen significant verschil vastgesteld worden voor alle milieu-impact-categorieën (tabel 59 en figuren 77-79 in bijlage F2). Bovendien scoren deze 4 concepten op alle vlakken de laagste score vergeleken met de concepten van Arion en DS Smith op jaarbasis. Bovendien is er geen significant verschil tussen een gelabeld concept of een concept met venster. Dit geldt voor zowel de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa als voor de concepten van DS Smith.

De concepten van DS Smith scoren hoog op het gebied van ecosystemen terwijl de PP mapjes het meest milieubelastend zijn voor de menselijke gezondheid. De concepten van Arion zijn het meest milieubelastend op de *midpoints* klimaatverandering (menselijke gezondheid en ecosystemen), aantasting van de ozonlaag, fotochemische oxidant vorming, fijnstof vorming en de verzuring van de bodem. Deze *midpoints* situeren zich vooral binnen de *endpoint* menselijke gezondheid. In tegenstelling tot de concepten van Arion scoren de concepten van DS Smith het hoogst op de impactcategorieën menselijke toxiciteit, ioniserende straling, eutrofiëring van zoetwater, ecotoxiciteit van de bodem, zoet- en zoutwater, landgebruik (urbaan en agrarisch), natuurlijke landvorming en het gebruik van fossiele grondstoffen.

Voor de *midpoint* klimaatverandering (menselijke gezondheid en ecosystemen) kan geen significant verschil vastgesteld worden tussen de concepten van Arion en DS Smith.

De concepten van DS Smith zijn op het vlak van de aantasting van de ozonlaag, fotochemische oxidant vorming en verzuring van de bodem even milieuvriendelijk als de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa. De concepten van Arion zijn het meest milieubelastend voor deze impactcategorie.

Op het vlak van humane toxiciteit zijn de concepten van Arion milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith. De concepten van Vekopak en Smurfit Kappa zijn het minst schadelijk voor de humane toxiciteit.

De concepten van Arion zijn het meest milieuvervuilend op het gebied van fijnstof vorming t.o.v. de andere concepten. Verder is er een significant verschil tussen de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa enerzijds en de concepten van DS Smith anderzijds.

Bij de impact-categorieën eutrofiëring van zoetwater, ecotoxiciteit van de bodem, zoet- en zoutwater, landgebruik (urbaan en agrarisch), natuurlijke landvorming is geen significant verschil aanwezig tussen de concepten van Arion, Vekopak en Smurfit Kappa. Er is wel een significant verschil met de concepten van DS Smith. Deze zijn minder milieuvriendelijk.

De concepten van Arion zijn milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith voor het gebruik van fossiele grondstoffen.

Schadebeoordeling en normalisatie

De concepten van Vekopak en Smurfit Kappa zijn het milieuvriendelijkste op het vlak van alle *endpoints*. Voor de schadecategorie menselijke gezondheid zijn de concepten van Arion het meest milieuvervuilend gevolgd door de concepten van DS Smith terwijl dit voor de *endpoint* ecosystemen omgekeerd is (tabel 60 en figuur 80 in bijlage F3). Bij de normalisatie (tabel 61 en figuur 81 in bijlage F4) bij de schadecategorie grondstoffen wordt duidelijk dat het om kleine waarden gaat.

6.3.1.2. Transport

Voor transport op jaarbasis wordt rekening gehouden met het aantal ritten om een voorraad van minimaal 270 000 verpakkingen te bereiken. Hiervoor is de MOQ nodig. Het aantal ritten vermenigvuldigd met de milieu-impact per transportrit, geeft een indicatie van de milieu-impact op jaarbasis (tabel 35). Op jaarbasis veroorzaken de concepten van Oerlemans de laagste milieu-impact op het vlak van transport gevolgd door Smurfit Kappa en Vekopak. Het concept van DS Smith beschikt over de grootste milieu-impact op jaarbasis op het gebied van transport.

Tabel 35 Belastendheid van transport op jaarbasis uitgedrukt in milipunten

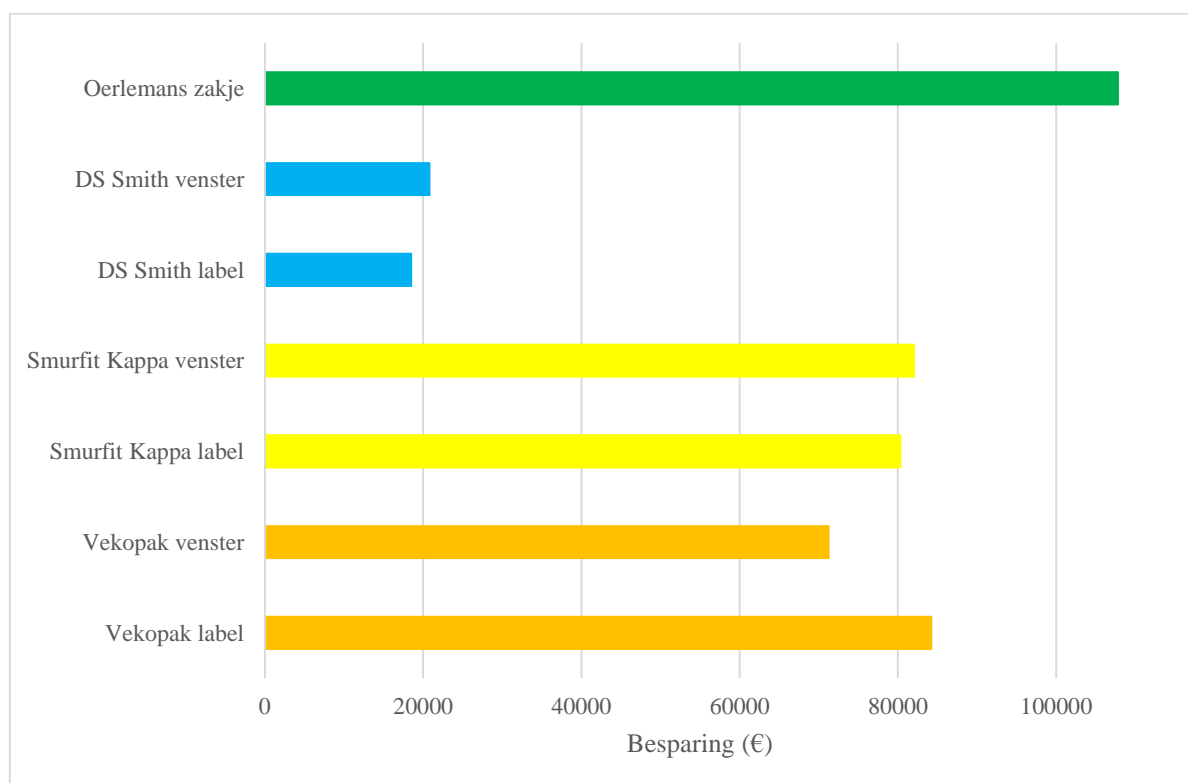
	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
MOQ	10000		50000	50000		50000		25000		150000
Aantal leveringen per jaar	4			6		6		12		2
Totale impact per transportrit (mPt)	18,5796			14,5142		13,3574		16,3226		14,6786
Totale impact op jaarbasis (mPt)	74,3184			87,0852		80,1444		195,8712		29,3572

6.3.2. Prijs

De kostprijs per verpakking wordt verrekend naar het aantal stuks dat Arion op jaarbasis verkoopt. Hierbij is een opsplitsing tussen de 3 verpakkingstypen van Arion gemaakt (tabel 36 en figuur 58). Het concept van Oerlemans realiseert de grootste besparing op jaarbasis. De concepten van Vekopak en Smurfit Kappa genereren ongeveer dezelfde besparing. Alle concepten op jaarbasis zijn goedkoper t.o.v. de verpakkingen van Arion.

Tabel 36 Kostprijs op jaarbasis

	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster	Oerlemans zakje
Totale kostprijs (€) per verpakking	0,764	0,857	0,113	0,135	0,183	0,150	0,143	0,379	0,370	0,048
Aantal stuks op jaarbasis	110700	24300	135000	270000	270000	270000	270000	270000	270000	270000
Totale kostprijs op jaarbasis (€) per concept	84618	20826	15308	36495	49494	40449	38679	102245	99956	12939
Totale kostprijs op jaarbasis (€)	120752			36495	49494	40449	38679	102245	99956	12939
Besparing op jaarbasis (€)	N.v.t.			84257	71258	80303	82073	18507	20796	107813



Figuur 58 Besparing t.o.v. huidige verpakkingen

7. Discussie

7.1. Vergelijking per eenheid

7.1.1. Milieu

7.1.1.1. LCA studie

Uit de LCA studie blijkt dat metalen bijzonder schadelijk zijn voor het milieu. Dit komt doordat deze metalen reacties in het lichaam of in ecosystemen kunnen veroorzaken.

Gebleekte materialen (karton FSC gerecycleerd, karton GC en wit golfkarton) zijn minder milieuvriendelijk t.o.v. het bruine kraft golfkarton. Dit komt omdat tijdens het bleken meer chemicaliën worden gebruikt. Ook wordt bij de productie van golfkarton meer water verbruikt dan bij de productie van vlakkarton. Bijgevolg scoort het witte golfkarton hoog voor de eutrofiëring van zoetwater.

De inkt- en lijmresten in karton FSC gerecycleerd zorgen ervoor dat de overige kartonsoorten een lagere impact scoren op het vlak van aantasting van de ozonlaag, humane toxiciteit, fijnstof vorming, verzuring van de bodem, ecotoxiciteit van de bodem, zoet- en zoutwater. Dit moet genuanceerd worden omdat de LCA software geen resultaten voor het landgebruik (urbaan of agrarisch) weergeeft omdat de ingevoerde waarde van 1 kg te klein is. Verder valt het op dat karton GC en het bruine golfkarton nooit de hoogste waarde scoren terwijl plastic meestal de hoogste score genereert.

Tijdens de productie van plastic (HDPE, LDPE en PP) komen duidelijk meer schadelijk componenten vrij t.o.v. karton waardoor plastic een hogere totale milieu-impact heeft. Dit uit zich op het niveau van de *midpoints* klimaatsverandering, aantasting van de ozonlaag, humane toxiciteit, fotochemische oxidant vorming, fijnstof vorming, verzuring van de bodem en ecotoxiciteit van zoetwater. Ook blijken LDPE en HDPE iets schadelijker dan PP maar deze verschillen zijn niet significant. Een hoger energieverbruik of uitstoot zou dit verschil kunnen verklaren.

7.1.1.2. Transport

Luchttransport is het meest vervuilende transportmiddel per 1000 km gevolgd door weg- en zeetransport. Dit wordt veroorzaakt door de verschillende samenstelling van alkanen in de brandstof met een verschillende uitstoot als gevolg.

7.2. Vergelijking per concept

7.2.1. Milieu

7.2.1.1. LCA studie

De concepten van DS Smith zijn vooral op het vlak van ecosystemen milieubelastend terwijl de PP mapjes milieubelastend zijn in de schadecategorie menselijke gezondheid. Het concept van DS Smith weegt het zwaarste van alle kartonnen concepten waardoor de impact groter is. Dit wordt versterkt door een hoger waterverbruik en het bleken. De grote milieu-impact wordt vooral veroorzaakt door de magneetjes in de PP mapjes. Deze hebben een hoge impact op de menselijke gezondheid. Ook hebben de mapjes een hoger gewicht t.o.v. de LDPE zakjes wat de hogere impact verklaart.

Het hogere gewicht en het gebruik van een label veroorzaken een hogere milieu-impact voor de gelabelde concepten van Smurfit Kappa en DS Smith t.o.v. de concepten met een uitgestanst venster. Het concept van Vekopak met venster heeft een hogere milieu-impact dan het concept met label omwille van extra materiaalgebruik onder de vorm van een insert.

7.2.1.2. Transport

Van alle concepten zijn de concepten van Arion het minst milieuvriendelijk per rit. Dit wordt veroorzaakt door de grote afstand per transportrit. De MOQ bij de concepten van DS Smith en Oerlemans zorgen voor een uiteenlopend resultaat.

De lage MOQ bij de concepten van DS Smith zorgt voor een hoge flexibiliteit op het vlak van transport maar resulteert in een hoog aantal ritten. Bij het concept van Oerlemans is dit omgekeerd. Er zullen veel verpakkingen op voorraad liggen. De concepten van Vekopak en Smurfit Kappa situeren zich tussen de concepten van Vekopak en DS Smith.

7.2.2. Prijs

De hoge kostprijs per mapje wordt veroorzaakt door een niet-standaard productieproces en het gebruik van magneten. Ook de lage MOQ van 10 000 stuks zorgt voor een verhoogde kostprijs. In verhouding met de andere verpakkingsconcepten wegen de PP mapjes het meest. Een hoger materiaalgebruik resulteert in een hogere kostprijs per stuk. Het omgekeerde verhaal geldt voor de mapjes van Oerlemans. De hoge MOQ resulteert in een lage prijs per verpakking. Daarnaast speelt het lage gewicht ook een rol.

Het uitstansen van een venster heeft geen invloed op de kostprijs. Bijgevolg zijn de gelabelde concepten in het geval van Smurfit Kappa en DS Smith goedkoper dan de concepten met venster doordat een label nodig is. Naast de hoge aankoopprijs van het concept van DS Smith speelt ook het hoge aantal paletten een rol in de totale kostprijs per concept. De vele hoeken en kanten in golfkarton resulteren in een complex concept om uit te stansen.

De insert bij het concept van Vekopak met venster verhoogt de prijs per verpakking. Daarnaast heeft het inpakken een minimale invloed op de totale verpakkingskost. Het is vooral de aankoopprijs die de totale kostprijs bepaalt.

7.2.3. Kwaliteit

Het concept van Smurfit Kappa scoort gemiddeld gezien het beste op alle verpakkingsvereisten. Omwille van de schadelijkheid voor het milieu en het schuin ophangen in het rek, scoren de PP mapjes de slechtste score van alle concepten. Het concept van Oerlemans biedt te weinig op het vlak van *high-end* uitstraling ondanks de mogelijkheid om het zakje te bedrukken. Ook kan de consument geen onderscheid maken tussen *green PE* en conventionele PE zonder communicatie op de verpakking. De concepten van Vekopak en DS Smith vergen teveel inpaktijd omwille van het plooiën. Daarnaast beschikt de enveloppe van DS Smith over een goede *high-end* uitstraling t.o.v. de verpakkingsconcepten van Vekopak en het LDPE zakje van Arion. De concepten van Smurfit Kappa en DS Smith scoren onderling gelijk op het gebied van kwaliteit. Bijgevolg is er geen verschil tussen een gelabeld concept of een concept met uitgestanst venster op het vlak van kwaliteit. De verschillende score voor de concepten van Vekopak wordt veroorzaakt door het plooiën van het doosje en de insert in geval van het gelabelde concept.

7.3. Vergelijking op jaarbasis

7.3.1. Milieu

7.3.1.1. LCA studie

De vergelijking op jaarbasis vertoont grote gelijkenissen met de vergelijking per concept. Het LDPE zakje van Arion compenseert voor een deel de milieubelastendheid van de PP mapjes. Hierdoor zijn de concepten van Arion milieuvriendelijker dan de concepten van DS Smith. De gelijkwaardige milieu-impact van de concepten van Vekopak en Smurfit Kappa kan verklaard worden doordat beide concepten uit hetzelfde materiaal bestaan. Ook het gewicht is min of meer gelijk.

7.3.1.2. Transport

De kleine dikte van de concepten van Oerlemans resulteren in de laagste milieu-impact op het vlak van transport. Ook scoren de concepten van Arion lager in verhouding met de overige verpakkingsconcepten. In het geval van Oerlemans en Arion wordt dit veroorzaakt doordat grote hoeveelheden per rit getransporteerd worden. De lage MOQ voor de concepten van DS Smith resulteren in een hoog aantal ritten en bijgevolg een zeer grote impact voor transport. De concepten van Vekopak en Smurfit Kappa liggen dicht bij de milieu-impact van Arion. Dit wijst op een goed evenwicht tussen het aantal ritten met bijbehorende milieu-impact en de flexibiliteit op het vlak van leveringen.

7.3.2. Prijs

De hoge kostprijs van de mapjes zorgen ervoor dat alle andere concepten op jaarbasis goedkoper uitkomen. De goedkope aankoopprijs van het zakje van Oerlemans resulteert in de grootste besparing op jaarbasis t.o.v. de huidige verpakkingsconcepten. Dit situeert zich tot meer dan €100 000. De concepten van Smurfit Kappa en het gelabelde concept van Vekopak realiseren een besparing van ongeveer € 80 000. De hogere aankoopprijs van het concept van Vekopak met venster zorgt voor een kleinere besparing van ongeveer €10 000 t.o.v. de concepten van Smurfit Kappa en Vekopak met label. De enveloppe van DS Smith genereert een besparing van ongeveer € 20 000 ondanks de hoge kostprijs per verpakking.

8. Besluit

Algemeen kan gesteld worden dat karton in de meeste gevallen milieuvriendelijker is dan plastic. Het bruine kraft golfkarton is van alle materialen het milieuvriendelijkst. Karton GC, wit en bruin golfkarton scoren een lagere milieu-impact doordat gerecycleerd karton FC inkt- en lijmresten bevat. Gerecycleerd karton FSC heeft als belangrijk voordeel dat het materiaal geen extra land (urbaan, agrarisch of landomvorming) gebruikt in tegenstelling tot de overige kartonsoorten.

Daarnaast vertonen gebleekte kartonsoorten een hogere milieu-impact t.o.v. het bruine kraft golfkarton op het vlak van de *endpoint* ecosystemen. Eveneens blijkt het magneetmateriaal in de PP mapjes bijzonder schadelijk voor de schadecategorie menselijke gezondheid vergeleken met het sluitingsprincipe van de andere verpakkingsconcepten.

Het transport per vrachtschip is minder milieubelastend dan transport per vrachtwagen. Op jaarbasis zijn de concepten (LDPE zakje en PP mapje) van Arion op het gebied van transport het milieuvriendelijkst van alle concepten. Dit komt doordat per rit een hoge MOQ getransporteerd wordt. In het geval van DS Smith zorgt een lage MOQ voor een hoge prijs per verpakking en hoge belasting van het milieu voor transport.

De concepten van Vekopak, Smurfit Kappa en het LDPE zakje van Arion zijn het milieuvriendelijkste van alle bestudeerde concepten in tegenstelling tot de concepten van DS Smith en de PP mapjes van Arion. Deze zijn vooral schadelijk voor respectievelijk de schadecategorieën ecosystemen en menselijke gezondheid.

De hoge totale kost per verpakking van de PP mapjes zorgt ervoor dat alle nieuwe concepten op jaarbasis goedkoper uitvallen. Ondanks de grote besparing met het concept van Oerlemans, beschikt het concept niet over de gewenste *high-end* uitstraling in tegenstelling tot de overige kartonnen verpakkingsconcepten. Daarnaast vormt de *handling* een struikelblok voor de concepten van DS Smith en Vekopak. Op het vlak van totale kwaliteit scoren de concepten van Smurfit Kappa en DS Smith het best. Er zijn geen grote verschillen in kosten tussen gelabelde concepten of concepten met een venster doordat het al dan niet uitstansen van een venster geen meerkost genereert. Anderzijds genereert een gelabeld concept geen besparing in plaatwisselkosten doordat de barcode niet op de handleiding geprint wordt.

De concepten van Smurfit Kappa (met label en met venster) beschikken van alle concepten over de optimale verhouding op het gebied van milieu, prijs en kwaliteit (tabel 37). Het kan interessant zijn voor Arion om één uniforme verpakking te gebruiken die personaliseerbaar is via bedrukking. Op deze manier kan Arion 1 type verpakking gebruiken waarop naast Arion ook grote afnemers hun eigen identiteit kunnen aanbrenge. Om het milieuvriendelijke aspect van karton extra te benadrukken zou de enveloppe van Smurfit Kappa ook in bruin kraft vlakkarton uitgevoerd kunnen worden.

Tabel 37 Rangschikking nieuwe verpakingsconcepten

Criteria	Rangschikking concepten
Milieu	1 Vekopak, Smurfit Kappa 2 DS Smith en Arion
Prijs	1 Oerlemans 2 Vekopak en Smurfit Kappa 3 DS Smith 4 Arion
Kwaliteit	1 Smurfit Kappa 2 DS Smith 3 Vekopak 4 Arion 5 Oerlemans

Bibliografie

- Ali, H. A. Y. H. M. S., H.H. Saleh. (2005). Thermal stability of LDPE, iPP and their blends. *Thermochimica acta*, 438(1-2), 70-75. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040603105004314>
- Alnico. (n.d.). How Alnico Magnets are made. Retrieved from http://www.alnico-info.com/alnico_magnets_made.aspx
- Anwer, H. E. N. (2015). Study on the morphological dynamic mechanical and thermal properties of PLA carbon nanofibre composites. *Composites*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com/bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=R2bTcboOUcGi5oq23Cn&page=1&doc=1
- Arion (2013). [Arion Aan- & Uitrekhulpmiddelen voor TEK].
- Arion. (2014a). Easy-Slide.
- Arion. (2014b). The Slide Solution range. Retrieved from <http://www.arion-group.com/nl/producten/the-slide-solutions-dutch>
- Arion. (2014c). Swash® Retrieved from <http://www.arion-group.com/nl/producten/swash>
- Arion. (2015). MVO bij arion. Retrieved from <http://www.arion-group.com/nl/mvo>
- Arion. (n.d.). Swash Platinum Wipes landing page. Retrieved from <http://www.arion-group.com/nl/swash-platinum-wipes-landing-page-dutch>
- ASTM. (n.d.). The history of ASTM International. Retrieved from http://www.astm.org/ABOUT/history_book.html
- BeNatural. (n.d.). Bio Packaging. Retrieved from <http://www.benatural.be/>
- Benedek, I. (2005). *Developments in Pressure - Sensitive Products* T. Francis (Ed.) Retrieved from <https://books.google.be/books?id=wW7LBQAAQBAJ&pg=PA543&lpg=PA543&dq=paraffin+coating+in+labels+pressure+sensitive+labels&source=bl&ots=8gJsDq2R7m&sig=wE7x2Nl678Qli3r7Hjhm-G0P37g&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwjfyvrH14bMAhXF6g4KHcsNCnEQ6AEIJjAB#v=onepage&q=paraffin%20coating%20in%20labels%20pressure%20sensitive%20abels&f=false> Retrieved from <https://books.google.be/books?id=wW7LBQAAQBAJ&pg=PA543&lpg=PA543&dq=paraffin+coating+in+labels+pressure+sensitive+labels&source=bl&ots=8gJsDq2R7m&sig=wE7x2Nl678Qli3r7Hjhm-G0P37g&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwjfyvrH14bMAhXF6g4KHcsNCnEQ6AEIJjAB#v=onepage&q=paraffin%20coating%20in%20labels%20pressure%20sensitive%20abels&f=false>
- Besterfield, e. a. (2011). *Total Quality Management (Revised Third Edition)* (Third ed.). South Asia: Dorling Kindersley.
- BiobasedPackagingInnovations. (n.d.). Organisatie. Retrieved from <http://www.biobasedpackaging.nl/organisatie/>
- Biofutura. (e.d. 2012). Het plastic probleem. Retrieved from <http://www.duurzameverpakkingen.info/plastic-probleem>
- Braskem. (2014). I'm green polyethylene. Retrieved from http://www.braskem.com/Portal/Principal/Arquivos/ModuloHTML/Documentos/846/AF_Catalogo_PE%20Verde_2014_ING_site.pdf
- Braskem. (n.d.). Producing Green Polyethylene (Green PE).
- Bruggemans, Y. H. (2006). *Organische chemie* (U. D. Boeck Ed. 6 ed.).
- Calcoen, M. (2014). Minerale oliën, een oude kennis. Retrieved from <http://www.pack4food.be/newsletter/migratie/minerale-olie-een-oude-kennis>
- Calvayrac, L. (2010). Le symbole ou le logo du recyclage.

- Chemistry. (2012). How to fluorinate polyethylene. Retrieved from <http://chemistry.stackexchange.com/questions/2409/how-to-fluorinate-polyethylene>
- Chemistry. (n.d.). Polypropylene Chemical Structure.
- Comfortkousen.nl. (2015). Wat is dernier. Retrieved from <https://www.comfortkousen.nl/steunkousen-informatie/denier.html>
- Commissie, E. (1993a). CE-markering. Retrieved from http://europa.eu/youreurope/business/product/ce-mark/index_nl.htm
- Commissie, E. (1993b). CE-markering procedure. Retrieved from http://europa.eu/youreurope/business/product/ce-mark/index_nl.htm
- Commissie, E. (1993c). CE-markering van overeenstemming. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=URISERV:121013&from=NL>
- Commissie, E. (2007). Betreft: China Export (CE)-merkteken profiteert van de reputatie van het Europese Conformité Européenne (CE)-merkteken.
- Commissie, E. (2008). Parliamentary questions. Retrieved from <http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=P-2007-5938&language=NL>
- Commission, E. (2010). General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf> Retrieved from <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- Cornelissen, J. (2004). *Studie van de relatie tussen vocht en compressiesterkte van verschillende golfkartonkwaliteiten*. Hogeschool Limburg. Retrieved from <http://www.thesis.net/golfkarton/golfkarton.pdf>
- Council, A. C. (Producer). (n.d., 28 april 2016). Plastic Packaging Resins. Retrieved from <https://plastics.americanchemistry.com/Plastic-Resin-Codes-PDF>
- Decept. (n.d.). European Article Number Search. Retrieved from <http://www.decept.co.uk/ean-lookup>
- Detzel, B. K., Cassandra Derreza-Greeven, e.a. (2013). *Study of the environmental impacts of packagings made of biodegradable plastics*. Retrieved from <http://www.uba.de/uba-info-medien/4446.html>
- Devi, M. S., Anil Dhaka and Joginder Singh. (2012). Chemical conversion process of producing bioethanol from lignocellulosic biomass. *Journal of Microbiology Resource Technology*, 1, 28-32. Retrieved from http://inpressco.com/wp-content/uploads/2012/05/Ms_5.pdf
- DHL. (n.d.). Volumetrisch gewicht: HDL Express. Retrieved from http://www.dhl.be/nl/hulpmiddelen/volumetrisch_gewicht_express.html
- Dollarkoers. (n.d.). Olieprijs - actuele olie prijs. Retrieved from <http://www.dollarkoers.nl/olieprijs/365/>
- DPD. (n.d.). Omvang & volume gewicht calculator. Retrieved from https://www.dpd.com/be/home/verzending/algemene_verzendgids/verzendinginstructies2/omvang_volume_gewicht_calculator
- Drumright, P. R. G. a. D. E. H. (2000). Polylactic Acid Technology. *Advanced Materials*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=R2bTcboOUcGi5oq23Cn&page=1&doc=2
- Elzingakousen. (2014). Het verschil tussen compressiekousen en steunkousen. Retrieved from <http://www.elzingakousen.nl/blog/verschil-compressiekousen-steunkousen/>
- EPA. (2014). Overview of Greenhouse Gases. Retrieved from <https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>
- EPAL. (n.d.). EPAL-Pallets. Retrieved from <http://www.epal-pallets.org/uk/produkte/paletten.php#>

- EPLCA. (2014). What is LCA. Retrieved from http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=43
- European Commission, e. a. (2010). *General guide for Life Cycle Assessment* (First ed.).
- European Commission, J. R. C. (2010). Analysis of existing environmental impact assessment methodologies for use in life cycle assessment. 115.
<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-LCIA-Background-analysis-online-12March2010.pdf> Retrieved from <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-LCIA-Background-analysis-online-12March2010.pdf>
- European Commission, J. R. C. (2011). Recommendations for life cycle impact assessment in the European context. 159. <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf> Retrieved from <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf>
- European Commission, J. R. C. (2014). ILCD Handbooks. Retrieved from http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=86
- EuropeanBioplastics. (2015). Bioplastic materials.
- EuropeanBioplastics. (n.d.-a). Publications. Retrieved from <http://www.european-bioplastics.org/news/publications/>
- EuropeanBioplastics. (n.d.-b). Welcom to European Bioplastics. Retrieved from <http://www.european-bioplastics.org/about-us/>
- Fruergaard, T. H. C. a. T. (2010). *Solid Waste Technology & Management, Volume 1 & 2* T. H. Christensen (Ed.) Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470666883> Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470666883>
- FSC. (n.d.-a). 3 verschillende types. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/fsc-label-garantie/3-fsc-labels>
- FSC. (n.d.-b). Chain of Custody. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/certificering-van-bos-of-bedrijf/chain-of-custody-coc>
- FSC. (n.d.-c). Controle en misbruik FSC label. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/fsc-label-garantie/controle-misbruik>
- FSC. (n.d.-d). Controle FSC certificaat. Retrieved from <http://info.fsc.org>
- FSC. (n.d.-e). Een correct FSC label. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/fsc-label-garantie/3-fsc-labels>
- FSC. (n.d.-f). Geschiedenis. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/fsc-over-ons/geschiedenis>
- FSC. (n.d.-g). Logogebruik. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/fsc-label-garantie/fsc-logogebruik>
- FSC. (n.d.-h). Samengestelde producten. Retrieved from <http://www.fsc.be/nl-be/certificering-van-bos-of-bedrijf/chain-of-custody-coc/samengestelde-producten>
- Goedkoop, M. O., Marisa Vieira, Jorrit Leijting, Tommie Ponsioen, Ellen Meijer (n.d.). *SimaPro Tutorial* PréConsultants (Ed.) Retrieved from <https://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8Tutorial.pdf> Retrieved from <https://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8Tutorial.pdf>
- Gotro, J. (2013). From Sugar to Bioplastics; Fermentation in Action.
- Groven, F. (2015, 15 juli 2015). [Onderzoek naar alternatieve verpakkingen voor TSS assortiment].
- Groven, F. (n.d., 22 maart 2016). [MVO bij Arion].
- GS1. (n.d.). GS1 Company prefix. Retrieved from <http://www.gs1.org/company-prefix>
- gs1belu. (n.d.). GTIN. Retrieved from <https://www.gs1belu.org/nl/standaarden/gtin>
- GTIN. (n.d., 2016). GTIN definition - information. Retrieved from <http://www.gtin.info/>
- Halford, A. K., Laurie Peter (2010). *Energy Crops* R. S. o. Chemistry (Ed.) Retrieved from <https://books.google.be/books?id=vW7cNQJVLfEC&pg=PA73&lpg=PA73&dq=diffe>

- [rence+between+vinasse+and+bagasse&source=bl&ots=kNUo0Ft8V6&sig=-gl4v822fMyePYDnHOG3HPtjDc8&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKewiVobvU483MAhU hJ8AKHczKDslQ6AEIKDAB#v=onepage&q=difference%20between%20vinasse%20and%20bagasse&f=false](https://books.google.be/books?id=vW7cNQJVLfEC&pg=PA73&lpg=PA73&dq=difference+between+vinasse+and+bagasse&source=bl&ots=kNUo0Ft8V6&sig=-gl4v822fMyePYDnHOG3HPtjDc8&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKewiVobvU483MAhU hJ8AKHczKDslQ6AEIKDAB#v=onepage&q=difference%20between%20vinasse%20and%20bagasse&f=false) Retrieved from <https://books.google.be/books?id=vW7cNQJVLfEC&pg=PA73&lpg=PA73&dq=difference+between+vinasse+and+bagasse&source=bl&ots=kNUo0Ft8V6&sig=-gl4v822fMyePYDnHOG3HPtjDc8&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKewiVobvU483MAhU hJ8AKHczKDslQ6AEIKDAB#v=onepage&q=difference%20between%20vinasse%20and%20bagasse&f=false>
- Hanlon, R. J. K., Hallie E. Forcinio. (1998). *Handbook of package engineering* Retrieved from https://books.google.be/books?redir_esc=y&hl=nl&id=zn3mGYYu-QC&q=carton#v=snippet&q=carton&f=false Retrieved from https://books.google.be/books?redir_esc=y&hl=nl&id=zn3mGYYu-QC&q=carton#v=snippet&q=carton&f=false
- Haslach, J. (2000). The moisture and rate-dependent mechanical properties of paper: A review. *Mechanics of Time-Dependent Materials*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com/bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=U1vyMjcd0EY71fsKBpQ&page=1&doc=2
- Hildebrand, T. (n.d., 13 april 2016). [Datasheet etiketten Arion].
- Höök, M. (2009). *Depletion and decline curve analysis in crude oil production*. Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:338111/FULLTEXT01.pdf>
- Hubert, M. K. (1956). Nuclear energy and The fossil fuels. *Drilling and Production Practice*. Retrieved from <http://www.hubberty.com/hubberty/1956/1956.pdf>
- IATA. (n.d.). About us. Retrieved from <http://www.iata.org/publications/Pages/air-cargo-tariff.aspx>
- iBIB. (n.d.). Belgian Biopackaging Association. Retrieved from <http://www.bio-based.eu/iBIB/pdf/2012/8.pdf>
- icon, S. (n.d.). Factory.
- IfBB. (2015a). *Biopolymers facts and statistics*: Hochschule Hannover - University of applied sciences and arts.
- IfBB. (2015b). Production bio-PE from corn.
- IfBB. (2015c). Production bio-PE from sugar cane.
- IfBB. (n.d.). The IfBB. Retrieved from <http://ifbb.wp.hs-hannover.de/en/>
- IPCC. (n.d.-a). History. Retrieved from http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml
- IPCC. (n.d.-b). Organization. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>
- Regulation of wood packaging material in international trade, (2009).
- ISO 14040:1997 - Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, (1997).
- ISO. (2014). Discovering ISO 26000. Retrieved from http://www.iso.org/iso/discovering_iso_26000.pdf
- ISO. (n.d.-a). ISO 14040:2006. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en>
- ISO. (n.d.-b). ISO 14044:2006. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14044:ed-1:v1:en>
- ISO. (n.d.-c). Online Browsing Platform (OBP). Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/#search>
- ISPM15. (n.d.). FAQ's. Retrieved from <http://www.ispm15.com/faq.htm>
- ISTA. (2001). *ISTA Temperature Project - Data Summary*. Retrieved from http://www.ista.org/forms/ISTA_Temperature_Report-2002.pdf

- ISTA. (n.d.). Our story. Retrieved from <http://www.ista.org/pages/about/about.php>
- Jaspers, L. (2012). Papier, karton en hout.
- Jones, P. (1999). Gary Anderson has been found! *Resource Recycling*. Retrieved from http://logoblink.com/wp-content/uploads/2008/03/recycling_symbol_garyanderson.pdf
- Khurram, R. (2012). Customer satisfaction. Retrieved from <http://www.slideshare.net/RIZWANKHURRAM/customer-satisfaction-15124564>
- Kirwan, M. J. (2005). *Paper and paperboard packaging technology* M. J. Kirwan (Ed.) Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470995877.fmatter/pdf> Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470995877.fmatter/pdf>
- Kraaijvanger, C. (2013, 15 juni 2013). Wat als ... de olie opraakt? *Scientas*.
- label.co.uk. (n.d.). Self-adhesive labels on rolls. Retrieved from <https://label.co.uk/self-adhesive-labels-on-rolls/>
- Lepot, N. (2012). Verpakkingsmaterialen 2 - Kunststoffen.
- Loijos, A. (2012, 16 Maart 2015). Comparison of Best Life Cycle Assessment Software. Retrieved from <http://www.linkcycle.com/comparison-of-best-life-cycle-assessment-software/>
- Lynch, P. (2015). How barcodes and QR codes work. *Irish Times*. Retrieved from <http://search.proquest.com.bib-proxy.uhasselt.be/docview/1645437831?pq-origsite=summon>
- Manufacturers, A. F. P. (2015). The refining process. Retrieved from <https://www.afpm.org/the-refinery-process/>
- Marsh, P. D., and Betty Bugusu, PH.D. (2007). Food packaging - Roles, materials and environmental issues. *Journal of food science*, 72(3), R39-R55. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=W2ChsBByGwD8Utaqpsc&page=1&doc=2
- Mercianlabels. (n.d.). Self Adhesive Labels. Retrieved from <https://www.mercianlabels.com/support/self-adhesive-labels/>
- Milieuloket. (n.d.). Cfk's. Retrieved from <http://www.milieuloket.nl/9353000/1/j9vvhurbs7rzq9/vhurdyxq2n74>
- Molenveld, M. v. d. O. (2014). Catalogis biobased verpakkingen. In M. v. E. Zaken (Ed.).
- Morales, M. Z., Antonio Bonomi. (2015). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. *Renewable and sustainable energy reviews*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=Z1w7WFgkK34H9hOb4gW&page=1&doc=1
- Muncke, J. (2009). Exposure to endocrine disrupting compounds via the food chain: Is packaging a relevant source? *Science of the Total Environment*. Retrieved from http://t13ry3ge2c.search.serialssolutions.com/?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.atitle=Exposure%20to%20endocrine%20disrupting%20compounds%20via%20the%20food%20chain%3A%20Is%20packaging%20a%20relevant%20source%3F&rft.aufirst=Jane&rft.aulast=Muncke&rft.date=2009&rft.epage=4559&rft.genre=article&rft.issn=0048-9697&rft.issue=16&rft.jtitle=SCIENCE%20OF%20THE%20TOTAL%20ENVIRONMENT&rft.pages=4549-4559&rft.spage=4549&rft.stitle=SCI%20TOTAL%20ENVIRON&rft.volume=407&rft.r_id=info:sid/www.isinet.com:WoK:WOS&rft_id=info:doi/10%2E1016%2Fj%2Escitotenv%2E2009%2E05%2E006

- MVONederland. (2015). Wat is MVO? Retrieved from <http://mvonederland.nl/wat-mvo>
- MVOPrestatieladder. (2010). de MVO Prestatieladder. Retrieved from <http://www.mvoprestatieladder.nl/doc/norm.pdf>
- MVOPrestatieladder. (2013). MVO prestatie ladder. Retrieved from <http://www.mvoprestatieladder.nl/>
- Oele, M. G., Michiel Oele, Jorrit Leijting, Tommie Ponsioen, Ellen Meijer. (n.d.). *Introduction to LCA with SimaPro* PréConsultants (Ed.) Retrieved from <https://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8IntroductionToLCA.pdf>
Retrieved from <https://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8IntroductionToLCA.pdf>
- Osborn, W. A. J. (1992). *Plastic films - Tehnology and Packaging Applications* Retrieved from https://books.google.be/books?id=wpkaIV_nxWMC&pg=PA104&lpg=PA104&dq=sealtemperature+LDPE&source=bl&ots=ny1y5DkRm3&sig=VBCqk3qNtMkpZ35hTdbOeVE_dFg&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwiUlLb5LjMAhXFGB4KHbWZD6sQ6AEIKzAC#v=onepage&q=sealtemperature%20LDPE&f=false Retrieved from https://books.google.be/books?id=wpkaIV_nxWMC&pg=PA104&lpg=PA104&dq=sealtemperature+LDPE&source=bl&ots=ny1y5DkRm3&sig=VBCqk3qNtMkpZ35hTdbOeVE_dFg&hl=nl&sa=X&ved=0ahUKEwiUlLb5LjMAhXFGB4KHbWZD6sQ6AEIKzAC#v=onepage&q=sealtemperature%20LDPE&f=false
- OVAM. (2006). *Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events.*
- OVAM. (2009). Ecodesign tool.
- OVAM. (n.d.). Missie en visie. Retrieved from <http://www.ovam.be/over-ons>
- PackagingRecoveryOrganisationEurope. (2009). *Fact sheet in bioplastics.* Retrieved from http://www.pro-e.org/files/Factsheet_on_bioplastics_230309.pdf
- paperonline. (n.d.). Pulping. Retrieved from <http://www.paperonline.org/paper-making/paper-production/pulping>
- Pavia, L., Kriz, Vyvyan. (2009). *Introduction to spectroscopy* (4 ed.): Brooks/Cole.
- Peretz, P. (2013). Barcodes Demystified. Retrieved from https://www.nationwidebarcode.com/barcodes_demystified.pdf
- Peuportier, S. S., Mauritz Glaumann, Tove Malmqvist, Guri Krigsvol, Christian Wetzell, Heimo Staller, Zsuzsa Szalay, Valeria Degiovanni, Evelina Stoykova. (n.d.). Energy Saving through Promotion of Life Cycle Assessment in Buildings. https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/enslic_building_lca_state_of_the_art_report_en.pdf
Retrieved from https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/enslic_building_lca_state_of_the_art_report_en.pdf
- Plasticsindustry. (n.d.). Methods of Processing Plastic. Retrieved from <http://www.plasticsindustry.com/plastic-processing-methods.asp>
- PlasticSoupFoundation. (n.d.). Gevolgen voor het milieu. Retrieved from <http://www.plasticsoupfoundation.org/feiten/gevolgen-voor-het-milieu/>
- Potting, G. F. a. J. (1999). Eutrophication as an Impact Category. *LCA*. Retrieved from <http://search.proquest.com.bib-proxy.uhasselt.be/docview/662782713?pq-origsite=summon>
- PréConsultants. (n.d.). ReCiPe. Retrieved from <https://www.pre-sustainability.com/recipe>
- Richtlijn 93/42/EEG VAN DE RAAD van 14 juni 1993 betreffende medische hulpmiddelen, (1993).
- Ryan, V. (2011). Crude oil to fuels and plastics - Summary diagram. Retrieved from <http://www.technologystudent.com/pdf6/plasty3.pdf>
- Sappi. (n.d.). *De productie van papier.* Retrieved from <http://www.sappi.com/regions/sa/SupportAndSponsorships/Knowledge%20bank/Tech>

- [nical%20brochures/The%20Paper%20Making%20Process/ThePaperMakingProcessDutch.pdf](#)
- Schryver, M. G., Reinhout Heijungs, Mark Huijbregts, Jaap Struijs, Rosalie van Zelm. (2013). A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. 133. https://www.pre-sustainability.com/download/ReCiPe_main_report_MAY_2013.pdf Retrieved from https://www.pre-sustainability.com/download/ReCiPe_main_report_MAY_2013.pdf
- Seideman, T. (n.d.). Barcode History. Retrieved from http://www.barcoding.com/information/barcode_history.shtml
- separationprocess. (n.d.). Bubble-Cap Tray.
- Shen, E. W. a. M. P. (2010). Present and future development in plastics from biomass. *Biofuels bioproducts & biorefining-BIOFPR*, 4(1), 25-40. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=V1175BrwgdE1THTyk5P&page=1&doc=1
- SPI. (2015). SPI Resin Identification Code - Guide to Correct Use. Retrieved from <http://www.plasticsindustry.org/AboutPlastics/content.cfm?ItemNumber=823&navItemNumber=1125>
- Thomas, M. (2014). Deel 2 Magazijnbeheer.
- Tillman, C. L. a. A.-M. (2012). A comparative life cycle assessment study of polyethylene based on sugarcane and crude oil. *Journal o Industrial Ecology*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com.bib-proxy.uhasselt.be/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=Z1je3GFLOFPTtVktNCv&page=1&doc=1
- Twede, S. E. M. S., Donatien-Pascal Kamdem, David Shires. (2015). *Cartons, Crates and Corrugated Board, Second Edition Handbook of Paper and Wood Packaging Technology* Retrieved from <https://books.google.be/books?hl=nl&id=5RoaBgAAQBAJ&q=making+pulp#v=snippet&q=making%20pulp&f=false> Retrieved from <https://books.google.be/books?hl=nl&id=5RoaBgAAQBAJ&q=making+pulp#v=snippet&q=making%20pulp&f=false>
- UNFCCC. (2014a). Background on the UNFCCC: The international response to climate change. Retrieved from http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php
- UNFCCC. (2014b). Feeling the Heat: Climate Science and the Basis of the Convention. Retrieved from http://unfccc.int/essential_background/the_science/items/6064.php
- UNFCCC. (2014c). Kyoto Protocol. Retrieved from https://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- UnitedNations. (n.d.). Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts.
- UPS. (n.d.). Volumegewicht. Retrieved from https://www.ups.com/content/be/nl/resources/ship/packaging/dim_weight.html
- Vlaanderen, M. (2016). Aantasting van de ozonlaag. Retrieved from <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/aantasting-van-de-ozonlaag/>
- VWR. (n.d.). Ethanol absoluut EMSURE® ACS, ISO, Reag. Ph. Eur. analytical reagent. Retrieved from https://be.vwr.com/store/catalog/product.jsp?catalog_number=1.00983.6025
- WageningenUR. (n.d.). Bioplastics. Retrieved from <http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstututen/food-biobased-research/Onderzoeksprogrammas/Biobased-materialen/Bioplastics.htm>


- Wolf, R. P., Kirana Chomkham Sri, Serenella Sala, David Pennington. (2012). The international reference life cycle data system (ILCD) handbook. 72.
<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/JRC-Reference-Report-ILCD-Handbook-Towards-more-sustainable-production-and-consumption-for-a-resource-efficient-Europe.pdf> Retrieved from <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/JRC-Reference-Report-ILCD-Handbook-Towards-more-sustainable-production-and-consumption-for-a-resource-efficient-Europe.pdf>
- wsel. (n.d.). Pressure Sensitive Labels. Retrieved from <http://www.wsel.com/labels/products/pressure-sensitive>


Bijlagen


Bijlage A: Omslag handleiding


NL easy-slide
GEBRUIKSAANWIJZING


easy-slide

1 

2 

3 

4 

5 

1. Plaats de Easy-Slide over de voet

2. Trek de kous aan over de Easy-Slide

3. Schuif de kous over de voet, zodat de hiel van de kous op de juiste plaats zit

4. Leg één hand stevig op de hiel en trek met de andere hand aan de lus van de Easy-Slide

5. Trek de Easy-Slide met kleine bewegingen uit de kous

MATEN

Maat	Schoenmaat
Small	≤34-37
Medium	38-41
Large	42-45
X-large	≥46

2

easy-slide
another Arion brand

Art. code E01502



easy-slide
another Arion brand











www.arion-group.com



Arion | 6181 AG Gelsen | The Netherlands | www.arion-group.com

NL	Aantrekhulp	2
EN	Donning Sheath	4
DE	Anziehhilfe	6
FR	Accessoire d'aide à la mise en place	8
DA	Hjælpermiddel	10
NO	Påkledningshjelper	12
SV	Åtdragningshjälp	14
FI	Pukemisapu	16
ES	Ayuda para la colocación	18
PT	Auxiliar de colocação	20
IT	Ausilio di applicazione	22
JP	装着用シーブス	24

Bijlage B: Productoverzicht TSS

	Easy-Slide	Sim-Slide	Magnide	Magnide on/off	SlideX *	Easy-Off	Easy-Slide arm	Easy-Slide kids
								
Mogelijke maten	XS, S, M, L, XL	S, M, L, XL	M, L, XL	M, L, XL	M, L	S, M, L	M, L	XS, S
Type verpakking	LDPE zakje	2-ledig PP mapje	2-ledig PP mapje	3-ledig PP mapje	LDPE zakje	LDPE zakje	LDPE zakje	LDPE zakje

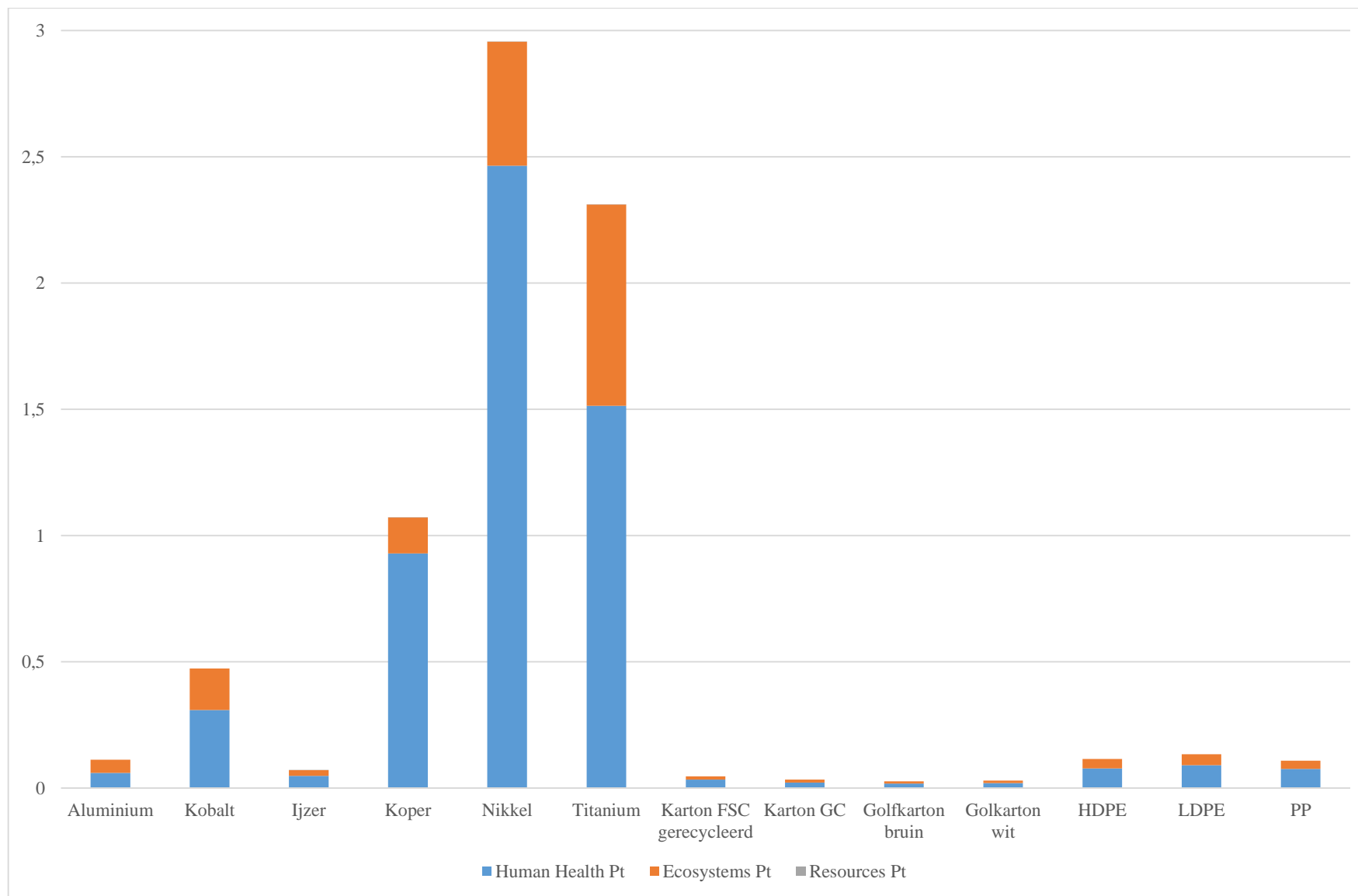
Combinaties zijn mogelijk onder de naam Easy+ in een 3-ledig PP mapje

Bijlage C: Vergelijking per eenheid

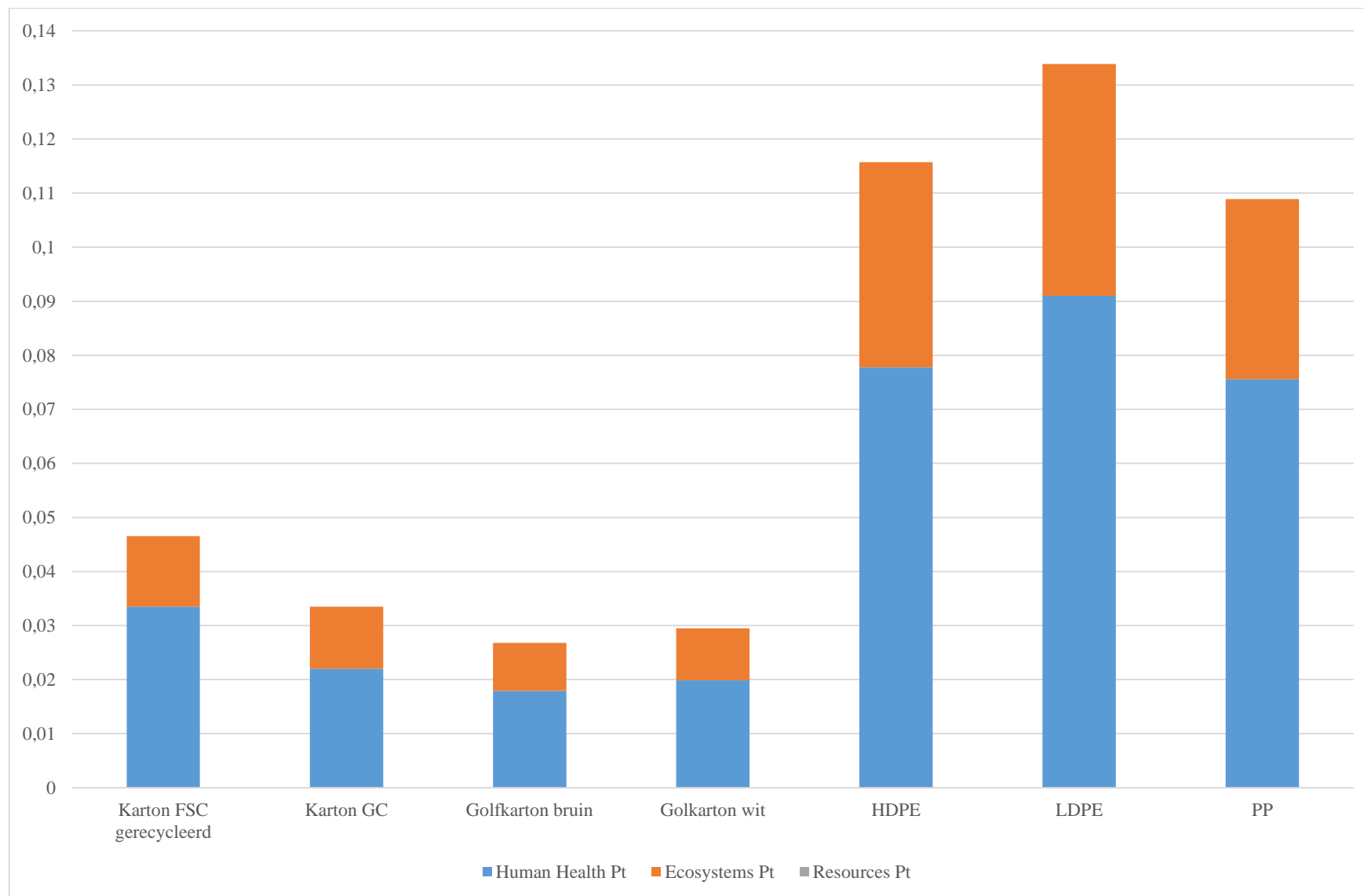
Bijlage C1: Enkelvoudige score (Pt)

Tabel 38 Resultaten enkelvoudige score

Schade categorie	Aluminium	Kobalt	IJzer	Koper	Nikkel	Titanium	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golkarton wit	HDPE	LDPE	PP
Totaal	0,11293	0,474083	0,071536	1,072558	2,956472	2,311071	0,046555	0,033485	0,026792	0,029474	0,115726	0,13388	0,108906
<i>Human Health</i>	0,060192	0,308923	0,048405	0,929254	2,464526	1,514278	0,033494	0,022011	0,017929	0,01988	0,077785	0,091006	0,075585
<i>Ecosystems</i>	0,052739	0,16516	0,023116	0,143302	0,491876	0,796791	0,013062	0,011475	0,008863	0,009595	0,037941	0,042874	0,033322
<i>Resources</i>	0	0	1,57E-05	1,43E-06	7,03E-05	1,93E-06	0	0	0	0	0	0	0



Figuur 59 Resultaten enkelvoudige score situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen



Figuur 60 Resultaten enkelvoudige score karton t.o.v. plastic

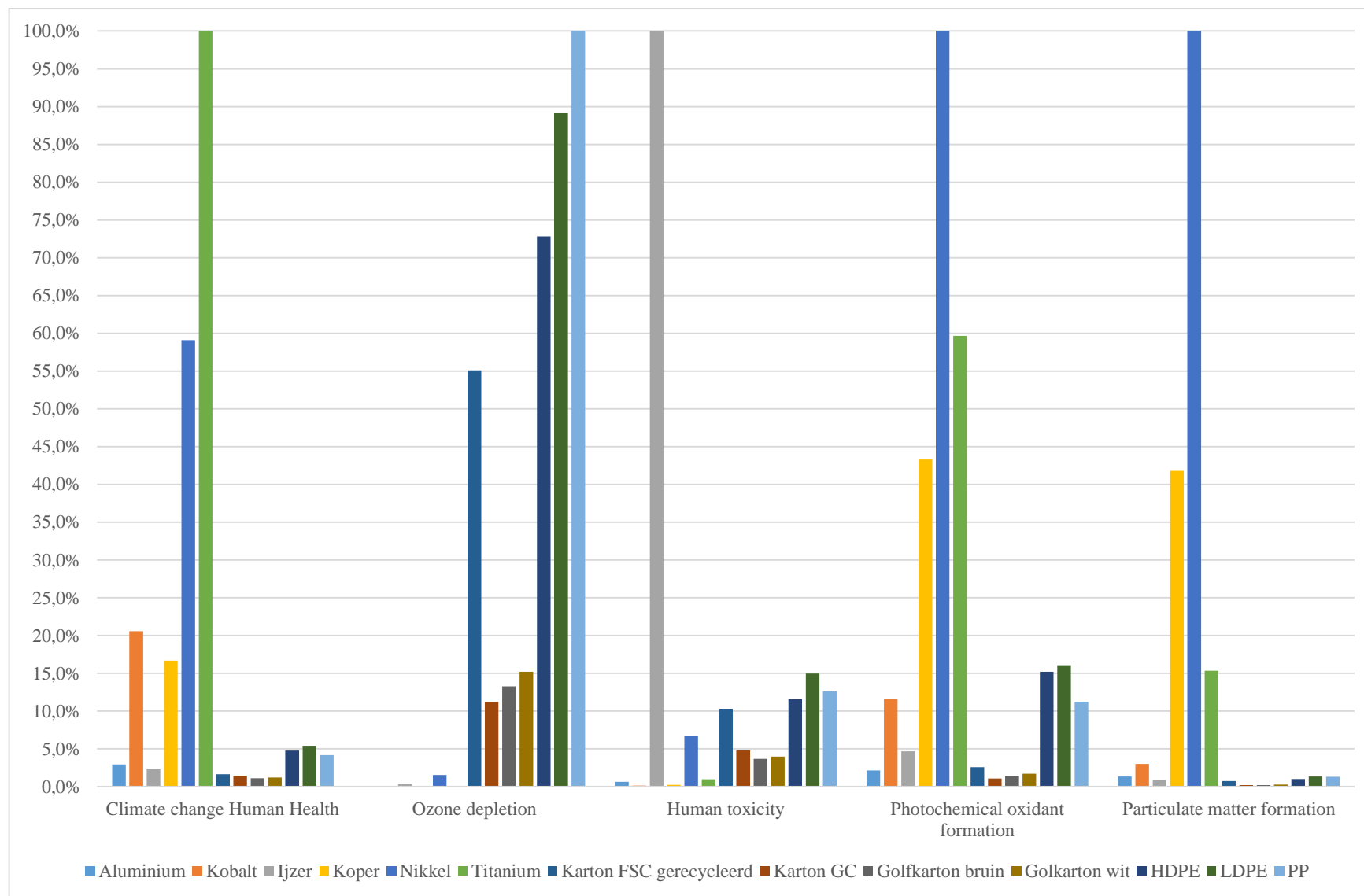
Bijlage C2: Karakterisatie (%)

Tabel 39 Resultaten karakterisatie

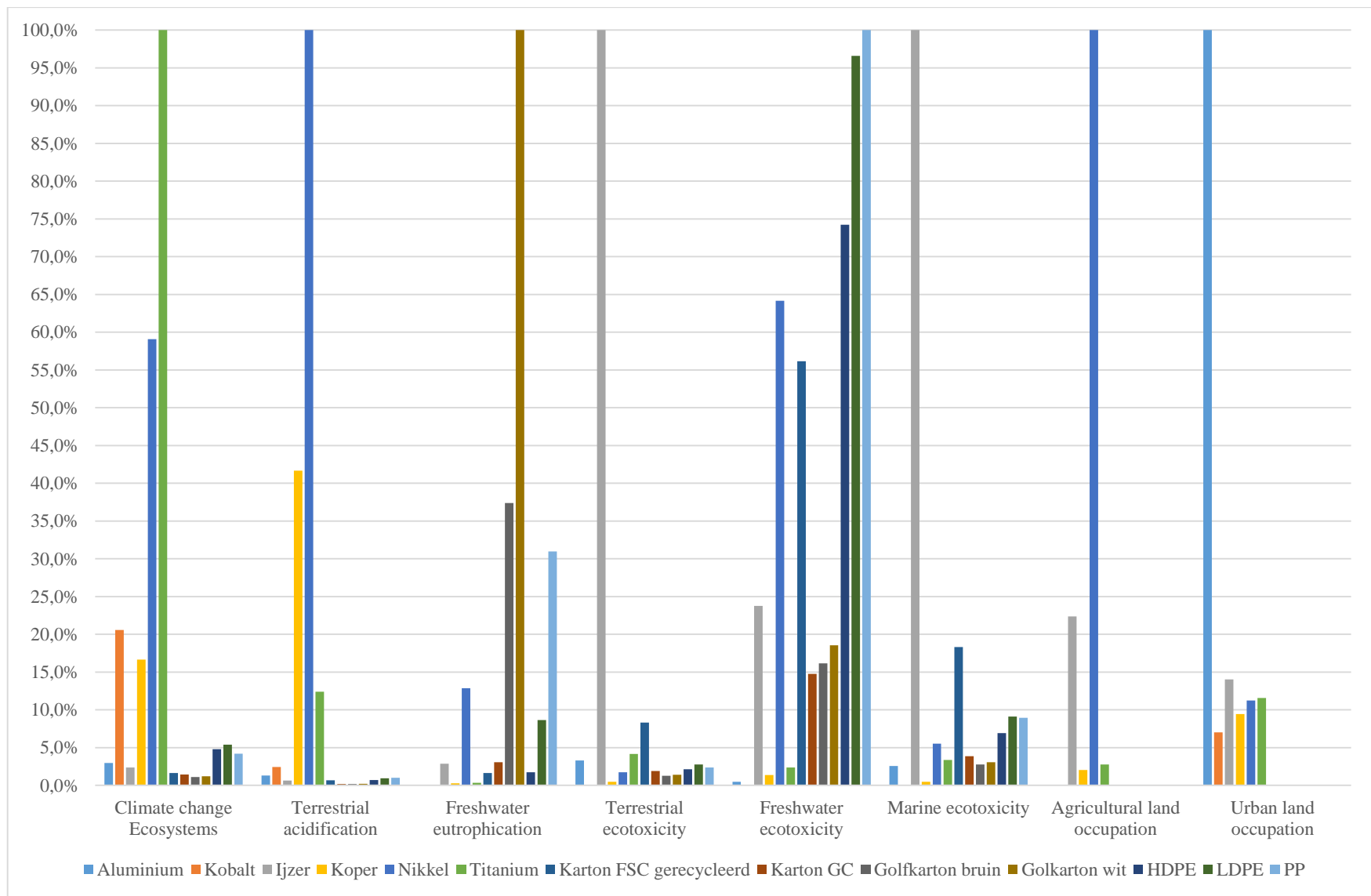
Effectcategorie	Aluminium	Kobalt	IJzer	Koper	Nikkel	Titanium	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golkarton wit	HDPE	LDPE	PP
<i>Climate change Human Health</i>	1,863E-06	1,298E-05	1,49E-06	1,05E-05	3,73E-05	6,31E-05	1,03E-06	9,126E-07	7,042E-07	7,62E-07	3,016E-06	3,406E-06	2,642E-06
<i>Climate change Human Health</i>	3,0%	20,6%	2,4%	16,7%	59,1%	100,0%	1,6%	1,4%	1,1%	1,2%	4,8%	5,4%	4,2%
<i>Ozone depletion</i>	0	0	1,01E-11	9,24E-13	4,528E-11	1,25E-12	1,607E-09	3,265E-10	3,867E-10	4,438E-10	2,124E-09	2,599E-09	2,916E-09
<i>Ozone depletion</i>	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	1,6%	0,0%	55,1%	11,2%	13,3%	15,2%	72,8%	89,1%	100,0%
<i>Human toxicity</i>	1,352E-09	2,934E-10	2,17E-07	5,3E-10	1,443E-08	2,08E-09	2,23E-08	1,042E-08	7,918E-09	8,634E-09	2,505E-08	3,241E-08	2,732E-08
<i>Human toxicity</i>	0,6%	0,1%	100,0%	0,2%	6,7%	1,0%	10,3%	4,8%	3,7%	4,0%	11,6%	15,0%	12,6%
<i>Photochemical oxidant formation</i>	1,534E-10	8,315E-10	3,34E-10	3,09E-09	7,143E-09	4,26E-09	1,845E-10	7,671E-11	9,927E-11	1,213E-10	1,086E-09	1,147E-09	8,02E-10
<i>Photochemical oxidant formation</i>	2,1%	11,6%	4,7%	43,3%	100,0%	59,7%	2,6%	1,1%	1,4%	1,7%	15,2%	16,1%	11,2%
<i>Particulate matter formation</i>	1,175E-06	2,623E-06	7,33E-07	3,64E-05	8,715E-05	1,34E-05	6,372E-07	1,882E-07	1,928E-07	2,329E-07	8,841E-07	1,154E-06	1,144E-06
<i>Particulate matter formation</i>	1,3%	3,0%	0,8%	41,8%	100,0%	15,3%	0,7%	0,2%	0,2%	0,3%	1,0%	1,3%	1,3%
<i>Ionising radiation</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ionising radiation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Climate change Ecosystems</i>	1,055E-08	7,351E-08	8,47E-09	5,96E-08	2,113E-07	3,57E-07	5,836E-09	5,169E-09	3,989E-09	4,316E-09	1,708E-08	1,929E-08	1,497E-08

<i>Climate change Ecosystems</i>	3,0%	20,6%	2,4%	16,7%	59,1%	100,0%	1,6%	1,4%	1,1%	1,2%	4,8%	5,4%	4,2%
<i>Terrestrial acidification</i>	1,241E-10	2,338E-10	5,98E-11	3,98E-09	9,559E-09	1,19E-09	6,438E-11	1,727E-11	1,703E-11	2,024E-11	6,731E-11	9,122E-11	9,631E-11
<i>Terrestrial acidification</i>	1,3%	2,4%	0,6%	41,7%	100,0%	12,4%	0,7%	0,2%	0,2%	0,2%	0,7%	1,0%	1,0%
<i>Freshwater eutrophication</i>	0	0	2,44E-14	2,23E-15	1,093E-13	3,01E-15	1,38E-14	2,602E-14	3,177E-13	8,5E-13	1,47E-14	7,35E-14	2,632E-13
<i>Freshwater eutrophication</i>	0,0%	0,0%	2,9%	0,3%	12,9%	0,4%	1,6%	3,1%	37,4%	100,0%	1,7%	8,6%	31,0%
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	1,872E-12	3,221E-14	5,69E-11	2,7E-13	9,896E-13	2,37E-12	4,742E-12	1,088E-12	7,33E-13	7,929E-13	1,21E-12	1,576E-12	1,356E-12
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	3,3%	0,1%	100,0%	0,5%	1,7%	4,2%	8,3%	1,9%	1,3%	1,4%	2,1%	2,8%	2,4%
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	6,802E-16	2,993E-17	3,35E-14	1,94E-15	9,047E-14	3,34E-15	7,919E-14	2,082E-14	2,28E-14	2,617E-14	1,047E-13	1,362E-13	1,41E-13
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	0,5%	0,0%	23,8%	1,4%	64,2%	2,4%	56,2%	14,8%	16,2%	18,6%	74,2%	96,6%	100,0%
<i>Marine ecotoxicity</i>	1,371E-14	3,133E-16	5,31E-13	2,45E-15	2,936E-14	1,79E-14	9,723E-14	2,045E-14	1,464E-14	1,63E-14	3,669E-14	4,844E-14	4,75E-14
<i>Marine ecotoxicity</i>	2,6%	0,1%	100,0%	0,5%	5,5%	3,4%	18,3%	3,9%	2,8%	3,1%	6,9%	9,1%	9,0%
<i>Agricultural land occupation</i>	0	0	1,65E-11	1,5E-12	7,37E-11	2,03E-12	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agricultural land occupation</i>	0,0%	0,0%	22,4%	2,0%	100,0%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Urban land occupation</i>	1,316E-08	9,229E-10	1,85E-09	1,24E-09	1,481E-09	1,53E-09	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urban land occupation</i>	100,0%	7,0%	14,0%	9,5%	11,3%	11,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

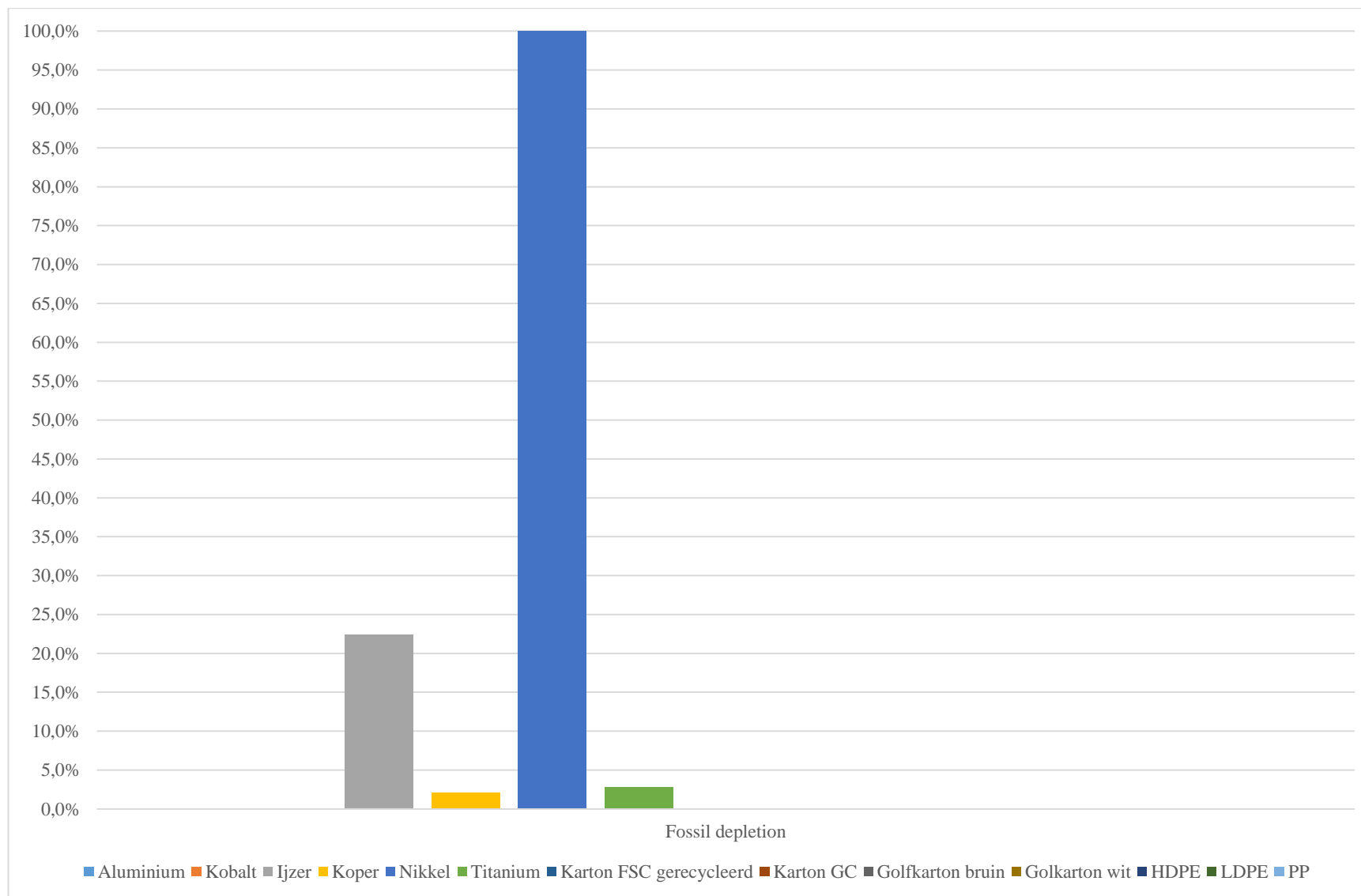
<i>Natural land transformation</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Natural land transformation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Metal depletion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metal depletion</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Fossil depletion</i>	0	0	2,43E-05	2,21E-06	0,0001084	2,99E-06	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fossil depletion</i>	0,0%	0,0%	22,4%	2,0%	100,0%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Figuur 61 Resultaten karakterisatie (Human Health) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen



Figuur 62 Resultaten karakterisatie (Ecosystems) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen

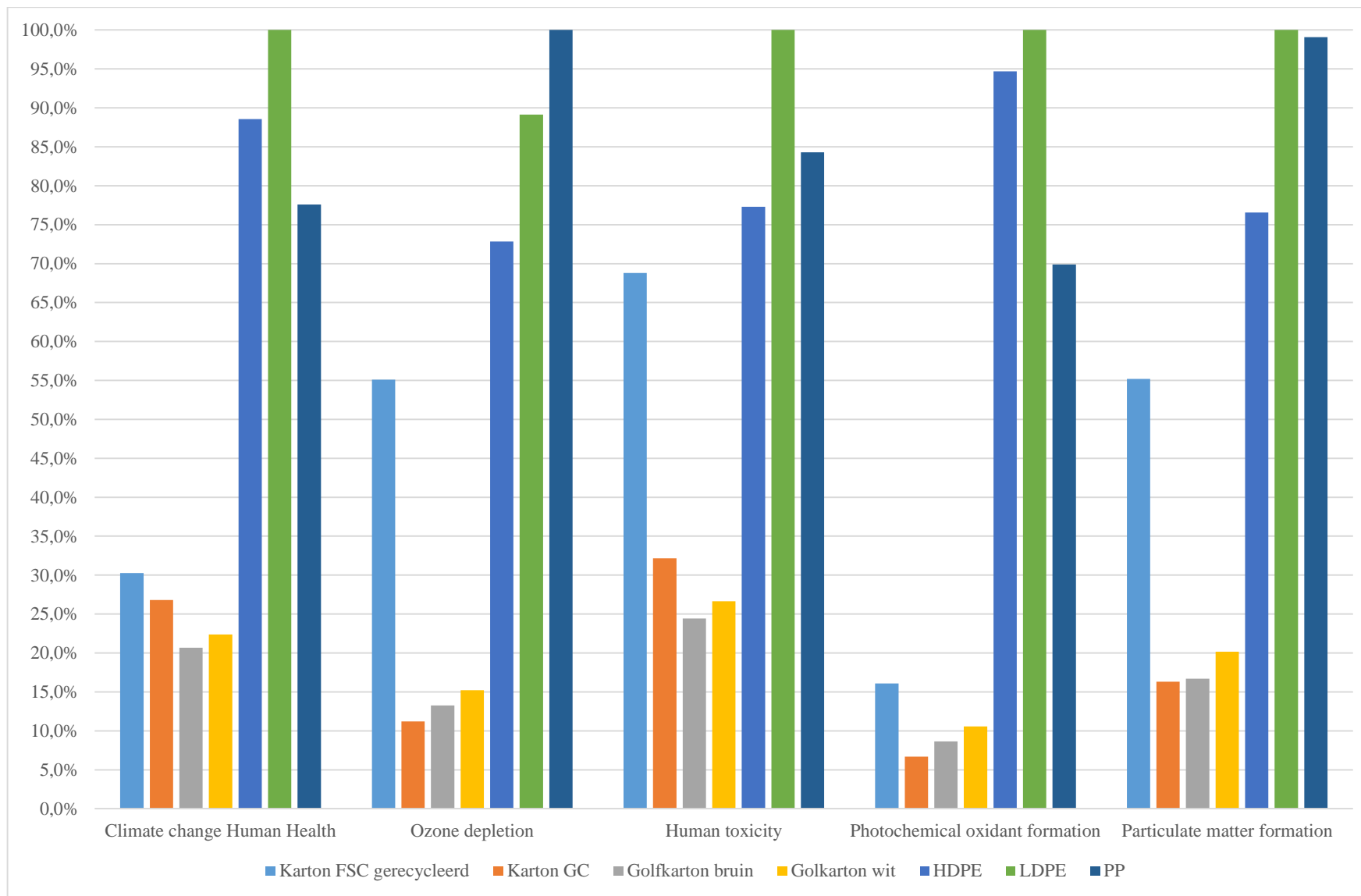


Figuur 63 Resultaten karakterisatie (Resources) situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen

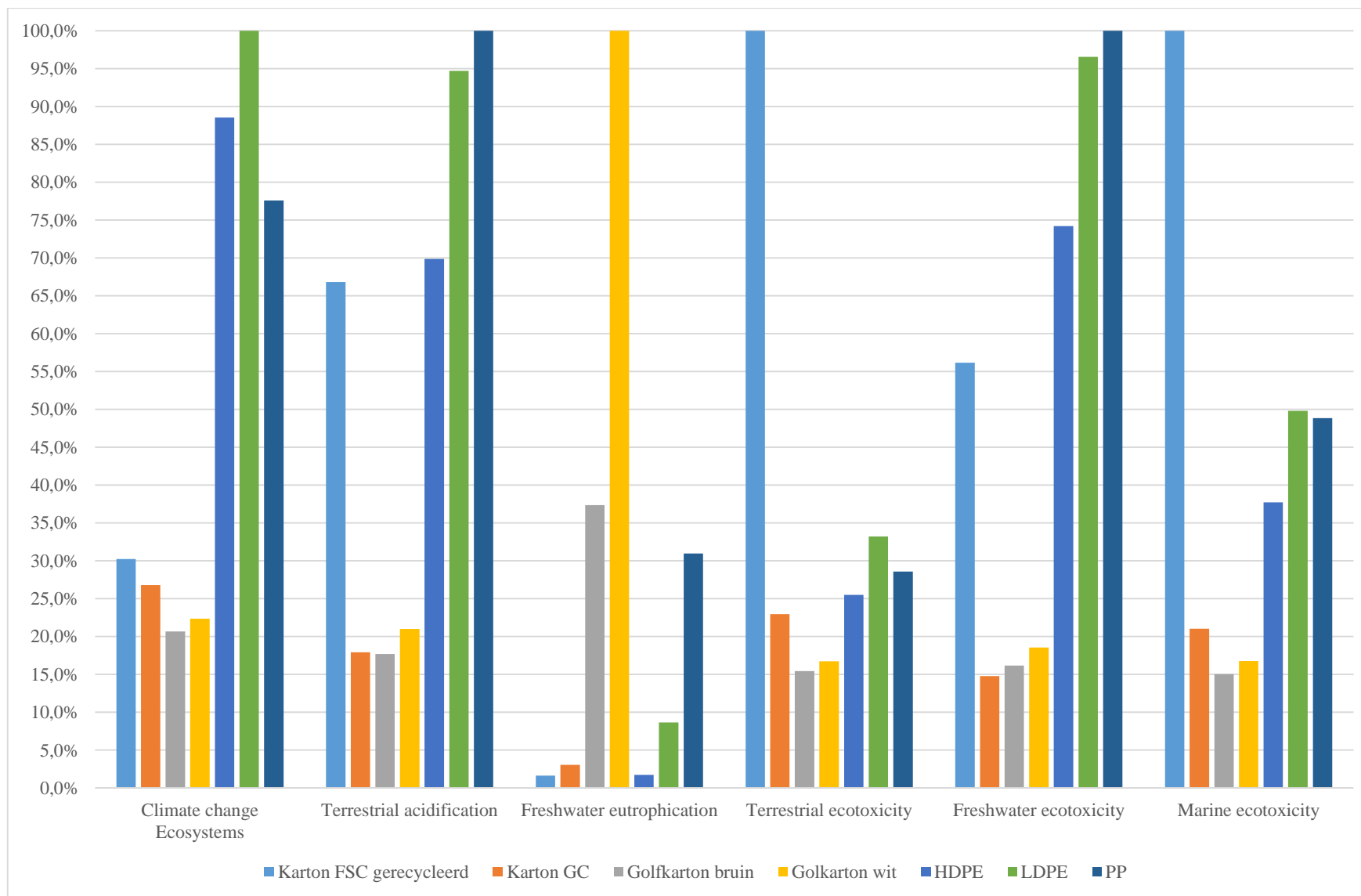
Tabel 40 Resultaten karakterisatie karton t.o.v. plastic

Effectcategorie	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golkarton wit	HDPE	LDPE	PP
<i>Climate change Human Health</i>	1,03E-06	9,126E-07	7,04E-07	7,62E-07	3,016E-06	3,41E-06	2,642E-06
<i>Climate change Human Health</i>	30,3%	26,8%	20,7%	22,4%	88,6%	100,0%	77,6%
<i>Ozone depletion</i>	1,607E-09	3,265E-10	3,87E-10	4,44E-10	2,124E-09	2,6E-09	2,916E-09
<i>Ozone depletion</i>	55,1%	11,2%	13,3%	15,2%	72,8%	89,1%	100,0%
<i>Human toxicity</i>	2,23E-08	1,042E-08	7,92E-09	8,63E-09	2,505E-08	3,24E-08	2,732E-08
<i>Human toxicity</i>	68,8%	32,2%	24,4%	26,6%	77,3%	100,0%	84,3%
<i>Photochemical oxidant formation</i>	1,845E-10	7,671E-11	9,93E-11	1,21E-10	1,086E-09	1,15E-09	8,02E-10
<i>Photochemical oxidant formation</i>	16,1%	6,7%	8,7%	10,6%	94,7%	100,0%	69,9%
<i>Particulate matter formation</i>	6,372E-07	1,882E-07	1,93E-07	2,33E-07	8,841E-07	1,15E-06	1,144E-06
<i>Particulate matter formation</i>	55,2%	16,3%	16,7%	20,2%	76,6%	100,0%	99,1%
<i>Ionising radiation</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ionising radiation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Climate change Ecosystems</i>	5,836E-09	5,169E-09	3,99E-09	4,32E-09	1,708E-08	1,93E-08	1,497E-08
<i>Climate change Ecosystems</i>	30,3%	26,8%	20,7%	22,4%	88,6%	100,0%	77,6%
<i>Terrestrial acidification</i>	6,438E-11	1,727E-11	1,7E-11	2,02E-11	6,731E-11	9,12E-11	9,631E-11
<i>Terrestrial acidification</i>	66,8%	17,9%	17,7%	21,0%	69,9%	94,7%	100,0%

<i>Freshwater eutrophication</i>	1,38E-14	2,602E-14	3,18E-13	8,5E-13	1,47E-14	7,35E-14	2,632E-13
<i>Freshwater eutrophication</i>	1,6%	3,1%	37,4%	100,0%	1,7%	8,6%	31,0%
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	4,742E-12	1,088E-12	7,33E-13	7,93E-13	1,21E-12	1,58E-12	1,356E-12
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	100,0%	22,9%	15,5%	16,7%	25,5%	33,2%	28,6%
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	7,919E-14	2,082E-14	2,28E-14	2,62E-14	1,047E-13	1,36E-13	1,41E-13
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	56,2%	14,8%	16,2%	18,6%	74,2%	96,6%	100,0%
<i>Marine ecotoxicity</i>	9,723E-14	2,045E-14	1,46E-14	1,63E-14	3,669E-14	4,84E-14	4,75E-14
<i>Marine ecotoxicity</i>	100,0%	21,0%	15,1%	16,8%	37,7%	49,8%	48,8%
<i>Agricultural land occupation</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agricultural land occupation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Urban land occupation</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urban land occupation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Natural land transformation</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Natural land transformation</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Metal depletion</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metal depletion</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Fossil depletion</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fossil depletion</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Figuur 64 Resultaten karakterisatie (Human Health) karton t.o.v. plastic

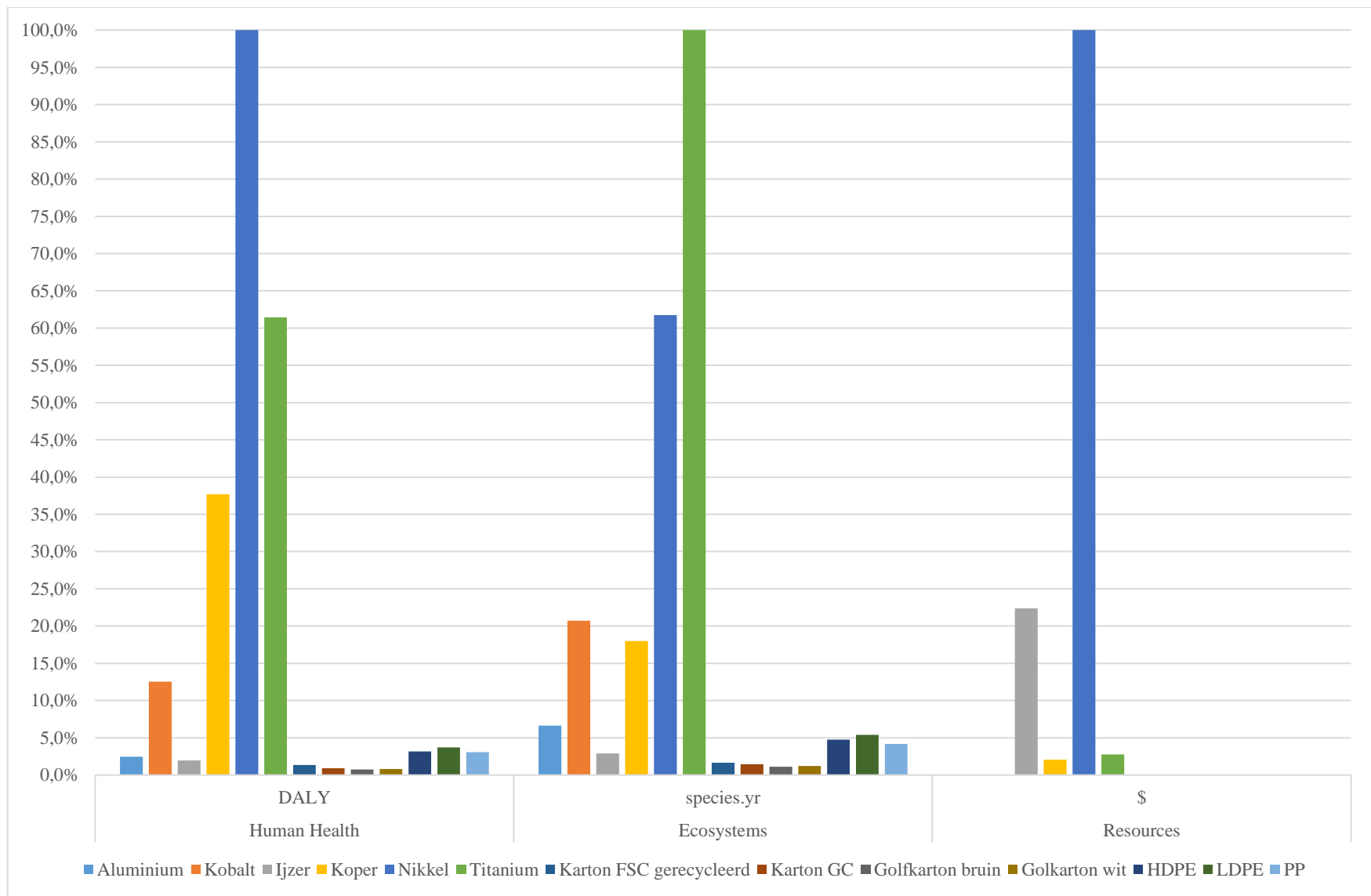


Figuur 65 Resultaten karakterisatie (Ecosystems) karton t.o.v. plastic

Bijlage C3: Schadebeoordeling (%)

Tabel 41 Resultaten schadebeoordeling

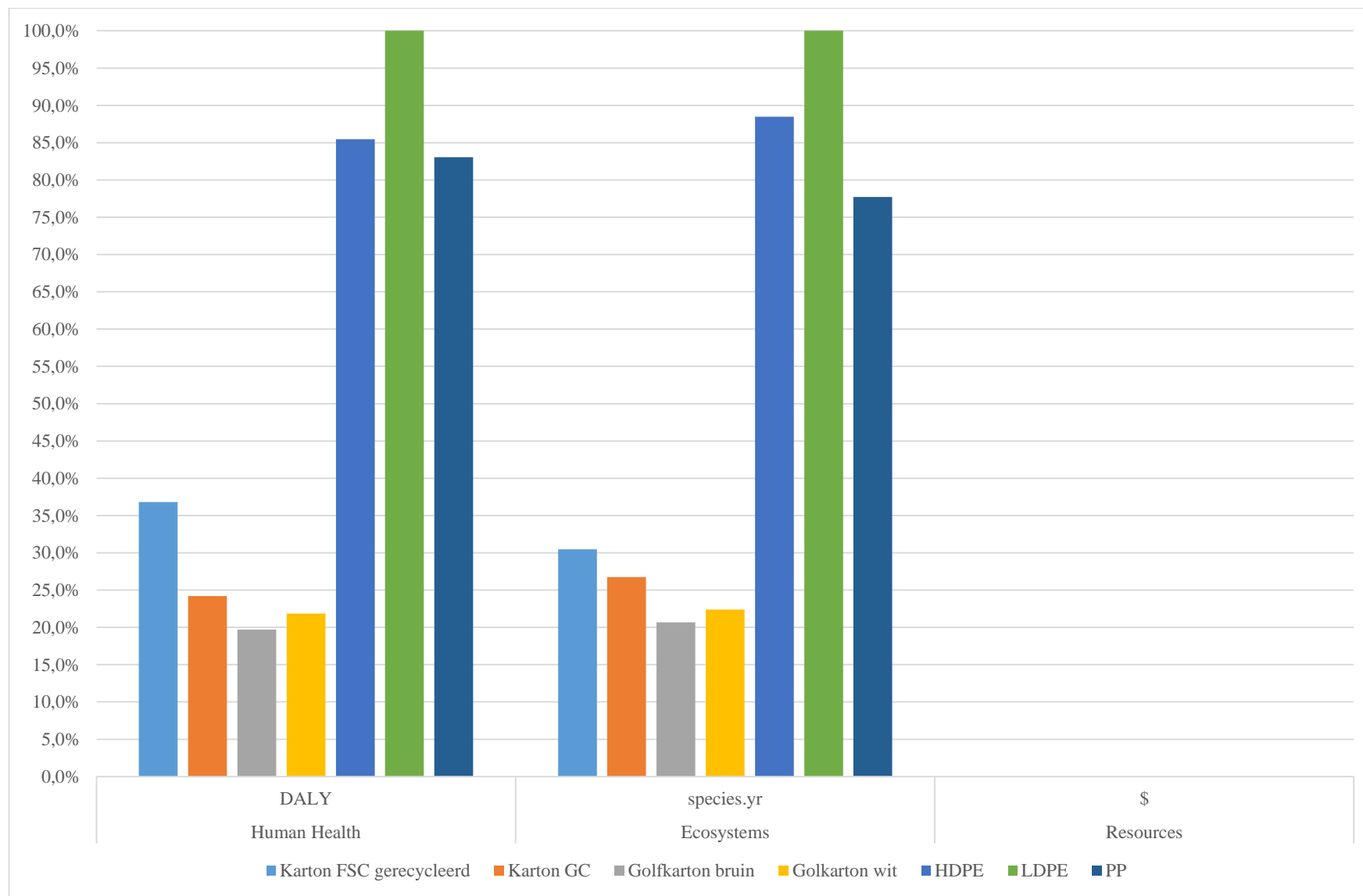
Schade categorie	Aluminium	Kobalt	IJzer	Koper	Nikkel	Titanium	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golkarton wit	HDPE	LDPE	PP
<i>Human Health</i>	3,04E-06	1,56E-05	2,44E-06	4,69E-05	0,000124	7,65E-05	1,69E-06	1,11E-06	9,05E-07	1E-06	3,93E-06	4,6E-06	3,82E-06
<i>Human Health</i>	2,4%	12,5%	2,0%	37,7%	100,0%	61,4%	1,4%	0,9%	0,7%	0,8%	3,2%	3,7%	3,1%
<i>Ecosystems</i>	2,38E-08	7,47E-08	1,05E-08	6,48E-08	2,22E-07	3,6E-07	5,9E-09	5,19E-09	4,01E-09	4,34E-09	1,72E-08	1,94E-08	1,51E-08
<i>Ecosystems</i>	6,6%	20,7%	2,9%	18,0%	61,7%	100,0%	1,6%	1,4%	1,1%	1,2%	4,8%	5,4%	4,2%
<i>Resources</i>	0	0	2,43E-05	2,21E-06	0,000108	2,99E-06	0	0	0	0	0	0	0
<i>Resources</i>	0,0%	0,0%	22,4%	2,0%	100,0%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Figuur 66 Resultaten schadebeoordeling situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen

Tabel 42 Resultaten schadebeoordeling karton t.o.v. plastic

Schade categorie	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golkarton wit	HDPE	LDPE	PP
<i>Human Health</i>	1,69E-06	1,11E-06	9,05E-07	1E-06	3,93E-06	4,6E-06	3,82E-06
<i>Human Health</i>	36,8%	24,2%	19,7%	21,8%	85,5%	100,0%	83,1%
<i>Ecosystems</i>	5,9E-09	5,19E-09	4,01E-09	4,34E-09	1,72E-08	1,94E-08	1,51E-08
<i>Ecosystems</i>	30,5%	26,8%	20,7%	22,4%	88,5%	100,0%	77,7%
<i>Resources</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Resources</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

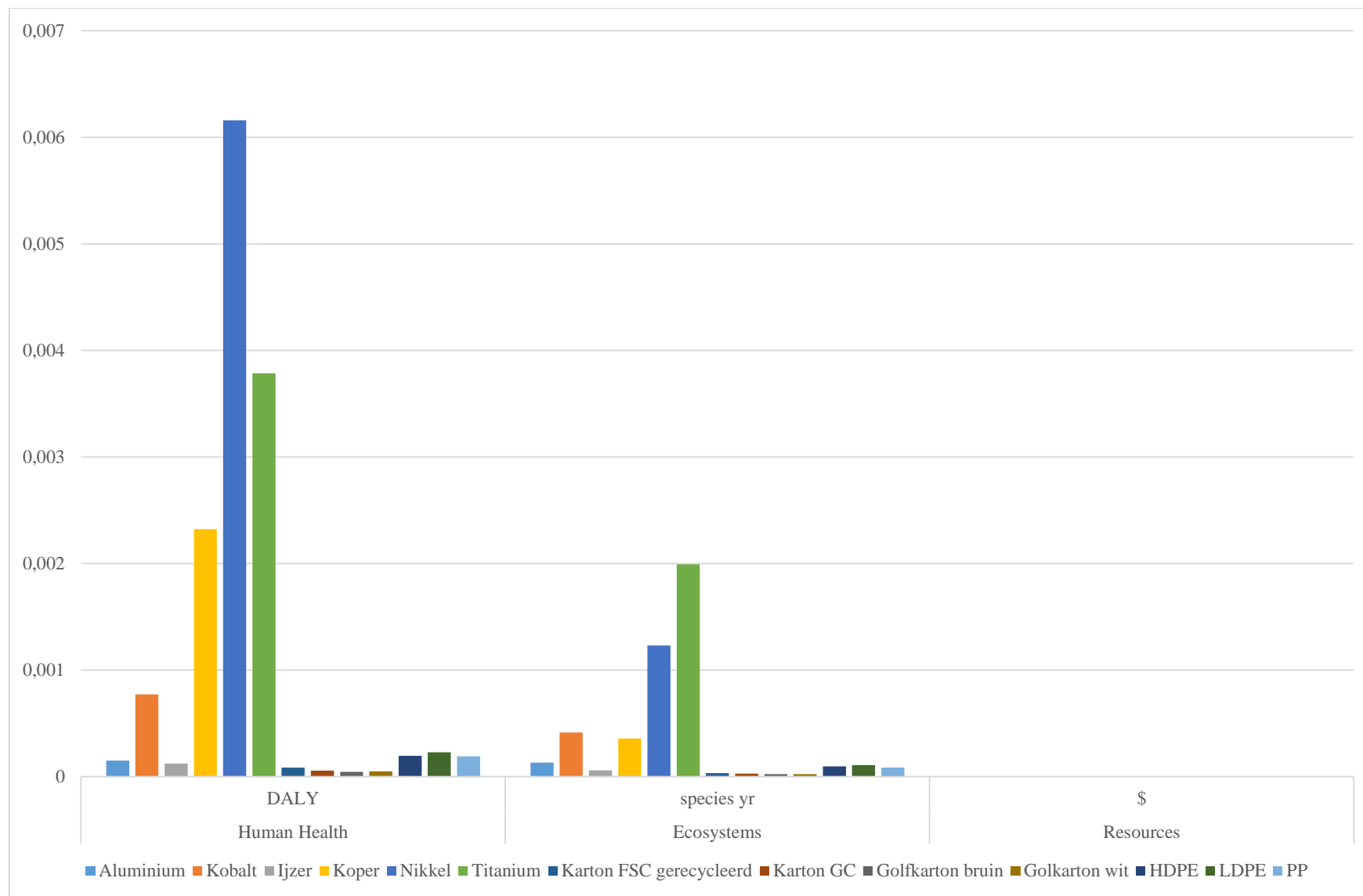


Figuur 67 Resultaten schadebeoordeling karton t.o.v. plastic

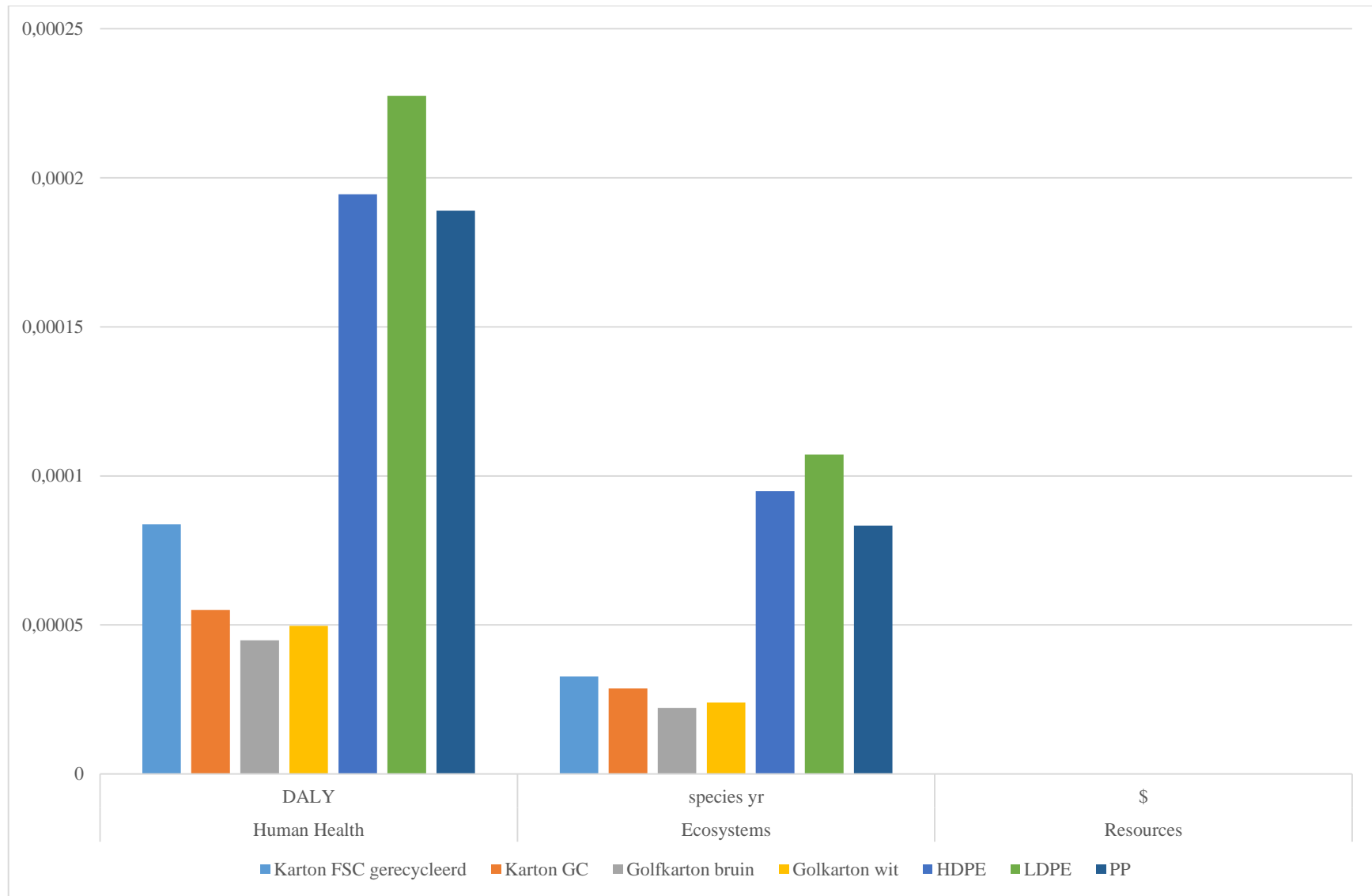
Bijlage C4: Normalisatie

Tabel 43 Resultaten normalisatie

Schade categorie	Aluminium	Kobalt	IJzer	Koper	Nikkel	Titanium	Karton FSC gerecycleerd	Karton GC	Golfkarton bruin	Golfkarton wit	HDPE	LDPE	PP
<i>Human Health</i>	0,00015	0,000772	0,000121	0,002323	0,006161	0,003786	8,37E-05	5,5E-05	4,48E-05	4,97E-05	0,000194	0,000228	0,000189
<i>Ecosystems</i>	0,000132	0,000413	5,78E-05	0,000358	0,00123	0,001992	3,27E-05	2,87E-05	2,22E-05	2,4E-05	9,49E-05	0,000107	8,33E-05
<i>Resources</i>	0	0	7,86E-08	7,17E-09	3,51E-07	9,67E-09	0	0	0	0	0	0	0



Figuur 68 Resultaten normalisatie situering metalen t.o.v. overige verpakkingsmaterialen



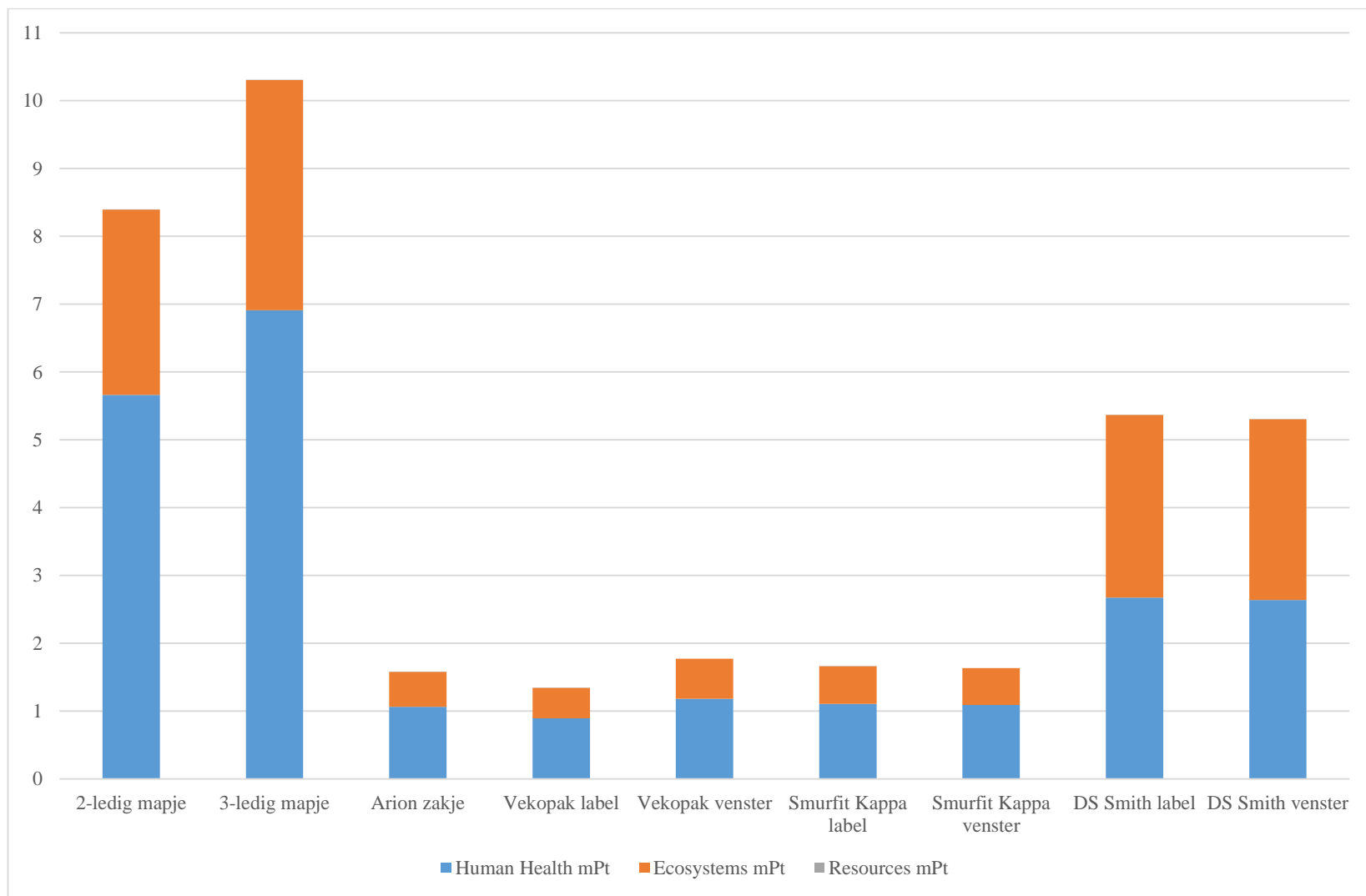
Figuur 69 Resultaten normalisatie karton t.o.v. plastic

Bijlage D: Vergelijking per concept

Bijlage D1: Enkelvoudige score (mPt)

Tabel 44 Resultaten enkelvoudige score

Schadecategorie	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster
Totaal	8,398512	10,30931	1,5781	1,341166	1,76948	1,66054	1,633448	5,368336	5,305985
Human Health	5,661317	6,908943	1,062453	0,893212	1,178185	1,105863	1,087701	2,671448	2,637122
Ecosystems	2,732749	3,394639	0,515375	0,447949	0,591295	0,554672	0,545747	2,693092	2,665103
Resources	0,004446	0,005725	0,000272	4,97E-06	0	4,97E-06	0	0,003796	0,00376



Figuur 70 Resultaten enkelvoudige score

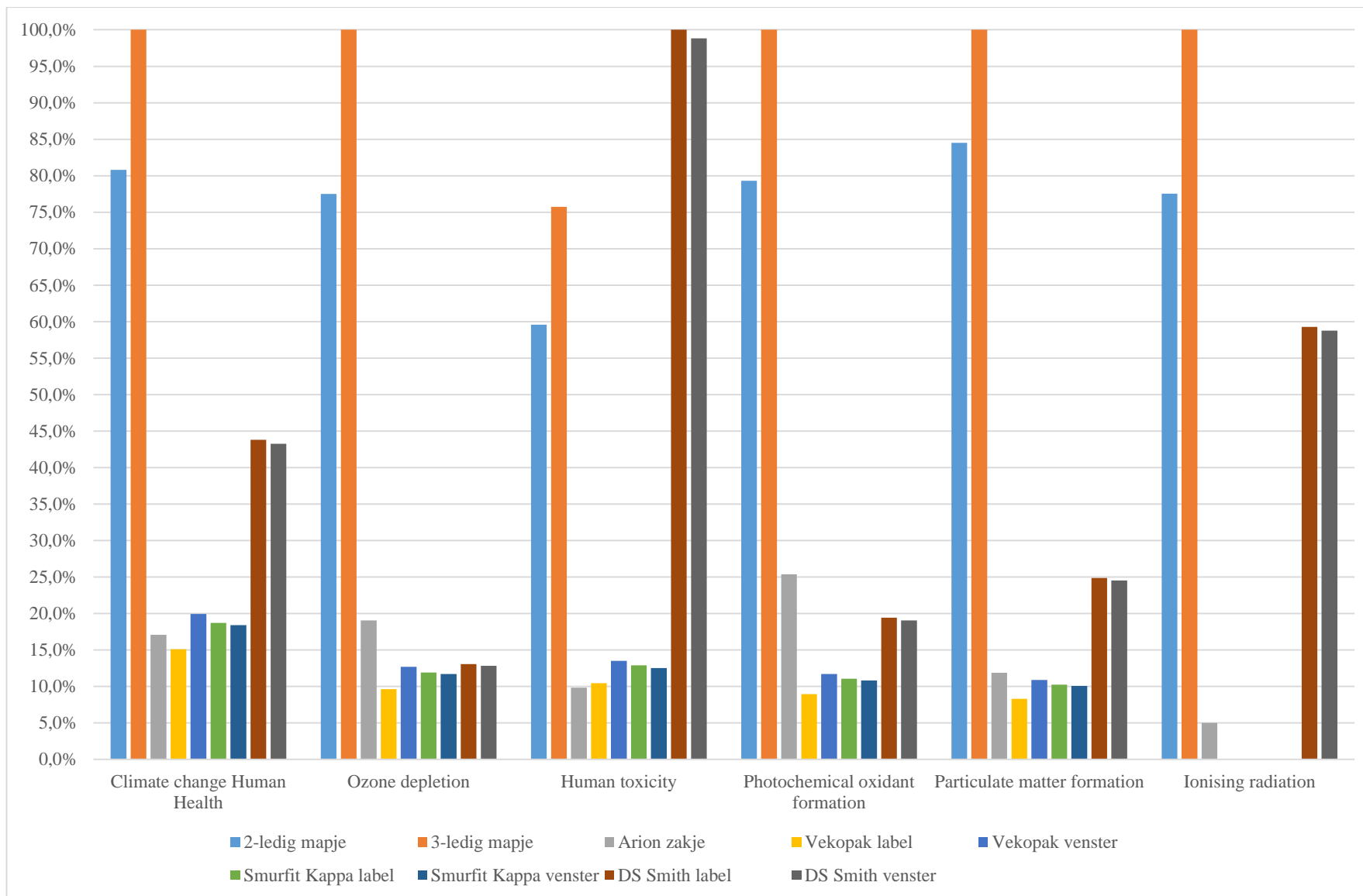
Bijlage D2: Karakterisatie (%)

Tabel 45 Resultaten karakterisatie

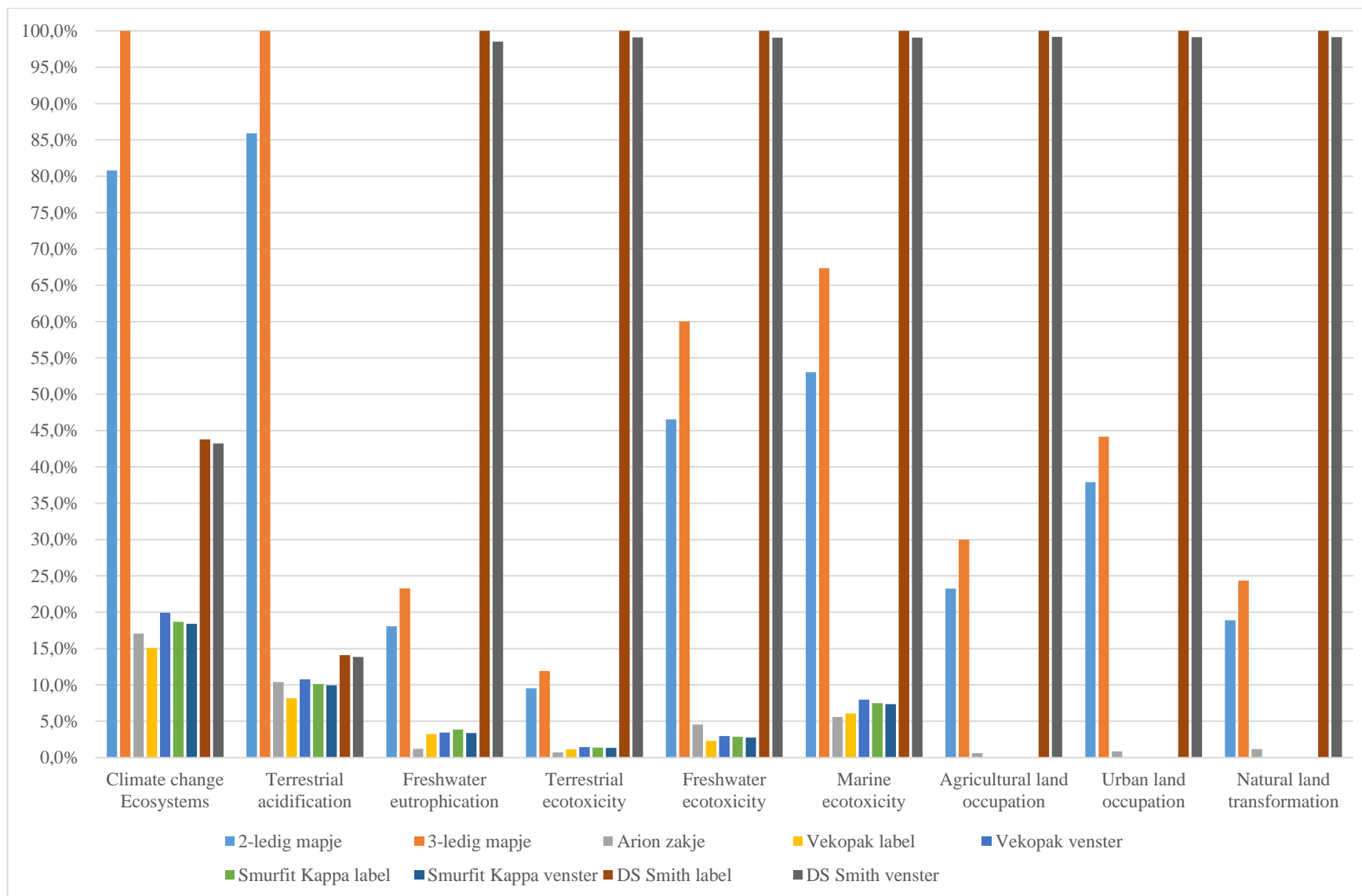
Effectcategorie	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Climate change Human Health</i>	1,9E-07	2,36E-07	4,02E-08	3,56E-08	4,7E-08	4,41E-08	4,34E-08	1,03E-07	1,02E-07
<i>Climate change Human Health</i>	80,8%	100,0%	17,1%	15,1%	19,9%	18,7%	18,4%	43,8%	43,2%
<i>Ozone depletion</i>	1,24E-10	1,59E-10	3,04E-11	1,53E-11	2,02E-11	1,9E-11	1,87E-11	2,08E-11	2,04E-11
<i>Ozone depletion</i>	77,52%	100,00%	19,06%	9,61%	12,69%	11,90%	11,71%	13,04%	12,82%
<i>Human toxicity</i>	2,49E-09	3,17E-09	4,11E-10	4,37E-10	5,64E-10	5,39E-10	5,23E-10	4,18E-09	4,13E-09
<i>Human toxicity</i>	59,6%	75,7%	9,8%	10,5%	13,5%	12,9%	12,5%	100,0%	98,8%
<i>Photochemical oxidant formation</i>	3,98E-11	5,02E-11	1,27E-11	4,48E-12	5,86E-12	5,54E-12	5,42E-12	9,73E-12	9,55E-12
<i>Photochemical oxidant formation</i>	79,3%	100,0%	25,4%	8,9%	11,7%	11,1%	10,8%	19,4%	19,0%
<i>Particulate matter formation</i>	9,24E-08	1,09E-07	1,3E-08	9,06E-09	1,19E-08	1,12E-08	1,1E-08	2,72E-08	2,68E-08
<i>Particulate matter formation</i>	84,5%	100,0%	11,9%	8,3%	10,9%	10,3%	10,1%	24,9%	24,5%
<i>Ionising radiation</i>	3,8E-10	4,9E-10	2,45E-11	2,28E-13	0	2,28E-13	0	2,9E-10	2,88E-10
<i>Ionising radiation</i>	77,5%	100,0%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	59,3%	58,8%
<i>Climate change Ecosystems</i>	1,08E-09	1,34E-09	2,28E-10	2,02E-10	2,66E-10	2,5E-10	2,46E-10	5,85E-10	5,77E-10
<i>Climate change Ecosystems</i>	80,8%	100,0%	17,1%	15,1%	19,9%	18,7%	18,4%	43,8%	43,2%

<i>Terrestrial acidification</i>	8,36E-12	9,73E-12	1,01E-12	7,95E-13	1,05E-12	9,84E-13	9,67E-13	1,37E-12	1,35E-12
<i>Terrestrial acidification</i>	85,9%	100,0%	10,4%	8,2%	10,8%	10,1%	9,9%	14,1%	13,8%
<i>Freshwater eutrophication</i>	1,91E-14	2,46E-14	1,25E-15	3,4E-15	3,64E-15	4,05E-15	3,56E-15	1,06E-13	1,04E-13
<i>Freshwater eutrophication</i>	18,1%	23,3%	1,2%	3,2%	3,4%	3,8%	3,4%	100,0%	98,5%
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	3,57E-13	4,47E-13	2,7E-14	4,15E-14	5,33E-14	5,11E-14	4,94E-14	3,74E-12	3,71E-12
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	9,5%	11,9%	0,7%	1,1%	1,4%	1,4%	1,3%	100,0%	99,1%
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	2,09E-14	2,7E-14	2,05E-15	1,04E-15	1,33E-15	1,28E-15	1,23E-15	4,49E-14	4,45E-14
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	46,6%	60,0%	4,6%	2,3%	3,0%	2,8%	2,7%	100,0%	99,1%
<i>Marine ecotoxicity</i>	6,93E-15	8,8E-15	7,3E-16	7,92E-16	1,04E-15	9,8E-16	9,59E-16	1,31E-14	1,29E-14
<i>Marine ecotoxicity</i>	53,0%	67,3%	5,6%	6,1%	8,0%	7,5%	7,3%	100,0%	99,1%
<i>Agricultural land occupation</i>	1,25E-10	1,62E-10	3,28E-12	3,48E-14	0	3,48E-14	0	5,38E-10	5,34E-10
<i>Agricultural land occupation</i>	23,3%	30,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,2%
<i>Urban land occupation</i>	1,17E-11	1,36E-11	2,64E-13	6,8E-15	0	6,8E-15	0	3,08E-11	3,05E-11
<i>Urban land occupation</i>	37,9%	44,2%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,2%
<i>Natural land transformation</i>	1,1E-11	1,42E-11	6,69E-13	2,18E-14	0	2,18E-14	0	5,83E-11	5,78E-11
<i>Natural land transformation</i>	18,9%	24,3%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,1%

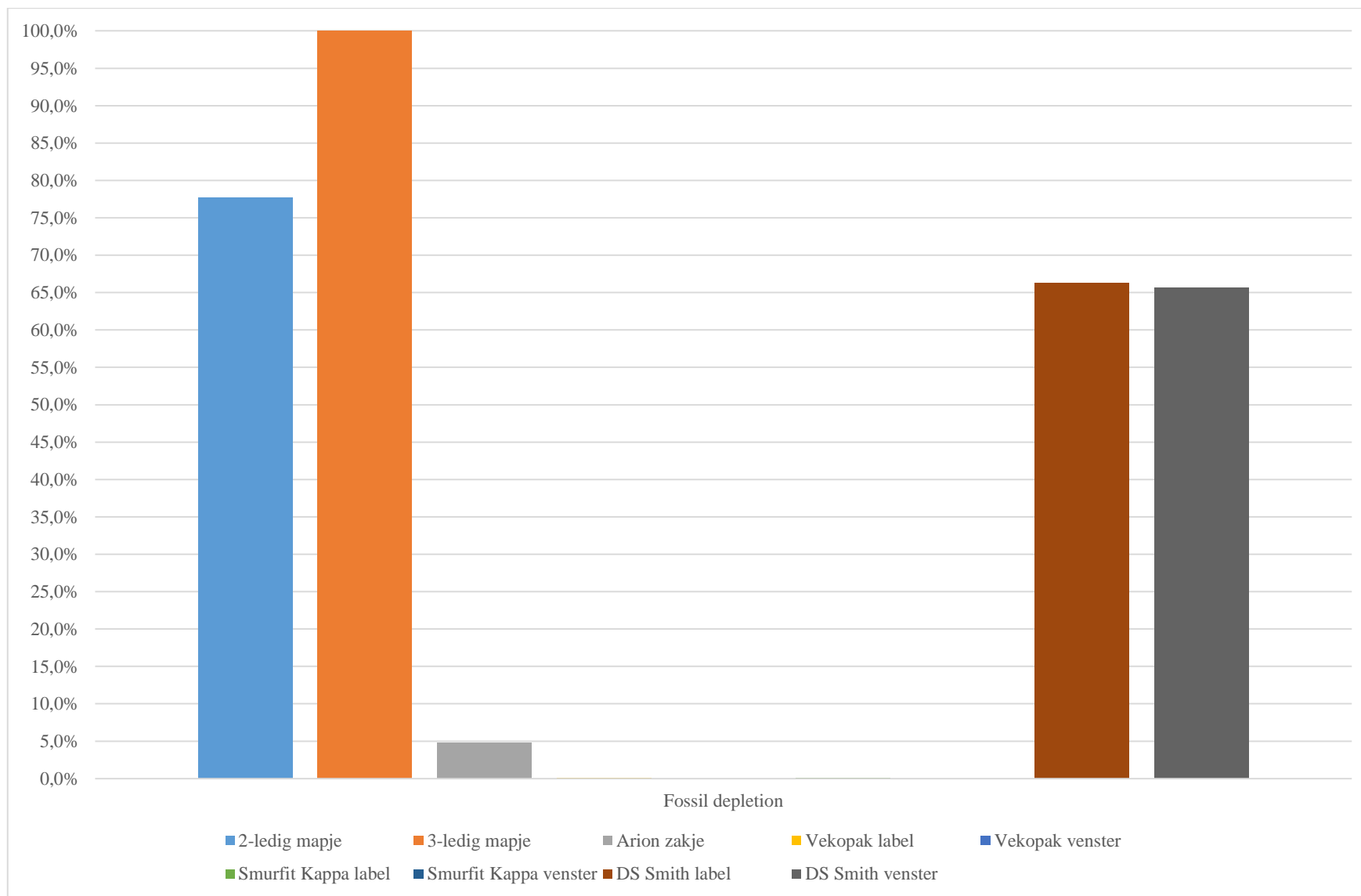
<i>Metal depletion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metal depletion</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Fossil depletion</i>	6,86E-06	8,83E-06	4,2E-07	7,66E-09	0	7,66E-09	0	5,86E-06	5,8E-06
<i>Fossil depletion</i>	77,7%	100,0%	4,8%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	66,3%	65,7%



Figuur 71 Resultaten karakterisatie (Human Health)



Figuur 72 Resultaten karakterisatie (Ecosystems)

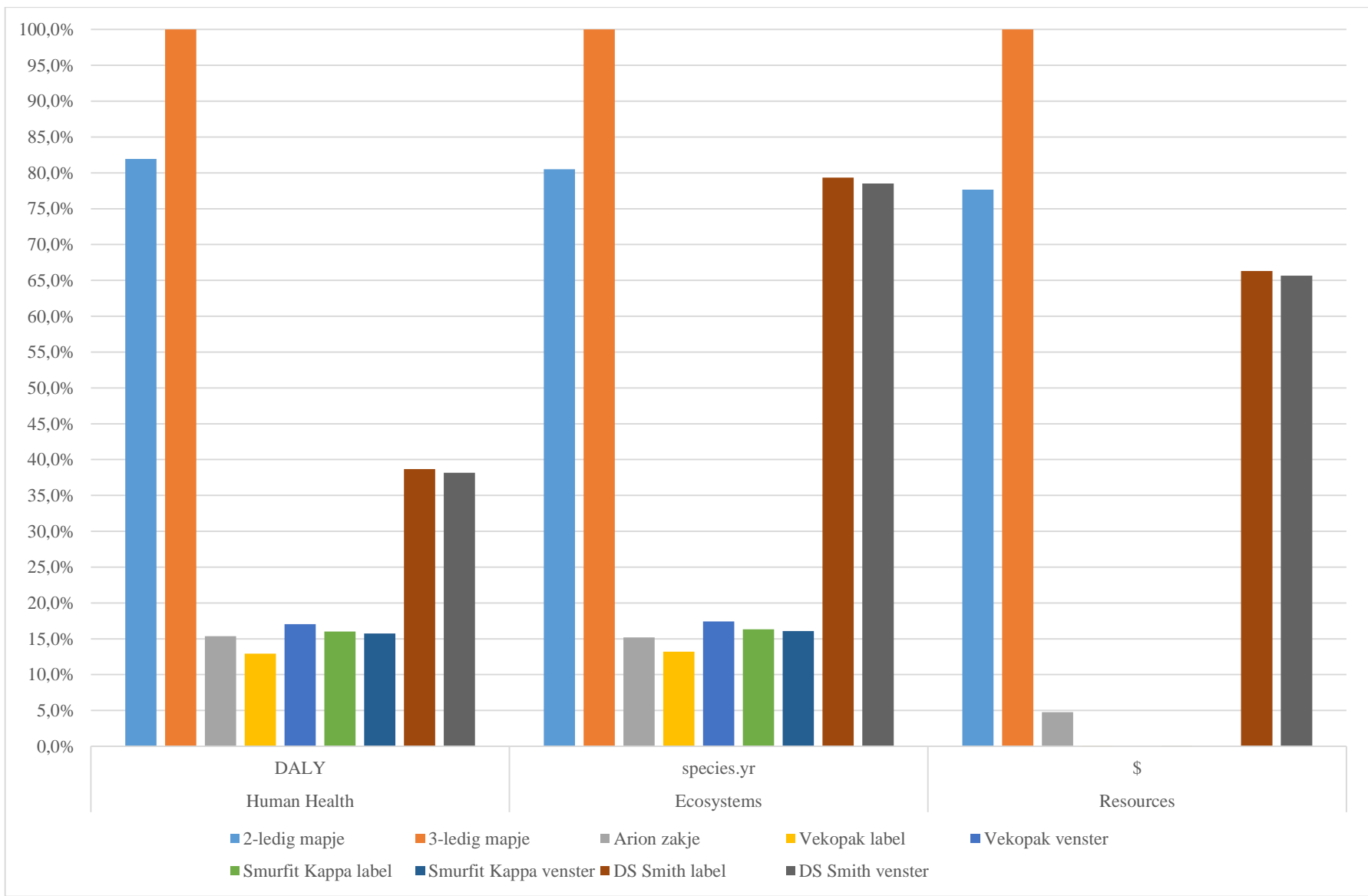


Figuur 73 Resultaten karakterisatie (Resources)

Bijlage D3: Schadebeoordeling (%)

Tabel 46 Resultaten schadebeoordeling

Schadecategorie	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Human Health</i>	2,86E-07	3,49E-07	5,37E-08	4,51E-08	5,95E-08	5,59E-08	5,49E-08	1,35E-07	1,33E-07
<i>Human Health</i>	81,9%	100,0%	15,4%	12,9%	17,1%	16,0%	15,7%	38,7%	38,2%
<i>Ecosystems</i>	1,24E-09	1,53E-09	2,33E-10	2,03E-10	2,67E-10	2,51E-10	2,47E-10	1,22E-09	1,2E-09
<i>Ecosystems</i>	80,5%	100,0%	15,2%	13,2%	17,4%	16,3%	16,1%	79,3%	78,5%
<i>Resources</i>	6,86E-06	8,83E-06	4,2E-07	7,66E-09	0	7,66E-09	0	5,86E-06	5,8E-06
<i>Resources</i>	77,7%	100,0%	4,8%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	66,3%	65,7%

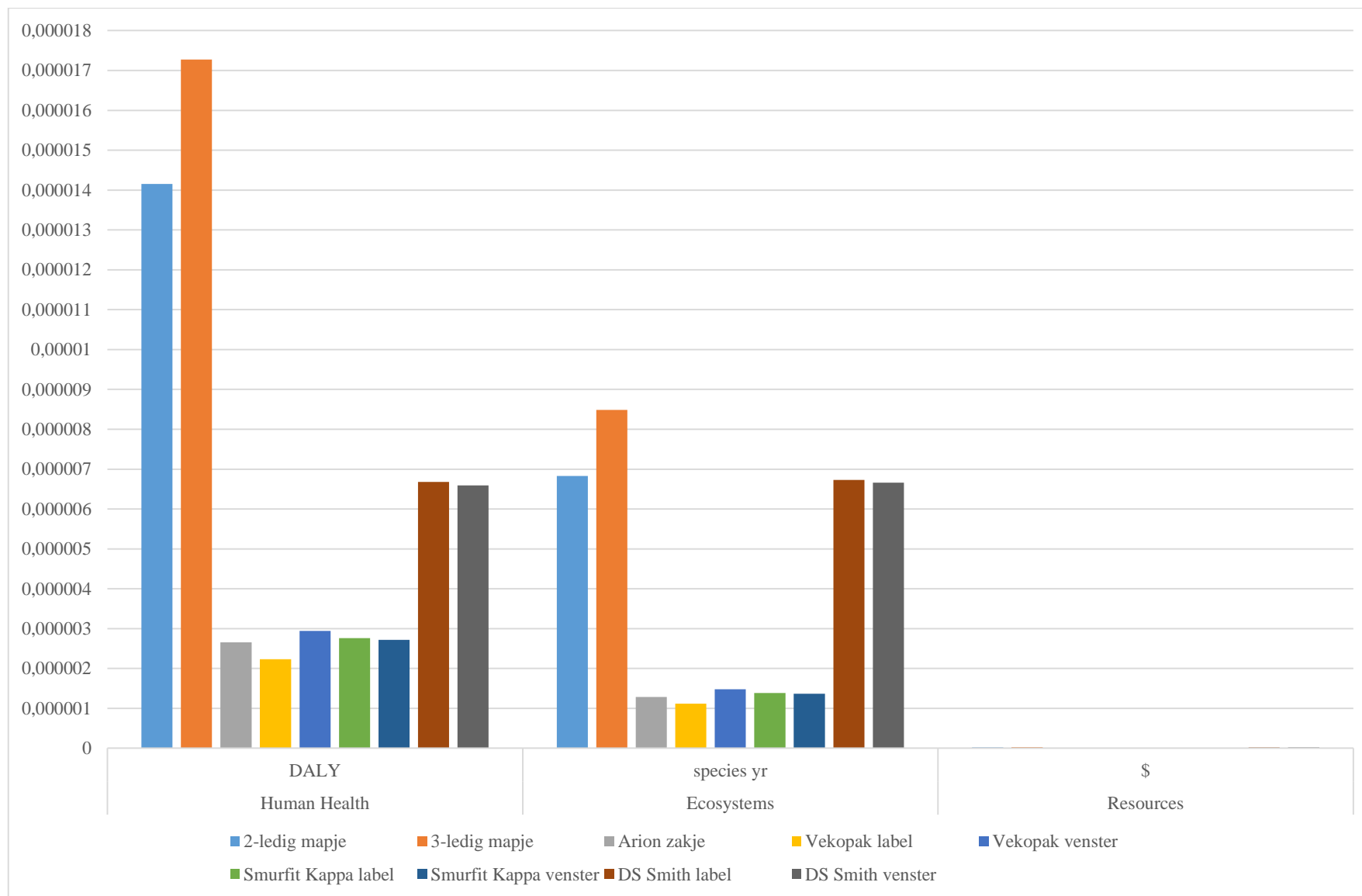


Figuur 74 Resultaten schadebeoordeling

Bijlage D4: Normalisatie

Tabel 47 Resultaten normalisatie

Schadecategorie	Arion 2-ledig mapje	Arion 3-ledig mapje	Arion zakje	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Human Health</i>	1,42E-05	1,73E-05	2,66E-06	2,23E-06	2,95E-06	2,76E-06	2,72E-06	6,68E-06	6,59E-06
<i>Ecosystems</i>	6,83E-06	8,49E-06	1,29E-06	1,12E-06	1,48E-06	1,39E-06	1,36E-06	6,73E-06	6,66E-06
<i>Resources</i>	2,22E-08	2,86E-08	1,36E-09	2,48E-11	0	2,48E-11	0	1,9E-08	1,88E-08



Figuur 75 Resultaten normalisatie

Bijlage E: Beoordeling kwaliteit

Bijlage E1: Beoordeling 2-ledig mapje Arion

Tabel 48 Beoordeling 2-ledig mapje Arion

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	High-end uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	2	0,25	0,1	De plastic heeft een groene kleur maar straalt niet het groene imago af zoals gehoopt
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
5	Handling	15%	4	0,75	0,6	
6	Hersluitbaarheid	5%	4	0,25	0,2	
7	Ophangpunt	15%	1	0,75	0,15	Het ophangpunt breekt soms af, verpakking hangt schuin en neemt meer schapruimte in. Het ophangpunt plooit in de doos. Geen uniforme verpakking
8	In de huidige (om)doos passend	5%	3	0,25	0,15	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	2	0,75	0,3	In winter worden de mapjes bros
10	Milieuvriendelijkheid	5%	1	0,25	0,05	De magneten zijn niet milieuvriendelijk. Het 2-ledig mapje is milieuvriendelijker dan het 3-ledig mapje.
11	Uniform en flexibel	5%	3	0,25	0,15	
12	Minimale afmetingen	5%	3	0,25	0,15	
	Totaal	100%	35	5	2,85	

Bijlage E2: Beoordeling 3-ledig mapje Arion

Tabel 49 Beoordeling 3-ledig mapje Arion

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	1	0,25	0,05	De plastic heeft een groene kleur maar straalt niet het groene imago af zoals gehoopt
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
5	<i>Handling</i>	15%	3	0,75	0,45	
6	Hersluitbaarheid	5%	4	0,25	0,2	
7	Ophangpunt	15%	1	0,75	0,15	Het ophangpunt breekt soms af, verpakking hangt schuin en neemt meer schapruimte in. Het ophangpunt plooit in de doos. Geen uniforme verpakking
8	In de huidige (om)doos passend	5%	2	0,25	0,1	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	2	0,75	0,3	In winter worden de mapjes bros
10	Milieuvriendelijkheid	5%	1	0,25	0,05	De magneten zijn niet milieuvriendelijk. Het 3-ledig mapje is schadelijker voor het milieu dan het 2-ledig mapje.
11	Uniform en flexibel	5%	3	0,25	0,15	
12	Minimale afmetingen	5%	3	0,25	0,15	
	Totaal	100%	32	5	2,6	

Bijlage E3: Beoordeling Arion zakje

Tabel 50 Beoordeling Arion zakje

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	High-end uitstraling	5%	3	0,25	0,15	De kleur is niet altijd uniform
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	2	0,25	0,1	Het plastic wordt door de consument niet als milieuvriendelijk gepercipieerd
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	Het product kan gemakkelijk in en uit de verpakking
5	Handling	15%	4	0,75	0,6	Het product kan gemakkelijk in en uit de verpakking
6	Hersluitbaarheid	5%	3	0,25	0,15	Soms zijn er klachten over de HDPE rits die stuk gaat waardoor het zakje niet meer hersluit
7	Ophangpunt	15%	3	0,75	0,45	Het zakje hangt niet gedeeltelijk scheef in het schap
8	In de huidige (om)doos passend	5%	4	0,25	0,2	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	43	5	3,65	

Bijlage E4: Beoordeling Vekopak label

Tabel 51 Beoordeling Vekopak label

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	High-end uitstraling	5%	3	0,25	0,15	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	4	0,25	0,2	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	
5	Handling	15%	3	0,75	0,45	
6	Hersluitbaarheid	5%	3	0,25	0,15	De sluiting kan gemakkelijk scheuren
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	
8	In de huidige (om)doos passend	5%	3	0,25	0,15	Een nadeel is dat de eurohaak geplooid moet worden om het in de doos te krijgen
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	43	5	3,65	

Bijlage E5: Beoordeling Vekopak venster

Tabel 52 Beoordeling Vekopak venster

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	High-end uitstraling	5%	3	0,25	0,15	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	4	0,25	0,2	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	2	0,25	0,1	De insert is niet praktisch om te gebruiken
5	Handling	15%	2	0,75	0,3	De insert is niet praktisch om te gebruiken
6	Hersluitbaarheid	5%	3	0,25	0,15	De sluiting kan gemakkelijk scheuren
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	
8	In de huidige (om)doos passend	5%	3	0,25	0,15	Een nadeel is dat de eurohaak geplooid moet worden om het in de doos te krijgen
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	41	5	3,45	

Bijlage E6: Beoordeling Smurfit Kappa label

Tabel 53 Beoordeling Smurfit Kappa label

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	5	0,75	0,75	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	4	0,25	0,2	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
5	<i>Handling</i>	15%	4	0,75	0,6	
6	Hersluitbaarheid	5%	4	0,25	0,2	
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	
8	In de huidige (om)doos passend	5%	4	0,25	0,2	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	49	5	4,15	

Bijlage E7: Beoordeling Smurfit Kappa venster

Tabel 54 Beoordeling Smurfit Kappa venster

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	5	0,75	0,75	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	4	0,25	0,2	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
5	<i>Handling</i>	15%	4	0,75	0,6	
6	Hersluitbaarheid	5%	4	0,25	0,2	
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	
8	In de huidige (om)doos passend	5%	4	0,25	0,2	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	49	5	4,15	

Bijlage E8: Beoordeling DS Smith label

Tabel 55 Beoordeling DS Smith label

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	5	0,75	0,75	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	3	0,25	0,15	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	De enveloppe heeft smalle opening om het product in te steken
5	<i>Handling</i>	15%	3	0,75	0,45	
6	Hersluitbaarheid	5%	3	0,25	0,15	
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	Een voordeel is de keuze om de eurohaak wel of niet te gebruiken
8	In de huidige (om)doos passend	5%	4	0,25	0,2	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	
11	Uniform en flexibel	5%	3	0,25	0,15	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	43	5	3,75	

Bijlage E9: Beoordeling DS Smith venster

Tabel 56 Beoordeling DS Smith venster

Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	5	0,75	0,75	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	4	0,25	0,2	
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	3	0,25	0,15	
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	De enveloppe heeft smalle opening om het product in te steken
5	<i>Handling</i>	15%	3	0,75	0,45	
6	Hersluitbaarheid	5%	3	0,25	0,15	
7	Ophangpunt	15%	4	0,75	0,6	Een voordeel is de keuze om de eurohaak wel of niet te gebruiken
8	In de huidige (om)doos passend	5%	4	0,25	0,2	
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	
11	Uniform en flexibel	5%	3	0,25	0,15	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	43	5	3,75	

Bijlage E10: Beoordeling Oerlemans zakje

Tabel 57 Beoordeling Oerlemans zakje

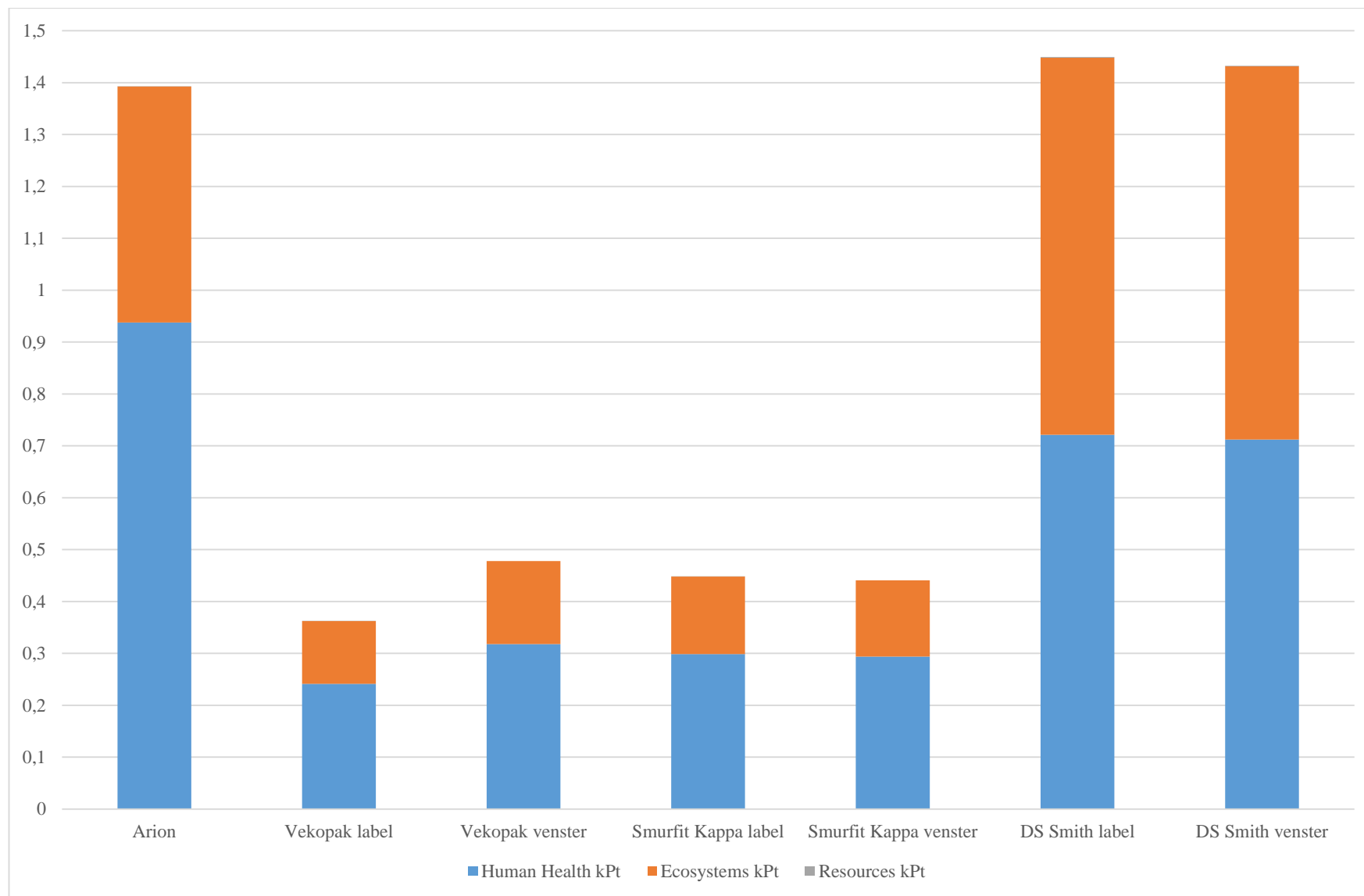
Nr.	Criteria	Weging	Score	Max. score per criteria	Punt	Motivatie
1	Scanbaarheid	15%	4	0,75	0,6	
2	<i>High-end</i> uitstraling	5%	1	0,25	0,05	Het zakje heeft te weinig <i>high-end</i> uitstraling
3	Duurzaamheid en groen imago	5%	3	0,25	0,15	Er is geen verschil zichtbaar tussen <i>green PE</i> en conventionele PE zonder communicatie
4	Gebruiksvriendelijkheid	5%	3	0,25	0,15	
5	<i>Handling</i>	15%	3	0,75	0,45	Het zakje plooit wanneer het product erin wordt gestoken
6	Hersluitbaarheid	5%	2	0,25	0,1	
7	Ophangpunt	15%	2	0,75	0,3	Het zakje hangt niet mooi op
8	In de huidige (om)doos passend	5%	5	0,25	0,25	Een voordeel is het feit dat er veel stuks in een doos passen
9	Geschikt voor transport per schip en truck	15%	4	0,75	0,6	
10	Milieuvriendelijkheid	5%	4	0,25	0,2	Het zakje is hernieuwbaar en minder schadelijk voor de impactcategorie klimaatsverandering maar in vergelijking met conventionele LDPE schadelijker voor de schadecategorie ecosystemen
11	Uniform en flexibel	5%	4	0,25	0,2	
12	Minimale afmetingen	5%	4	0,25	0,2	
	Totaal	100%	39	5	3,25	

Bijlage F: Vergelijking op jaarbasis

Bijlage F1: Enkelvoudige score (kPt)

Tabel 58 Resultaten enkelvoudige score

Schadecategorie	Arion	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit Kappa label	Smurfit Kappa venster	DS Smith label	DS Smith venster
Totaal	1,393275	0,362115	0,47776	0,448346	0,441031	1,449451	1,432616
Human Health	0,938026	0,241167	0,31811	0,298583	0,293679	0,721291	0,712023
Ecosystems	0,454581	0,120946	0,15965	0,149761	0,147352	0,727135	0,719578
Resources	0,000668	1,34E-06	0	1,34E-06	0	0,001025	0,001015



Figuur 76 Resultaten enkelvoudige score

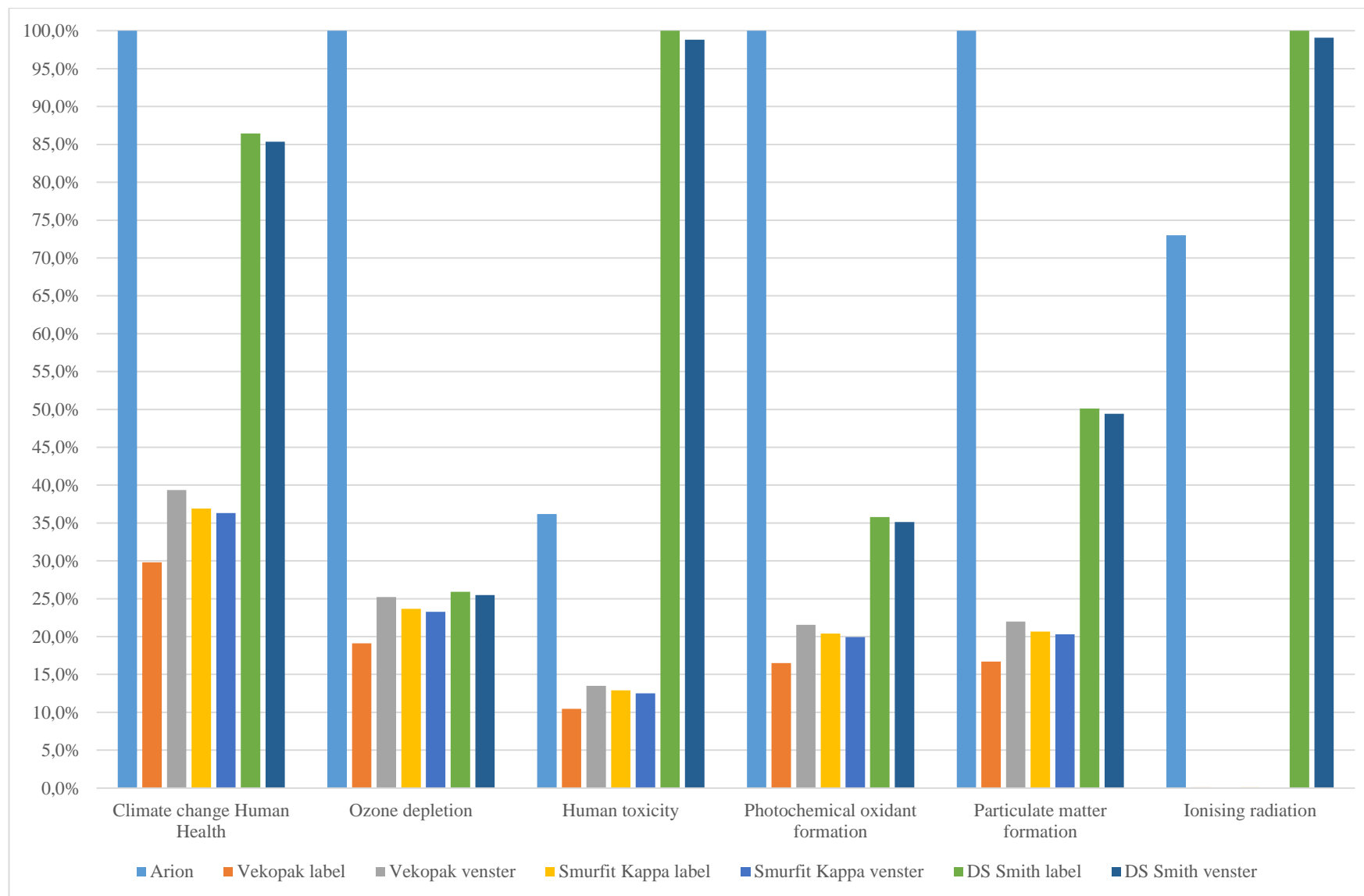
Bijlage F2: Karakterisatie (%)

Tabel 59 resultaten karakterisatie

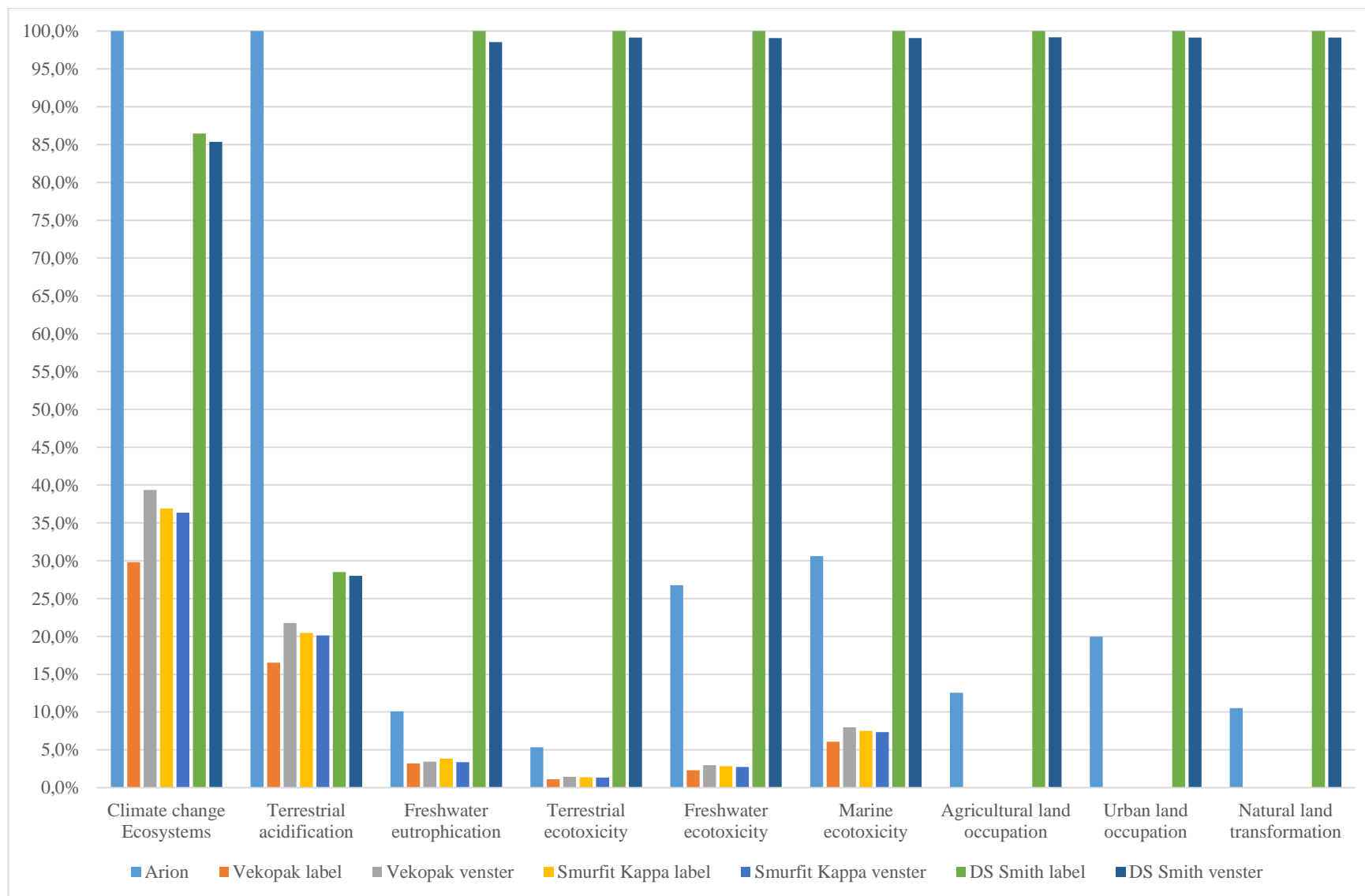
Effectcategorie	Arion	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit label	Kappa	Smurfit venster	Kappa	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Climate change Human Health</i>	0,032239	0,009611	0,01269	0,011901	0,011713	0,027873	0,027521		
<i>Climate change Human Health</i>	100,0% ^s	29,8%	39,4%	36,9%	36,3%	86,5%	85,4%		
<i>Ozone depletion</i>	2,17E-05	4,14E-06	5,46E-06	5,12E-06	5,04E-06	5,61E-06	5,52E-06		
<i>Ozone depletion</i>	100,0%	19,1%	25,2%	23,7%	23,3%	25,9%	25,5%		
<i>Human toxicity</i>	0,000408	0,000118	0,000152	0,000145	0,000141	0,001129	0,001115		
<i>Human toxicity</i>	36,2%	10,5%	13,5%	12,9%	12,5%	100,0%	98,8%		
<i>Photochemical oxidant formation</i>	7,34E-06	1,21E-06	1,58E-06	1,5E-06	1,46E-06	2,63E-06	2,58E-06		
<i>Photochemical oxidant formation</i>	100,0%	16,5%	21,6%	20,4%	19,9%	35,8%	35,1%		
<i>Particulate matter formation</i>	0,014641	0,002446	0,003217	0,003027	0,002972	0,00734	0,007239		
<i>Particulate matter formation</i>	100,0%	16,7%	22,0%	20,7%	20,3%	50,1%	49,4%		
<i>Ionising radiation</i>	5,72E-05	6,15E-08	0	6,15E-08	0	7,84E-05	7,77E-05		
<i>Ionising radiation</i>	73,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	100,0%	99,1%		
<i>Climate change Ecosystems</i>	0,000183	5,44E-05	7,19E-05	6,74E-05	6,63E-05	0,000158	0,000156		
<i>Climate change Ecosystems</i>	100,0%	29,8%	39,4%	36,9%	36,3%	86,5%	85,4%		
<i>Terrestrial acidification</i>	1,3E-06	2,15E-07	2,83E-07	2,66E-07	2,61E-07	3,7E-07	3,64E-07		

<i>Terrestrial acidification</i>	100,0%	16,5%	21,8%	20,5%	20,1%	28,5%	28,0%
<i>Freshwater eutrophication</i>	2,88E-09	9,18E-10	9,82E-10	1,09E-09	9,62E-10	2,85E-08	2,81E-08
<i>Freshwater eutrophication</i>	10,1%	3,2%	3,4%	3,8%	3,4%	100,0%	98,5%
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	5,4E-08	1,12E-08	1,44E-08	1,38E-08	1,33E-08	1,01E-06	1E-06
<i>Terrestrial ecotoxicity</i>	5,3%	1,1%	1,4%	1,4%	1,3%	100,0%	99,1%
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	3,25E-09	2,8E-10	3,6E-10	3,45E-10	3,32E-10	1,21E-08	1,2E-08
<i>Freshwater ecotoxicity</i>	26,8%	2,3%	3,0%	2,8%	2,7%	100,0%	99,1%
<i>Marine ecotoxicity</i>	1,08E-09	2,14E-10	2,81E-10	2,65E-10	2,59E-10	3,53E-09	3,49E-09
<i>Marine ecotoxicity</i>	30,6%	6,1%	8,0%	7,5%	7,3%	100,0%	99,1%
<i>Agricultural land occupation</i>	1,82E-05	9,4E-09	0	9,4E-09	0	0,000145	0,000144
<i>Agricultural land occupation</i>	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,2%
<i>Urban land occupation</i>	1,66E-06	1,84E-09	0	1,84E-09	0	8,3E-06	8,23E-06
<i>Urban land occupation</i>	19,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,2%
<i>Natural land transformation</i>	1,66E-06	5,88E-09	0	5,88E-09	0	1,57E-05	1,56E-05
<i>Natural land transformation</i>	10,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	99,1%
<i>Metal depletion</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metal depletion</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

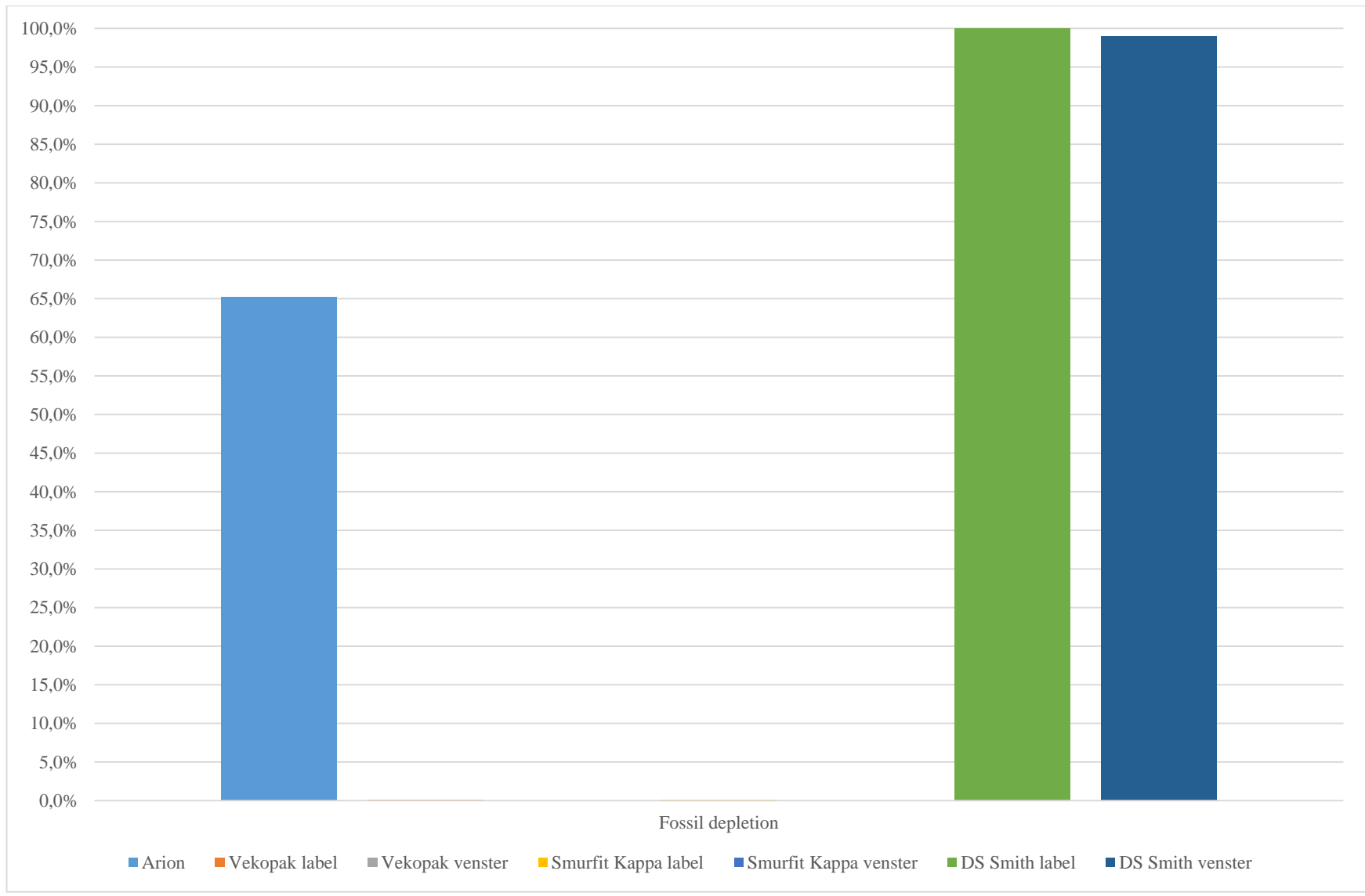
<i>Fossil depletion</i>	1,030862	0,002069	0	0,002069	0	1,581558	1,566542
<i>Fossil depletion</i>	65,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	100,0%	99,1%



Figuur 77 Resultaten karakterisatie (Human Health)



Figuur 78 Resultaten karakterisatie (Ecosystems)

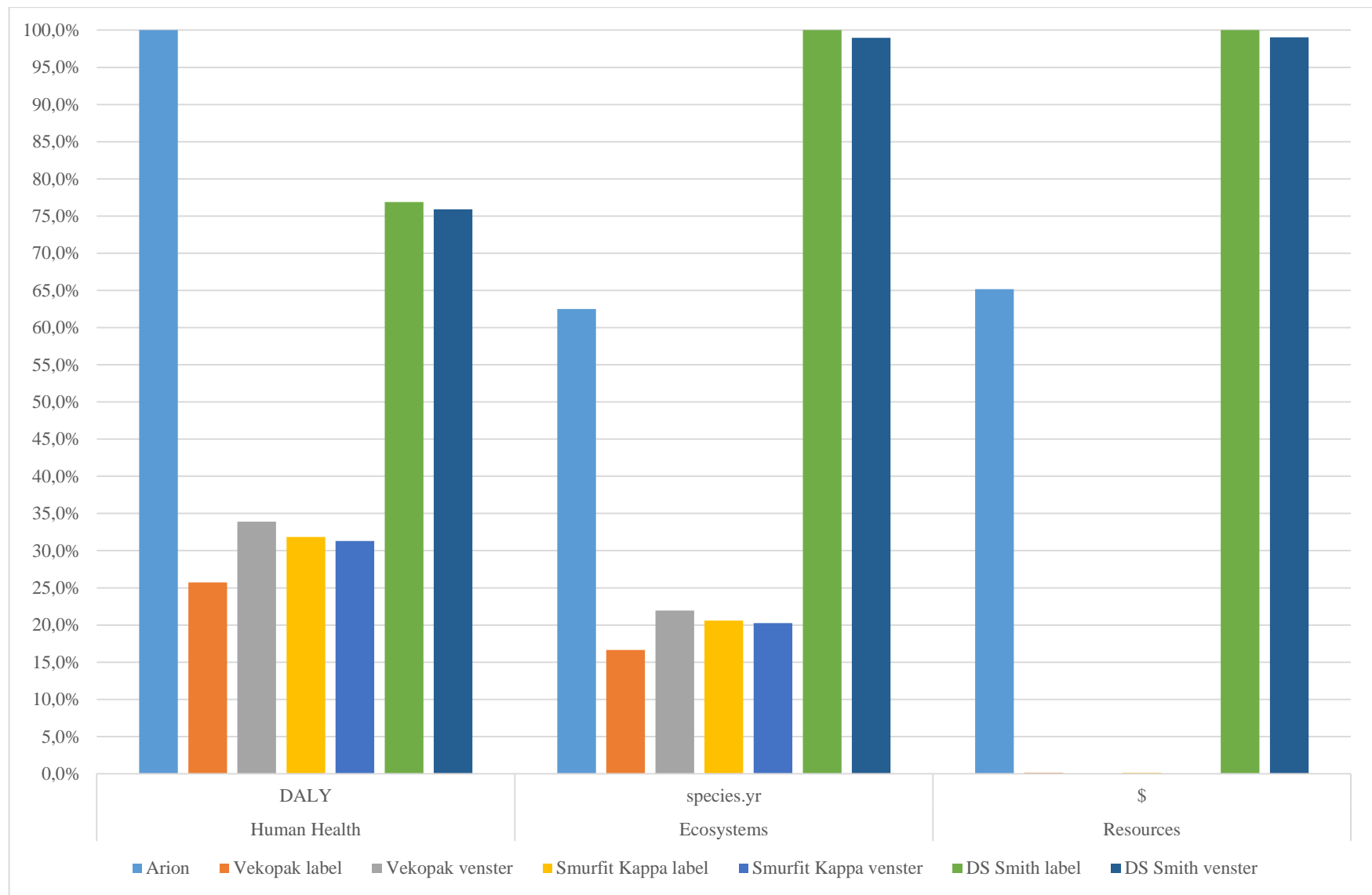


Figuur 79 Resultaten karakterisatie (Resources)

Bijlage F3: Schadebeoordeling (%)

Tabel 60 Resultaten schadebeoordeling

Schadecategorie	Arion	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit label	Kappa	Smurfit venster	Kappa	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Human Health</i>	0,047375	0,01218	0,016066		0,01508		0,014832	0,036429	0,035961
<i>Human Health</i>	100,0%	25,7%	33,9%		31,8%		31,3%	76,9%	75,9%
<i>Ecosystems</i>	0,000206	5,47E-05	7,22E-05		6,77E-05		6,66E-05	0,000329	0,000325
<i>Ecosystems</i>	62,5%	16,6%	22,0%		20,6%		20,3%	100,0%	99,0%
<i>Resources</i>	1,030862	0,002069	0		0,002069		0	1,581558	1,566542
<i>Resources</i>	65,2%	0,1%	0,0%		0,1%		0,0%	100,0%	99,1%

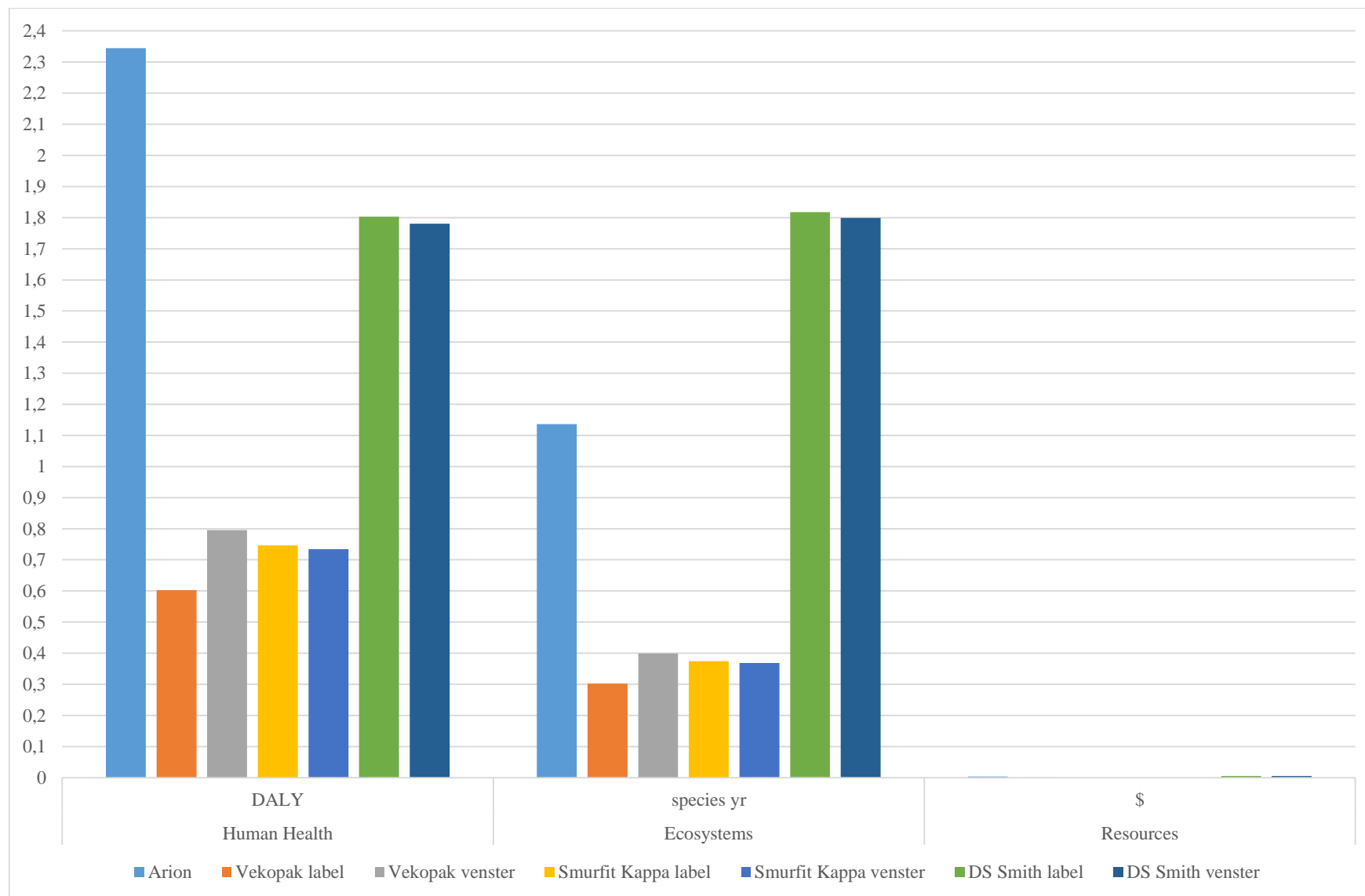


Figuur 80 Resultaten schadebeoordeling

Bijlage F4: Normalisatie

Tabel 61 Resultaten normalisatie

Schadecategorie	Arion	Vekopak label	Vekopak venster	Smurfit label	Kappa	Smurfit venster	Kappa	DS Smith label	DS Smith venster
<i>Human Health</i>	2,345066	0,602918	0,795275		0,746457		0,734198	1,803227	1,780058
<i>Ecosystems</i>	1,136452	0,302366	0,399124		0,374404		0,368379	1,817837	1,798945
<i>Resources</i>	0,00334	6,7E-06	0		6,7E-06		0	0,005124	0,005076



Figuur 81 Resultaten normalisatie

Auteursrechtelijke overeenkomst

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

Onderzoek naar een nieuw verpakkingsconcept voor de plastic verpakkingen van The Slide Solution®

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

Jaar: **2016**

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,

Carboni, Christophe

Datum: **6/06/2016**