

Kwantificatie en analyse van de milieu-impact van de drinkwatervoorziening op een filmset aan de hand van een case-study

Vasthi VANDERVOORT HERRERA

Promotor: Prof. J. VAN CANEGHEM

Copromotor: *T. WAGENDORP (VAF)*

Masterproef ingediend tot het behalen van de graad van master of Science in de industriële wetenschappen: *chemie*

Academiejaar 2020-2021

© Copyright KU Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, kan u zich richten tot KU Leuven Campus Groep T Leuven, Andreas Vesaliusstraat 13, B-3000 Leuven, +32 16 30 10 30 of via e-mail iiw.groept@kuleuven.be.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in deze masterproef beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

Voorwoord

Eerst en vooral een bedankje aan mijn promotor en copromotor die ik altijd mocht lastigvallen met mijn vragen en me aan nieuwe invalshoeken hielpen. Buiten de hulp die ze boden tijdens het proces reikten ze ook een fascinerend onderwerp aan dat een brug sloeg tussen twee van mijn interesses namelijk wetenschap en cultuur. Het was meteen het enige onderwerp waar ik nog oog voor had.

Ook hartelijk dank aan Jeroen Vereecke van Robinetto en Wim Goossens van BOXrentals die ondanks hun drukke agenda's toch wat tijd vonden om mijn vragen te beantwoorden. Hopelijk staat de Robinettotap in de nabije toekomst op een filmset te blinken tussen het andere BOXrentals materiaal.

Verder zou ik graag mijn ouders bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun tijdens mijn studies en om mijn stemmingswisselingen te verdragen tijdens examenperiodes. Mijn broer en zus verdienen ook wat appreciatie voor hun luisterend oor als het eens wat moeilijker ging en natuurlijk voor de gezamenlijke ontspanningsmomentjes tijdens stresserende school- en blokperiodes.

Dan nog een woord van dank voor mijn vriendengroep. Ik zou niet weten wat ik zonder hen gedaan zou hebben tijdens mijn studies en wil hen extra bedanken voor hun steun en vriendschap het voorbije schooljaar.

Als laatste wil ik nog even stilstaan bij Raf die mee mijn Groep T carrière kleur gaf. Je wordt enorm gemist!

Samenvatting

Het meten en meetbaar krijgen van de milieu-impact van filmproducties is nog volop in ontwikkeling. Een Vlaamse film stoot gemiddeld 73 ton CO₂ uit, goed voor het equivalent van tien huishoudens op jaarbasis. In opdracht van het VAF onderzoekt deze thesis de impact van de drinkwatervoorziening op een filmset aan de hand van een case-study en kwantificeert de impact van verschillende alternatieven voor de gewoonlijke drinkwatervoorziening. Om de alternatieven te vergelijken, werd een vergelijkende LCA-studie uitgevoerd. De gebruikte methode was de EF2.0 midpoint no LT (longterm) die 19 milieu-impactfactoren omvat. Er werden vier scenario's en verschillende variaties daarop bestudeerd. Het eerste scenario was de referentie waarmee de andere scenario's vergeleken werden en omvatte de drinkwatervoorziening zoals die in realiteit verlopen was op de filmset van Binti. Een tweede scenario gebruikte enkel 0,5 L wegwerpwaterflesjes. Een derde scenario maakte gebruik van de Robinettotap met kraantjeswater en als laatste was er een scenario waar een waterkoeler met gebotteld water gebruikt werd. Afhankelijk van het scenario was er nog een verdere opdeling gebaseerd op de drinkbeker die gebruikt werd. De opties waren een composteerbare kartonnen beker met PLA-coating, een PS bekertje of een herbruikbare PP beker. Uit de resultaten bleek dat het transport tijdens de draaiperiode het grootste aandeel had in zowat alle milieu-impactfactoren. De Robinettotap in combinatie met de herbruikbare beker was de optie met de laagste impact. Wat betreft de milieu-impact veroorzaakt door de wegwerpbekers was het resultaat afhankelijk van het veronderstelde elektriciteitsverbruik bij het productieproces, maar het gebruik wordt zoveel mogelijk afgeraden. De aanbeveling is om zoveel mogelijk gebruik te maken van lichte herbruikbare bekens, gebotteld water te vermijden en transport van water en transport in het algemeen te beperken tot een minimum. Een belangrijke opmerking is dat het weinig zin heeft om de waarden verkregen binnen deze thesis rechtstreeks te vergelijken met waarden van andere onderzoeken omdat alle LCA-studies gebaseerd zijn op door de onderzoeker gekozen veronderstellingen en systeemgrenzen.

Abstract

Measuring and making measurable the environmental impact of film productions is still a work in progress. On average, a Flemish film emits 73 tons of CO₂, this is the equivalent of ten households on a yearly basis. Commissioned by the VAF, this thesis examines the impact of the drinking water supply on a film set by means of a case study and tries to quantify the impact of various alternatives to the normal drinking water supply. In order to compare the alternatives, a comparative LCA study was conducted. The method used was the EF2.0 midpoint no LT (longterm) which includes 19 environmental impact factors. Four scenarios and several variations on them were studied. The first scenario was the reference against which the other scenarios were compared to and included the drinking water supply as it actually took place on the film set of Binti. A second scenario used only 0,5 L plastic water bottles for single use. A third scenario used the Robinetto tap that uses tap water and finally there was a scenario where a water cooler with bottled water was used. Depending on the scenario, there was a further subdivision based on the cup that was used. The options were a compostable PLA-coated cardboard cup, a PS cup or a reusable PP cup. The results showed that transportation during the filming period had the largest share of just about all environmental impact factors. The Robinetto tap in combination with the reusable cup was the option with the lowest impact. As for the environmental impact of the disposable cups, the result depended on the assumed electricity use in the production process, but its use is discouraged as much as possible. The recommendation is to use lightweight reusable cups as much as possible, avoid bottled water, and minimize transportation of water and (heavy) transportation in general. An important note is that it makes little sense to directly compare the values obtained within this thesis with values from other studies because all LCA studies rely on assumptions and system boundaries chosen by the researcher.

Keywords: Drinking water provision, LCA, film set, environmental impact, tap water vs bottled water

INHOUD

Voorwoord	i
Samenvatting	ii
Abstract	iii
Lijst met afkortingen	1
1 Introductie	2
1.1 <i>Probleemstelling</i>	2
1.2 <i>Doelstelling</i>	2
2 Literatuurstudie	5
2.1 <i>Milieu-impact van de filmindustrie</i>	5
2.2 <i>Kraantjeswater versus gebotteld water</i>	7
2.3 <i>Drankrecipiënten en hun impact</i>	9
3 Materiaal en methode	14
3.1 <i>Goal and scope</i>	14
3.2 <i>Functionele eenheid</i>	16
3.3 <i>LCIA methode</i>	17
3.3.1 <i>Klimaatverandering</i>	17
3.3.2 <i>Ecosysteemkwaliteit</i>	18
3.3.3 <i>Menselijke gezondheid</i>	18
3.3.4 <i>Resource impactfactoren</i>	19
4 Inventaris	21
4.1 <i>Algemene achtergrondinformatie</i>	21
4.2 <i>Waterkoeler</i>	21
4.2.1 <i>Productie</i>	22
4.2.2 <i>Afvalverwerking/recyclage</i>	23
4.3 <i>Reyuzz cup</i>	23
4.3.1 <i>Productie</i>	24
4.3.2 <i>Afvalverwerking/recyclage</i>	24
4.4 <i>Nature cup</i>	24
4.4.1 <i>Productie en verpakken</i>	24
4.4.2 <i>Distributie</i>	25
4.4.3 <i>Afvalverwerking/recyclage</i>	25

4.5	<i>PS bekertje</i>	25
	4.5.1 Productie.....	25
	4.5.2 Distributie.....	26
	4.5.3 Afvalverwerking/recyclage.....	26
4.6	<i>15 L Fonhill fles</i>	26
	4.6.1 Productie.....	26
	4.6.2 Distributie.....	27
	4.6.3 Afvalverwerking/recyclage.....	27
4.7	<i>Afwassponsjes</i>	27
	4.7.1 Productie.....	27
	4.7.2 Afvalverwerking/recyclage.....	28
4.8	<i>Afwasmiddel</i>	28
	4.8.1 Productie.....	28
	4.8.2 Afvalverwerking/recyclage.....	28
4.9	<i>Scenario 1: referentie</i>	29
4.10	<i>Scenario 2: waterflesjes</i>	29
4.11	<i>Scenario 3: watertapinstallatie Robinetto</i>	31
	4.11.1 Productie	32
	4.11.2 Gebruik.....	33
	4.11.3 Afvalverwerking/recyclage	35
4.12	<i>Scenario 4: waterkoeler</i>	35
	4.12.1 Gebruik.....	35
	4.12.2 Afvalverwerking/recyclage	36
5	Resultaten en bespreking	37
	5.1 <i>Scenario 1: referentie</i>	37
	5.2 <i>Scenario 2: waterflesjes</i>	41
	5.3 <i>Scenario 3: watertapinstallatie Robinetto</i>	43
	5.4 <i>Scenario 4: waterkoeler</i>	46
	5.5 <i>Onderlinge vergelijking resultaten en bespreking</i>	49
	5.6 <i>Aanbevelingen</i>	52
6	Gevoeligheidsanalyse	53
	6.1 <i>Hoger waterverbruik</i>	53
	6.2 <i>Aangepast elektriciteitsverbruik productie bekers</i>	53
	6.3 <i>Afvalwerking Nature cup</i>	55

7	Conclusie.....	57
	Referenties.....	58
	Bijlagen	61
Bijlage A	Referentiemodel.....	1
Bijlage B	Referentiemodel met PS bekertjes.....	2
Bijlage C	Model Spa 0,5 L (25% en 50% rPET)	3
Bijlage D	Model Spa 0,5 L (100% rPET)	4
Bijlage E	Model Robinetto met Reyuzz cup	5
Bijlage F	Model Robinetto met Nature cup	6
Bijlage G	Model Robinetto met PS bekertjes.....	7
Bijlage H	Model waterkoeler met Reyuzz cup	8
Bijlage I	Model waterkoeler met Nature cup	9
Bijlage J	Model waterkoeler met PS bekertjes	10

Lijst met afkortingen

ABS	Acrylonitril-butadieen-styreen
CTU(h)	Comparative Toxic Unit (for humans)
Eureca	European Environmental Calculator
HDPE	High Density Poly Ethylene
LCA	Life Cycle Assessment – levenscyclusanalyse
LCIA	Life Cycle Impact Analysis – levenscyclus impactanalyse
LDPE	Low Density Poly Ethylene
NMVOC	Non-methane Volatile Organic Compound
PA	Polyamide
PE	Polyethyleen
PET	Polyethyleentereftalaat
PLA	Poly Lactic Acid – polymelkzuur
PS	Polystyreen
rPET	gerecycleerd PET
RVS	Roestvrij staal of inox
VAF	Vlaams Audiovisueel Fonds
VOC	Volatile Organic Compound

1 INTRODUCTIE

1.1 Probleemstelling

Jaarlijks trekken Vlaamse films heel wat bezoekers aan, in 2019 trokken ongeveer 1,3 miljoen bioscoopgangsters naar een Vlaamse film [1]. Waar de bioscoopbezoeker meestal niet aan denkt, is de milieu-impact die vasthangt aan de film die ze net gezien hebben. Uit cijfers van het Vlaams Audiovisueel Fonds (VAF) blijkt dat een Vlaamse film in 2016 een gemiddelde uitstoot had van 73 ton CO₂ [2]. De bioscoopganger kan zelf weinig veranderen aan de milieu-impact van de film, maar filmmakers en filmproducenten hebben hier wel een hand in. In een wereld waar men de klimaatverandering en de schadelijke gevolgen ervan niet meer kan ontkennen, moet de filmindustrie ook stilstaan bij haar eigen bijdrage aan de milieuproblematiek. Het VAF wil hier een helpende hand bieden. Naast onder andere coaching en workshops biedt het VAF een CO₂-calculator aan voor de filmmakers en filmproducenten. Het invullen van deze calculator is verplicht om volledig recht te hebben op de subsidies aangeboden door het VAF.

Deze CO₂-calculator is een handige tool om op een relatief eenvoudige manier de milieu-impact van filmproducties in kaart te brengen, maar heeft nog wat werkpuntjes. Het Green Screen project wil duurzame werkmethodes aanreiken aan de filmindustrie om zo de milieu-impact van filmproducties te verlagen [3]. In kader van dit Green Screen initiatief werkt het VAF samen met andere partners aan Eureka, een Europese CO₂-calculator voor de filmindustrie. Eureka wil producenten helpen zodat ze een betere voorspelling kunnen maken over de milieu-impact van hun filmproducties tijdens de voorbereidingen. Verder is het ook de bedoeling dat de uiteindelijke impact accuraat in kaart gebracht kan worden met Eureka en hieruit te leren. Eureka laat ook toe om op regionaal niveau impactgegevens te consolideren en heeft de ambitie om een uniform meetinstrument voor filmmakers op EU-niveau te worden.

Het werd al snel duidelijk dat het meetbaar krijgen van de totale impact van een filmproductie niet vanzelfsprekend is. De ecocalculator van het VAF kan gebruikt worden voor de hele productieperiode (preproductie – productie – postproductie). Ze beschouwt transport, elektriciteit (productie en verbruik), verwarming, afval, catering, hotels en materiaal/postproductie. Drinkwatervoorziening zou onder catering vallen, maar dit wordt niet bijgehouden. Catering beperkt zich volledig tot het aantal maaltijden en enkele vragen waarop de filmproducent altijd/meestal/soms/niet moet op antwoorden. De milieu-impact van de drinkwatervoorziening wordt dus niet in rekening gebracht voor de berekening van de totale milieu-impact van een filmproductie. Daarom gaat deze thesis in opdracht van het VAF dieper in op de milieu-impact van de drinkwatervoorziening op een filmset. Hier is momenteel nog weinig tot geen onderzoek over gedaan.

1.2 Doelstelling

Deze thesis onderzoekt dus de milieu-impact van de drinkwatervoorziening op een filmset. De milieu-impactanalyse baseert zich op een case-study van de Vlaamse film *Binti*, opgenomen in de zomer van 2018 en uitgebracht in 2019. De keuze voor een case-study zorgt ervoor dat er met redelijk concrete informatie aan de slag kan worden gegaan en de analyse niet volledig steunt op veronderstellingen.

Het doel is dan ook om de impact van de drinkwatervoorziening zoals het gebeurd is in 2018 bij deze film te kwantificeren aan de hand van een levenscyclusanalyse (LCA). Op deze manier

kan men vervolgens zien hoe deze impact zich verhoudt tot de totale impact die berekend werd via de bestaande VAF CO₂-calculator.

De kwantificatie van de milieu-impact van verschillende alternatieve mogelijkheden om te voldoen aan de drinkwatervoorziening vormt ook een onderdeel van de case-study. Op deze manier kunnen suggesties naar de toekomst toe gegeven worden aan filmproducenten. De LCA kan ook eventuele zwaartepunten in de drinkwatervoorziening van het filmproductieproces blootleggen.

Over de zin en onzin van flessenwater werd al veel gediscussieerd, maar een heftige tegenstander is Robinetto. Het Gents bedrijf verkoopt en verhuurt watertaps die werken met kraantjeswater en wil mensen stimuleren om geen flessenwater meer te kopen. Momenteel werkt Robinetto aan een prototype voor een watertapinstallatie die gebruikmaakt van kraantjeswater en specifiek bedoeld is voor gebruik op een filmset. Het is vervolgens de bedoeling dat BOXrentals deze tapinstallatie verhuurt voor filmproducties. BOXrentals is een bedrijf dat zorgt voor infrastructurele en logistieke ondersteuning bij filmproducties. Dit project maakt deel uit van het SCIFI proefproject en kwam tot stand met de steun van Vlaanderen Circulair.

Zoals eerder vermeld, worden de filmopnames van Binti als referentiepunt gebruikt en geanalyseerd. Tijdens de productie van Binti werden al duurzame keuzes gemaakt door de producent en ook de CO₂-uitstoot werd berekend aan de hand van de VAF CO₂-calculator. Het nauwkeurig in kaart brengen van hoe de drinkwatervoorziening in realiteit verliep, vormt de referentie voor dit onderzoek. Op basis van dit specifieke project kan een realistische inschatting gemaakt worden van de milieu-impact en moeten er minder aannames gemaakt worden. Binnen dit project werden een aantal fictieve drinkwaterscenario's en varianten daarop gemodelleerd. Een van de beschouwde scenario's is dan ook de filmproductie van Binti waar de Robinettotap gebruikt wordt in combinatie met kraantjeswater. Een ander alternatief is een filmset waar enkel 0,5 L plastic waterflesjes aanwezig zijn. En als derde en laatste alternatieve scenario een filmset met een gewone waterkoeler met grote flessen water van 15 L. Bij het Robinettoscenario en het waterkoelerscenario zijn nog drinkbekers nodig. Daarom wordt er dieper ingegaan op verschillende soorten bekers. Er worden twee wegwerpbekers beschouwd en een herbruikbare beker.

Op basis van de zwaartepunten, opmerkelijke toestanden en onzekerheden wordt vervolgens een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te zien hoe deze verschillende factoren de eindconclusie nog kunnen beïnvloeden.

2 LITERATUURSTUDIE

2.1 Milieu-impact van de filmindustrie

In 2019 werden ongeveer 3954 Europese films uitgebracht [4]. De milieu-impact die deze producties met zich meebrengen, is vaak niet goed/volledig in kaart gebracht. Er zijn wat cijfers beschikbaar, maar deze geven geen juist beeld van de verschillende films onderling. In een onderzoek uitgevoerd door ingenieurbureau Arup kwam naar boven dat een zogenaamde tentpole¹ filmproductie zorgt voor een uitstoot van 2840 ton CO₂-eq [5]. Het zwaartepunt van de milieu-impact van deze grote filmproducties ligt bij transport dat voor ongeveer 50% van de impact verantwoordelijk is. Dit wordt gevolgd door het energieverbruik (elektriciteit en gas) dat voor 34% van de totale emissies instaat. Een belangrijke nuance hier is dat de milieu-impact ook veel beïnvloed wordt door creatieve beslissingen van de filmmakers. De keuze voor een bepaald onderwerp of voor ver uit elkaar liggende locaties zal vanzelfsprekend een verschil in impact veroorzaken tussen de films onderling. Voorspellingen gebaseerd op gegevens voor 2020 geven aan dat de vraag naar films waarschijnlijk in een stijgende lijn zal blijven gaan na de COVID-19 pandemie. Dit leidt tot een verhoogde milieu-impact van de filmindustrie.

Ondanks een verhoogde aandacht voor duurzaamheid bij filmproducties verloopt de overgang eerder traag. Investeerders die belang hechten aan duurzaamheid kunnen een grote invloed hebben op filmproducties, maar zijn eerder terughoudend. Duurzame maatregelen worden gezien als een beperking op de creativiteit en als extra druk op het strakke tijdschema. Algemene ondersteuning op vlak van duurzaamheid voor de filmindustrie zou een deel van de terughoudendheid kunnen oplossen.

Hetzelfde rapport van Arup keek naast de milieu-impact ook naar de mogelijkheden in de filmindustrie om hun impact te beperken. Ze beschreven vijf domeinen waarop verbeteringen mogelijk waren: productiemateriaal, water- en energiegebruik, studio-infrastructuur, filmlocaties en productieplanning. Per domein werden drie maatregelen aangereikt die tot een verminderde milieu-impact kunnen leiden als ze samen worden toegepast (Tabel 1).

Opmerkelijk is dat het rapport aanhaalt dat het totale waterverbruik meestal niet gerapporteerd wordt. Momenteel ligt de focus eerder op het verminderen van de consumptie van gebotteld water om zo de hoeveelheid plastic afval in te perken. Verder onderzoek over de (drink)watervoorziening kan dus leiden tot meer concrete maatregelen om deze voorziening op een zo duurzaam mogelijke manier te organiseren.

¹ Filmproductie met een budget > 70 miljoen (Amerikaanse) dollars.

Tabel 1: Overzicht domeinen voor verbetering en mogelijke maatregelen [5]

Domein	Maatregelen
Productiemateriaal	<ul style="list-style-type: none">• Hergebruik materialen• Verantwoorde aankoop van nieuw materiaal• Efficiënt gebruik van grondstoffen/materialen bij setopbouw (o.a. ontwerpen voor deconstructie)
Water- en energiegebruik	<ul style="list-style-type: none">• Reduceren van energievraag (bv. gebruik van LED-verlichting)• Gebruik duurzame energiebronnen (i.p.v. traditionele generatoren)• Reduceren van vraag naar water
Studio-infrastructuur	<ul style="list-style-type: none">• Herbestemming gebouwen• Producten als dienst kopen (o.a. huren van infrastructuur bij externe partijen)• Slim gebouwbeheer
Filmlocaties/filmstudio's	<ul style="list-style-type: none">• Geconsolideerd transport (voorspellen van logistieke patronen en transport)• Bewegwijzering en communicatie om duurzaam gedrag aan te moedigen• Gezondheids- en welzijnsservices
Productieplanning	<ul style="list-style-type: none">• Samenwerkingstools• Virtuele planning (digitale previsualisatie)• Gedeelde infrastructuur

Een Vlaamse filmproductie kan natuurlijk niet zomaar vergeleken worden met tentpole producties, een groter budget zorgt immers voor een hogere milieu-impact. Het budget voor een 'grote' film in Vlaanderen is twee à drie miljoen euro. De gemiddelde uitstoot van een Vlaamse film ligt dan ook beduidend lager. Zoals aangehaald in de inleiding tonen cijfers van het VAF aan dat Vlaamse filmproducties gemiddeld 73 ton CO₂ uitstoten, dit is vergelijkbaar met de jaarlijkse uitstoot van tien Vlaamse huishoudens. Voor televisieseries bedraagt de CO₂-uitstoot zelfs 123 ton. Om de milieu-impact van deze producties te beperken, biedt het VAF ondersteuning aan de filmmakers in de vorm van onder andere duurzaamheidsworkshops en een CO₂-calculator.

De impact van verschillende filmproducties onderling vergelijken heeft zoals eerder aangehaald meestal weinig zin omdat deze impact sterk afhankelijk is van creatieve beslissingen. Het meetbaar krijgen van de milieu-impact van een filmproductie is dus van groter belang, maar is nog steeds niet vanzelfsprekend. Ook het meten van de impact van concrete duurzame keuzes is van belang om te kijken wat voor invloed het heeft op de totale milieu-impact. Op basis van deze gegevens kunnen dan gerichte suggesties gegeven worden om in de toekomst bepaalde impacten te vermijden. Dit is een van de bestaansredenen van het Green Screen initiatief. Het project loopt in acht regio's in de Europese Unie, waaronder Vlaanderen. Het project loopt al sinds 2017 en loopt dit jaar af. Het doel van het initiatief is om de impact van de film- en televisie-industrie te verlagen aan de hand van een verbeterd beleid en duidelijke richtlijnen. Het ultieme doel is het verkrijgen van meetbare resultaten uit de projecten die lopen bij de verschillende deelnemers. De projecten verschillen tussen de regio's onderling. In kader van het Green Screen initiatief voerde Secoya, een Frans consultancykantoor dat gespecialiseerd is in de audiovisuele sector, een vergelijkende studie uit tussen vijf bestaande CO₂-calculatoren: Carbon Clap (Ecoprod, Frankrijk), Huella de carbon (Promalaga, Spanje),

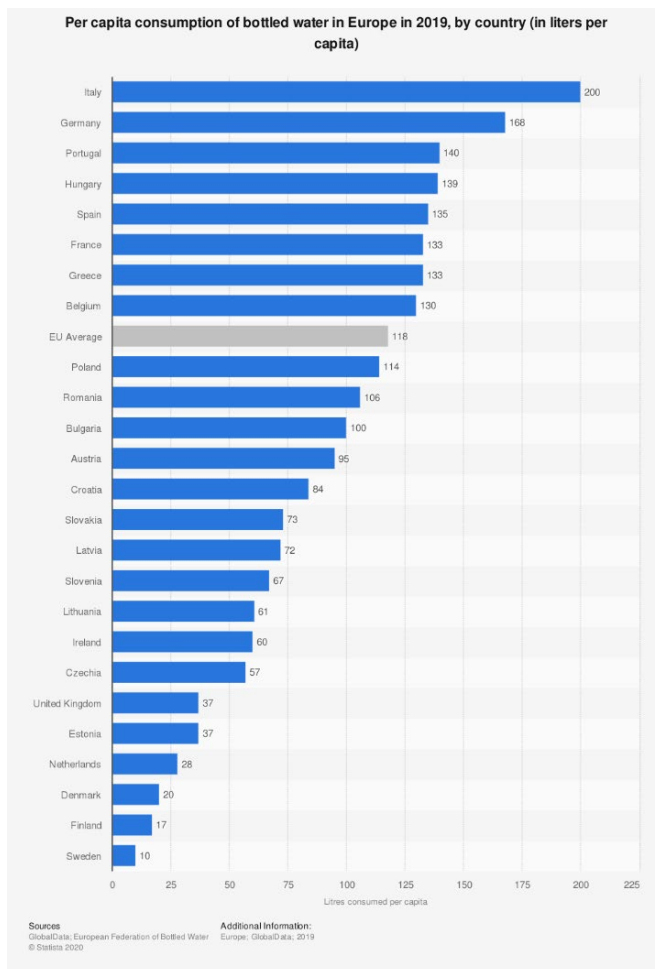
VAF-CO₂ calculator (VAF, Vlaanderen), PEAR (PGA Green, VS) en Albert (VK) [6]. De eerste drie calculators zijn vooral gericht op lokale producenten, terwijl de laatste twee meer algemeen gebruikt kunnen worden. De Amerikaanse calculator is ook eerder bedoeld voor grotere filmproducties. De calculators houden rekening met verschillende factoren en baseren zich op verschillende methodologieën, geen enkele calculator zal dus hetzelfde resultaat opleveren als een andere. De CO₂-calculator van het VAF was een van de meest gedetailleerde, maar had desondanks nog enkele verbeterpunten. Zo is het van belang om een onderscheid te maken tussen de vragen die men moet stellen om de impact te meten en de vragen om te voldoen aan een bepaald duurzaamheidscertificaat. De calculators worden meestal ook pas gebruikt nadat de filmproductie afgelopen is. Op deze manier worden filmproducenten niet aangemoedigd om al tijdens het productieproces de milieu-impact in te perken. Toch hebben de calculators het potentieel om de toepassing van maatregelen te ondersteunen. Dit kan bijvoorbeeld door zoals het VAF doet de uitbetaling van subsidies te laten hangen van het al dan niet invullen van de calculator of door het gebruik van de calculators te integreren in de filmopleiding [7].

De calculators houden enkel rekening met de CO₂-uitstoot veroorzaakt door de filmproductie en kijken niet naar andere factoren. Het heeft dus eerder een beperkte werking.

Uit het onderzoek kwam naar boven dat een CO₂-calculator die voor heel Europa toepasbaar is, een groot voordeel zou kunnen opleveren [6]. Momenteel zijn het VAF, Promalaga en de Slovaakse Film Commissie (SFC) bezig met deze overkoepelende calculator genaamd Eureka (European Environmental Calculator). Het is de bedoeling dat deze calculator voor alle fases van een filmproductieproces bruikbaar is dus zowel voor preproductie als de productie en post-productie.

2.2 Kraantjeswater versus gebotteld water

De per capita consumptie van gebotteld water (Figuur 1) in België lag in 2019 boven het Europese gemiddelde, maar was ook een kantelpunt [8]. Van 2014 tot 2018 was er een stijgende trend merkbaar in de consumptie van gebotteld water. In 2019 kwam hier voor het eerst verandering in en werd een daling van 2,89% in de verkoop van gebotteld water opgetekend. De consumptie gebotteld water per persoon per jaar daalde van 134,1 L in 2018 naar 130,1 L in 2019 [9].



Figuur 1: Per capita consumptie van gebotteld water in Europa in 2019 per land [8]

De hoofdreden dat Vlaamse consumenten kiezen voor flessenwater in plaats van kraantjeswater is de negatieve perceptie die rond kraantjeswater hangt [10]. Kraantjeswater wordt nog vaak als onveilig en ongezond gezien. Uit het onderzoek bleek ook dat de ondervraagden een betere smaak toewijzen aan flessenwater en dit linken aan de veiligheid en gezondheid van het water. Maar tegenwoordig laat de consument zich ook leiden door de milieuproblematiek om te kiezen voor een bepaald type water. De milieu-impact van kraanwater ligt namelijk veel lager dan die van gebotteld water. Als laatste speelt het financiële aspect ook nog een rol, maar dit is vaak minder doorslaggevend dan de andere vermelde redenen. Kraantjeswater kost in Vlaanderen gemiddeld 4,30 euro per kubieke meter [11] wat neerkomt op 0,0043 euro per liter. Flessenwater kost gemiddeld 0,51 euro per liter [12]. Kraantjeswater is dus meer dan honderd keer goedkoper dan flessenwater, maar toch blijft de consument flessenwater kopen. Het gedrag van consumenten moet dus nog door andere dingen geleid worden dan enkel het financiële aspect. Uit onderzoek bleek dat consumentengedrag op vlak van drinkwater gestuurd wordt door sociale normen. Hierdoor wordt bijvoorbeeld de voorkeur aan flessenwater gegeven als er mensen op visite komen. Hetzelfde onderzoek wees uit dat 45% van de deelnemers meestal kraantjeswater drinkt, maar overschakelt op flessenwater als er bezoek is. Het gebrek aan drinkbaar kraantjeswater zou maar bij 3% van de Vlamingen een rol spelen bij de keuze voor flessenwater.

De argumenten met betrekking tot de slechtere smaak van kraantjeswater werden weerlegd door een Duits onderzoek waarbij proefpersonen blinde smaakproeven deden. Zowel flessenwaterdrinkers als kraantjeswaterdrinkers konden geen onderscheid maken tussen beide soorten water [13]. Dit werd ook aangekaart in het televisieprogramma Factcheckers dat werd uitgezonden door de openbare omroep (VRT) [14]. Maar één van de tien proefpersonen kon het kraantjeswater aanwijzen tussen de vier watersamples.

Het verschil in milieu-impact tussen water in plastic flessen en kraantjeswater is hoofdzakelijk te wijten aan het watertransport over land en de PET-productie [15]. Water heeft een hoge dichtheid, omwille van deze reden is er dus veel energie nodig om dit transport uit te voeren. Dat transport bestaat uit bron-fabriek, fabriek-distributiecentrum, distributiecentrum-winkel en winkel-eindgebruiker. Ook de totale afstand die het water moet afleggen, heeft een invloed op de impact. Bij water dat over korte afstanden getransporteerd wordt, zal vooral de PET-productie de impact bepalen. Transport over lange afstanden kan ervoor zorgen dat het transport zwaarder doorweegt dan de PET-productie. Bij kraantjeswater zal geen van deze factoren een rol spelen aangezien er geen landtransport is met behulp van voertuigen. Mineraalwater moet onbehandeld gebotteld worden. Drinkwater ondergaat een zuiveringsproces voor het uit de kraan stroomt. Toch heeft de productie van een liter kraantjeswater een energievraag die 1000 tot 2000 keer lager ligt dan die voor een liter flessenwater [10]. Ook de afvalverwerking van PET draagt bij aan de hogere milieu-impact van gebotteld water, zelfs als het gerecycleerd wordt. Gerecycleerd PET zorgt voor een aantal vermeden impacten, maar vraagt ook energie. Niet alle PET-flessen worden trouwens gerecycleerd. Water uit glazen flessen heeft een nog hogere impact dan water uit PET-flessen [16]. Glazen flessen vragen nog meer grondstoffen en energie dan PET-flessen. Ook het transport van glazen flessen zorgt voor een hogere impact, een glazen fles is namelijk zwaarder dan een PET-fles.

2.3 Drankrecipiënten en hun impact

Ook het type beker dat gebruikt wordt, heeft een invloed op de impact van de drinkwatervoorziening op een filmset. Er is een breed gamma aan materialen waaruit gekozen kan worden. De keuzes die hier genomen moeten worden, gaan over al dan niet herbruikbare bekertjes en het materiaal waaruit de bekertjes bestaan. Elk type beker heeft zijn eigen voor- en nadelen. Plastic bekertjes (zowel wegwerp als herbruikbaar) zijn vaak lichter en wegen dus minder door op het transport. Onderzoek in Vlaanderen naar drink- en eetgerei op evenementen toonde aan dat het gebruik van herbruikbare bekertjes meestal aangeraden is, maar dat ook zeker de materiaalkeuze in beschouwing genomen moet worden [17].

Volgens een schatting zouden jaarlijks 250 à 300 miljard wegwerpbekertjes gebruikt worden op wereldniveau [18]. Wegwerpbekertjes zijn onderling heel verschillend. Naast verschillende materialen bestaan er ook verschillende opdelingen op basis van de afvalverwerkingsmethode. De meest gebruikte en bekende materialen voor wegwerpbekertjes zijn karton en (bio-)plastic (polypropyleen PP, polystyreen PS, polylactide PLA). Wat betreft het type beker kan er een onderscheid gemaakt worden tussen niet-recycleerbare, recycleerbare en biodegradeerbare wegwerpbekertjes. Biodegradeerbare bekertjes kunnen nog verder onderscheiden worden in gewone biodegradeerbare bekertjes en composteerbare bekertjes. Biodegradatie is het fenomeen waarbij micro-organismen een product afbreken tot minerale bestanddelen. Compostering is een meer specifieke vorm van biodegradatie waarbij het composteerbaar materiaal aan

verschillende eisen moet voldoen. De Europese normen die gelden voor composteerbaar materiaal zijn de EN 13432-norm en de EN 14995-norm. Dit betekent dat minstens 90% van het materiaal binnen de 12 weken in een industriële composteringsinstallatie moet kunnen afgebroken worden tot deeltjes kleiner dan 2 mm. Binnen de 6 maanden moeten ze in een industriële setting afbreken tot organische stoffen zoals CO₂ en mineralen [19].

Recycleerbare bekertjes bevatten vaak een plastic coating om lekken te voorkomen. De coating is meestal gemaakt uit polyethyleen (PE). Deze laag is moeilijk te scheiden van het karton en bemoeilijkt de recycling in gewone recyclingcentra waardoor deze bekertjes vaak bij het restafval belanden en dus ook zodanig verwerkt worden.

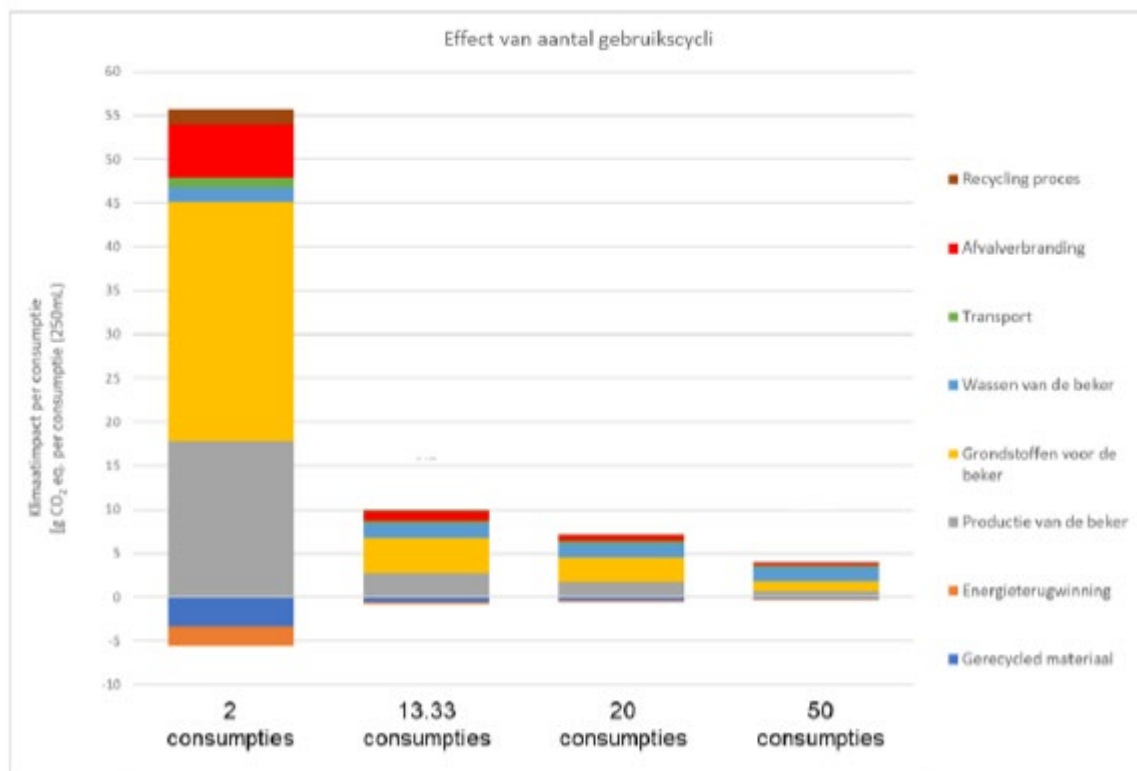
In de praktijk blijkt dat de biodegradeerbare en recycleerbare bekertjes meestal niet op de bedoelde manier verwerkt worden. De recycleerbare/biodegradeerbare bekertjes moeten gescheiden opgevangen worden zodat ze in het juiste afvalverwerkingscentrum belanden, anders belanden ze samen met het andere restafval in de verbrandingsoven. Verder blijkt dat de composteerbare bekertjes in de praktijk vaak toch te traag afbreken in de industriële composteringsinstallatie waardoor ze weer in de verbrandingsoven belanden [17]. Ook dit werd aangehaald in het VRT-programma Factcheckers [20]. De materialen worden onder ideale omstandigheden in een lab getest, maar dit stemt niet overeen met de realiteit. De verblijftijd in een industriële composteringsinstallatie is in België niet lang genoeg om composteerbaar eet- en drinkgerei te verwerken. Dit composteerbaar afval mag dus niet bij het GFT-afval of op de eigen composthoop. Dit is trouwens niet altijd negatief. Uit de studie van de Openbare Vlaamse Afvalmaatschappij (OVAM) bleek dat compostering niet beter scoort dan verbranding [21]. Het composteerbaar afval draagt niet bij tot een kwalitatieve compostfractie. Dit is vaak te wijten aan het lage nutriëntengehalte/organische stofgehalte van dit materiaal. Bij afvalverbranding wordt daarentegen ook elektriciteit geproduceerd die elektriciteit kan vervangen die geproduceerd wordt op basis van bijvoorbeeld fossiele brandstoffen.

Plastic heeft tegenwoordig eerder een negatieve naam als het om duurzaamheid gaat. Er worden terecht vragen gesteld bij het aandeel van recycleerbare plastics dat ook daadwerkelijk gerecycleerd wordt. Cijfers tonen aan dat slechts 30% van het verzameld plasticafval bedoeld is voor recycling [22]. Ook bio-plastics die composteerbaar zijn, zorgen eerder voor problemen in het verwerkingsproces. Ze kunnen net als de composteerbare kartonnen bekertjes zorgen voor een verminderde compostkwaliteit en ze breken vaak niet af in de composteringsinstallatie [23]. De plasticproblematiek zorgde voor een omschakeling naar kartonnen bekertjes. Een composteerbare/recycleerbare kartonnen beker lijkt dan wel een duurzame keuze, maar in realiteit is dit vaak niet het geval. Er zijn heel wat grondstoffen nodig om deze kartonnen bekertjes te produceren en ze moeten apart opgevangen worden om ook daadwerkelijk gerecycleerd te worden. Het is ook sterk afhankelijk van de industriële composteringsinstallatie of ze ook daadwerkelijk gecomposteerd kunnen worden. In België zijn de (meeste) verwerkingsinstallaties niet geschikt voor deze materialen. Zoals eerder vermeld, belanden ze dan gewoon bij het overige restafval.

Wat betreft herbruikbare bekertjes zijn er ook heel wat mogelijkheden qua materiaalkeuze. Zo heeft men onder andere de keuze uit glas, keramiek en plastic. Glas en keramiek zijn minder interessant in situaties waar de recipiënten ook regelmatig getransporteerd moeten worden. De massa van deze recipiënten ligt meestal hoger dan een plastic variant met als gevolg dat het transport een hogere impact zal hebben. Buiten het feit dat ze zwaar zijn, ligt het energieverbruik om deze recipiënten te produceren redelijk hoog in vergelijking met een plastic beker.

Een plastic beker is minder breekbaar in vergelijking met een glas en dus meer geschikt voor transport.

Een update op de studie van de OVAM vergeleek de verschillende soorten bekers onderling [21]. Er werd gekeken naar het effect van de afvalverwerkingsprocessen, het aantal gebruikscycli en het transport op de milieu-impact van herbruikbare bekers. Een hoger aantal gebruikscycli zal leiden tot een lagere impact omdat de totale impact over een bredere periode en dus meerdere consumpties wordt gespreid. Dit is terug te zien in Figuur 2 waar de impact per consumptie weergegeven wordt afhankelijk van het aantal keer dat een bepaalde PP beker wordt hergebruikt [21]. Er is ook geen onderscheid in impact tussen het wassen van bekers van verschillende materialen. Recyclage van de herbruikbare bekers is steeds aangeraden omdat het afvalverbranding vermijdt.



Figuur 2: Effect van aantal gebruikscycli op de broeikasgasemissies (CO₂-eq) van een herbruikbare PP beker [21]

Transport bleek maar een beperkte invloed te hebben op de totale impact van herbruikbare bekers, zelfs als er gevarieerd werd in de transportafstand. Het woog in alle gevallen ongeveer 2% door op de totale impact.

In dezelfde studie werd ook gekeken naar wegwerpbekers. Massa en materiaal van de wegwerprecipiënten oefenen een grote invloed uit op de uiteindelijke milieu-impact. Dit is te wijten aan het grondstofgebruik en het bijbehorende productieproces. Een hoger aandeel in gerecycleerd materiaal levert een gunstigere milieuscore op. Het is van belang dat de bekers op de correcte manier verzameld worden zodat ze op de juiste manier verwerkt kunnen worden, ook al is de compensatie door het recyclageproces eerder beperkt ten opzichte van de totale milieu-impact. Ook de efficiëntie van het recyclageproces speelt een rol bij de totale milieu-impact. Ondanks dat de beker juist verzameld is, kan het zijn dat hij niet gerecycled wordt. Bekers die bevuild zijn met bijvoorbeeld etiketten, vallen buiten het recyclageproces.

Een gevoeligheidsanalyse van het transport bij eenmalige drankverpakkingen uit PP toonde aan dat dit een zeer klein effect had op de impact per consumptie [21]. Andere factoren zoals het stukgewicht en de materiaalkeuze hebben een grotere invloed.



Figuur 3: Relatieve invloed van verschillende variabelen op de milieu-impact van bekertjes [21]

Figuur 3 geeft een overzicht van de variabelen en in welke mate er rekening met deze variabelen gehouden moet worden bij het maken van een keuze voor een beker. Bij de herbruikbare bekertjes zijn de beslissende variabelen gewicht, materiaal en het aantal keer dat de bekertjes worden hergebruikt. Ook voor wegwerprecipiënten zijn het gebruikte materiaal en de massa van de bekertjes doorslaggevend.

Het onderzoek van de OVAM kende een milieuscore-klasse van A tot G toe aan de beschouwde drinkbekertjes, dit is te zien in Tabel 2 [21]. Er werd een onderscheid gemaakt tussen hergebruik en de verwerkingsmethode (recyclage of verbranding). A is een hogere klasse en heeft dus een lagere impact. Een lagere klasse heeft ongeveer een dubbele milieu-impact ten opzichte van de voorgaande hogere klasse. De milieu-impact van klasse B is dus ongeveer dubbel zo groot als die van klasse A. Glaswerk heeft milieuscore-klasse A voor hergebruik, maar een hoog stukgewicht. Voor scenario's waarbij veel transport aan te pas komt, zal dit dus een minder interessante optie zijn.

Tabel 2: Overzicht bestudeerde drinkbekers en hun milieuscore-klasse [21]

Drinkgerei	Hergebruik (uitval max. 10%)	Selectieve inzameling voor recyclage	Restafval (verbranding)
Glaswerk/keramiek	A	Verwerkingsoptie niet mogelijk	F
rPET bekers	Niet beschikbaar op de Vlaamse markt	B	C
PLA bekers	Niet beschikbaar op de Vlaamse markt	B	D
PP bekers	A	C	D
PET bekers	Niet beschikbaar op de Vlaamse markt	C	D
Polycarbonaat (PC)/copolyester bekers	B	D	E
Kartonnen bekers	Niet beschikbaar op de Vlaamse markt	Verwerkingsoptie niet mogelijk	C

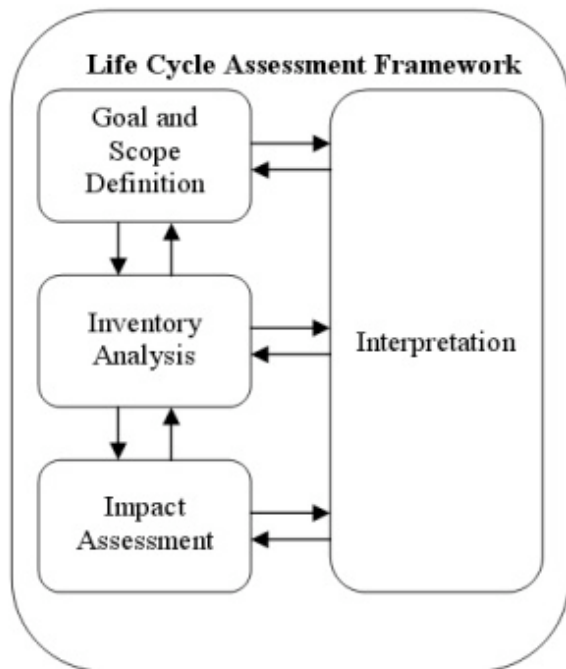
Het is dus aan te raden om in het algemeen te gaan voor recipiënten met een laag gewicht. Bij herbruikbare bekers kan het uitvalpercentage best zo laag mogelijk gehouden worden. Herbruikbare bekers uit PP hebben de mogelijkheid om de laagste milieu-impact te bereiken, dit al vanaf dat ze tien keer hergebruikt zijn.

Voor evenementen is het ondertussen verboden om nog drank te serveren in wegwerprecipiënten tenzij 90% van deze recipiënten ingezameld wordt voor recyclage. Vanaf 2022 stijgt dit tot 95% [21].

Op basis van deze studies van de OVAM werd een outputmodel opgesteld voor evenementen. Aan de hand van een aantal vragen wordt een optie met een zo laag mogelijke milieu-impact naar voren geschoven. Ook bij filmproducties kan zo'n outputmodel helpen bij het maken van een keuze voor een bepaald bekertype. Het outputmodel voor evenementen houdt onder andere ook rekening met de geografische spreiding van het evenement en dus het bijbehorend transport.

3 MATERIAAL EN METHODE

De levenscyclusanalyse van de verschillende scenario's wordt uitgevoerd volgens de ISO 14040 standaard, weergegeven in Figuur 4. Deze standaard is specifiek gericht op LCA studies en zegt welke fases doorlopen moeten worden om te voldoen aan de standaard [24].

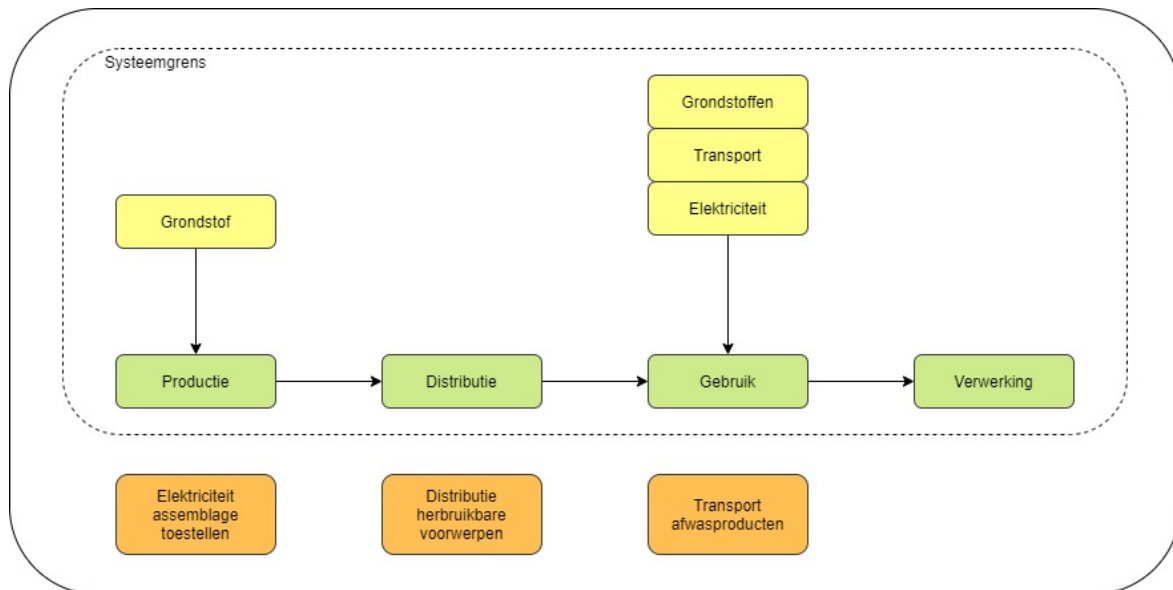


Figuur 4: LCA framework volgens ISO 14040

De beschouwde alternatieven worden gemodelleerd in Umberto LCA+, gebruikmakend van de Ecoinvent 3 databank.

3.1 Goal and scope

Het doel van de thesis is het kwantificeren van de milieu-impact die de drinkwatervoorziening teweegbrengt op de filmset van Binti. Er werd gekozen voor een case-study van deze film omdat er gedetailleerde informatie beschikbaar was over de draaiperiode. Dit zorgde ervoor dat er minder veronderstellingen gemaakt moesten worden, wat de representativiteit van de resultaten ten goede komt. Binti maakte ook gebruik van de VAF-calculator om de CO₂-uitstoot in kaart te brengen, hierdoor kan een vergelijking gemaakt worden van de milieu-impact van de drinkwatervoorziening ten opzichte van de totale milieu-impact. Naast de kwantificatie van een referentiescenario worden er ook verschillende alternatieven voor de drinkwatervoorziening bekeken die in dezelfde mate voldoen aan de noden op de filmset. Op Figuur 5 is te zien hoe de afbakening voor de LCA-studie gebeurde. Binnen de stippellijn bevinden de processen en inputs waarmee rekening gehouden wordt. Buiten de stippellijn in de oranje kaders staat aangegeven welke processen/inputs in het algemeen verwaarloosd werden.



Figuur 5: Flow chart LCA algemeen

Onder productie vallen alle processen die instaan voor de productie van zowel de voorwerpen die voor hergebruik bestemd zijn als de wegwerpvoorwerpen. Distributie beschouwt enkel de transportprocessen veroorzaakt door de wegwerpvoorwerpen. De distributie producent-verkoper-gebruiker (in dit geval BOXrentals) van de herbruikbare voorwerpen wordt verwaarloosd. De milieu-impact van deze distributie wordt verspreid over de hele levensduur van het voorwerp en zal dus maar een beperkte invloed hebben op de milieu-impact van de gebruikperiode op de filmset. In de gebruiksfase komen dan de verschillende voorwerpen samen die instaan voor het vervullen van de functionele eenheid. De functionele eenheid beschrijft de kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van wat vervuld moet worden. Het laat ook toe om verschillende alternatieven te vergelijken. De functionele eenheid staat in detail beschreven onder 3.2 Verder worden enkele extra inputs toegevoegd aan deze fase zoals elektriciteit, transport tijdens de draaiperiode van de verschillende gebruiksvoorwerpen en nog grondstoffen in de vorm van afwasproducten en (afwas)water bij de scenario's met herbruikbare bekertjes.

Een kort overzicht van de verschillende scenario's is terug te vinden in Tabel 3. Per scenario dat gebruikmaakt van bekertjes worden drie types vergeleken, namelijk de herbruikbare Reyuzz cup gemaakt uit polypropyleen (PP), de composteerbare Nature cup en een wegwerpbekertje uit polystyreen (PS).

Tabel 3: Overzicht beschouwde scenario's met korte beschrijving

Scenario	Beschrijving
Scenario 1: Referentie	Drinkwatervoorziening gebaseerd op de realiteit
Scenario 2: Flessenwater	Drinkwater wordt voorzien in plastic flesjes van 0,5 L van het merk Spa. Er is nog een verdere opdeling op basis van het percentage gerecycleerd PET dat in de flesjes wordt gebruikt. De flesjes worden gekoeld in een koelkast en aangekocht in de supermarkt. Er wordt geen gebruikgemaakt van drinkbekers.
Scenario 3: Watertapinstallatie Robinetto	Kraantjeswater wordt met behulp van een tapinstallatie gekoeld. Deze tapinstallatie is gemaakt door Robinetto. Dit scenario gebruikt bekers.
Scenario 4: Waterkoeler	Mineraalwater verpakt in 15 L flessen wordt gekoeld met behulp van een waterkoeler. Dit scenario maakt gebruik van drinkbekers.

3.2 Functionele eenheid

Wat?

De drinkwatervoorziening op de filmset van Binti. De opnames vonden zowel buiten als binnen plaats.

Hoeveel?

2102 L drinkwater

Hoe goed?

Liefst gekoeld om de consumptie aangenamer te maken.

Hoelang?

Gedurende 27 dagen in de zomer. (Opmerking: Binti werd opgenomen in de zomer van 2018 toen er een hittegolf was.)

Referentiestroom

De hoeveelheid water nodig om te voldoen aan de vraag, uitgedrukt in kg. (Kraantjeswater wordt uitgedrukt in kg in plaats van liter, 1 liter kraantjeswater wordt gelijkgesteld aan 1 kg.)

Achtergrondschets

De hoeveelheid water werd bekomen door de som te nemen van het kraantjeswaterverbruik en de 15 L waterflessen die verbruikt werden. Als er geen aansluiting voorzien was voor kraantjeswater werd een waterkoeler met mineraalwater verpakt in 15 L flessen voorzien. Op deze dagen werd geen extra verbruik van kraantjeswater gerekend. Op de dagen dat er wel een aansluiting was, werd verondersteld dat de aanwezige personen gemiddeld 2 L kraantjeswater per dag per persoon consumeerden bovenop de consumptie van andere dranken. Het aantal aanwezige personen verschilde van dag tot dag. Gemiddeld bedroeg het aantal acteurs en het aanwezige technisch team uit 33 personen per dag, figuranten niet inbegrepen. Er was ook eenmalig een uitschieter waarbij een evenement werd gefilmd waardoor 150 extra figuranten

aanwezig waren die dag. Als iedereen als apart individu geteld wordt (ook degenen die meerdere dagen aanwezig zijn), gaat het over 1271 personen over de hele draaiperiode (inclusief figuranten).

3.3 LCIA methode

De toegepaste LCIA methode is EF 2.0 midpoint (no LT). Deze methode beschouwt 19 impactfactoren onderverdeeld in vier categorieën. De impactfactoren worden verderop beschreven. De gebruikte methode is een midpoint methode, dit is een probleemgerichte methode. De focus ligt dus op het probleem bijvoorbeeld klimaatopwarming of fijnstofvorming. Een endpoint methode daarentegen legt de focus op de schade die veroorzaakt wordt door milieuproblemen. Er zitten meer onzekerheden op endpoint methodes omdat er meer veronderstellingen gemaakt moeten worden. Hierdoor hebben alle endpoint methodes een interim aanbevelingsniveau. Dit wil zeggen dat ze nog niet goed genoeg ontwikkeld zijn om aangeraden te worden bij onderzoek. De keuze valt dus op een midpoint methode.

De data werd verzameld via technische datasheets verkregen via fabrikanten, al bestaande LCA-studies en andere (wetenschappelijke) literatuur. Deze data omvatte inputgegevens betreffende het energie- en materiaalverbruik voor de productie van de gebruikte voorwerpen. De transportafstanden werden bepaald met behulp van Google Maps. De case wordt cradle-to-grave beschouwd. Dit wil zeggen dat het gehele proces bekeken wordt vanaf het productieproces tot en met de afvalwerkingsmethode.

De verschillende impactfactoren hebben elk hun eigen aanbevelingsniveau [25]. Er zijn drie aanbevelingsniveaus:

Level I: Aangeraden en bevredigend

Level II: Aangeraden, maar nog verbeteringen nodig

Level III: Aangeraden, maar gebruiken met enige voorzichtigheid

Het aanbevelingsniveau geeft aan hoe betrouwbaar de gekozen milieu-impactfactor is. Als verschillende alternatieven vergeleken worden, zullen impactfactoren die tot level I behoren een grotere rol spelen in de uiteindelijke keuze voor een bepaalde optie dan level III factoren. De impactfactoren staan hieronder beschreven. De naam waaronder elke impactfactor terug te vinden is in Umberto staat tussen haakjes vermeld. Voor elk (sub)scenario werd ook een carbon footprint berekend. Deze carbon footprint is de optelsom van alle broeikasgasemissies veroorzaakt door individuen/evenementen/bepaalde handelingen enz. uitgedrukt in CO₂-eq [26]. Ook klimaatverandering valt onder deze carbon footprint, maar de definitie laat nog steeds ruimte voor interpretatie [27].

3.3.1 Klimaatverandering

De 'Climate change total' impactfactor wordt bepaald door de som van drie 'climate change' subcategorieën te nemen. De factor behoort tot aanbevelingsniveau I (dit geldt dus ook voor de subcategorieën). De subcategorieën worden hieronder beschreven. Alle 'Climate change' impactfactoren worden uitgedrukt in kg CO₂-eq.

3.3.1.1 *Klimaatverandering - biogenisch (Climate change biogenic)*

Impactfactor die de CO₂- en CH₄-emissies naar de lucht omvat die veroorzaakt worden door de transformatie of afbraak (bijvoorbeeld door verbranding, vergisting, compostering etc.) van bovengrondse biomassa en de CO₂-opname uit de atmosfeer door deze biomassa [28].

3.3.1.2 *Klimaatverandering – fossiel (Climate change fossil)*

Deze impactfactor wordt bepaald door broeikasgasemissies veroorzaakt door fossiele brandstoffen naar eender welk medium. De emissies worden veroorzaakt door de transformatie of degradatie van deze brandstoffen [28].

3.3.1.3 *Klimaatverandering – landgebruik en verandering in landgebruik (Climate change land use and land use change)*

CO₂-, CO- en CH₄-opname en -uitstoot veroorzaakt door de verandering in landgebruik en landgebruik zelf bepalen deze impactfactor. Door (de verandering in) landgebruik wijzigt de koolstofvoorraad (carbon stock) [28].

3.3.2 Ecosysteemkwaliteit

3.3.2.1 *Zoetwater en terrestrische verzuring (Freshwater and terrestrial acidification)*

Dit wijst op de verzuring van de bodem en zoetwater door de aanwezigheid van verzurende substanties zoals NO_x, NH₃ en SO_x [28]. Verzuring wordt vooral veroorzaakt door de verbranding van brandstoffen [25]. De eenheid van deze impactfactor is mol H⁺-eq. Het aanbevelingsniveau van de factoren is II.

3.3.2.2 *Zoetwater ecotoxiciteit (Freshwater ecotoxicity)*

Deze factor is een maat voor de toxische impact op een ecosysteem. De toxische impact veroorzaakt schade aan individuele soorten en verandert het ecosysteem. De milieu-impactfactor wordt bepaald door substanties die een rechtstreekse invloed hebben op de gezondheid van het ecosysteem [28]. De freshwater ecotoxicity impactfactor wordt uitgedrukt in CTU (Comparative Toxic Unit). Het aanbevelingsniveau van deze factor is III.

3.3.2.3 *Eutrofiëring: Zoetwater, zee, terrestrisch (Eutrophication: Freshwater, marine, terrestrial)*

Eutrofiëring wordt opgedeeld in drie aparte impactfactoren: zoetwater, zeewater en bodem/terrestrisch. Eutrofiëring is het fenomeen waarbij de hoeveelheid nutriënten in het ecosysteem toeneemt. Deze nutriënten bevatten vaak fosfor- of stikstofverbindingen. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot een verhoogde groei van algen in aquatische ecosystemen waardoor overige organismen een tekort aan zuurstof krijgen, wat onder andere tot vissterfte kan leiden [25]. Freshwater eutrophication wordt uitgedrukt in kg P-eq, marine eutrophication in kg N-eq en terrestrial in mol N-eq. Alle eutrofiëringsfactoren hebben aanbevelingsniveau II.

3.3.3 Menselijke gezondheid

3.3.3.1 *(Niet-)carcinogene effecten ((Non-)carcinogenic effects)*

Milieu-impactfactoren die de gezondheidseffecten op mensen weergeven. De ene impactfactor is een maatstaf voor de kankerge relateerde gezondheidseffecten, terwijl de andere niet-kanker gerelateerde effecten in rekening brengen. De negatieve gezondheidseffecten kunnen

veroorzaakt worden door opname via de ademhaling, via voeding/drinken of via de huid [28]. Beide factoren worden uitgedrukt in CTUh (CTU for humans). Beide impactfactoren hebben aanbevelingsniveau III.

3.3.3.2 Ionisatiestraling (Ionising radiation)

Impactcategorie die een weergave is van de negatieve gezondheidseffecten op de menselijke gezondheid door radioactieve emissies [28]. De impactfactor wordt uitgedrukt in kg U235-eq en behoort tot aanbevelingsniveau II.

3.3.3.3 Ozonlaagdepletie (Ozone layer depletion)

Deze impactfactor brengt de emissies in rekening die ervoor zorgen dat stratosferische² ozon wordt afgebroken. Deze afbraak wordt in gang gezet door ozonafbrekende stoffen zoals CFCs [28]. De categorie wordt dan ook uitgedrukt in kg CFC-11-eq. De impactfactor is van aanbevelingsniveau I.

3.3.3.4 Fotochemische ozonvorming (Photochemical ozone creation)

De milieu-impactcategorie houdt rekening met de emissies die zorgen voor ozonvorming aan het aardoppervlak in de troposfeer³ door fotochemische reacties van vluchtige organische verbindingen (ook VOCs, Volatile Organic Compounds) en CO in aanwezigheid van NO_x (stikstofoxides) en zonlicht [28]. De hoofdverantwoordelijke voor deze emissies is het verkeer dat NO_x- en VOC-emissies veroorzaakt [25]. De factor wordt uitgedrukt in kg NMVOC-eq (Non-Methane VOC). De milieu-impactfactor heeft aanbevelingsniveau II.

3.3.3.5 Ademhalingseffecten, anorganisch (Respiratory effects, inorganics)

De gezondheidsproblemen veroorzaakt door de emissies van fijnstof en fijnstofprecursoren (NO_x, SO_x, NH₃) worden weergegeven door deze categorie [28]. De impactfactor wordt uitgedrukt in disease incidence (ziekte-incidentie) en heeft aanbevelingsniveau I.

3.3.4 Resource impactfactoren

3.3.4.1 Gedissipeerd water (Dissipated water)

Impactfactor die weergeeft hoeveel water er verloren gaat door het hele proces. De impactcategorie wordt uitgedrukt in m³ water-eq. Deze factor heeft aanbevelingsniveau III.

3.3.4.2 Fossiele bronnen (Fossils)

Categorie die weergeeft hoeveel niet-hernieuwbare fossiele bronnen (onder andere aardgas, steekool, olie) verbruikt worden [28]. Dit wordt uitgedrukt in MJ (megajoule). Het aanbevelingsniveau van deze impactfactor is III.

3.3.4.3 Landgebruik (Land use)

Deze categorie is gerelateerd aan het gebruik en transformatie van het landoppervlak bij onder andere landbouwactiviteiten, bos- en mijnbouw etc. Er wordt rekening gehouden met de gebruikte oppervlakte, de effecten van het gebruik en de duur van de bezetting [28]. Het is een

² Laag die zich ongeveer op 17 kilometer boven het aardoppervlak bevindt (gezien vanaf zeeniveau) [49].

³ Onderste laag van de dampkring, reikt tot een hoogte van 16 tot 18 km [50].

'dimensieloze' categorie die wordt uitgedrukt in punten (points). Het aanbevelingsniveau van deze factor is III.

3.3.4.4 Mineralen en metalen (*Minerals and metals*)

Milieu-impactfactor die weergeeft hoeveel niet-hernieuwbare abiotische bronnen (mineralen en metalen) verbruikt worden [28]. Het wordt uitgedrukt in kg Sb-eq. Het aanbevelingsniveau is III.

4 INVENTARIS

4.1 Algemene achtergrondinformatie

Voor de scenario's waar enkel wegwerpbekers gebruikt worden, wordt verondersteld dat de benodigde hoeveelheid bekens aan de start van de draaiperiode geleverd wordt en de resterende bekens telkens mee getransporteerd worden naar de volgende filmlocatie. In de scenario's met enkel de Reyuzz cup zijn er 200 stuks in omloop die telkens 's avonds worden afgewassen. De bekens worden afgewassen in een dubbele spoelbak waarin 10 L kraantjeswater zit per spoelbak. Verder wordt een volledig pak keukensponsjes gebruikt tijdens de hele draaiperiode.

Bij de scenario's waar enkel wegwerpbekens worden gebruikt, wordt verondersteld dat iedere persoon 10 bekens per dag gebruikt. Dit komt neer op 12 710 bekens over de hele draaiperiode.

Transport aan het begin en het einde van de draaiperiode gebeurt met een kleine vrachtwagen met een laadbaarheid van 3,5 tot 7,5 ton (Ecoinvent databank activiteit: transport, freight, lorry, 3,7-7,5 metric ton, EURO5⁴). Tijdens de draaiperiode worden de transporten met een lichte bestelwagen gedaan (transport, freight, light commercial vehicle), dit geldt zowel voor waterbevoorradingen als voor het transport van onder andere de Robinettotap of waterkoeler.

Alle gebruiksvoorwerpen (bekens, waterkoeler/Robinettotap/koelkast) worden voorzien door BOXrentals, een bedrijf dat instaat voor de logistiek en infrastructuur op filmsets. BOXrentals voorzagt dit ook op de filmset van Binti.

4.2 Waterkoeler

De gebruikte waterkoeler is de Oasis Onyx B1CCTHSY (Figuur 6). De distributie van de waterkoeler van de plaats van productie naar de opslagplaats van BOXrentals koper wordt verwaarloosd omdat de draaiperiode maar een klein aandeel heeft in de totale levensduur van het toestel en de distributie dus eerder een verwaarloosbare invloed gaat hebben op de totale impact. Deze waterkoeler werd gebruikt in het referentiescenario. Ook het waterkoelerscenario maakt gebruik van deze waterkoeler.

⁴ EURO 5 voertuigen zijn voertuigen die voor de eerste keer ingeschreven werden tussen 01/01/2011 en 31/08/2015. De dieselveertuigen hebben in België tot 01/01/2025 toegang tot lage-emissiezones [51].



Figuur 6: Waterkoeler Onyx

4.2.1 Productie

Informatie over de onderdelen werd verkregen via de technische fiche [29] [30]. Kleine onderdelen zoals knoppen werden verwaarloosd. Aangezien de exacte verhoudingen van de verschillende onderdelen niet geweten was, werden ook hier enkele veronderstellingen gemaakt en gebaseerd op andere gegevens uit de literatuur. De waterkoeler weegt in zijn geheel 13 kg. De elektriciteit voor de assemblage van het toestel werd verwaarloosd. Tabel 4 geeft de inventaris weer voor de productie van de waterkoeler.

Tabel 4: Inventaris productie waterkoeler

	Input	Hoeveelheid
Behuizing (3,50 kg)	ABS copolymer	552,05 g
	Powder coat, steel	0,61 m ²
	Steel, chromium steel 18/8	2,95 kg
Cold water tank (2,50 kg)	Copper	0,1 kg
	Metal working, average for copper product manufacturing	0,1 kg
	Steel, chromium steel 18/8	2,375 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing	2,375 kg
	PS, expandable	0,025 kg
	Injection moulding	0,025 kg
Hot water tank (3 kg)	Steel, chromium steel 18/8	3 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing	3 kg
Koelunit (4 kg)	Refrigerant R134a	0,05 kg
	Steel, chromium 18/8	3,55 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing	3,55 kg
	Copper	0,40 kg
	Metal working, average for copper product manufacturing	0,40 kg

4.2.2 Afvalverwerking/recyclage

Ook hier werd een de gehele waterkoeler van 13 kg als een eenheid gezien met een levensduur van 10 jaar (3650 dagen). De hoeveelheid waterkoeler die dan verbruikt wordt tijdens de draaiperiode is 27/3650 van 13 kg. Na zijn levensduur wordt de waterkoeler verwerkt als elektronisch afval (Ecoinvent databank activiteit: market for waste electric and electronic equipment).

4.3 Reyuzz cup

De herbruikbare beker die op de filmset van Binti gebruikt werd, was de Reyuzz cup. Deze beker wordt dus in het referentiescenario gebruikt. Daarnaast werd ook verondersteld dat dit de beker is die in alle alternatieve scenario's met herbruikbare beker gebruikt wordt. De beker heeft een inhoud van 40 cl.

4.3.1 Productie

De Reyuzz cup wordt geproduceerd in Tongeren door Smisdom. Via telefonisch contact werd de productiemethode en het gebruikte materiaal verkregen. De gebruikte hoeveelheid elektriciteit komt uit de literatuur [31]. De inventaris is terug te vinden in Tabel 5. Een belangrijke opmerking bij het elektriciteitsgebruik is dat dit waarschijnlijk een waarde is voor het hele proces. De elektriciteit voor spuitgieten (injection moulding) zit al verwerkt in de activiteit zelf, dus de toegevoegde hoeveelheid elektriciteit is hoogstwaarschijnlijk een overschatting. Voor alle bekers werd dezelfde overschatting gemaakt. Het is moeilijk in te schatten hoeveel van deze elektriciteitsinput al verwerkt zit in de productieprocessen van onder andere de materialen. De invloed van dit elektriciteitsverbruik op de milieu-impact van de (wegwerp)bekers wordt dus verder in detail besproken in de gevoeligheidsanalyse (6.2).

Tabel 5: Inventaris productie Reyuzz cup

Input	Hoeveelheid per cup
PP granulaat	38 g
Injection moulding	38 g
Electricity, medium voltage [BE]	6,30 MJ

4.3.2 Afvalverwerking/recyclage

De bekers worden hergebruikt tijdens de draaiperiode, maar er wordt toch in rekening gebracht wat de bijdrage is van de afvalverwerking op de totale impact van de drinkwatervoorziening. Om de 'verbruikte' massa te bepalen, wordt de totale massa van alle bekers als een eenheid gezien. Er werd verondersteld dat de bekers 500 keer hergebruikt kunnen worden en ze maar één keer per dag gebruikt worden. Een draaiperiode van 27 dagen verbruikt dan 27/500 van de eenheid bekers. De beker wordt op het einde van zijn levenscyclus verwerkt als polyethyleen/polypropyleen product in Europa.

4.4 Nature cup

De Nature cup is een composteerbare kartonnen beker met PLA-coating. De beker heeft een inhoud van 210 ml.

4.4.1 Productie en verpakken

Een pallet Nature cups bestaat uit 24 dozen. In elke doos zitten 1000 Nature cups. De totale massa van een Nature cup is 5,7 g, een gevulde doos heeft een totale massa van 6,7 kg [32]. De verbruikte elektriciteit komt uit de literatuur [31]. De inventaris is te zien in Tabel 6. De hoeveelheden in de tabel zijn per bekertje tenzij anders aangegeven.

Tabel 6: Inventaris productie en verpakken Nature cup

Input	Hoeveelheid per Nature cup
PLA, granulate	0,285 g
Extrusion, plastic film	0,285 g
Solid unbleached board	5,415 g
Electricity, medium voltage [BE]	500 kJ
Corrugated board box	1 kg (voor 1000 stuks)

4.4.2 Distributie

De bekera worden door BOXrentals aangekocht via een leverancier uit Rotterdam. De bekera worden per pallet aangekocht en leggen een afstand van 113 km af vanuit de opslagplaats in Nederland tot aan de opslagplaats van BOXrentals in Rumst. Er wordt verondersteld dat het transport gebeurt met een lichte vrachtwagen (Ecoinvent databank activiteit: transport, freight, lorry, 3,5-7,5 metric ton, EURO 5). Een pallet heeft een massa van 160,8 kg. De pallet zelf wordt niet in rekening gebracht voor de totale massa van het product, maar er wordt wel rekening mee gehouden tijdens de distributie van de verkoper naar de koper.

4.4.3 Afvalverwerking/recyclage

De bekera zijn composteerbaar en worden dus behandeld als composteerbaar afval (biowaste). BOXrentals zorgt tijdens een draaiperiode dat de bekera apart opgevangen worden zodat ze naar een gespecialiseerde afvalverwerker gebracht kunnen worden. Remondis in Rumst staat in voor de industriële compostering van de bekera. De kartonnen dozen worden gezien als kartonafval (waste paperboard) en worden verwerkt volgens de afvalverwerkingsmix zoals die in België is (Ecoinvent databank activiteit: market for waste paperboard [BE]). Ondanks dat de bekera composteerbaar zijn, is het mogelijk dat ze in realiteit niet gecomposteerd worden zoals aangehaald werd in de literatuurstudie. Het verschil in invloed van de afvalverwerkingsmethode op de milieu-impact wordt besproken in de gevoeligheidsanalyse (6.3).

4.5 PS bekertje

4.5.1 Productie

De plastic wegwerpbeker gemaakt uit polystyreen (PS) werd gebaseerd op gegevens van een Nederlandse webshop [33]. Een bekertje heeft een massa van 3 g en in een doos zitten 3000 stuks. Een pallet bevat 24 dozen. Voor de kartonnen doos rond de bekera werd dezelfde massa verondersteld als voor de Nature cup. Het volume van het bekertje is 180 ml. De hoeveelheid elektriciteit voor het productieproces komt uit de literatuur [31]. Tabel 7 geeft de inventaris weer van het PS bekertje. De hoeveelheden zijn per bekertje tenzij anders aangegeven.

Tabel 7: Inventaris productie PS bekertje

Input	Hoeveelheid per PS be- kertje
PS, general purpose	3 g
Thermoforming of plastic sheets	3 g
Electricity, medium voltage [BE]	200 kJ
Corrugated board box	1 kg (voor 3000 stuks)

4.5.2 Distributie

Er wordt verondersteld dat de bekertjes vervoerd worden met een lichte bestelwagen (Ecoinvent databank activiteit: transport, freight, light commercial vehicle). De verkoper is gevestigd in Assen (Nederland). De bekertjes leggen dus 304 km af voor ze de opslagplaats van BOXrentals bereiken. Deze afstand werd bepaald met behulp van Google Maps. Een pallet van de PS bekertjes heeft een massa van 240 kg. Op dezelfde manier als bij de distributie van de Nature cup wordt enkel rekening gehouden met de massa van het pallet in de distributieactiviteit en niet voor de totale massa van het product.

4.5.3 Afvalverwerking/recyclage

De bekertjes worden behandeld als restafval (Ecoinvent databank activiteit: market for municipal solid waste [BE]). De kartonnen verpakking wordt op dezelfde manier behandeld als de kartonnen dozen rond de Nature cup (Ecoinvent databank activiteit: market for waste paperboard [BE]).

4.6 15 L Fonthill fles

De 15 L waterkoelerflessen zijn afkomstig van de Wiltshire bron en worden gebotteld in Salisbury gelegen in het Verenigd Koninkrijk [34]. Dit flessenwater wordt geleverd door BOXrentals als er geen kraantjeswateraansluiting is op de filmlocatie en wordt dus ook gebruikt voor alle waterkoelersscenario's.

4.6.1 Productie

De totale massa van een gevulde fles is 15,2 kg [35]. De fles wordt voor 30% gemaakt uit rPET [36]. Tabel 8 geeft de gebruikte inputs weer om een gevulde Fonthill fles te produceren.

Tabel 8: Inventaris productie 15 L Fonthill fles

Input	Hoeveelheid per 15 L fles
PP granulate (dop)	10 g
Injection moulding (dop)	10 g
PET, granulate, bottle grade (fles)	133 g
rPET, granulate, bottle grade (fles)	57 g
Blow moulding (fles)	190 g
Water, unspecified natural origin	15 L
Electricity, medium voltage [BE]	0,014 MJ

4.6.2 Distributie

Een pallet van Fonthill bestaat uit 50 flessen en heeft een totale massa van 760 kg [37]. De distributie vanuit het Verenigd Koninkrijk tot de verkoper in Nederland gebeurt met twee transportmiddelen. Een vrachtwagen (Ecoinvent databank activiteit: lorry 16-32 metric ton) legt een totale afstand af van 759,8 km. Deze afstand werd bepaald met behulp van Google Maps. Om het Zeekanaal over te steken, wordt gebruikgemaakt van een vrachttrein die een afstand van 50,5 km aflegt.

4.6.3 Afvalverwerking/recyclage

Na het verbruiken van het bronwater blijven de PET-flessen over. Dit afval is bestemd voor recyclage (in Europa) en er wordt verondersteld dat dit ook volledig het geval zal zijn. De hoeveelheid afval die overschiet na het gebruik is afhankelijk van het beschouwde scenario en wordt dan ook pas daar vermeld.

4.7 Afwassponsjes

4.7.1 Productie

De afwassponsjes bestaan in verschillende materialen. Hier werd gekozen voor sponsjes waar het zachte deel uit polyurethaan bestaan en de schuurkant uit polyester [38]. De massa van de sponsjes en de verpakking werd gebaseerd op gegevens terug te vinden op de website van de verkoper [39] [40]. De benodigde hoeveelheid elektriciteit werd gebaseerd op het verbruik van een machine die sponsjes produceert [41]. Tabel 9 geeft de inventaris weer. Bij elk scenario dat gebruikmaakt van sponsjes wordt verondersteld dat een volledig pak gebruikt wordt.

Tabel 9: Inventaris productie afwassponsjes

Input	Hoeveelheid
Fibre, polyester	7,02 g (10 sponsjes)
Polyurethane, flexible foam	31,98 g (10 sponsjes)
Packaging film, LDPE	15 g
Electricity, medium voltage [BE]	6,50 kWh (voor 71428 sponsjes)

4.7.2 Afvalverwerking/recyclage

Na het gebruik belanden de sponsjes bij het restafval en worden ze behandeld zoals in België het geval is (Ecoinvent databank activiteit: market for municipal solid waste [BE]).

4.8 Afwasmiddel

4.8.1 Productie

De formulering van het afwasmiddel is gebaseerd op de literatuur [42]. Niet alle bestanddelen konden teruggevonden worden in de databank, het afwasmiddel werd dus gebaseerd op 71,4% van de bestanddelen. De elektriciteit nodig voor het bottelen van het afwasmiddel werd op dezelfde waarde geschat als de elektriciteit die nodig is voor het bottelen van waterflesjes. De inventaris is terug te vinden in Tabel 10.

Tabel 10: Inventaris productie afwasmiddel

Input	Hoeveelheid
Alkyl sulphate (C12-14)	0,084 kg
Diethanolamine	0,14 kg
Ethanol, without water, in 99,7%	0,126 kg
Ethoxylated alcohol (AE3)	0,018 kg
Tap water	0,632 kg
PET, granulate, bottle grade	0,10 kg
Blow moulding	0,10 kg
Electricity, medium voltage [BE]	0,006 MJ

4.8.2 Afvalverwerking/recyclage

Een volle fles afwasmiddel van 1,1 kg wordt gezien als een eenheid. Zoals beschreven in de literatuur wordt 13 g afwasmiddel per afwasbeurt gebruikt [43]. Een fles kan dus gebruikt worden voor 77 afwasbeurten. De gebruikte hoeveelheid afwasmiddel belandt bij het afvalwater en wordt dan ook zodanig verwerkt (Ecoinvent databank activiteit: market for wastewater, from residence). Het deel van de fles dat 'verbruikt' wordt, wordt ook in rekening gebracht. In normale omstandigheden belandt de fles bij het PMD-afval. Er wordt dus verondersteld dat de

fles gerecycleerd wordt (Ecoinvent databank activiteit: market for waste polyethylene terephthalate, for recycling, unsorted).

4.9 Scenario 1: referentie

In Tabel 11 zijn de hoeveelheden van de inputs terug te vinden die nodig zijn om te voldoen aan de drinkwatervoorziening. Ook de outputs van de gebruiksfase zijn weergegeven, dit zijn de afvalstromen. De verwerking van de afvalstromen staan beschreven onder de inventarissen van de producten. In totaal moest er 2102 L drinkwater voorzien worden. Deze vraag werd vervuld door 690 L flessenwater en 1412 L kraantjeswater. Het overige kraantjeswater werd gebruikt als afwaswater. Het elektriciteitsverbruik van de waterkoeler werd gebaseerd op gegevens van een verkoper van waterkoelers [44]. Er werd verondersteld dat er 12 werkuren per dag waren. Er waren 100 Reyuzz cups in omloop op de filmset. De totale massa van deze bekertjes wordt gezien als één eenheid. Om te weten hoeveel van deze eenheid verbruikt wordt, moet de draaiperiode gedeeld worden door het aantal keer dat de beker hergebruikt kan worden. Drinkwaterbevoorrading van de filmset gebeurde ongeveer om de twee dagen. Een lichte bestelwagen (Ecoinvent databank activiteit: transport, freight, light commercial vehicle) ging dan op en af naar de opslagplaats van BOXrentals in Rumst. Gegevens over het referentiescenario werden verkregen via Wim Goossens van BOXrentals.

Tabel 11: Inputs en outputs gebruiksfase referentiescenario

Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
10-pack spon	54 g	10-pack spon	54 g
1 L afwasmiddel	0,39 kg	Lege fles afwasmiddel	0,04 kg
Onyx waterkoeler	0,10 kg	Onyx waterkoeler	0,10 kg
Pallet Fonthill	699,20 kg	Fonthill fles	9,20 kg
Pallet Nature cup	53,94 kg	Nature cup	45,89 kg
Reyuzz cup	205,20 g	Reyuzz cup	205,20 g
Tap water	1952 kg	Tap water	540,35 kg
Electricity, medium voltage [BE]	31,50 kWh	Corrugated board box	8,05 kg
Transport, freight, light commercial vehicle	926,11*431,2 kgkm		
Transport, freight, lorry 3,5-7,5 metric ton, EURO5	169,21*16,9 kgkm		

4.10 Scenario 2: waterflesjes

Bij dit scenario wordt enkel gebruikgemaakt van plastic waterflesjes. Er werd gekozen voor flesjes van 0,5 L van het merk Spa. De flesjes bestaan uit 75% nieuw PET (virgin PET) en 25% gerecycleerd PET (rPET). Tegen 2025 wordt gestreefd naar flesjes die uit 100% rPET bestaan. Daarom werd ook de 100% rPET samenstelling in beschouwing genomen.

Er werd in dit geval verondersteld dat de flesjes worden aangekocht bij de lokale Colruyt die het dichtste bij de filmlocatie ligt. De Colruytfilialen worden bevoorradt vanuit het distributiecentrum Dassenveld, gelegen in Halle. In Tabel 12 zijn de afstanden tussen de bewuste supermarkten en het distributiecentrum weergegeven.

Tabel 12: Afstand supermarkt-distributiecentrum

Adres/Filmlocatie	Locatie dichtstbijzijnde Colruyt	Afstand tot distributiecentrum (km)
Edingensesteenweg 300, 1500 Halle	Distributiecentrum Dassenveld	/
Rue Auguste Laporte 34, 4900 Spa	Spa	167
Refugee center	Antwerpen-Zuid	66,9
Forest, treehouse	Kontich	68,5
Airport	Mortsel	68,4
House Elias	Ekeren	82,4
Squat	Etterbeek	25,2
Event	Antwerpen Jan Van Gent	66,3

Er werd verondersteld dat er per locatie maar één keer naar de supermarkt gereden werd om de benodigde hoeveelheid water aan te kopen voor die periode. De benodigde hoeveelheid water per locatie werd bepaald aan de hand van het aandeel personen dat op de bewuste filmlocatie aanwezig was ten opzichte van het totaal over de hele draaiperiode. De supermarkten en de afstand heen en terug tussen de filmlocatie en de supermarkt staan aangegeven in Tabel 13.

Tabel 13: Afstand filmlocatie-supermarkt heen en terug

Filmlocatie	Adres	Dichtstbijzijnde Colruyt	Afstand H/T (km)
Refugee center	Desguinlei 33, 2018 Antwerpen	Antwerpen-Zuid, Jonghelinckstraat	2,8
Police van	Hutten 11, 2400 Mol	Mol, Rozenberg 64	5,8
Forest	Rumtsestraat 15, 2840 Rumst	Kontich, Ooststatiestraat 171	17,2
Airport	Luchthavenlei 1, 2100 Deurne	Mortsel, Drabstraat 172	10,2
House Elias	Maria Theresialei 14, 2180 Ekeren	Ekeren, Kloosterstraat 122	5,6
Squat	Koningsstraat 123, 1000 Brussel	Etterbeek, Jourdan Graystraat 102	6,2
Event (Zuiderpershuis)	Waalsekaai 14, 2000 Antwerpen	Antwerpen Jan Van Gent, Gentplaats 15	2,4
Treehouse	Rumtsestraat 15 2840 Rumst	Kontich, Ooststatiestraat 171	17,2

De gebruikte koelkast werd gebaseerd op de Siemens KS29VVWEP, de massa van deze koelkast is 61,5 kg en werd verondersteld een levensduur van 13 jaar te hebben [45] [46]. Dit komt overeen met een unit. De koelkast wordt gedurende 27 dagen gebruikt, dit komt neer op 27/4745 unit. De koelkast wordt na zijn levensduur als elektronisch afval verwerkt (Ecoinvent databank activiteit: market for waste electric and electronic equipment). Tabel 14 geeft de inputs en outputs van de gebruiksfase weer voor het waterflesjesscenario.

Tabel 14: Inputs en outputs gebruiksfase waterflesjesscenario

Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
SPA verpakt	2221,81 kg	Fles SPA	119,81 kg
Refrigerator	$5,69 \cdot 10^{-3}$ unit	Refrigerator	$5,69 \cdot 10^{-3}$ unit
Electricity, medium voltage [BE]	8,06 kWh		
Transport, freight, light commercial vehicle	2283,31*350,3 kgkm		
Transport, freight, lorry 3,5-7,5 metric ton, EURO5	61,5*16,9 kgkm		

4.11 Scenario 3: watertapinstallatie Robinetto

De mogelijkheden van de watertapinstallatie ontworpen door Robinetto worden bekeken als potentieel alternatief voor de drinkwatervoorziening op een filmset. De tap zou dan vervolgens verdeeld worden via BOXrentals. Dit proefproject gebaseerd op Robinetto in samenwerking met het VAF en BOXrentals kadert binnen het SCIFI project. Omdat de tap op een filmset wordt gebruikt, wordt er onder andere aandacht besteed aan volgende eigenschappen:

- voedselveiligheid
- transporteerbaarheid
- geluid

De tapinstallatie zit nog steeds in de testfase, de onderstaande veronderstellingen en inventaris zijn dus nog niet volledig. De Robinettotap kan ook gebruikt worden voor het maken van bruiswater. Deze functie van de watertap valt buiten de scope van deze thesis. Figuur 7 toont hoe het prototype er momenteel uitziet.



Figuur 7: Prototype Robinettotap

4.11.1 Productie

De tapinstallatie werd ontworpen door Robinetto, specifiek voor het gebruik op filmsets.

- De behuizing is een afgedankte vliegtuigtrolley (flightcase). Omwille van deze reden wordt er geen milieu-impact aan de trolley toegeschreven.
- Zowel de kranen als de koelunit worden geproduceerd door Lindr. De koelunit is de Soda Pygmy 25 Green Line [47]. Via e-mail werd meer informatie verkregen over deze koelunit rechtstreeks van de producent.
- De compressor in de koeler is gemaakt door Huayi. De technische fiche van deze compressor was niet meer beschikbaar, maar werd dan gebaseerd op een vergelijkbaar model [48]. De compressor bevat R290 (propan) als koelvloeistof.
- De pomp in de koelunit is de Shurflo PMP 230 V 100 PSI BYP N/E/S, maar hierover was weinig tot geen informatie terug te vinden online. Bij het uitblijven van een reactie van de fabrikant werd dan besloten om een gelijkaardige pomp uit de databank te gebruiken. De pomp had een massa van 1,6 kg dus hier werd wel rekening mee gehouden voor de massa's van de overige onderdelen.
- De filter werd weggelaten, de massa van de filter maakte nog geen 2% van de totale massa uit en zou een verwaarloosbare invloed gehad hebben op het eindresultaat.
- Bij afwezigheid van een kraantjeswateraansluiting wordt er ook een oplossing voorzien in het Robinettosysteem. Een hervulbaar vat gemaakt uit gerecycleerd HDPE kan dan gebruikt worden in combinatie met zelf te vullen waterzakken. Deze zakken belanden na gebruik bij het afval. De gegevens over dit vat en de waterzakken werden via e-mail bij Ecofass verkregen. De massa van de waterzakken wordt in de gebruiksfase verrekend. De waterzakken komen uit Frankrijk en leggen dus nog 674 km af (Ecoinvent databank activiteit: transport, freight, light commercial vehicle).

De totale massa van de Robinetto watertap kwam dan neer op 39 kg (exclusief de waterzakken). In Tabel 15 is de inventaris terug te vinden.

Tabel 15: Inventaris productie Robinettotap

	Input	Hoeveelheid
Behuizing	Trolley	15 kg
Kraan (2 stuks)	Steel, chromium steel 18/8	1 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing	1 kg
Soda Pygmy 25 (17 kg)	Pump, 40 W	2 units
	Propane (compressor)	0,05 kg
	Steel, chromium steel 18/8 (compressor)	5,95 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing (compressor)	5,95 kg
	Steel, chromium steel 18/8 (spoel)	5 kg
	Metal working, average for chromium steel product manufacturing (spoel)	5 kg
	PVC, emulsion polymerization (behuizing)	0,22 kg
	Zinc (behuizing)	4,18 kg
	Metal working, average for metal product manufacturing (behuizing)	4,18 kg
	Aansluitingen (1 kg)	PE, low density, granulate (tubes)
Extrusion, plastic pipes (tubes)		0,50 kg
Brass (koppen)		0,495 kg
Casting, brass (koppen)		0,495 kg
PVC, emulsion polymerization (koppen)		0,005 kg
Injection moulding (koppen)		0,005 kg
10 L vat (4 kg)	PE, high density, granulate, recycled	3,80 kg
	Blow moulding	3,80 kg
	Nylon 6	0,20 kg
10 L waterzak	PE, low density, granulate	0,19 kg
	Extrusion, plastic film	0,19 kg

4.11.2 Gebruik

De Robinettotap werd verondersteld een levensduur van 10 jaar te hebben net als de waterkoeler en er werd ook een gelijkaardig verbruik verondersteld als een warm/koud waterkoeler. In Tabel 16 zijn de in- en outputs te zien die algemeen gelden voor alle Robinettosubscenario's.

Tabel 16: Inputs en outputs gebruiksfase Robinettoscenario algemeen

Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
10 L waterzak	13,11 kg	10 L waterzak	13,11 kg
Robinettotap	0,29 kg	Robinettotap	0,29 kg
Tap water	2102 kg		
Electricity, medium voltage [BE]	85,05 kWh		

Tabel 17 is een weergave van de specifieke in- en outputs per subscenario. Idealiter zou er geen (kraantjes)water getransporteerd moeten worden, maar niet alle filmlocaties hebben een kraantjeswateraansluiting. Daarom werd verondersteld dat op de dagen dat er geen aansluiting was men een keer per dag de benodigde hoeveelheid kraantjeswater bij een aansluiting in de buurt ging aftappen. Dit werd verondersteld binnen de 10 km te zijn. Dezelfde hoeveelheid die in flessenwater verbruikt was bij het referentiescenario wordt verondersteld de te transporteren hoeveelheid kraantjeswater te zijn. Het gaat hier dus om 690 kg kraantjeswater dat elders gehaald wordt.

Tabel 17: Inputs en outputs gebruiksfase Robinetto per subscenario

	Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
Robinetto 1	Reyuzz cup	0,41 kg	Reyuzz cup	0,41 kg
	10-pack spons	54 g	10-pack spons	54 g
	1L afwasmiddel	0,39 kg	Lege fles afwasmiddel	0,04 kg
	(extra) tap water	540 kg	Tap water	540,35 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	736,60*382,9 kgkm		
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 metric ton, EURO5	46,60*16,9 kgkm		
Robinetto 2	Pallet Nature cup	85,16 kg	Nature cup	72,45 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	1020,79*382,9 kgkm	Corrugated board box	12,71 kg
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 metric ton, EURO5	124,16*16,9 kgkm		
Robinetto 3	Pallet PS	42,37 kg	PS bekertje	38,13 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	874,17*382,9 kgkm	Corrugated board box	4,24 kg
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 metric ton, EURO5	81,37*16,9 kgkm		

4.11.3 Afvalverwerking/recyclage

Op het einde van zijn gebruiksperiode wordt de Robinettotap als elektronisch afval behandeld (Ecoinvent databank activiteit: market for waste electric and electronic equipment). De afvalverwerking van de overige afvalstromen verloopt zoals beschreven onder het gebruiksvoorwerp zelf.

4.12 Scenario 4: waterkoeler

4.12.1 Gebruik

De gebruikte waterkoeler is dezelfde als in het referentiescenario (Oasis Onyx B1CCTHSY), ook de 15 L waterflessen worden verondersteld van dezelfde leverancier en bron te komen. De inputs en outputs geldig voor alle subscenario's zijn weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18: Inputs en outputs gebruiksfase waterkoelerscenario algemeen

Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
Onyx waterkoeler	0,10 kg	Onyx waterkoeler	0,10 kg
Pallet Fonthill	2130,03 kg	Fonthill fles	28,03 kg
Electricity, medium voltage [BE]	85,05 kWh		

In Tabel 19 zijn dan de in- en outputs van de gebruiksfase weergegeven per subscenario. Ook hier gelden de veronderstellingen voor de coëfficiënten van de inputs.

Tabel 19: Inputs en outputs gebruiksfase waterkoeler per subscenario

	Input	Hoeveelheid	Output	Hoeveelheid
Waterkoeler 1	Reyuzz cup	0,41 kg	Reyuzz cup	0,41 kg
	10-pack spons	100 g	10-pack spons	100 g
	1L afwasmiddel	0,39 kg	Lege fles afwas- middel	0,04 kg
	(extra) tap water	540 kg	Tap water	540,35 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	2081,20*489,5 kgkm		
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 met- ric ton, EURO5	133,46*16,9 kgkm		
Waterkoeler 2	Pallet Nature cup	85,16 kg	Nature cup	72,45 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	2365,39*489,5 kgkm	Corrugated board box	12,71 kg
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 met- ric ton, EURO5	211,02*16,9 kgkm		
Waterkoeler 3	Pallet PS	42,37 kg	PS bekertje	38,13 kg
	Transport, freight, light commercial vehicle	2259,71*489,5 kgkm	Corrugated board box	4,24 kg
	Transport, freight, lorry 3,5-7,5 met- ric ton, EURO5	168,23*16,9 kgkm		

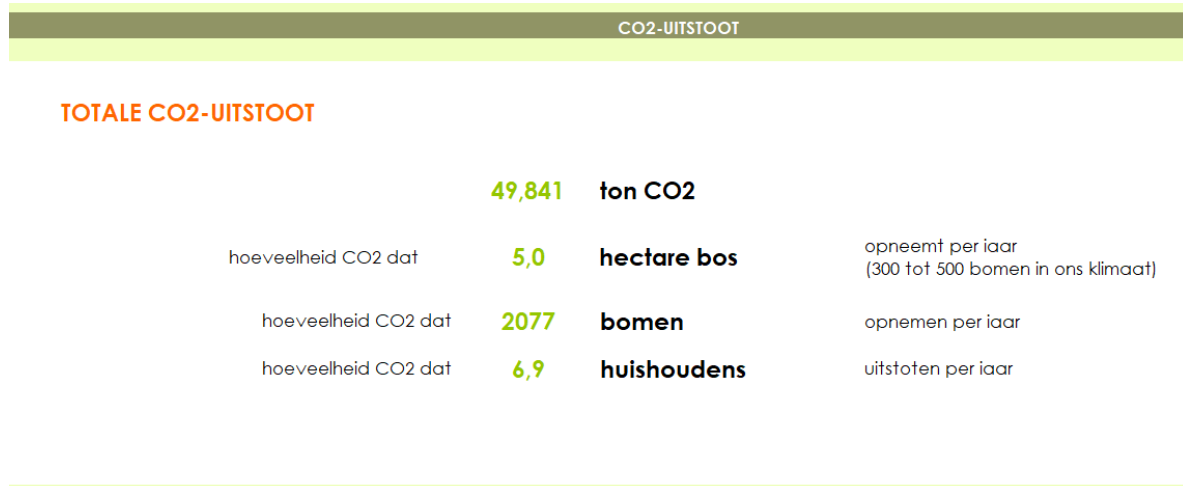
4.12.2 Afvalverwerking/recyclage

De afvalverwerking van de waterkoelersscenario's gebeurt zoals beschreven onder de specifieke gebruiksvorwerpen.

5 RESULTATEN EN BESPREKING

5.1 Scenario 1: referentie

De CO₂-calculator die ingevuld werd om de uitstoot veroorzaakt door de opnames van Binti te berekenen, leverde een resultaat op van 49,841 ton CO₂. Figuur 8 geeft een uittreksel van de VAF CO₂-calculator weer.



Figuur 8: Uittreksel CO₂-calculator Binti

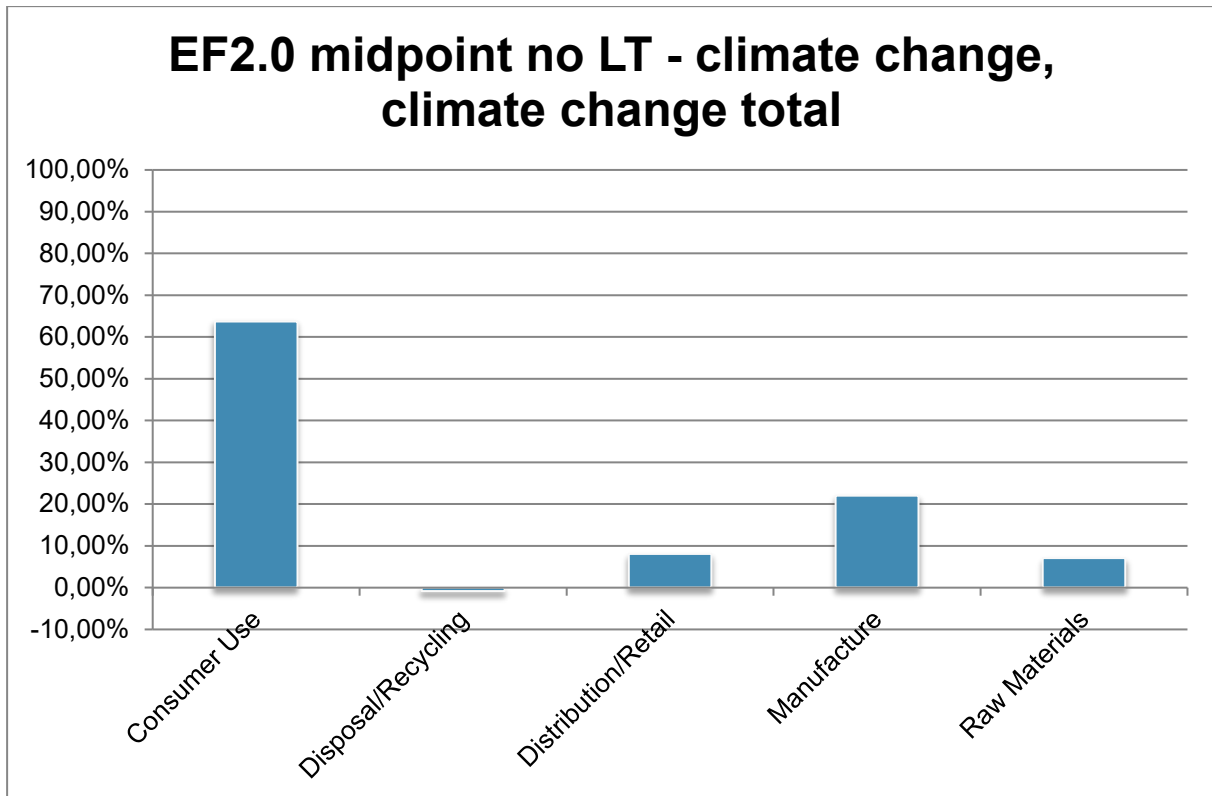
Tabel 20 geeft de resultaten weer voor de verschillende impactfactoren voor het referentiescenario. De berekende carbon footprint verbonden aan de drinkwatervoorziening is 1197,09 kg CO₂-eq. Dit is dus een extra ton CO₂ die nog bovenop de al berekende waarde komt want de calculator houdt geen rekening met de drinkwatervoorziening. Dit komt neer op 2,4% van de totale uitstoot.

Tabel 20: Impactfactoren referentie

Impactfactor [Eenheid]	Waarde
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	1197,09
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	4,76
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	1187,5
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	1,71
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	1193,98
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	6,06
Freshwater ecotoxicity [CTU]	923,31
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,03
Marine eutrophication [kg N-eq]	1,69
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	18,94
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 018 8
Ionising radiation [kg U235-eq]	197,85
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 186
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 264
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	5,79
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 095 9
Dissipated water [m ³ water-eq]	343,99
Fossils [MJ]	26 435,96
Land use [points]	106 295,89
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,03

Figuur 9 geeft weer wat het procentueel aandeel is per levensfase voor de climate change total impactfactor. Er zijn vijf levensfasen:

- Grondstoffen (raw materials)
- Productie (manufacture)
- Distributie (distribution/retail)
- Gebruik (consumer use)
- Verwerking (disposal/recycling)



Figuur 9: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het referentiescenario

De verwerkingsfase zorgt zelfs voor een negatieve impact. Dit wijst op een zogenaamde vermeden impact. Dit komt door de recyclage van de grote hoeveelheid 15 L PET-flessen die gebruikt werden met de waterkoeler. In theorie betekent dit dus dat meer PET-flessen die gerecycleerd worden, zorgen voor een nog meer negatieve impact. Dit mag niet zomaar voor waar aangenomen worden en moet toch met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. De gebruiksfase weegt duidelijk het zwaarste door op de totale impact. Het transport tijdens de draaiperiode valt onder deze fase en heeft een grote invloed op deze impactfactor.

Er werd ook gekeken naar het verschil dat een lichtere PS wegwerpbeker zou maken op de milieu-impact als dit type beker gebruikt zou zijn tijdens de filmopnames (Tabel 21). Dit resulteerde in een verminderde milieu-impact. Op basis van de 'Climate change total' impactcategorie zou men kunnen beslissen dat het PS bekertje een betere optie is, maar uit verdere analyse van de resultaten bleek dat de elektriciteit gebruikt in het productieproces van beide wegwerpbekers de tweede grootste aandeelhouder was wat betreft 'Climate change total'. In de gevoeligheidsanalyse verderop werd nagegaan wat een verandering in elektriciteitsverbruik tijdens het productieproces deed met de einduitkomst van de milieu-impactfactoren.

Tabel 21: Impactfactoren referentie met PS beker i.p.v. Nature cup

Impactfactor [eenheid]	Waarde	Verhouding t.o.v. referentie
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	998,71	0,83
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	2,96	0,62
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	995,14	0,84
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	0,93	0,54
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	999,03	0,84
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	4,90	0,81
Freshwater ecotoxicity [CTU]	783,01	0,85
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,02	0,67
Marine eutrophication [kg N-eq]	1,38	0,82
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	15,14	0,80
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 014 8	0,79
Ionising radiation [kg U235-eq]	109,46	0,55
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 109	0,59
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 192	0,73
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	4,88	0,84
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 078 6	0,82
Dissipated water [m ³ water-eq]	199,81	0,58
Fossils [MJ]	18 990,89	0,72
Land use [points]	33 101,23	0,31
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,02	0,67

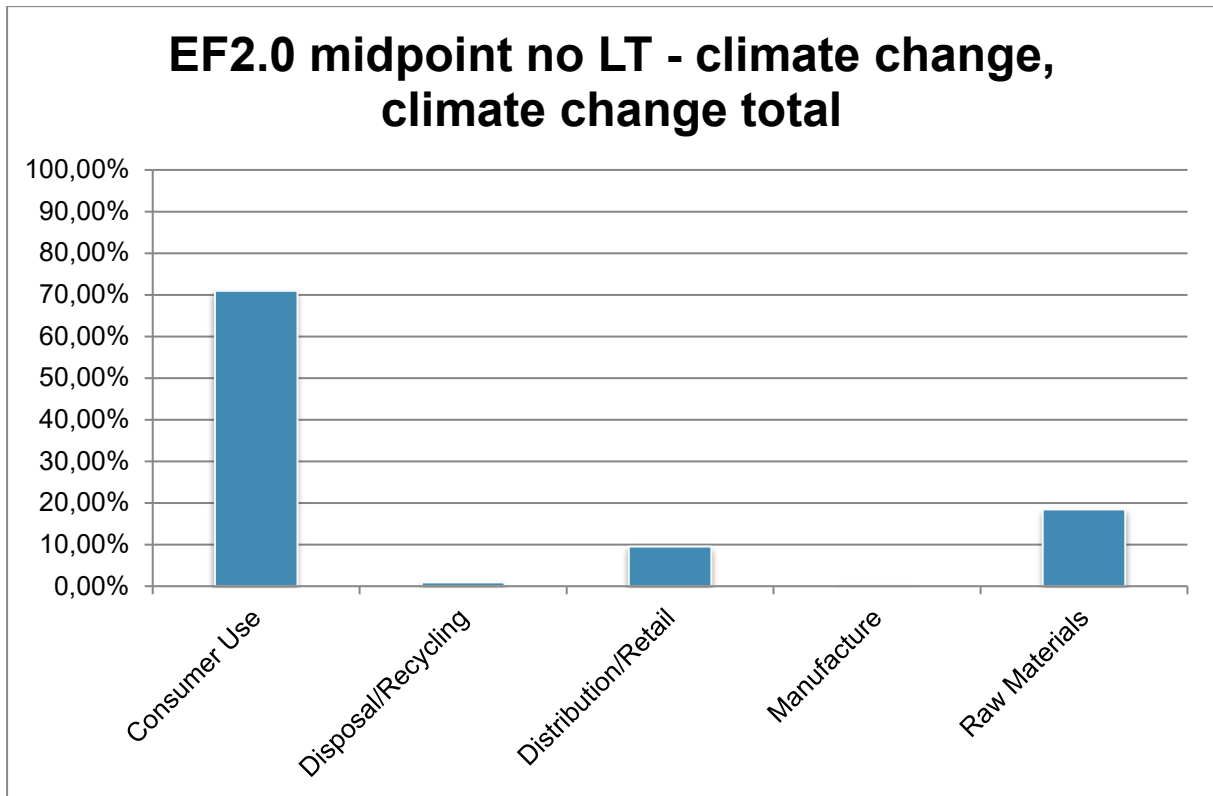
5.2 Scenario 2: waterflesjes

Tabel 22 geeft de verschillende impactfactoren weer voor flesjes met een verschillende samenstelling rPET. Alle factoren dalen met uitzondering van climate change biogenic, deze nemen respectievelijk met 65% en 197% toe. Deze factor is dan ook voornamelijk gelinkt aan de rPET-productie, maar heeft uiteindelijk een niet al te grote invloed op de climate change total impactfactor.

Tabel 22: Impactfactoren waterflesjes van verschillende samenstelling rPET

Impactfactor [eenheid]	25% rPET	50% rPET	100% rPET
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	2128,43	2073,83	1964,62
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	6,39	10,57	18,92
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	2114,44	2054,37	1934,21
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	1,66	1,64	1,60
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	2122,49	2066,57	1954,73
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	11,16	10,95	10,54
Freshwater ecotoxicity [CTU]	1684,17	1684,11	1683,97
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,05	0,04	0,04
Marine eutrophication [kg N-eq]	3,10	3,06	2,99
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	34,29	33,84	32,95
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 033 3	0,000 033	0,000 032 3
Ionising radiation [kg U235-eq]	141,07	139,65	136,80
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 25	0,000 247	0,000 241
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 387	0,000 384	0,000 378
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	11,10	10,91	10,55
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 18	0,000 179	0,000 177
Dissipated water [m ³ water-eq]	380,03	347,97	283,84
Fossils [MJ]	35 215,17	33 482,57	30 017,36
Land use [points]	71 188,29	70 227,91	68 307,16
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,05	0,05	0,04

Ook bij de 0,5 L waterflesjes (25% rPET) is de gebruiksfase de grootste aandeelhouder wat betreft de climate change total impactfactor zoals te zien in Figuur 10. De productiefase heeft maar een beperkte invloed omdat hier enkel de elektriciteit die nodig is voor het bottelen van de flesjes in acht werd genomen. Ook hier werden de flesjes na gebruik gerecycleerd, maar in tegenstelling tot bij het referentiescenario compenseerde deze recyclage niet alle emissies gelinkt aan de afvalverwerking. Ook hier geldt dat de negatieve impact gelinkt aan de recyclage van de PET-flesjes met enige voorzichtigheid bekeken moet worden.



Figuur 10: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor de 25% rPET flesjes

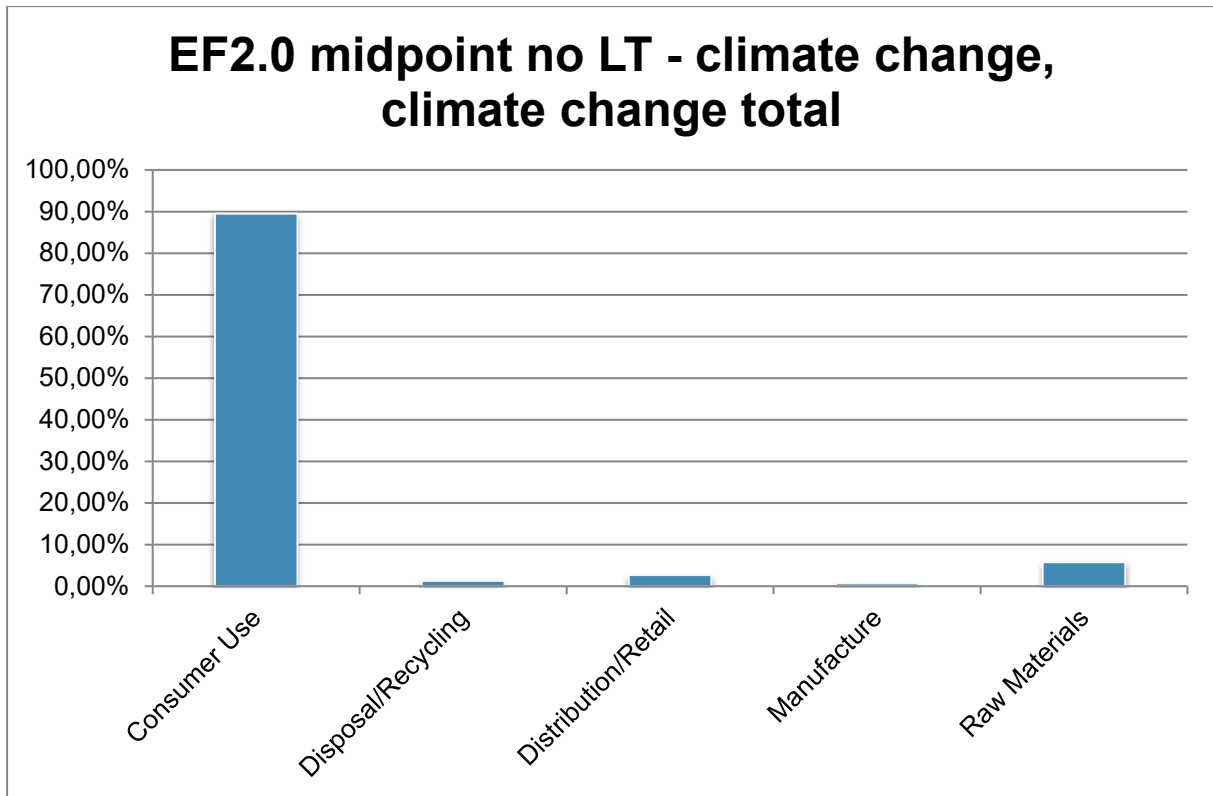
5.3 Scenario 3: watertapinstallatie Robinetto

Ook hier levert het PS bekertje weer een voordeel op ten opzichte van de Nature cup. Beide wegwerpbekers moeten wel het onderspit delven voor de herbruikbare beker die over de hele lijn lagere milieu-impacten heeft. De resultaten staan weergegeven in Tabel 23.

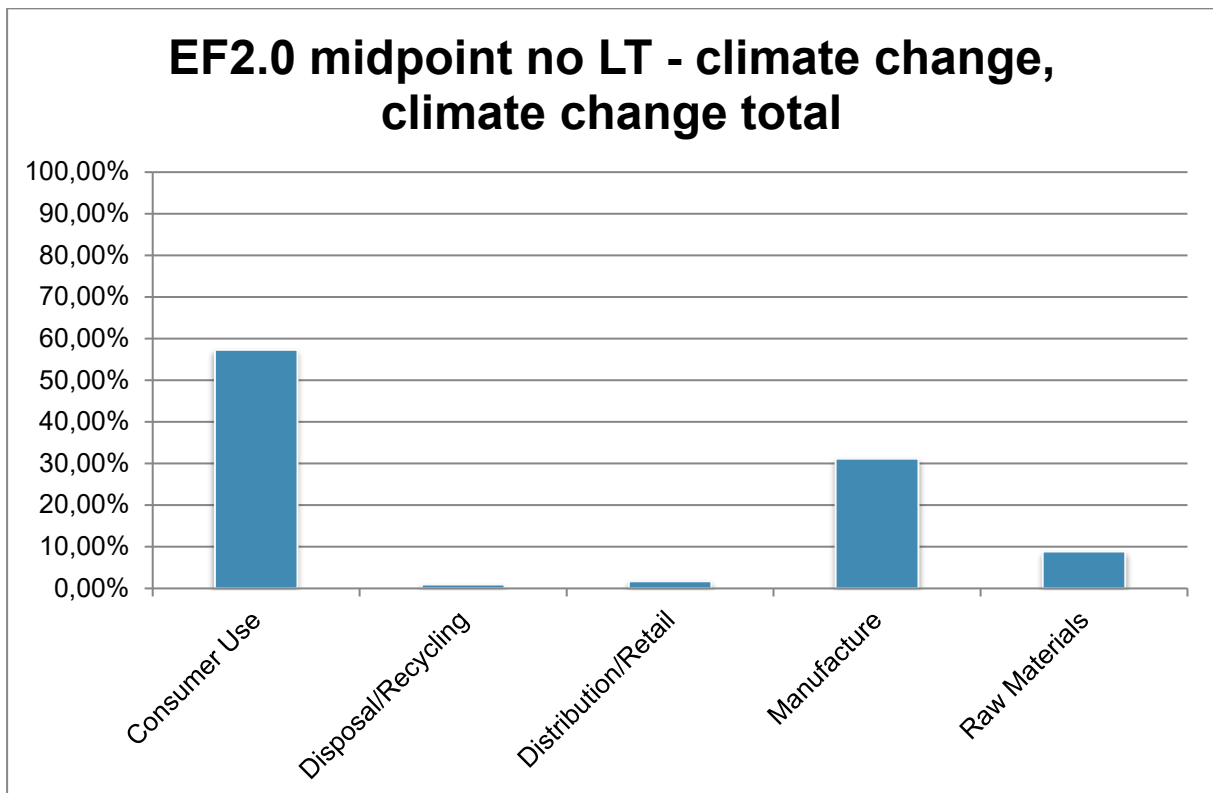
Tabel 23: Impactfactoren subscenario's Robinetto

Impactfactor [eenheid]	Reyuzz cup	Nature cup	PS bekertje
Carbon footprint [kg CO2-eq]	620,39	1320,89	1100,99
Climate change biogenic [kg CO2-eq]	0,71	5,1	2,33
Climate change fossil [kg CO2-eq]	614,73	1313,53	1102,12
Climate change land use and land use change [kg CO2-eq]	0,51	2,3	1,13
Climate change total [kg CO2-eq]	615,95	1320,93	1105,57
Freshwater and terrestrial acidification [mol H+-eq]	3,32	6,54	5,22
Freshwater ecotoxicity [CTU]	382,68	849,74	693,65
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,01	0,04	0,02
Marine eutrophication [kg N-eq]	0,97	1,76	1,4
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	10,7	19,92	15,58
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 010 2	0,000 021 2	0,000 016 3
Ionising radiation [kg U235-eq]	51,45	274,35	141,06
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 071	0,000 221	0,000 11
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 123	0,000 291	0,000 198
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	3,5	6,01	5,09
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 056 4	0,000 097 9	0,000 079 4
Dissipated water [m ³ water-eq]	105,67	503,13	285,36
Fossils [MJ]	10 509,51	33 750,48	23 381,96
Land use [points]	20 468,83	14 8708,32	36 142,34
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,01	0,03	0,02

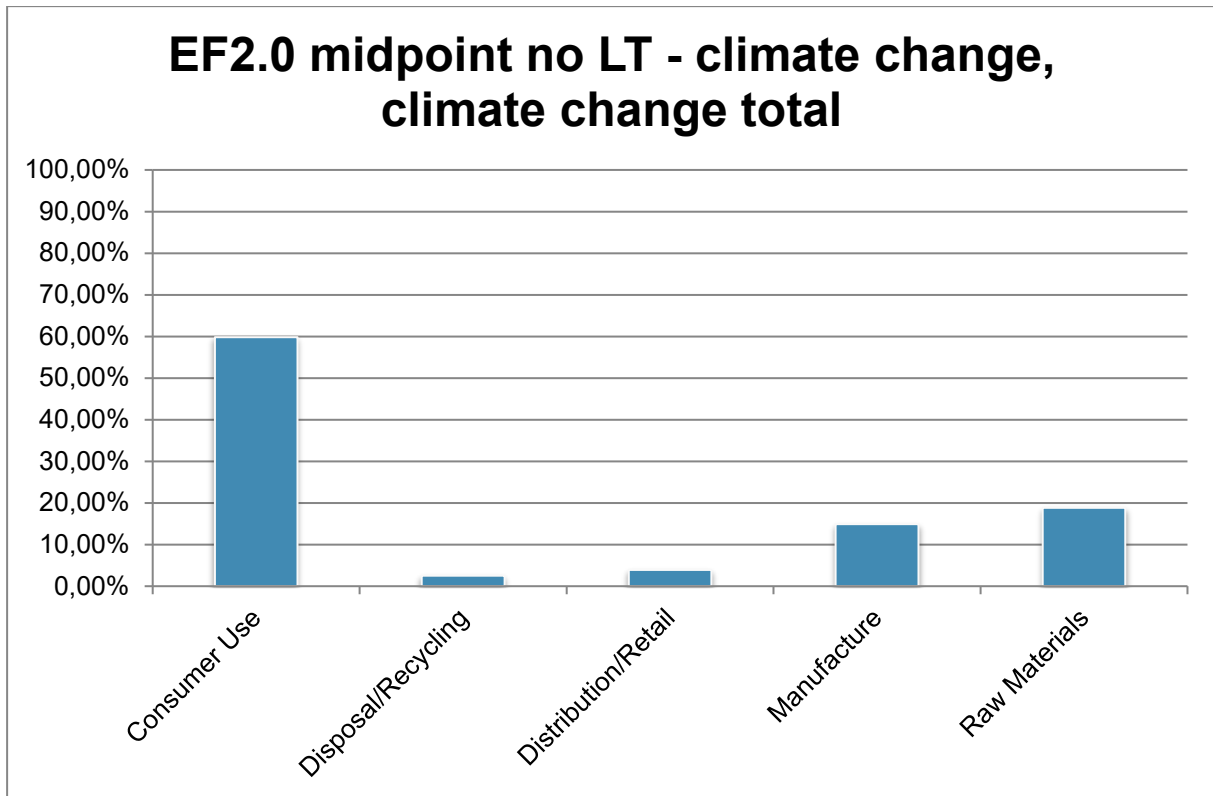
Ook voor alle Robinettoscenari's had de gebruiksfase de grootste invloed op de climate change total impactfactor. Dit is te zien in Figuur 11 voor de Reyuzz cup, Figuur 12 voor de Nature cup en Figuur 13 voor het PS bekertje. De productiefase heeft maar een beperkte invloed aangezien de elektriciteit voor de assemblage van de toestellen verwaarloosd werd.



Figuur 11: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het Robinettoscenario met de Reyuzz cup



Figuur 12: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het Robinettoscenario met de Nature cup



Figuur 13: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het Robinettoscenario met het PS bekertje

5.4 Scenario 4: waterkoeler

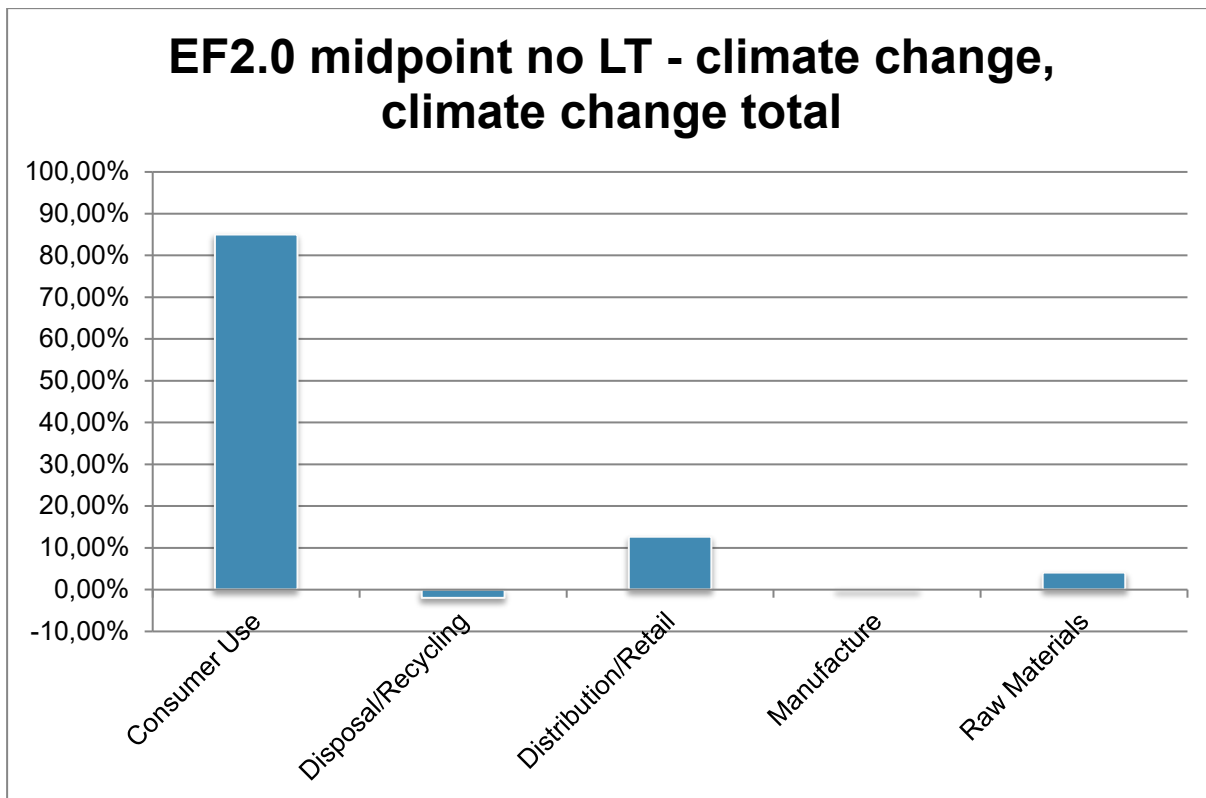
De resultaten zijn weergegeven in Tabel 24. Ook hier scoort de Reyuzz cup weer het beste zoals te verwachten was.

Tabel 24: Impactfactoren subscenario's waterkoeler

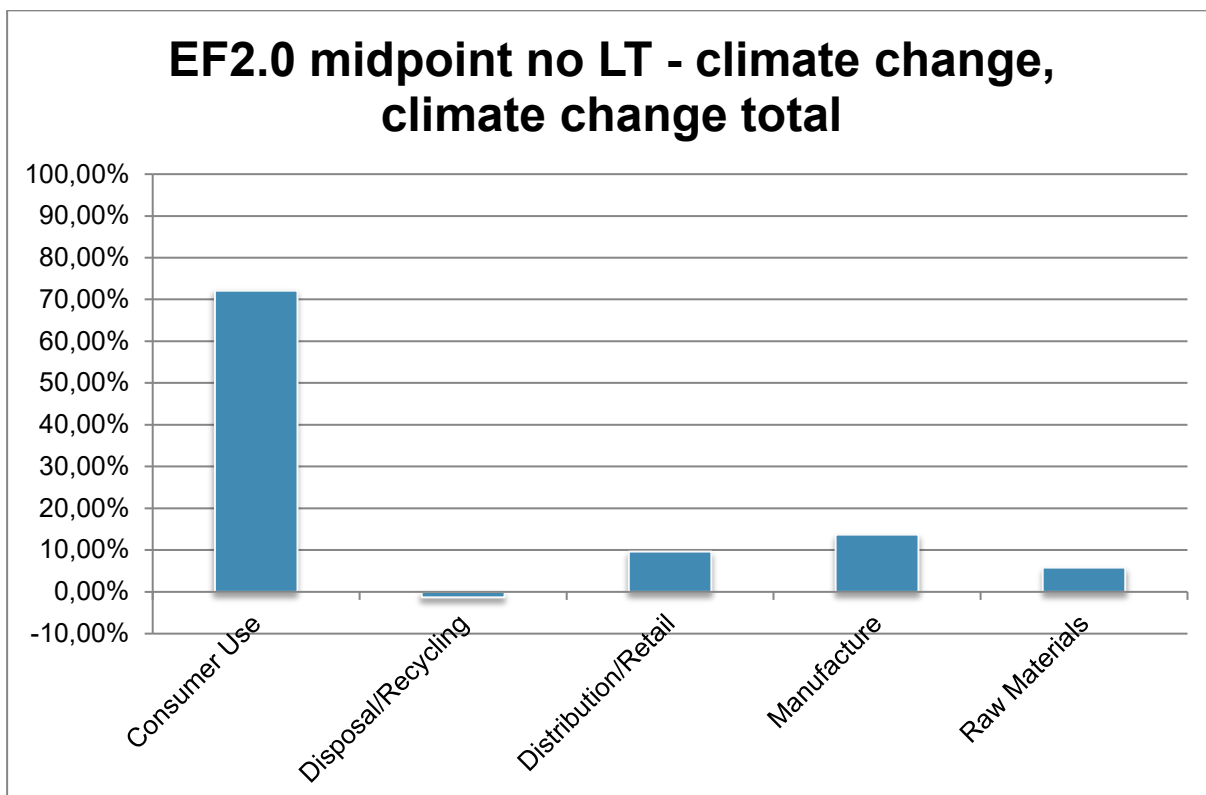
Impactfactor [eenheid]	Reyuzz cup	Nature cup	PS bekertje
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	2253,45	3011,47	2789,71
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	5,90	10,34	7,56
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	2227,50	2983,12	2769,75
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	1,66	3,48	2,31
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	2235,06	2996,94	2779,62
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	12,05	15,59	14,28
Freshwater ecotoxicity [CTU]	1869,29	2368,06	2199,21
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,04	0,06	0,05
Marine eutrophication [kg N-eq]	3,56	4,44	4,09
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	39,41	49,68	45,38
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 035 1	0,000 046 9	0,000 042
Ionising radiation [kg U235-eq]	164,29	391,07	257,66
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 27	0,000 426	0,000 315
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 469	0,000 649	0,000 555
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	12,666	15,50	14,61
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 21	0,000 257	0,000 239
Dissipated water [m ³ water-eq]	256,78	660,34	442,52
Fossils [MJ]	34 603,15	58 699,09	48 303,07
Land use [points]	73 858,30	203 963,22	91 383,10
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,05	0,07	0,06

Figuur 14 t.e.m. Figuur 16 geven weer wat het aandeel was per levensfase voor de waterkoelersscenario's. Ook hier zorgt de recyclage van de 15 L PET-flessen voor een vermeden impact. Hoe meer PET-flessen gerecycleerd worden, hoe negatiever deze impact zal worden. Ook hier moet deze negatieve impact met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Het is natuurlijk niet mogelijk om de volledige impact te compenseren door een grote hoeveelheid PET-flessen aan te kopen en die dan te recycleren.

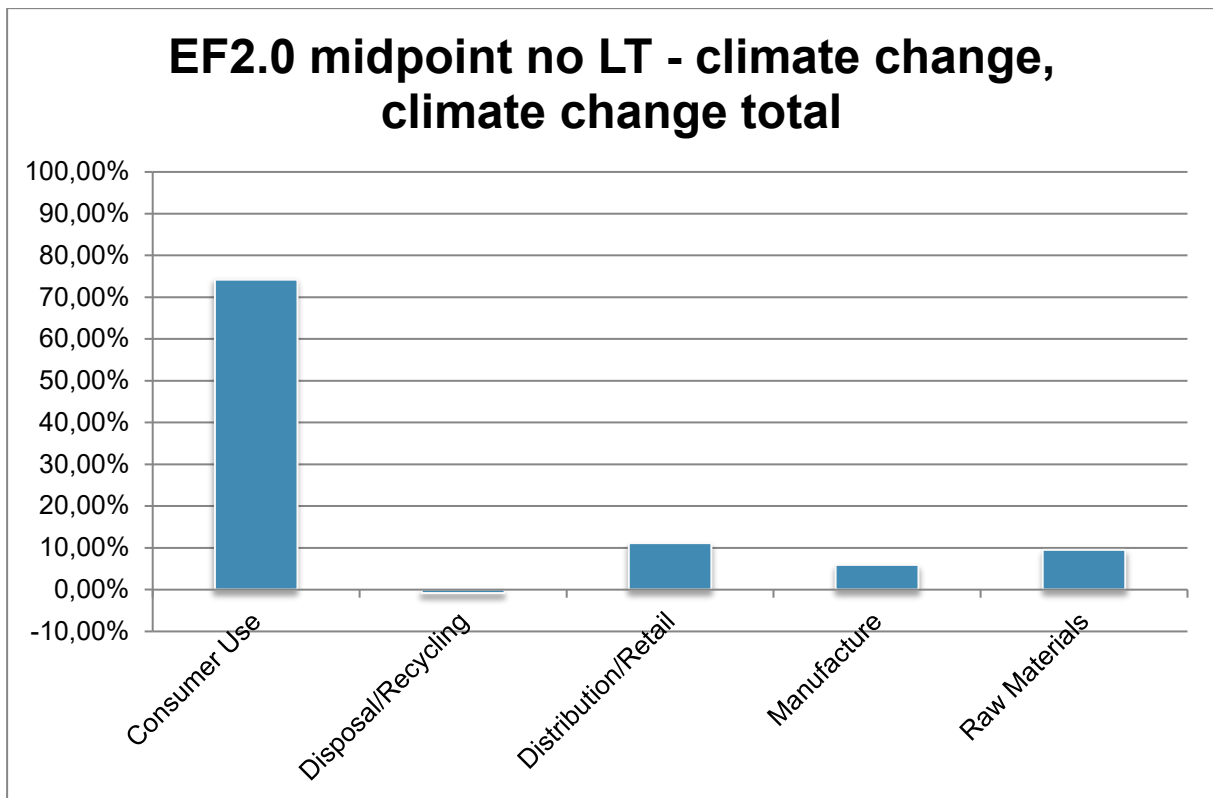
Distributie heeft telkens een aandeel van ongeveer 10%, de bron waarvan het mineraalwater afkomstig is, is gelegen in het Verenigd Koninkrijk. Een lokale bron zal een daling in de impact van deze distributiefase teweegbrengen.



Figuur 14: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het waterkoelerscenario met de Reyuzz cup



Figuur 15: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het waterkoelerscenario met de Nature cup



Figuur 16: Procentueel aandeel per levensfase op climate change total impactfactor voor het waterkoelersscenario met het PS bekertje

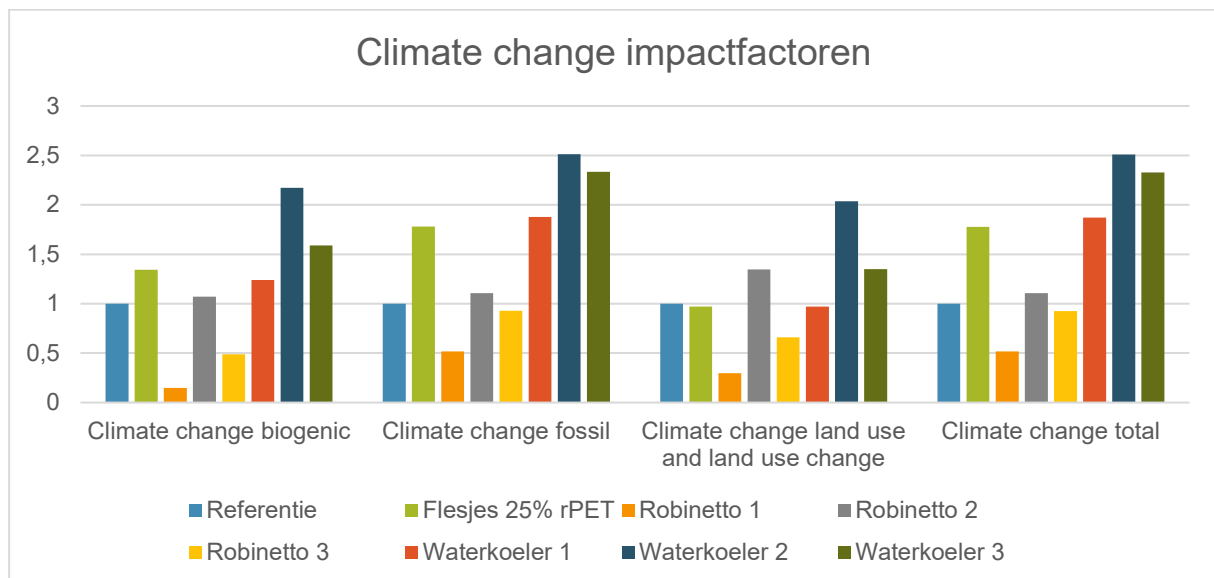
5.5 Onderlinge vergelijking resultaten en bespreking

De verhouding van de subscenario's werd genomen ten opzichte van het referentiescenario. Op de grafieken (Figuur 17 t.e.m. Figuur 20) is links telkens het referentiescenario te zien dat de waarde 1 meekrijgt. Een balk groter dan de referentiebalk heeft dus een slechtere score en heeft dus een waarde groter dan 1. Een kleinere balk daarentegen wijst op een lagere impact van dat bepaalde scenario voor die specifieke impactfactor. Flesjes 1 wijst op de flesjes met 25% rPET. Enkel dit flesjesscenario werd opgenomen in de figuren omdat het een weergave is van hoe het momenteel in de realiteit is. De overige flesjesscenario's zijn pas van toepassing als men de transitie naar een hoger aandeel rPET in de flesjes ook daadwerkelijk maakt. Het is dus eerder een mogelijk toekomstperspectief en wordt daarom weggelaten uit het overzicht. De cijfers na het scenario wijzen op het type beker dat gebruikt werd (Tabel 25).

Tabel 25: Legende bekers

Nummer	Type beker
1	Reyuzz cup
2	Nature cup
3	PS bekertje

De waterkoeler vertoont steeds de slechtste scores ten opzichte van de andere scenario's. Wat betreft de climate change impactfactoren is dit te wijten aan de rPET-productie en de verzameling van PET bestemd voor recyclage (biogenic), het transport tijdens de draaiperiode en de distributie van de waterflessen (fossil). Dit wordt weergegeven in Figuur 17. Het transport tijdens de draaiperiode is ook de grootste aandeelhouder wat betreft de climate change – land use and land use change impactfactor.



Figuur 17: Vergelijking climate change impactfactoren

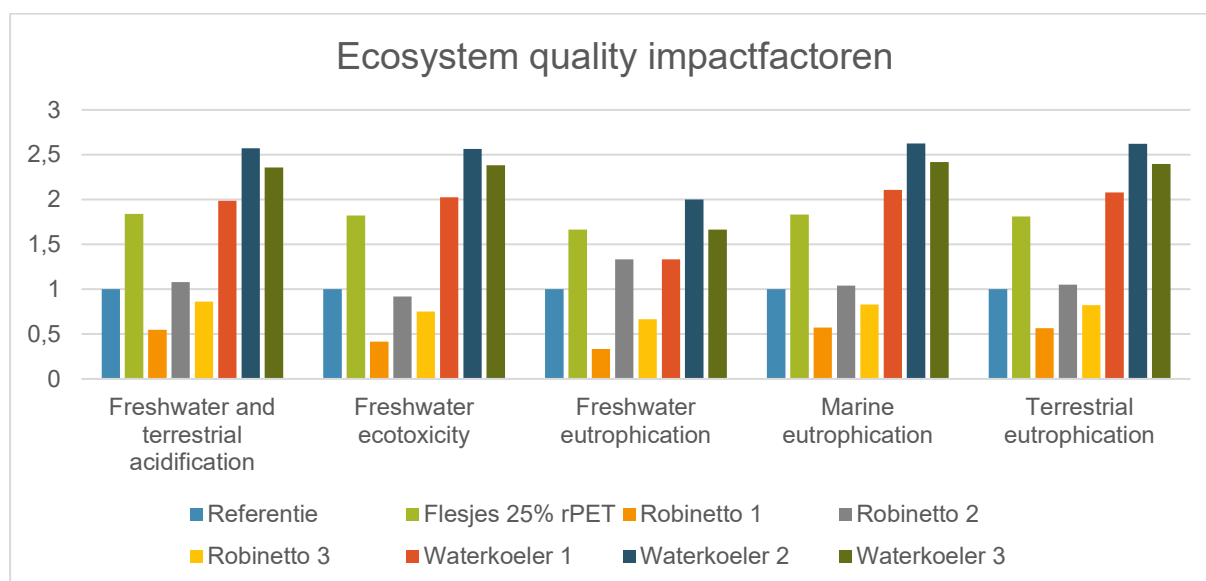
Een opmerking die geldt voor alle scenario's is dat het transport tijdens de draaiperiode overall het zwaarste doorweegt op de climate change total impactfactor (Tabel 26). Het transport omvat afhankelijk van het scenario het vervoer van de koeler en waterflessen of de koelkast en waterflesjes of de Robinettotap en waterzakken en voor alle scenario's het transport van de

(wegwerp)bekers. Bij elk scenario telt het mee voor meer dan 50% van de totale climate change impact. Transport is namelijk een van de grootste verantwoordelijken voor de uitstoot van CO₂ door de verbranding van fossiele brandstoffen.

Tabel 26: Overzicht zwaartepunten climate change impactfactoren

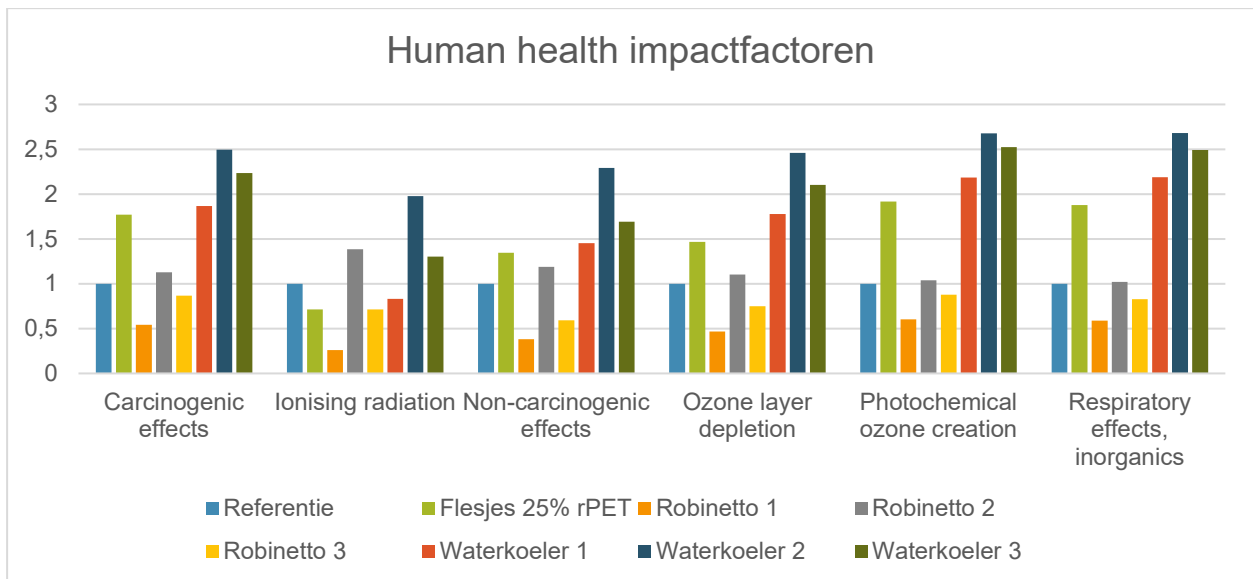
Scenario	Climate change total (kg CO ₂ -eq)	Zwaartepunt	Waarde (kg CO ₂ -eq)	% op totaal
Referentie	1193,98	T23: transport draaiperiode	751,12	62,9%
Flesjes 25% rPET	2122,49	T15: transport draaiperiode	1504,43	70,9%
Robinetto 1	615,95	T3: transport draaiperiode	530,5	86,1%
Robinetto 2	1320,93	T31: transport draaiperiode	735,17	55,7%
Robinetto 3	1105,57	T31: transport draaiperiode	629,58	56,9%
Waterkoeler 1	2235,06	T41: transport draaiperiode	1878,25	84,0%
Waterkoeler 2	2996,94	T37: transport draaiperiode	2139,9	71,4%
Waterkoeler 3	2779,62	T41: transport draaiperiode	2042,6	73,5%

Deze lijn trekt zich verder door naar de ecosystem quality impactfactoren (Figuur 18). Ook hier is het transport tijdens de draaiperiode de grootste aandeelhouder per subcategorie. Net als bij de climate change impactfactoren is het verbranden van fossiele brandstoffen de grootste boosdoener.



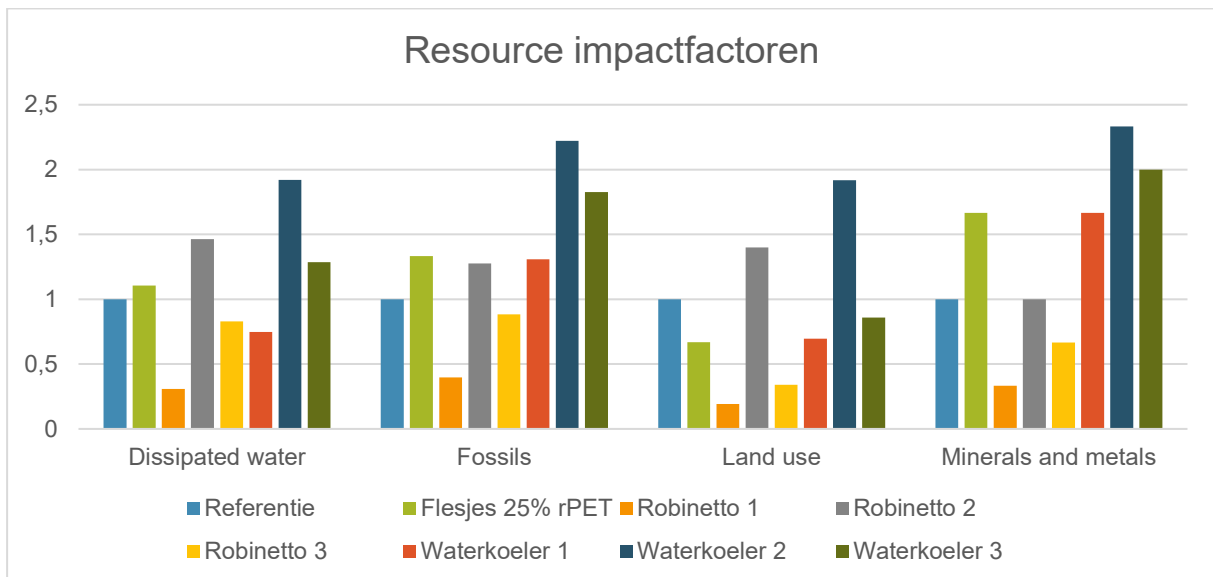
Figuur 18: Vergelijking ecosystem quality impactfactoren

Bij de human health milieu-impactfactoren (Figuur 19) zet de trend zich verder. Het transport tijdens de draaiperiode is voor alle subcategorieën de grootste aandeelhouder. Ook hier valt dit te verklaren door de verbranding van fossiele brandstoffen.



Figuur 19: Vergelijking human health impactfactoren

De resource impactfactoren vertonen een meer afwisselende trend (Figuur 20). Transport tijdens de draaiperiode is nog steeds de grootste aandeelhouder voor alle factoren, maar bij deze impactfactoren wordt ook de invloed van bepaalde materiaalkeuzes opvallender. Als men kijkt naar het volledige productieproces van de Nature cup dan wordt dit de grootste aandeelhouder bij de land use impactfactor. De PLA- en kartonproductie spelen hier een belangrijke rol in. Beide zijn namelijk gebaseerd op biomassa en hebben dus redelijk wat landoppervlak nodig.



Figuur 20: Vergelijking resource impactfactoren

Al snel werd duidelijk dat de scenario's waar enkel de waterkoeler gebruikt wordt over de hele lijn slecht scoort. Dit is te wijten aan het vele transport tijdens de hele levenscyclus van het flessenwater. Het water is afkomstig uit het Verenigd Koninkrijk en moet dus al een hele weg afleggen voor het op de filmset belandt. Toch heeft het transport tijdens de draaiperiode een nog grotere invloed. Buiten een groot aantal afgelegde kilometers zorgen de waterflessen ook voor een grote massa die verplaatst wordt tijdens de draaidagen.

De tapinstallatie van Robinetto in combinatie met een herbruikbare beker scoort het beste over de hele lijn. Dit subscenario heeft de beste scores wat betreft de impactcategorieën die behoren tot aanbevelingsniveau I en II. Het aandeel van het referentiescenario op de totale impact van de drinkwatervoorziening bedraagt ongeveer 2,4%. Voor het Robinettoscenario met herbruikbare beker daalt dit aandeel naar ongeveer 1,2%.

De scenario's met de composteerbare beker zijn binnen elk scenario de grootste veroorzakers van de beschouwde milieu-impacten. Met uitzondering van twee impactfactoren in het Robinettoscenario zorgt het exclusief gebruik van de Nature cup voor hogere milieu-impactfactoren dan in het referentiescenario het geval was. De hogere impact van de Nature cup was vooral te wijten aan het elektriciteitsverbruik tijdens de productie van de beker.

Hoewel in het beste geval steeds te vermijden, is het niet meteen duidelijk welke wegwerpbekeer de beste keuze is. De elektriciteit toegevoegd aan het productieproces zorgt voor een grote invloed op het eindresultaat. De onzekerheid veroorzaakt door dit elektriciteitsverbruik wordt verder besproken in de gevoeligheidsanalyse. Voor de keuze op een bepaalde beker valt, is het dus zeker van belang om te kijken naar welke veronderstellingen gemaakt werden.

De getallen bekomen in deze thesis moeten niet gezien worden als absolute cijfers maar eerder als een schatting van de milieu-impact van de verschillende drinkwatervoorzieningsopties. Gegevens over de materiaalstromen konden niet altijd volledig bekomen worden waardoor soms bepaalde aannames gemaakt moesten worden. Een LCA-studie is dus sterk afhankelijk van de keuzes die door de uitvoerder ervan gemaakt worden en is dus nooit volledig objectief. De getallen die hier bekomen werden, zijn dus ook niet vergelijkbaar met andere LCA-studies en mogen enkel rechtstreeks vergeleken worden met cijfers binnen deze studie. Een andere onderzoeker kan bepaalde keuzes maken waardoor bijvoorbeeld de systeemgrenzen anders liggen of kan gebruikmaken van een andere LCIA-methode. In elke LCIA-methode zitten al veronderstellingen verwerkt waardoor de resultaten anders zullen zijn en niet elke methode beschouwt dezelfde impactfactoren.

5.6 Aanbevelingen

Net zoals aangehaald werd in de literatuurstudie bleek transport een grote aandeelhouder te zijn in de milieu-impacten veroorzaakt door de verschillende alternatieven. Het is dus van belang om de transporten tot een minimum te beperken en zo licht mogelijk te houden. Bij de waterkoelersscenario's lag dit hoog omwille van de bevoorradingstransporten. Het vervoeren van de 15 L flessen van de opslagplaats naar de filmset had hier een grote invloed op de totale milieu-impact. De Robinettoscenario's vermijden dit deels door het gebruik van kraantjeswater, maar desondanks is zelfs dan watertransport niet altijd uit te sluiten. Zoals eerder vermeld, was er niet altijd toegang tot een kraantjeswateraansluiting waardoor enig transport toch noodzaak is. Om de impact van dit transport tot een minimum te beperken, is het dus aan te raden om dit kraantjeswater zo dicht mogelijk bij de filmlocatie te verpakken in de waterzakken en mag er niet vergeten worden dat de waterzakken nadien ook op de afvalberg belanden. Voor de consumptie van het drinkwater is het steeds aan te raden om gebruik te maken van een herbruikbare beker. Kies hier best voor een licht recipiënt, dit weegt minder door op het totale transport. Een plastic, herbruikbare beker zal meestal een lagere milieu-impact hebben dan bijvoorbeeld een (zwaar) drinkglas.

6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

6.1 Hoger waterverbruik

Er werd gekeken naar de invloed van een hoger waterverbruik op de milieu-impact. Om dit te doen, werden drie modellen uitgekozen. De plastic flesjes met 25% rPET, de Robinettotap in combinatie met de Reyuzz cup en de waterkoeler in combinatie met de Reyuzz cup kregen een dubbel zo hoog waterverbruik toegeschreven. Aangezien de milieu-impact vooral te wijten is aan het transport, kan men ook verwachten dat de impact een sterke stijging zal ondervinden aangezien de verplaatste massa toeneemt. Dit is inderdaad te zien in de resultaten weergegeven in Tabel 27. Bijna alle impacten worden dubbel zo groot, in het geval van Robinetto wordt de 'Minerals and metals' impactfactor zelfs drie maal groter dan in de originele situatie.

Tabel 27: Resultaten 2x drinkwaterverbruik

Impactfactor [Eenheid]	Flesjes 25% rPET	Robinetto 1	Waterkoeler 1
Carbon footprint [kg CO2-eq]	4211,89	1178,57	4460,00
Climate change biogenic [kg CO2-eq]	12,74	1,31	11,72
Climate change fossil [kg CO2-eq]	4184,34	1167,41	4408,10
Climate change land use and land use change [kg CO2-eq]	3,28	0,92	3,22
Climate change total [kg CO2-eq]	4200,35	1169,64	4423,04
Freshwater and terrestrial acidification [mol H+-eq]	22,08	6,36	23,91
Freshwater ecotoxicity [CTU]	3339,83	725,80	3709,29
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,09	0,02	0,07
Marine eutrophication [kg N-eq]	6,12	1,86	7,06
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	67,78	20,56	78,24
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 065 8	0,000 019 1	0,000 069 2
Ionising radiation [kg U235-eq]	278,39	88,48	315,18
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 495	0,000 133	0,000 532
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 764	0,000 231	0,000 927
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	21,94	6,74	25,14
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 355	0,000 109	0,000 417
Dissipated water [m ³ water-eq]	754,02	192,56	496,55
Fossils [MJ]	69 705,39	19 235,58	67 741,29
Land use [points]	140 820,74	38 210,92	145 510,48
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,09	0,03	0,10

6.2 Aangepast elektriciteitsverbruik productie bekera

Als men kijkt naar de impact van de wegwerpbekera los van de rest, valt op dat de toegevoegde elektriciteit aan het productieproces voor beide types wegwerpbekera de grootste invloed heeft op de milieu-impact van de gehele levenscyclus. De gegevens die gebruikt werden om het elektriciteitsverbruik te bepalen tijdens het productieproces zijn waarschijnlijk geldig voor het gehele productieproces en zullen dus een overschatting zijn in dit geval. Het is moeilijk

te zeggen hoeveel van deze elektriciteit al verwerkt zit in de productieprocessen van de materialen waaruit de bekertjes bestaan. Zeker bij de scenario's waar de Nature cup gebruikt werd, had dit elektriciteitsverbruik een groot aandeel in de totale 'Climate change total' impact. Naast dit feit zorgde het ook dat de impact van de PS bekertjes lager lag waardoor het interessanter was om deze te gebruiken. Het is dus van belang om te zien of een vergelijkbaar elektriciteitsverbruik voor beide een andere uitkomst geeft.

Tabel 28 geeft de resultaten weer als dezelfde hoeveelheid elektriciteit gebruikt wordt om een Nature cup te maken als voor een PS bekertje gebruikt wordt (200 kJ/beker). De nieuwe impact werd berekend voor het Robinettoscenario.

Tabel 28: Resultaten Nature cup met aangepast elektriciteitsverbruik (200 kJ/beker)

Impactfactor [Eenheid]	Nature cup	Nieuwe verhouding PS/Nature cup	Originele verhouding PS/Nature cup
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	1077,30	0,83	1,02
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	4,67	0,46	0,50
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	1067,82	0,84	1,03
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	1,59	0,49	0,71
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	1074,12	0,84	1,03
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	5,79	0,80	0,90
Freshwater ecotoxicity [CTU]	760,87	0,82	0,91
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,03	0,50	0,67
Marine eutrophication [kg N-eq]	1,59	0,80	0,88
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	18,07	0,78	0,86
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 017 8	0,77	0,92
Ionising radiation [kg U235-eq]	152,50	0,51	0,92
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 193	0,50	0,57
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 222	0,68	0,89
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	5,49	0,85	0,93
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 092 4	0,81	0,86
Dissipated water [m ³ water-eq]	393,16	0,57	0,73
Fossils [MJ]	22 457,12	0,69	1,04
Land use [points]	136 386,51	0,24	0,26
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,03	0,67	0,67

Vier impactfactoren hebben nu een hogere waarde voor het scenario met de PS bekertjes, 'Climate change total' is één van deze vier. Naar deze milieu-impactfactor wordt vaak gekeken om een keuze te maken tussen verschillende opties aangezien het een categorie is die valt binnen aanbevelingsniveau I. De keuze voor een bepaalde beker zal dus sterk afhangen van de veronderstellingen die gemaakt worden. De elektriciteit die toegevoegd wordt in het proces zal een doorslaggevende rol spelen in de keuze voor een bepaalde beker. Daarom wordt er ook gekeken naar wat er gebeurt als de elektriciteit tijdens het productieproces volledig wordt weggelaten bij beide wegwerpbekers. De resultaten zijn terug te vinden in Tabel 29.

Tabel 29: Resultaten Nature up en PS bekertje zonder extra elektriciteitsinput

Impactfactor [Eenheid]	Nature cup	PS beker-tje	Verhouding PS/Nature cup
Carbon footprint [kg CO2-eq]	914,9	938,6	1,03
Climate change biogenic [kg CO2-eq]	4,38	2,04	0,47
Climate change fossil [kg CO2-eq]	904,07	938,33	1,04
Climate change land use and land use change [kg CO2-eq]	1,12	0,66	0,59
Climate change total [kg CO2-eq]	909,57	941,03	1,03
Freshwater and terrestrial acidification [mol H+-eq]	5,3	4,72	0,89
Freshwater ecotoxicity [CTU]	701,63	634,41	0,90
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,02	0,02	1,00
Marine eutrophication [kg N-eq]	1,48	1,29	0,87
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	16,84	14,35	0,85
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 015 5	0,000 014	0,90
Ionising radiation [kg U235-eq]	71,26	59,82	0,84
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 175	0,000 091 7	0,52
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 176	0,000 152	0,86
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	5,14	4,75	0,92
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 088 8	0,000 075 7	0,85
Dissipated water [m ³ water-eq]	319,85	212,04	0,66
Fossils [MJ]	14 928,22	15 853,05	1,06
Land use [points]	128 171,97	27 927,79	0,22
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,03	0,02	0,67

Beide hebben nu een vergelijkbare 'Climate change total' impact. Die voor het PS bekertje ligt net iets hoger, maar geeft geen groot verschil. Het is dus niet zo vanzelfsprekend om één van beide bekertjes volledig uit te sluiten. De elektriciteit in het productieproces van de bekertjes is dus van belang om een keuze te kunnen maken voor een bepaalde beker.

6.3 Afvalwerking Nature cup

Ondanks dat de afvalverwerking van de Nature cup eerder een klein aandeel heeft op de 'Climate change total' impactfactor, wordt er toch gekeken of een alternatieve afvalverwerkingsmanier een grote afwijking in impact veroorzaakt. In dit alternatieve scenario wordt het afval als restafval beschouwd in plaats van als composteerbaar materiaal. In realiteit zullen dit soort bekertjes ook eerder op deze manier verwerkt worden aangezien ze (meestal) niet apart opgevangen worden. Dit is noodzakelijk als men wilt dat de bekertjes daadwerkelijk gecomposteerd worden. Om te testen wat het effect is, werd de afvalverwerking van de Nature cup in het referentiescenario aangepast. De resultaten van deze aanpassing zijn te zien in Tabel 30.

In de derde kolom is te zien hoe de factoren veranderen. Bij 11 van de 20 factoren is een stijging waarneembaar. Bij de meeste impactfactoren blijft deze stijging eerder beperkt (< 3%), enkel de 'Freshwater ecotoxicity' impactfactor vertoont een stijging van maar liefst 11%. De factoren die dalen, blijven vrij beperkt. Maar ook hier is een uitschieter (Climate change biogenic) die 21% afneemt. Over het algemeen blijft het verschil in impact eerder beperkt tussen beide afvalverwerkingsmethodes. In het ideale geval worden de bekertjes natuurlijk wel

gecomposteerd aangezien het toch een klein voordeel oplevert. Het is hier wel van belang om te vermelden dat het niet de bedoeling is om de bекers thuis op de composthoop te gooien. Zelfs in industriële composteringsinstallaties lukt het niet altijd om de bекers te composteren aangezien de doorlooptijd niet lang genoeg is. Op de composthoop thuis zal het zeker niet lukken.

Tabel 30: Resultaten alternatieve afvalverwerking Nature cup

Impactfactor [eenheid]	Waarde	Verandering t.o.v. referentie (%)
Carbon footprint [kg CO ₂ -eq]	1219,16	1,84
Climate change biogenic [kg CO ₂ -eq]	3,76	-21,01
Climate change fossil [kg CO ₂ -eq]	1210,45	1,93
Climate change land use and land use change [kg CO ₂ -eq]	1,71	0,00
Climate change total [kg CO ₂ -eq]	1215,92	1,84
Freshwater and terrestrial acidification [mol H ⁺ -eq]	5,97	-1,49
Freshwater ecotoxicity [CTU]	1030,46	11,60
Freshwater eutrophication [kg P-eq]	0,03	0,00
Marine eutrophication [kg N-eq]	1,7	0,59
Terrestrial eutrophication [mol N-eq]	18,57	-1,95
Carcinogenic effects [CTUh]	0,000 019 2	2,13
Ionising radiation [kg U235-eq]	197,87	0,01
Non-carcinogenic effects [CTUh]	0,000 189	1,61
Ozone layer depletion [kg CFC-11-eq]	0,000 264	0,00
Photochemical ozone creation [kg NMVOC-eq]	5,81	0,35
Respiratory effects, inorganics [disease incidence]	0,000 095 6	-0,31
Dissipated water [m ³ water-eq]	346,67	0,78
Fossils [MJ]	26 447,58	0,04
Land use [points]	106 289,3	-0,01
Minerals and metals [kg Sb-eq]	0,03	0,00

7 CONCLUSIE

De milieu-impact van de filmindustrie is een niet-verwaarloosbaar fenomeen. Het is dus van belang dat er goede, eenduidige procedures bestaan om deze impact in kaart te brengen. Het doel van deze thesis was om de milieu-impact van de drinkwatervoorziening op een filmset te kwantificeren en de verschillende mogelijkheden in de drinkwatervoorziening te bestuderen. De drinkwatervoorziening draagt ongeveer 2% bij tot de totale carbon footprint van de bestudeerde film. Uit de bestudeerde alternatieve drinkwatervoorzieningswijzen kwam de watertapinstallatie van Robinetto gecombineerd met een herbruikbare beker naar voren als een manier om de veroorzaakte milieu-impact te beperken. Dit was vooral te danken aan het feit dat de installatie met kraantjeswater werkt en dus deels het transport van water weet te vermijden. Op deze manier zou de drinkwatervoorziening nog maar 1% bijdragen tot de totale milieu-impact van Binti.

Er mag zeker niet vergeten worden dat het niet vanzelfsprekend is om de materiaalstromen voor 100% te identificeren en te kwantificeren. De uitvoerder van een vergelijkende LCA-studie zal altijd aannames moeten maken en deze kunnen dus ook andere besluiten opleveren zoals aangetoond werd door het vergelijken van het elektriciteitsverbruik tijdens het productieproces van de wegwerpbekers. De resultaten dienen dus enkel rechtstreeks met andere resultaten uit deze studie vergeleken te worden.

De Robinettotap zit nog steeds in de testfase, een testopstelling op een filmset kan kwalitatieve informatie opleveren qua elektriciteitsverbruik zodat daar geen aannames over gemaakt moeten worden. Dit is vrijblijvend aangezien de invloed van het elektriciteitsverbruik van de tap eerder beperkt is op de totale milieu-impact.

Wat men zeker moet onthouden is dat transport een grote aandeelhouder is in de totale milieu-impact van een film, niet enkel in het geval van de drinkwatervoorziening. Het is dan ook sterk aangeraden om dit op een zo efficiënt mogelijke manier te regelen en in de gaten dat te houden dat men geen onnodige vracht verplaatst zoals bijvoorbeeld gebotteld water wanneer er een kraantjeswateraansluiting is. De impact van transport wordt namelijk bepaald door de verplaatste massa en de afgelegde afstand.

Referenties

- [1] VAF, “Vlaamse film in cijfers,” 2020. <https://www.vaf.be/kennisopbouw/vlaamse-film-cijfers> (accessed Feb. 15, 2021).
- [2] VAF, “Duurzaam filmen,” 2020. <https://www.vaf.be/duurzaam-filmen> (accessed Feb. 15, 2021).
- [3] Interreg Europe, “Greening the creative industries: improving policy practices for the European Audiovisual industry,” 2021. <https://www.interregeurope.eu/greenscreen/>.
- [4] P. Simone, “The circulation of European films in non-national markets,” 2021.
- [5] Albert, BFI, and Arup, “A screen new deal,” 2020.
- [6] Secoya, “Consultation for understanding carbon assessment in the frame of Green Screen project,” 2019.
- [7] M. Jetter, “Opportunities and limitations of carbon calculators on the road tot sustainable film and television productions,” 2020.
- [8] J. Conway, “Per capita consumption of bottled water in Europe in 2019, by country,” 2020. <https://www.statista.com/statistics/455422/bottled-water-consumption-in-europe-per-capita/> (accessed Feb. 17, 2021).
- [9] UNESDA, “Belgium-UNESDA-2020-External.” 2020.
- [10] R. Geerts *et al.*, “Bottle or tap? Toward an integrated approach to water type consumption,” *Water Research*, vol. 173, p. 115578, 2020, doi: 10.1016/j.watres.2020.115578.
- [11] Vlaamse Milieumaatschappij, “De prijs van water — Alles over water van de kraan.” <https://www.vmm.be/waterloket/de-waterfactuur/de-prijs-van-water> (accessed Mar. 05, 2021).
- [12] Ecofest, “Leidingwater neemt de leiding,” 2020. <https://www.ecofest.be/2020/11/12/leidingwater-vs-flessenwater/> (accessed Mar. 05, 2021).
- [13] L. J. Debbeler, M. Gamp, M. Blumenschein, D. Keim, and B. Renner, “Polarized but illusory beliefs about tap and bottled water: A product- and consumer-oriented survey and blind tasting experiment,” *Science of the Total Environment*, vol. 643, pp. 1400–1410, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.190.
- [14] Factcheckers, “Waarom kraantjeswater beter is dan flessenwater,” VRT, 2021.
- [15] P. H. Gleick and H. S. Cooley, “Energy implications of bottled water,” *Environmental Research Letters*, vol. 4, no. 1, 2009.
- [16] M. Garfí, E. Cadena, D. Sanchez-Ramos, and I. Ferrer, “Life cycle assessment of drinking water: Comparing conventional water treatment, reverse osmosis and mineral water in glass and plastic bottles,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 137, pp. 997–1003, 2016.
- [17] S. Bruers, J. Hulsmans, S. Lambert, and G. van Daele, “Studie draaiboek drink- en eetgerei op evenementen - eindrapport,” 2017.

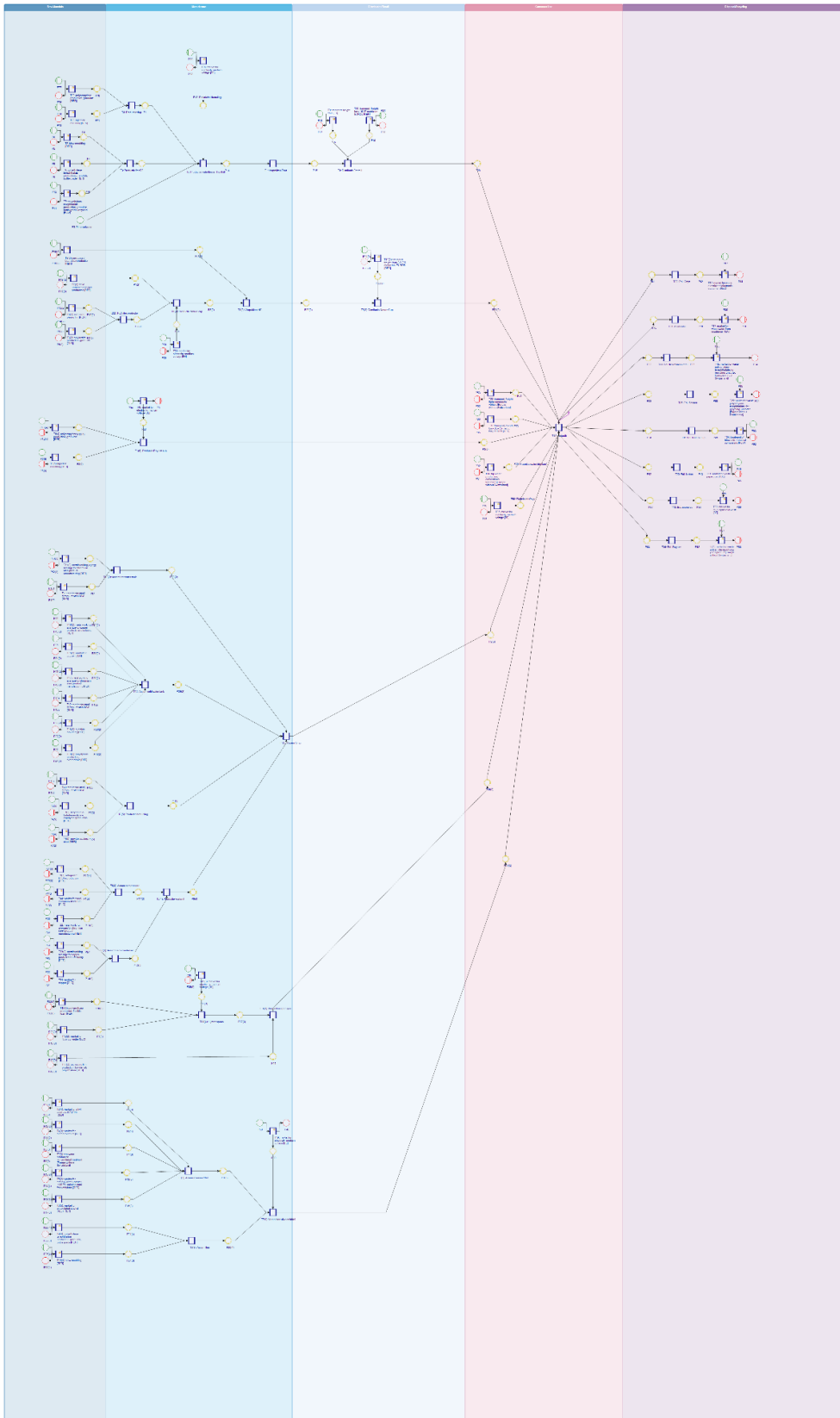
- [18] S. Vignieri, "Legacy of the disposable cup," *Science*, vol. 368, no. 6489, pp. 382–383, Apr. 2020, doi: 10.1126/science.368.6489.382-f.
- [19] OVAM, "Hoe kunnen we bioplastics composteren?," 2015. Accessed: Mar. 04, 2021. [Online].
- [20] Factcheckers, "Kloppen de absurde verhalen dat composteerbare bordjes, bekens en bestek niet gecomposteerd worden, maar gewoon verbrand?," VRT, 2020.
- [21] OVAM, "Update studie: drink- en eetgerei op evenementen," 2020.
- [22] European Parliament, "Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures," 2018. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>.
- [23] Interafval, "Herbruikbaar materiaal veel beter voor milieu dan bioplastics." <https://interafval.be/actueel/herbruikbaar-materiaal-veel-beter-voor-milieu-dan-bioplastics>.
- [24] W. Dewulf and J. van Caneghem, "Applied Sustainability Assessment - LCA Framework & Introductory case study." KU Leuven, 2020.
- [25] J. van Caneghem, "Impact categories - Environmental problems," 2020.
- [26] The Nature Conservancy, "Calculate your carbon footprint," 2021. <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>.
- [27] B. P. Weidema, M. Thrane, P. Christensen, J. Schmidt, and S. Løkke, "Carbon footprint: A catalyst for life cycle assessment?," *Journal of Industrial Ecology*, vol. 12, no. 1, pp. 3–6, 2008.
- [28] L. Zampori and R. Pant, "Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method," 2019. doi: 10.2760/424613.
- [29] Oasis, "Onyx Bottle Cooler." .
- [30] Oasis, "Onyx specifications." <https://www.oasis.ie/products/onyx> (accessed Mar. 10, 2021).
- [31] M. B. Hocking, "Reusable vs . Disposable Cups," *Environmental Management*, pp. 5–6, 1994.
- [32] Bioodi, "Nature Cup, PLA coated 7oz/210 ml." <https://www.bioodi.nl/nature-cup-pla-coated-7oz-210ml>.
- [33] Disposable Discounter, "Koffiebeker plastic 180 ml wit," 2021. <https://www.disposable-discounter.nl/koffiebeker-plastic-180ml-wit>.
- [34] Fonthill, "Filtered by nature, bottled at source." <https://www.fonthillspringwater.co.uk/>.
- [35] Bol.com, "Bronwater Eden in een 15 liter fles." <https://www.bol.com/nl/p/bronwater-eden-in-15-liter-fles-set-van-5-flessen-recyclebare-pet-fles-water-voor-waterdispenser/9300000032967136/>.
- [36] Watercooler gigant, "Eden 15 L vierkant," 2021. <https://www.watercoolergigant.be/water-bestellen/eden-bronwater/eden-15l-vierkant>.
- [37] Watercooler gigant, "Webshop Watercooler gigant." <https://www.watercoolergigant.nl/>.
- [38] Institute of Making (UC London), "Dish sponge." <https://www.instituteofmaking.org.uk/materials-library/material/dish-sponge>.

- [39] Bol.com, “Ibex schuurspons - 10 stuks - assorti.” <https://www.bol.com/nl/p/ibex-schuurspons-10-stuks-assorti/9200000005011721/>.
- [40] Toolstation, “Schuursponsstaaf.” <https://www.toolstation.be/schuursponsstaaf/p77049>.
- [41] Krystian, “Production line to gluing kitchen sponge,” 2018. <http://krystian.us/nowe-technologie/przetworstwo-pianki-poliuretanowej/linia-do-zmywaka/?lang=en>.
- [42] M. Showell, *Handbook of Detergents, Part D: Formulation*. CRC Press, 2006.
- [43] G. Porras, “Life Cycle Comparison of Manual and Machine Dishwashing in Households,” 2019.
- [44] Aqua Cooler, “FAQ: Wat is het stroomverbruik van een cooler?,” 2020. <https://aqua-cooler.nl/klantenservice/faq>.
- [45] Coolblue, “Siemens KS29VWEP,” 2021. <https://www.coolblue.be/nl/product/868189/siemens-ks29vwep.html>.
- [46] Koelkasten.nl, “Wat is de levensduur van een koelkast?,” 2021. <https://www.koelkasten.nl/koelpedia/wat-is-levensduur-koelkast/>.
- [47] Lindr, “Data sheet Soda Pygmy 25.” 2021.
- [48] Huayi, “Technical Data Sheet Compressor model NBC30NG.” 2020.
- [49] Wikipedia, “Stratosfeer,” 2021. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Stratosfeer>.
- [50] Wikipedia, “Troposfeer,” 2020. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Troposfeer>.
- [51] CarNext, “Alles over euronormen,” 2021. <https://www.carnext.com/nl-be/euronorm/>.

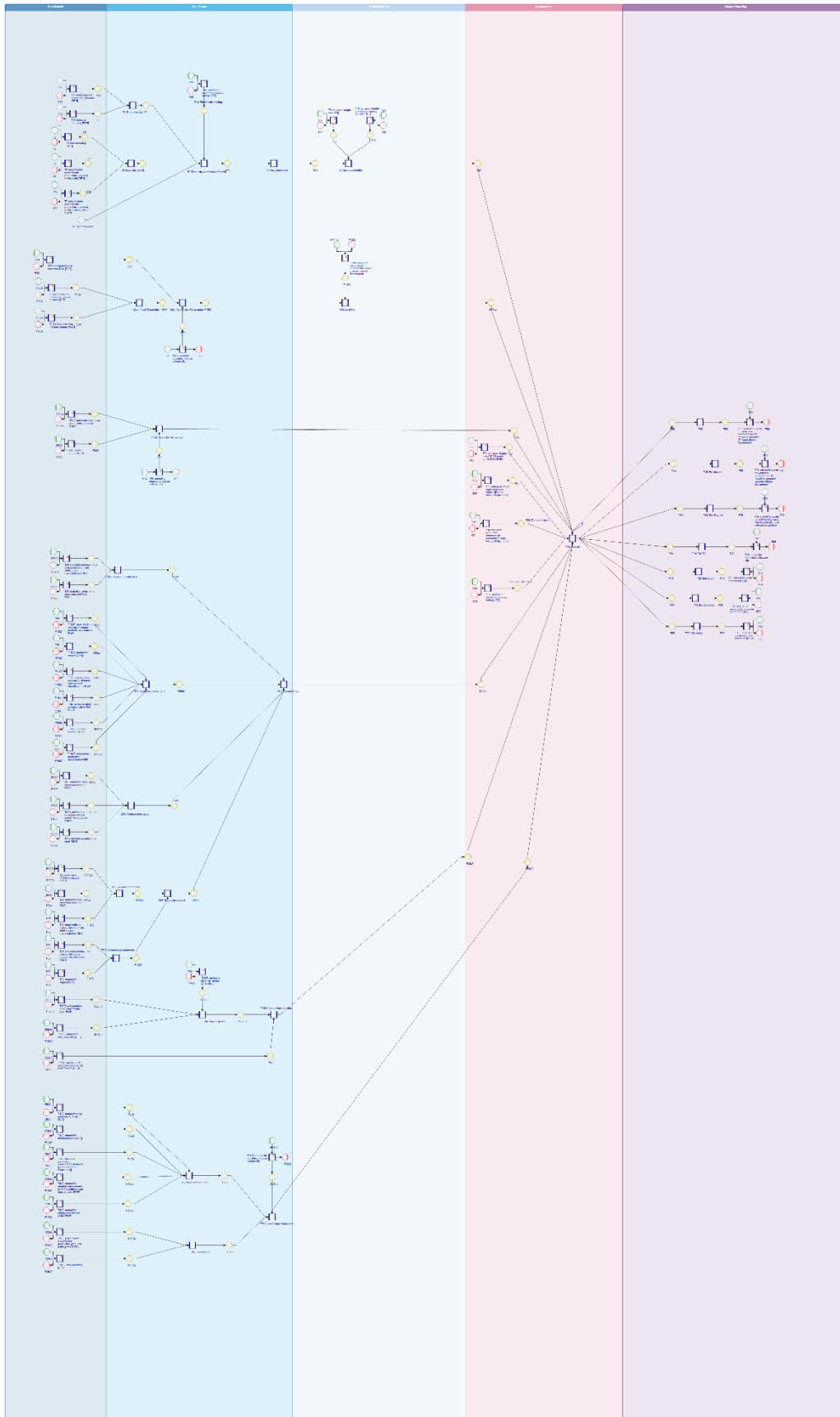
Bijlagen

Bijlage A	Referentiemodel
Bijlage B	Referentiemodel met PS bekertjes
Bijlage C	Model Spa 0,5 L (25% en 50% rPET)
Bijlage D	Model Spa 0,5 L (100% rPET)
Bijlage E	Model Robinetto met Reyuzz cup
Bijlage F	Model Robinetto met Nature cup
Bijlage G	Model Robinetto met PS bekertjes
Bijlage H	Model waterkoeler met Reyuzz cup
Bijlage I	Model waterkoeler met Nature cup
Bijlage J	Model waterkoeler met PS bekertjes

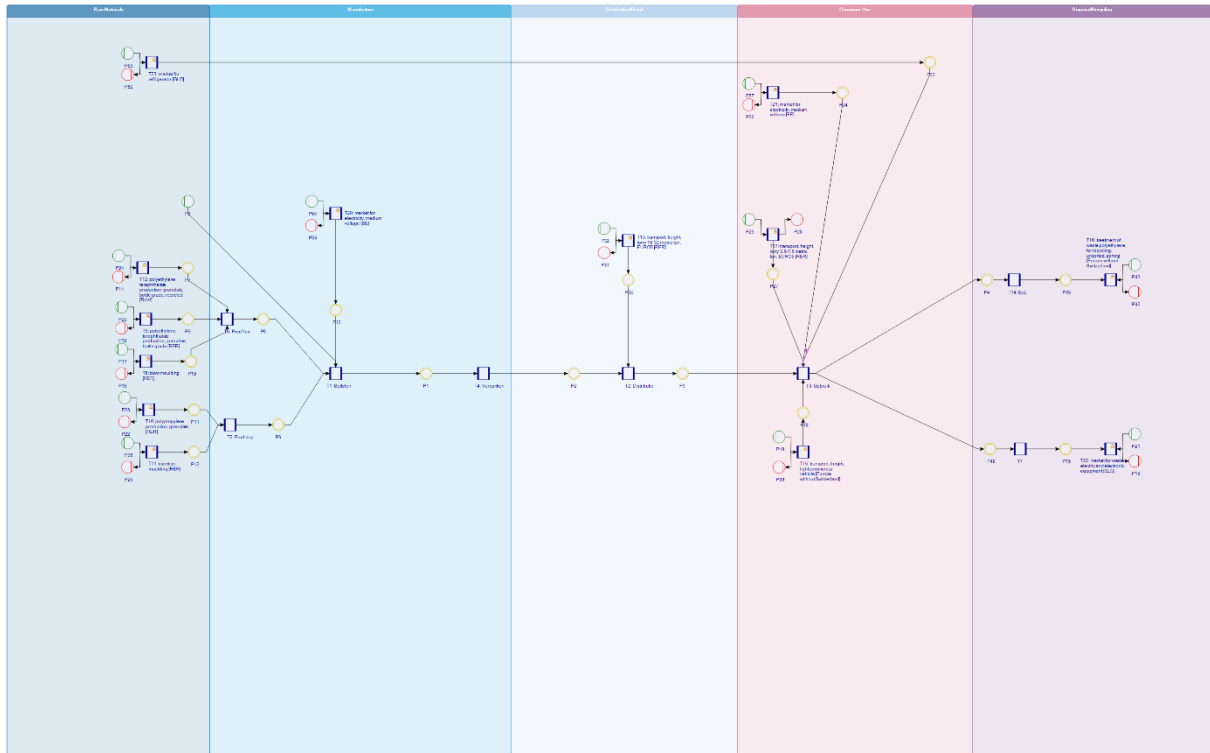
Bijlage A REFERENTIEMODEL



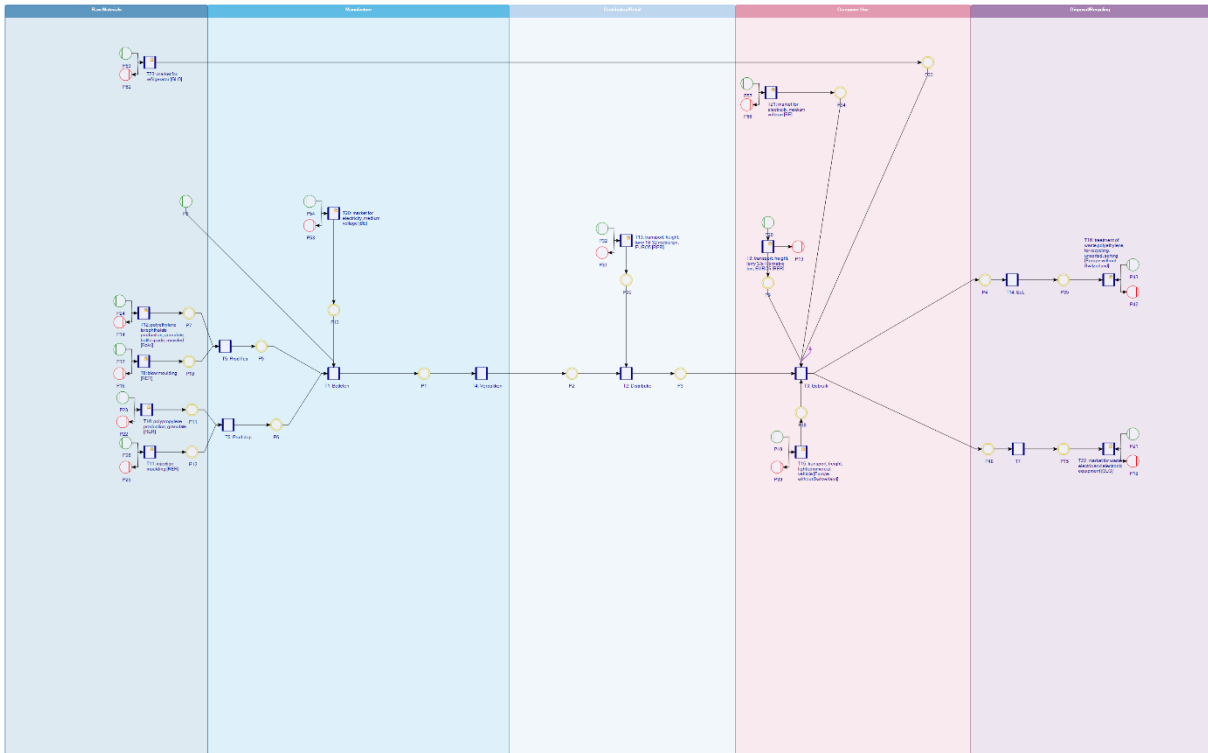
Bijlage B REFERENTIEMODEL MET PS BEKERTJES



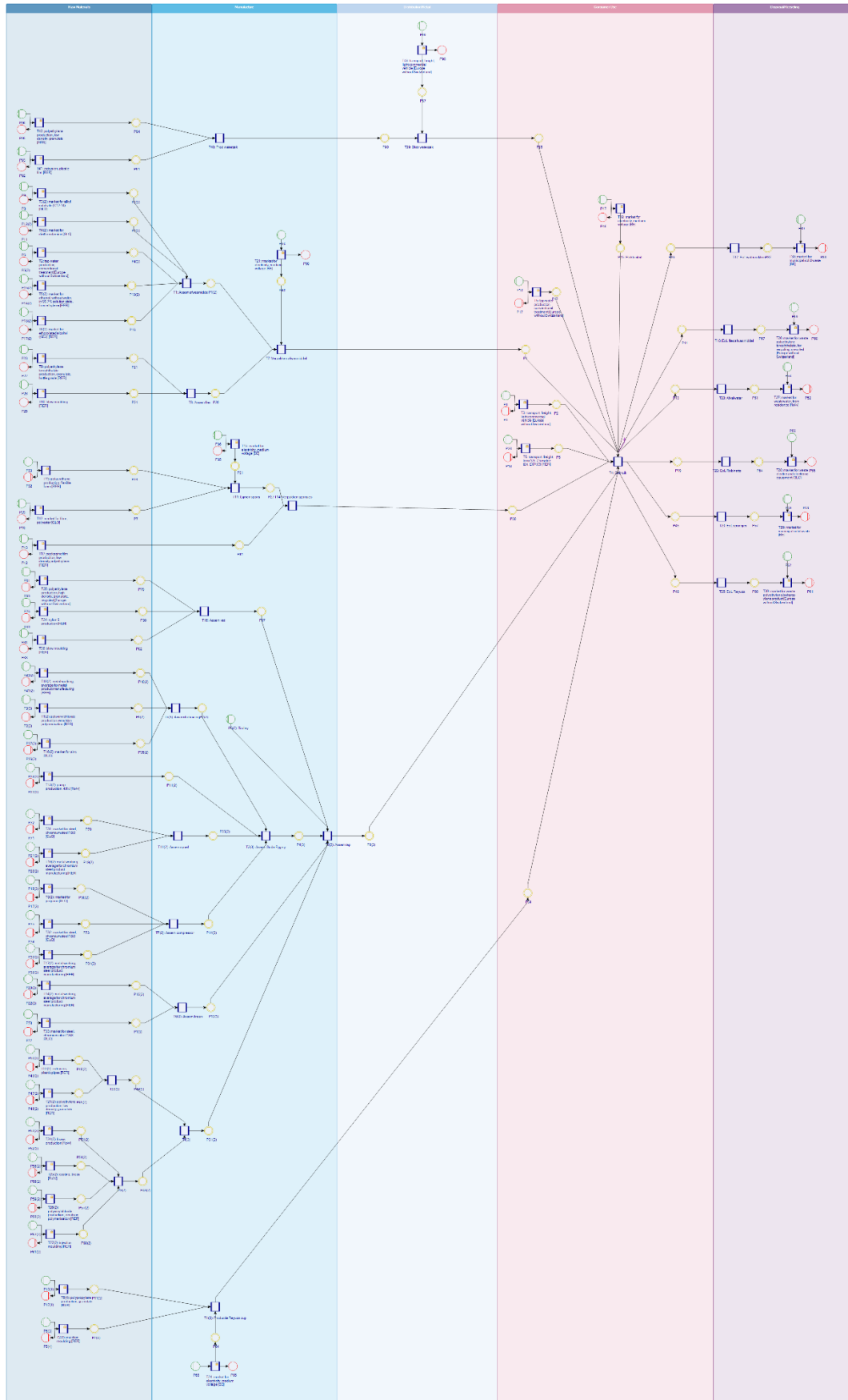
Bijlage C MODEL SPA 0,5 L (25% EN 50% rPET)



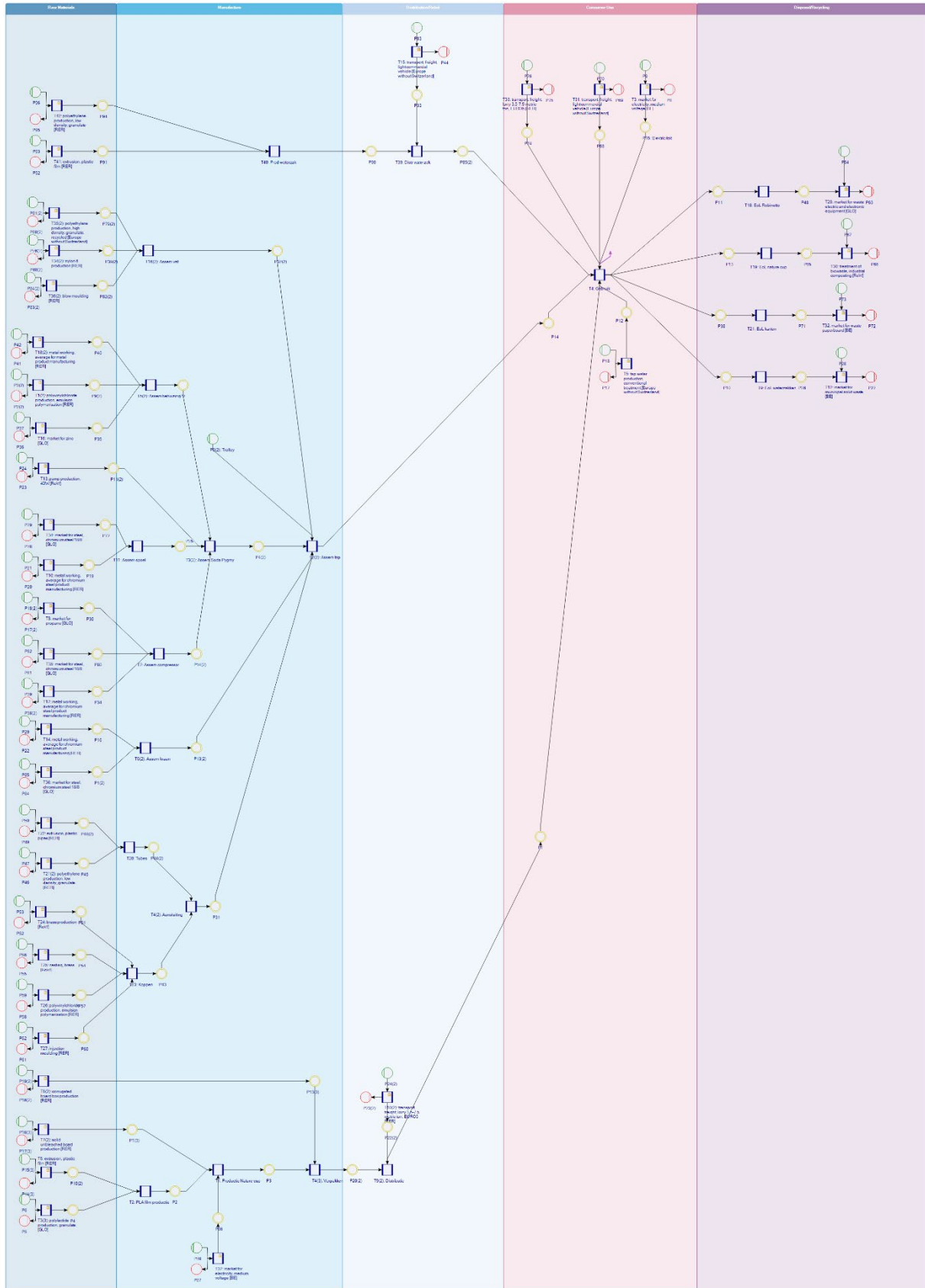
Bijlage D MODEL SPA 0,5 L (100% rPET)



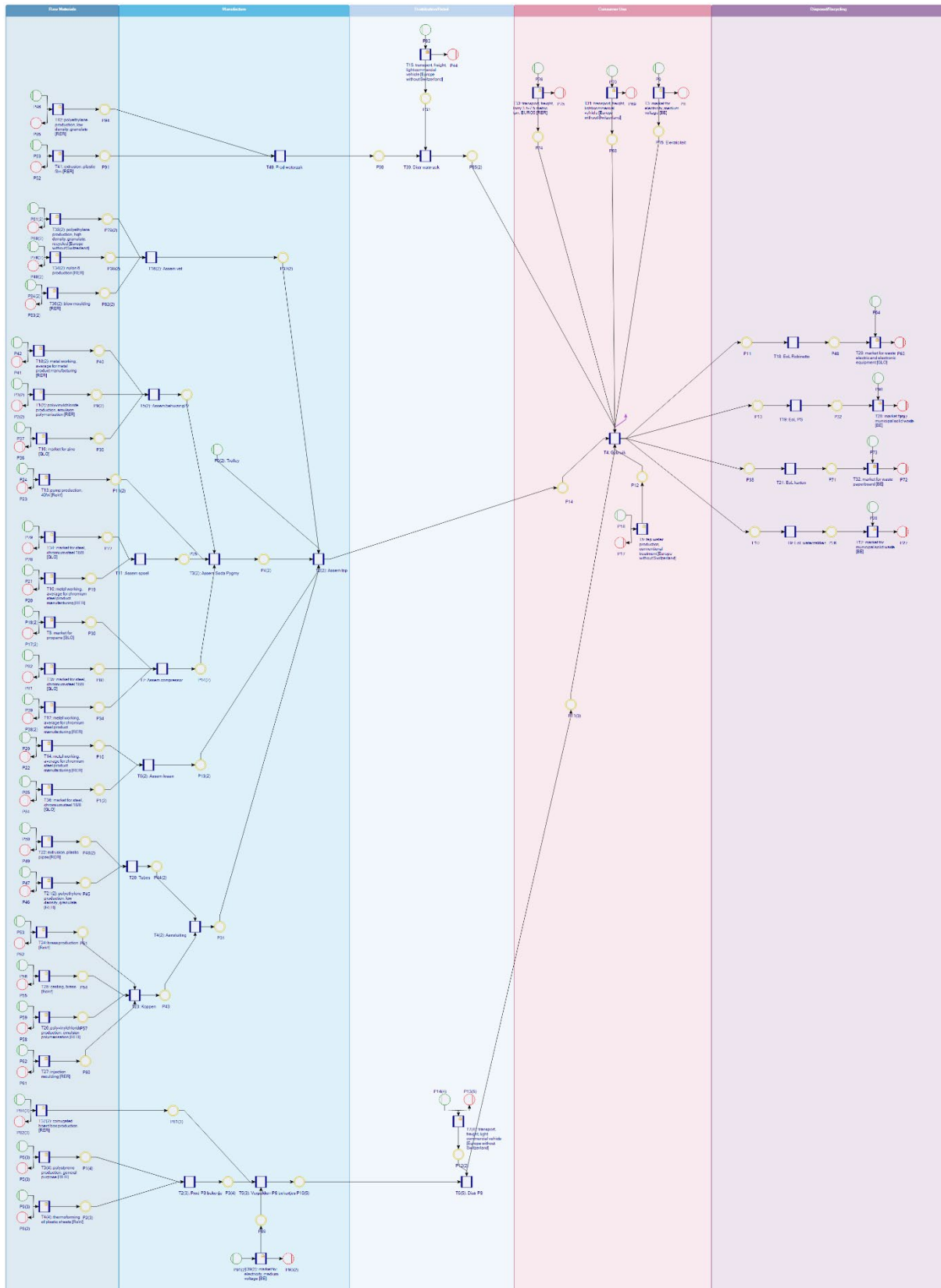
Bijlage E MODEL ROBINETTO MET REYUZZ CUP



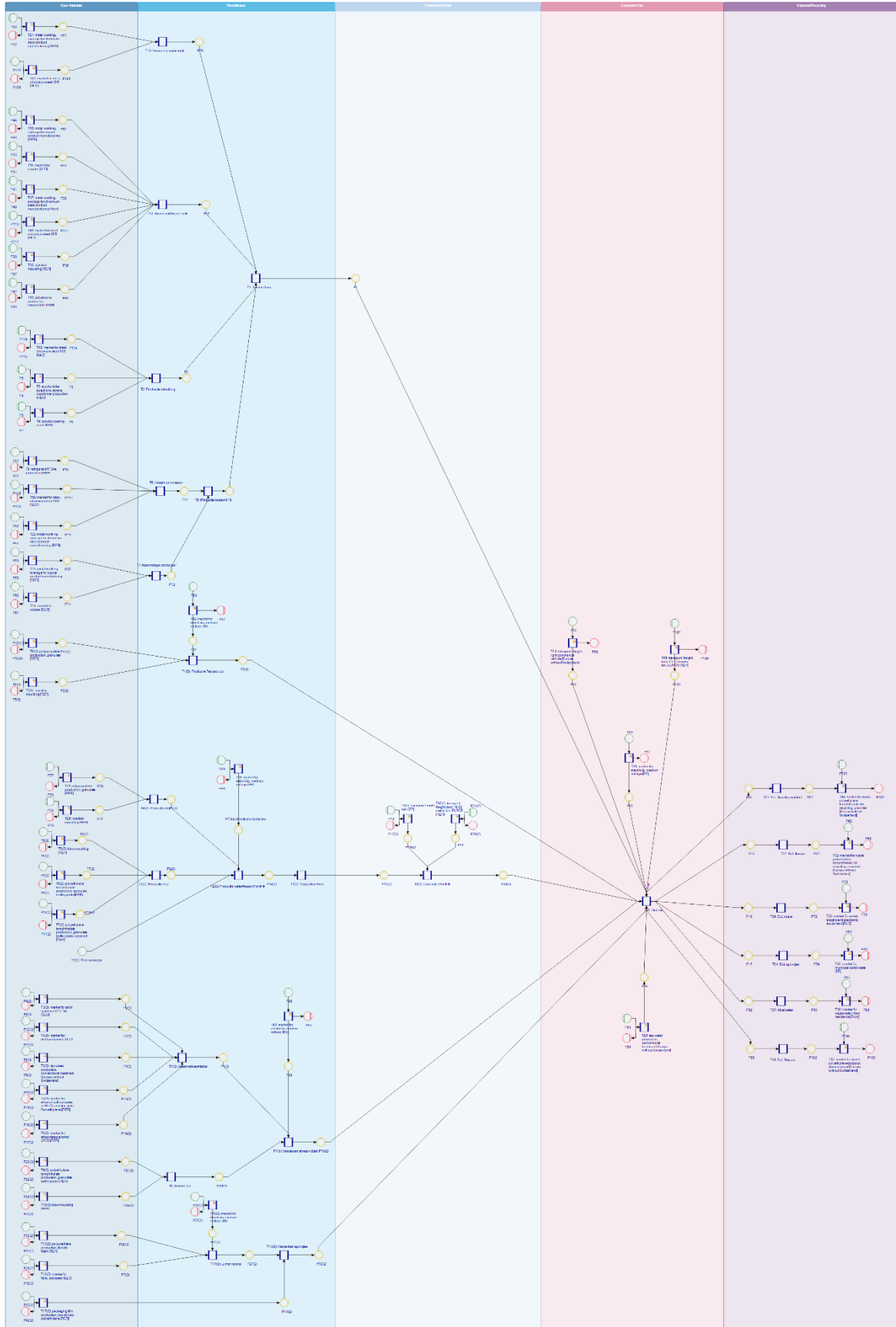
Bijlage F MODEL ROBINETTO MET NATURE CUP



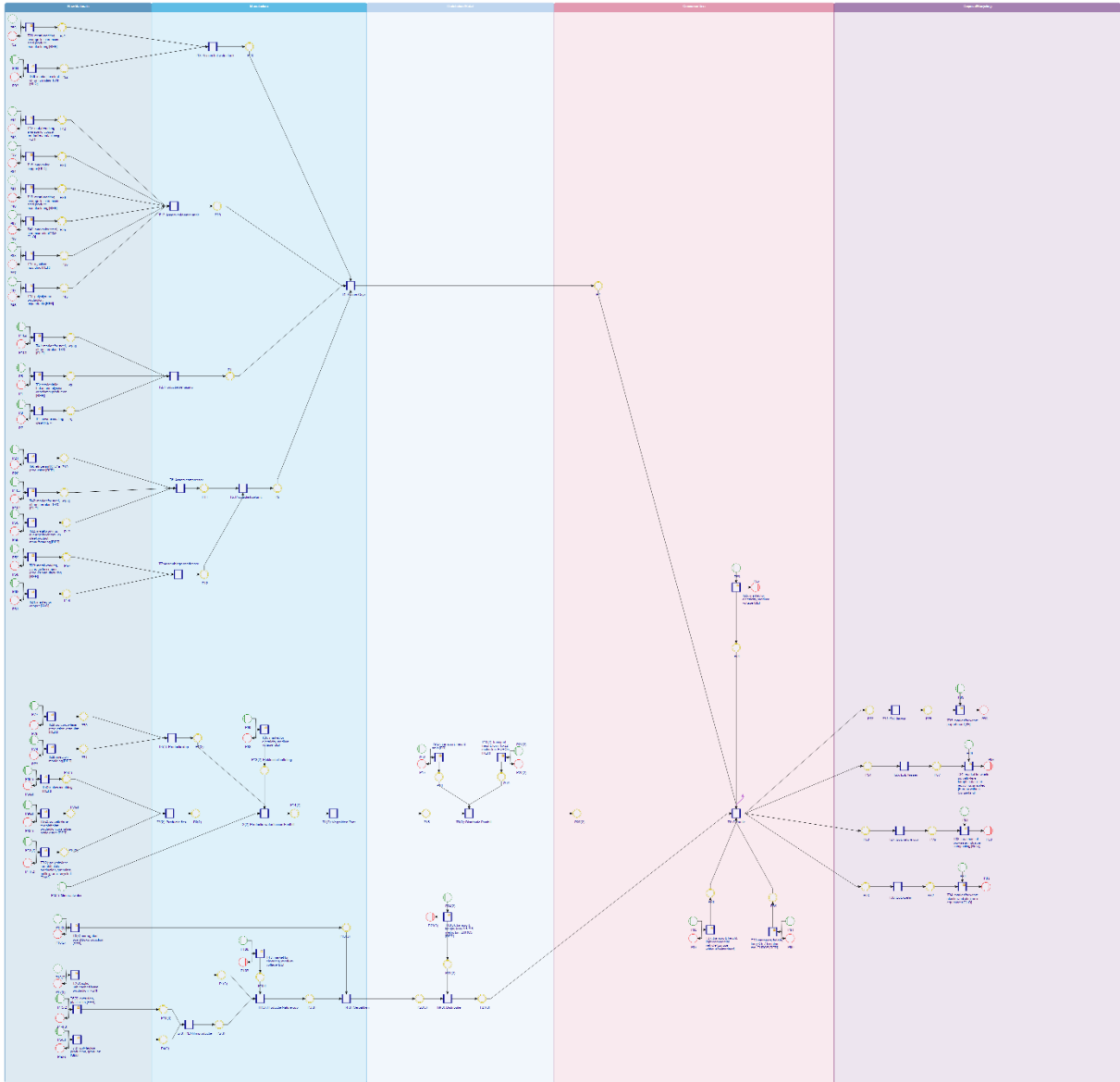
Bijlage G MODEL ROBINETTO MET PS BEKERTJES



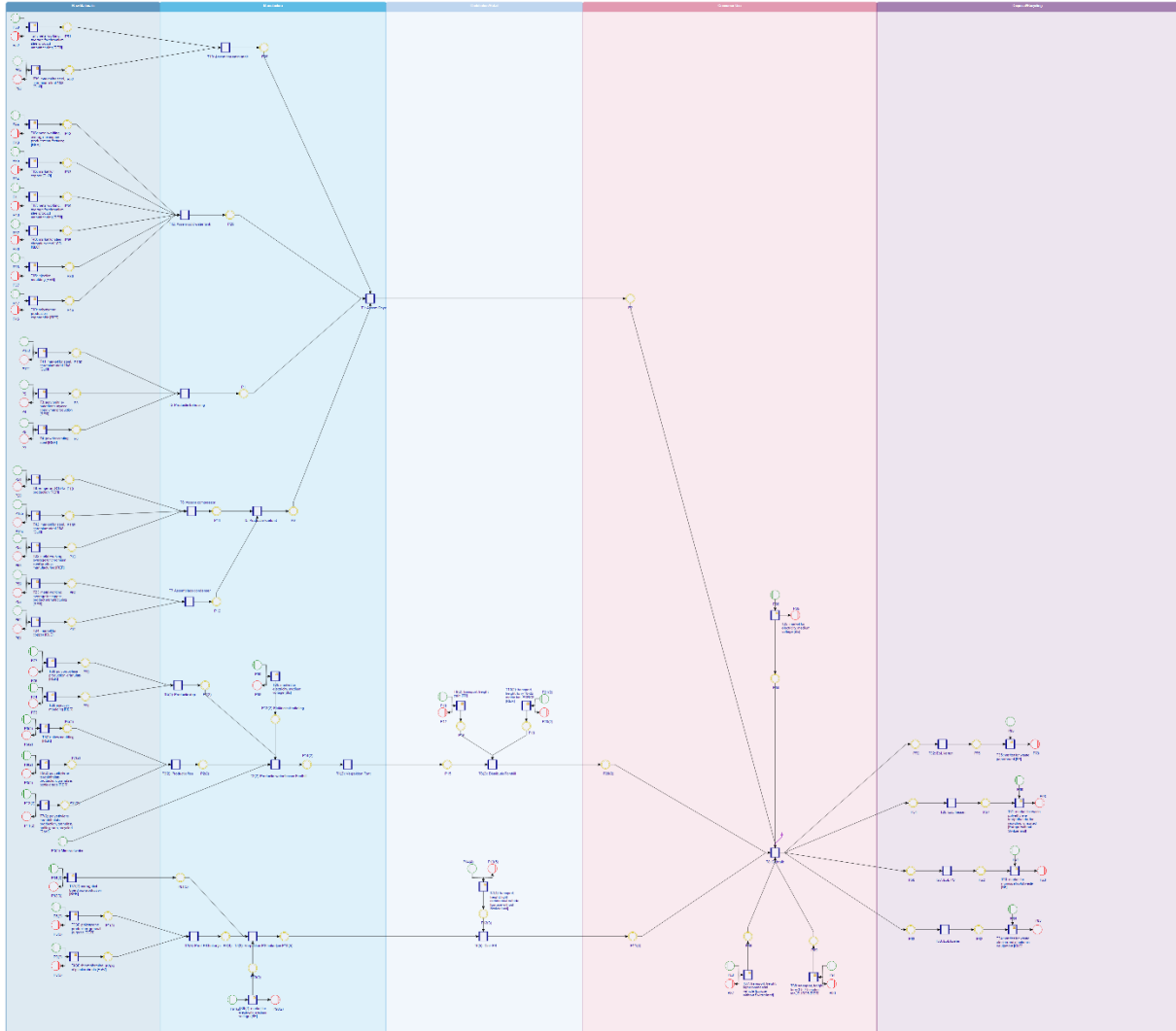
Bijlage H MODEL WATERKOELER MET REYUZZ CUP



Bijlage I MODEL WATERKOELER MET NATURE CUP



Bijlage J MODEL WATERKOELER MET PS BEKERTJES



FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
CAMPUS GROEP T LEUVEN
Andreas Vesaliusstraat 13
3000 LEUVEN, België
tel. + 32 16 30 10 30
iiw.groep@kuleuven.be
www.iw.kuleuven.be

