



Eénmalig of herbruikbare partusset?

Milieukundige vergelijking voor het
UMC Utrecht



Committed to the Environment

Eénmalig of herbruikbare partusset?

Milieukundige vergelijking voor het UMC Utrecht

Dit rapport is geschreven door:
Lynn Snijder, Martijn Broeren

Delft, CE Delft, juli 2021

Publicatienummer: 21.200366.098

Instrumenten / Medisch / Herbruikbaar / Eenmalig / Ziekenhuizen / Medisch afval / Reductie / Partusset

Opdrachtgever: UMC Utrecht

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Lynn Snijder](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, ngo's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	4
2	Doel en afbakening	5
	2.1 Procesbeschrijvingen	5
	2.2 Doel	6
	2.3 Systeemgrenzen	7
	2.4 Dataverzameling en modellering	9
3	Resultaten	10
	3.1 Klimaatimpact	10
	3.2 Gevoeligheidsanalyses	12
	3.3 Impact van de partusset in UMC Utrecht	14
4	Conclusie en discussie	17
	4.1 Discussie	17
5	Literatuur	18
A	Toelichting groene stroom	19
	A.1 Groene stroom en Garanties van Oorsprong (GvO)	19
	A.2 Toerekeningsvraagstuk	21
B	Inventarisatie	23
	B.1 Achtergrondprocessen ziekenhuis	23
	B.2 Productie instrumenten en verpakking	24
	B.3 Transport	25
	B.4 Centrale sterilisatieproces	25
	B.5 Afvalverwerking	28
C	Milieu-impact	29
	C.1 Milieu-impact op midpointniveau	29
	C.2 Milieu-impact op endpointniveau	31



Samenvatting

Bij de bevalling van een kind wordt een partusset gebruikt. Het is een set van medische instrumenten: een schaar voor de navelstreng, drie klemmen (kochers) die de navelstreng afklemmen en een epischaar die in 20% van de bevallingen wordt gebruikt om 'de knip' te zetten. Er zijn twee soorten sets op de markt: een herbruikbare en een eenmalige variant. Het UMC Utrecht heeft CE Delft gevraagd een milieukundige vergelijking tussen deze twee sets op te stellen. Op basis van deze studie kan het UMC Utrecht beter onderbouwde keuzes maken bij de inkoop van partus- en vergelijkbare instrumentensets.

De levenscyclus van productie tot afdanking is verschillend tussen deze sets. De herbruikbare partusset wordt geproduceerd van chirurgisch staal in Pakistan, vervoerd naar Nederland, gereinigd en gesteriliseerd (Centrale Sterilisatie Afdeling, CSA) bij het UMC Utrecht, gebruikt bij een bevalling, gereinigd en gesteriliseerd (CSA) om vervolgens weer opnieuw te worden gebruikt. Sets die niet meer voldoen aan de eisen worden afgedankt. De eenmalige partusset wordt geproduceerd, verpakt, vervoerd, gebruikt bij een bevalling en vervolgens afgedankt. Voor bevalling wordt opnieuw zo'n set aangekocht.

Dit onderzoek berekent de milieu-impact van deze twee partussets door middel van een versimpelde levenscyclusanalyse (LCA). LCA is een gestandaardiseerde methode om de milieukundige prestaties van producten of processen over de hele productieketen te kwantificeren.

We concluderen dat de herbruikbare partusset beter is voor het klimaat (CO₂-eq.) en qua impact op de menselijke gezondheid (DALY) over de hele levenscyclus. De reden dat de klimaatimpact van de eenmalige variant hoger is, is de grotere hoeveelheid instrumenten die moeten worden geproduceerd. De impact van de CSA bij herbruikbare sets is kleiner dan het opnieuw produceren, transporteren en verwerken van een nieuwe eenmalige set. Pas wanneer een herbruikbare partusset minder dan drie keer wordt hergebruikt, is de eenmalige variant voor zowel de impact op het klimaat als de menselijke gezondheid beter. Echter gaan de herbruikbare sets bij het UMC Utrecht die nog in omloop zijn nu al gemiddeld 500 geboortes mee.

Geëxtrapoleerd naar het totaal aantal geboortes in het UMC Utrecht per jaar, kan met de herbruikbare partusset een jaarlijkse klimaatimpact van 1.580 kg CO₂-eq. voorkomen worden.

1 Inleiding

Het Universitair Medisch Centrum (UMC) Utrecht gebruikt bij bevallingen een partusset die uit vijf instrumenten bestaat. Deze set wordt gebruikt om de knip te zetten bij de vrouw (epischaar), de navelstreng van het kind af te klemmen (kochers) en door te knippen (schaar). Er zijn twee versies van de partusset in gebruik: een herbruikbare versie die na gebruik wordt schoongemaakt en gesteriliseerd, en een set voor eenmalig gebruik die naderhand wordt weggegooid.

Het UMC Utrecht heeft in haar duurzaamheidsbeleid 2020-2025 de ambitie vastgelegd om toe te werken naar een circulaire bedrijfsvoering, in lijn met de landelijke doelstellingen op het gebied van circulariteit. Het UMC Utrecht produceert jaarlijks 2,4 miljoen kg afval waarvan 40% gerecycled wordt. Om bij te dragen aan een circulaire economie wil het UMC Utrecht circulariteit de komende jaren concreet handen en voeten gaan geven in de eigen bedrijfsvoering en in inkoopprojecten. Hergebruik van instrumenten heeft in dit circulariteitsbeleid in het algemeen de voorkeur boven recycling.

In de afgelopen jaren is bij de inkoop van medische instrumenten in toenemende mate de keuze gemaakt voor disposables. In lijn hiermee is ook de herbruikbare partusset van de afdeling Gynaecologie vervangen door een eenmalige set.

Vanwege de toegenomen aandacht voor duurzaamheid en circulariteit is vanuit de afdeling Gynaecologie van het UMC Utrecht de vraag gesteld hoe de milieukundige impacts van deze twee partussets zich tot elkaar verhouden. De eenmalige set wordt na elk gebruik weggegooid en levert veel afval op. De herbruikbare variant wordt veel vaker ingezet, maar wordt na ieder gebruik gesteriliseerd in de Centrale Sterilisatie Afdeling van het UMC Utrecht. Dit is een energie-intensief proces.

In deze studie wordt de milieu-impact van beide partussets bepaald en met elkaar vergeleken. Met deze studie krijgt het UMC Utrecht meer inzicht in de bijdrage van de verschillende processen aan de milieu-impact van partussets, en wordt duidelijk hoe vaak een herbruikbare partusset gebruikt moet worden voor deze milieukundig beter scoort dan een eenmalige set. Daarnaast kan ingeschat worden wat milieukundig de besparing zou zijn wanneer er voor één van de twee sets zal worden gekozen. Op basis van deze studie kan er in de toekomst een beter onderbouwde keuze worden gemaakt bij de inkoop van partus- en vergelijkbare instrumentensets.

Deze analyse is een versimpelde levenscyclusanalyse (LCA), een gestandaardiseerde methode om de milieukundige prestaties van producten of processen over de hele productieketen te kwantificeren (ISO, 2006a) (ISO, 2006b).

In Hoofdstuk 2 wordt verder uitgelegd hoe de analyse is opgezet, Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer, en in Hoofdstuk 4 worden de conclusies besproken. In Bijlage B is een uitgebreid overzicht van de gebruikte gegevens en LCA-modellering opgenomen. Bijlage C bevat een uitgebreid overzicht van de milieu-impacts van deze analyse.

2 Doel en afbakening

In dit hoofdstuk wordt de LCA-methode uitgelegd. We leggen eerst de levenscyclus van de onderzochte partussets in meer detail uit (Paragraaf 2.1), beschrijven het doel en de aanpak van de LCA (Paragraaf 2.2), gaan in op de systeemgrenzen (Paragraaf 2.3), en bespreken tot slot de dataverzameling en modellering (Paragraaf 2.4).

Levenscyclusanalyse (LCA) is een methode om de milieueffecten van producten of diensten over hun gehele levenscyclus te kwantificeren. LCA houdt rekening met de milieueffecten van alle processen die nodig zijn om een product of dienst te leveren. Hiermee voorkomt LCA het verschuiven van lasten. Om te bepalen of een herbruikbare partusset duurzamer is dan meerdere eenmalige is het belangrijk om zowel de materiaal productie, de afvalverwerking als ook het energiegebruik voor reinigen en steriliseren allemaal te analyseren. Door rekening te houden met alle relevante processen van de hele levenscyclus, kan LCA worden gebruikt om producten of diensten op een eerlijke en transparante manier te vergelijken.

2.1 Procesbeschrijvingen

2.1.1 Herbruikbare partusset

De herbruikbare partusset bestaat uit een vijftal instrumenten: één schaar, drie kochers en een epischaar. Deze worden geproduceerd van chirurgisch staal, gereinigd, gesteriliseerd en verpakt. Vervolgens worden ze uit Pakistan (productieland) vervoerd naar het UMC Utrecht. Voor gebruik bij een bevalling wordt de set nogmaals gereinigd en gesteriliseerd bij de Centrale Sterilisatie Afdeling (CSA) binnen het UMC Utrecht. Vervolgens wordt de set gebruikt bij een bevalling. De set bestaat altijd uit dezelfde instrumenten, hoewel deze niet bij iedere bevalling nodig zijn (de epischaar wordt bijv. maar in 20% van de gevallen gebruikt).

Vervolgens worden de gebruikte partussets op de afdeling Gynaecologie verzameld en getransporteerd naar de CSA. Bij de CSA worden de partussets op de volgende manier gereinigd en gesteriliseerd: voorspoelen, desinfecteren, samenstellen & verpakken en steriliseren. Daarnaast worden de karren gereinigd die voor het transport van de partussets worden gebruikt. Bij het CSA-proces worden RO-water, stoom en elektriciteit gebruikt. Deze *utilities* worden binnen het ziekenhuis geproduceerd in een warmtekrachtcentrale (wkk). Water, zeep en verpakkingsmaterialen voor de sets worden buiten het ziekenhuis geproduceerd, evenals een deel van de gebruikte elektriciteit.

De herbruikbare set wordt meerdere malen gebruikt en na ieder gebruik gereinigd en gesteriliseerd bij de CSA. Wanneer de instrumenten onscherp zijn worden ze geslepen. Wanneer ze niet meer bruikbaar zijn, worden de instrumenten weggegooid. Het is onbekend hoe vaak de sets worden geslepen en gebruikt voordat ze uiteindelijk worden weggegooid. Wel weten we dat er momenteel 62 partussets in gebruik zijn bij UMC Utrecht. Deze zijn ingekocht in de periode 2007-2012 en zijn tussen de 38 en 642 keer gebruikt. Momenteel is het gemiddeld aantal keer dat deze partussets zijn gebruikt bijna 500x per set.¹ Wanneer de instrumenten niet meer voldoen, worden ze weggegooid bij het specifiek ziekenhuis-

¹ Er is door de afdeling Gynaecologie aangegeven dat er soms instrumenten uit de set per ongeluk verdwijnen. Hoe vaak dit gebeurt, is niet bekend.



afval. Na verbranding wordt 96% van de metalen hergebruikt als ruwijzer. De verpakkingsmaterialen (ook die worden gebruikt bij de CSA) worden bij het niet-specifiek ziekenhuisafval verwerkt.

2.1.2 Eenmalige partusset

De eenmalige partusset bestaat uit twee verpakkingen met producten daarin. De ene bevat vier instrumenten: één schaar en drie kochers. De ander bevat de epischaar. Deze laatste verpakking wordt alleen opengemaakt en gebruikt wanneer deze gebruikt moet worden bij de bevalling (20% van de gevallen). Alle instrumenten zijn vervaardigd van chirurgisch staal, gesteriliseerd en verpakt. Vervolgens worden ze vanaf onbekende locatie vervoerd naar het UMC Utrecht. Na gebruik worden de instrumenten en hun verpakkingen weggegooid. De instrumenten worden weggegooid bij het specifiek ziekenhuisafval, waarna ze worden verbrand. 96% van de metalen wordt vervolgens gebruikt als ruwijzer. De verpakkingsmaterialen worden bij het niet-specifiek ziekenhuisafval verwerkt.

2.2 Doel

Het doel van deze LCA is om de milieu-impact van eenmalige- en herbruikbare partussets te analyseren en te vergelijken. De functie van de partusset is de ondersteuning van de uitvoering van een bevalling ('de knip' en het doorknippen van de navelstreng). Om een vergelijking mogelijk te maken, moet er een eenheid voor de vergelijking vastgesteld worden. In het geval van deze studie is de functionele eenheid: het gebruik van één partusset bij een bevalling in het UMC Utrecht.

In dit onderzoek wordt de milieu-impact bepaald door de klimaatimpact te bepalen, uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (eq.). Daarnaast bekijken we hoe verschillende milieueffecten (zoals uitstoot van fijnstof of toxische stoffen in de onderzochte productieketens) uiteindelijk invloed hebben op de menselijke gezondheid. Dit wordt uitgedrukt in DALY: Disability-Adjusted Life Years. Het is een indicatie waarmee we uitdrukken hoeveel levensjaren er verloren gaan door ziekte en verminderde kwaliteit van leven die verband houden met de milieu-impact. Andere midpoint- en endpointresultaten zijn weergegeven in Bijlage C.

In deze studie onderzoeken we twee gebruiksscenario's, zoals weergegeven in Tabel 1. De scenario's verschillen in hoe vaak bepaalde processen, zoals de productie van een herbruikbare partusset of de sterilisatie, moeten plaatsvinden. Ten eerste nemen we een worstcasescenario voor de herbruikbare partusset mee, door aan te nemen dat deze slechts bij twee bevallingen wordt gebruikt. Voor de eenmalige partusset gaan we in deze vergelijking dus uit van twee keer productie, gebruik, en afvalverwerking. Ten tweede bekijken we hoe de twee alternatieven zich tot elkaar verhouden wanneer de herbruikbare partusset 500 keer mee zou gaan. Gezien het feit dat sommige herbruikbare partussets al vaker gebruikt zijn, is dit een conservatieve inschatting.

Tabel 1 - Overzicht onderzochte scenario's

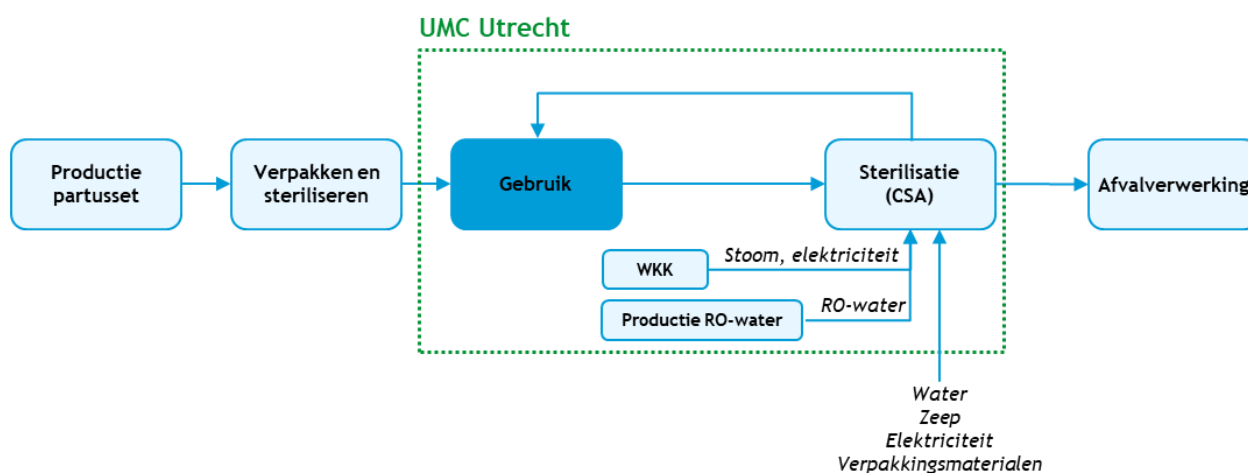
Scenario	Processen	Meegenomen aantal van processen	
		Herbruikbare partusset	Eenmalige partusset
2x hergebruik (2 bevallingen)	Productie ^a partusset	1x	2x
	Sterilisatie bij CSA	3x	Geen CSA
	Afvalverwerking verpakkingen	Geen verpakking	2x
	Afvalverwerking partusset	1x	2x
500x hergebruik (vijfhonderd bevallingen)	Productie ^a partusset	1x	500x
	Sterilisatie bij CSA	501x	geen CSA
	Afvalverwerking verpakkingen	501x	500x
	Afvalverwerking partusset	1x	500x

^a: Productie inclusief initiële sterilisatie en verpakken.

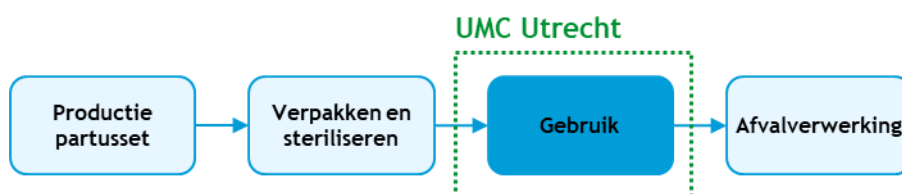
2.3 Systeemgrenzen

De onderzochte productsystemen voor de eenmalige en herbruikbare partussets zijn respectievelijk weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2. Voor alle weergegeven processen wordt de milieu-impact meegenomen. In deze schematische weergaves worden niet alle losse emissies of transportstappen getoond.

Figuur 1 - Levenscyclus herbruikbare partusset



Figuur 2 - Levenscyclus eenmalige partusset



De volgende processen worden meegenomen in de analyse:

- de grondstofwinning en het maken van het chirurgisch staal voor de partussets;
- de grondstofwinning en het maken van de plastics/papier voor de verpakkingen;
- het vervoeren van de partussets vanuit Pakistan naar Nederland;
- de grondstofwinning, productie en gebruik van elektriciteit, water, zeep, RO-water en stoom bij het CSA-proces;
- de afvalverwerking van de instrumenten in de partussets;
- de afvalverwerking van de verpakkingen;
- het zuiveren van het afvalwater uit het CSA-proces.

Bij de systemen zijn de volgende aannames en overige opmerkingen van belang:

- De grondstofwinning en het maken van het chirurgisch staal voor de partussets is gebaseerd op gemiddelde mondiale productiedata, en is dus niet specifiek voor Pakistan (waar de instrumenten vandaan komen). Het feit dat de instrumenten uit Pakistan komen is alleen meegenomen in het transport.
- De productie van de medische instrumenten uit chirurgisch staal is benaderd op basis van gemiddelde metaalbewerkingprocessen. Hoewel er verschillen bestaan in het gebruikte staal bij herbruikbare en eenmalige instrumenten, is er onvoldoende (achtergrond)informatie beschikbaar om dit exact te modelleren. In Paragraaf 3.2 gaan we hier dieper op in.
- Er is aangenomen dat de instrumenten (incl. verpakkingen) geproduceerd worden in Pakistan en vervoerd moeten worden naar Utrecht. Er is uitgegaan van 11.358 km transport over zee (6.133 zeemijl, en route via het Suezkanaal naar Rotterdam) en 100 km wegtransport.
- De herbruikbare partusset wordt ook aangeleverd bij UMC Utrecht in verpakking. Echter weten we door ervaring dat zo'n soort verpakking een minimaal effect heeft op de resultaten. Voor versimpeling van de analyse is deze niet meegenomen.
- Voor de elektriciteit die niet intern bij UMC Utrecht is geproduceerd wordt de gemiddelde Nederlandse stroommix² gebruikt.
- De herbruikbare set wordt voor ieder gebruik (dus ook de eerste keer) gesteriliseerd in de CSA van het UMC Utrecht. Er wordt ná schoonmaken en sterilisatie bij de CSA beoordeeld of een herbruikbare set nog een keer gebruikt kan worden. In werkelijkheid wordt dit net voor sterilisatie gedaan, echter is voor de versimpeling van de analyse het volledige CSA-proces meegenomen.
- De productie van kapitaalgoederen, zoals de machines op de CSA of stoomturbines bij de wkk, is buiten beschouwing gelaten. Deze hebben doorgaans een zeer kleine bijdrage aan grootschalige processen.
- Transport van het UMC Utrecht richting de afvalverwerker is niet meegenomen.
- Metalen verbranden niet, maar eindigen in de bodemas van afvalverbrandingsinstallaties. Vervolgens kunnen ze uit deze bodemas worden gefilterd. Het is onduidelijk in hoeverre dit bij de verwerking van de partusset gebeurt. In deze analyse wordt aangenomen dat 96% van de metalen in de instrumenten wordt teruggewonnen (CE Delft, 2019) en kan worden ingezet als ruwijzer. Er is aangenomen dat er geen CO₂-emissies plaatsvinden. Dit is een optimistische inschatting van de afvalverwerking, aangezien er in werkelijkheid wel emissies kunnen plaatsvinden en er mogelijk minder ruwijzer wordt teruggewonnen. Deze aanpak (die in het voordeel werkt van de eenmalige partusset) is gekozen om de eventuele milieuvoordelen van de herbruikbare set conservatief in te schatten.

² Hoewel er Garanties van Oorsprong (GvO's voor hernieuwbare elektriciteit worden ingekocht, is het niet eenduidig dat de ingekochte elektriciteit daarmee vrij van milieu-impact mag worden beschouwd. Dit wordt nader toegelicht in Bijlage A.

2.4 Dataverzameling en modellering

De voorgronddata over de productie en het gebruik van de partussets is aangeleverd door het UMC Utrecht. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de gewichten en materialen van de losse instrumenten en verpakkingen, de details van het CSA-proces en de energieproductie in de warmtekrachtcentrale. Deze gegevens zijn aangevuld met achtergronddata uit publieke LCA-databases zoals Ecoinvent (Wernet et al., 2016) en eerdere studies van CE Delft.

De modellen zijn opgebouwd in de SimaPro LCA-software (9.1). De resultaten zijn berekend aan de hand van de ReCiPe 2016-methode (v1.04).

De volledige details van de inventarisatie en modellering zijn te vinden in Bijlage B.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyse gepresenteerd. Dit gebeurt voor de klimaatimpact van het gebruik van de herbruikbare en de eenmalige partusset.

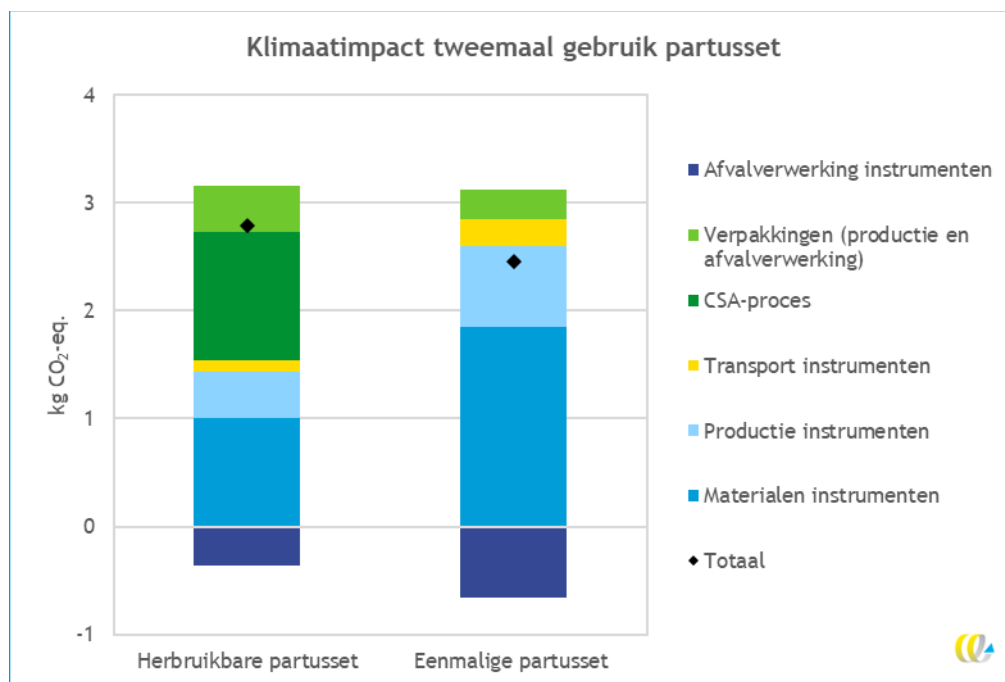
3.1 Klimaatimpact

3.1.1 Tweemaal gebruik

Bij het scenario ‘tweemaal gebruik’ wordt het CSA-proces 3x meegenomen bij de herbruikbare partusset; na levering, na de eerste bevalling en na de tweede bevalling. Voor de eenmalige partusset zijn twee sets nodig (zie Tabel 1). In Figuur 3 zijn de resultaten weergegeven.

De herbruikbare partusset heeft een lagere klimaatimpact dan de eenmalige partusset. Het verschil in de klimaatimpact voor twee bevallingen bedraagt 0,331 kg CO₂-eq. Dit betekent dat de herbruikbare partusset na de eerste keer reiniging, sterilisatie en gebruik milieukundig slechter is dan de eenmalige partusset. Echter is het verschil klein. Het omslagpunt waarbij de herbruikbare set beter is ligt bij drie keer gebruik.

Figuur 3 - Totale klimaatimpact van de partusset bij twee bevallingen



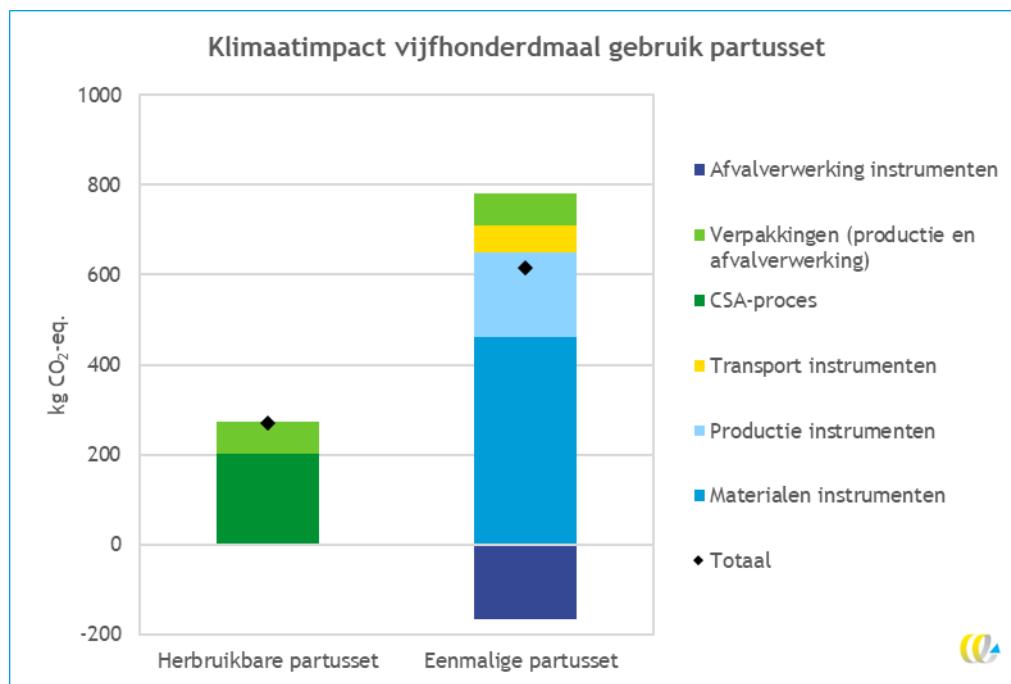
3.1.2 Vijfhonderd keer gebruik

Bij het scenario ‘vijfhonderdmaal hergebruik’ wordt het CSA-proces 501x meegenomen bij de herbruikbare partusset. Voor de eenmalige partusset wordt 500x een nieuwe aangeschaft (zie Tabel 1). In Figuur 4 zijn de resultaten weergegeven.

Ook ditmaal is te zien dat de herbruikbare partusset een veel lagere klimaatimpact heeft dan de eenmalige partusset. Hoewel de impact van het CSA-proces bij de herbruikbare set groter wordt (door het grotere aantal keer steriliseren), worden de productie, het transport en de afvalverwerking veel kleiner. Deze processen hoeven immers maar één keer plaats te vinden bij een herbruikbare set. Wanneer eenmalige sets gebruikt worden moeten deze processen wel steeds opnieuw plaatsvinden. De klimaatimpact van het CSA-proces blijkt lager dan de impact van deze productie-, transport- en afvalverwerkingsstappen.

Het verschil in de klimaatimpact bedraagt 343 kg CO₂-eq. We kunnen er op basis van de data van UMC Utrecht van uitgaan dat de herbruikbare partusset 500x meegaat. In dit geval zorgt de herbruikbare partusset dus voor 2,3x minder klimaatimpact dan de eenmalige variant.

Figuur 4 - Totale klimaatimpact vijfhonderdmaal gebruik van de partusset

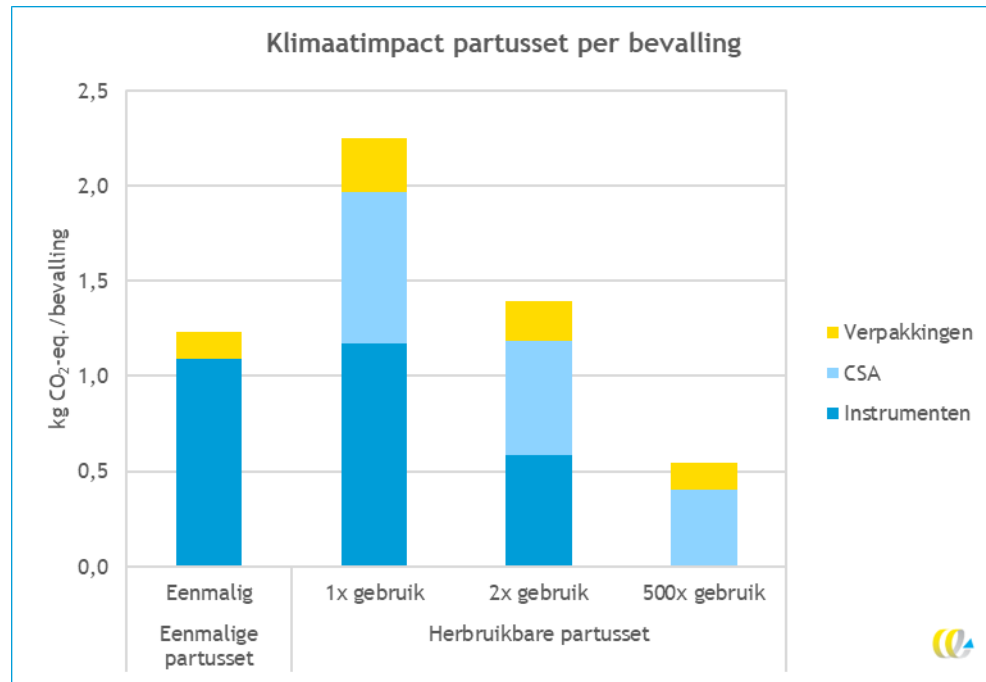


3.1.3 Break-even-punt klimaatimpact

In Figuur 5 wordt de klimaatimpact uitgedrukt per bevalling (terwijl Figuur 3 en Figuur 4 de totale klimaatimpact van 2 of 500 bevallingen weergaven). Zoals weergegeven in Figuur 5 wordt de klimaatimpact van een bevalling lager wanneer er vaker gebruik wordt gemaakt van een herbruikbare partusset. De klimaatimpact van een bevalling met behulp van een eenmalige partusset is 1,23 kg CO₂-eq. De klimaatimpact voor een bevalling met een herbruikbare partusset die bij 500 bevallingen is gebruikt is 0,54 kg CO₂-eq.

Vanaf het derde gebruik is de herbruikbare partusset al duurzamer. Het break-even-punt ligt dus ergens tussen het tweede en het derde gebruik. Het is dus in praktisch alle gevallen voor het klimaat beter om te kiezen voor de herbruikbare partusset dan voor de eenmalige partusset.

Figuur 5 - Klimaatimpact van de partusset per bevalling



3.2 Gevoeligheidsanalyses

Er zijn een tweetal onderdelen van de analyse onzeker: de impact van de productie van de partussets en de impact van het CSA-proces.

3.2.1 Hogere impact productie

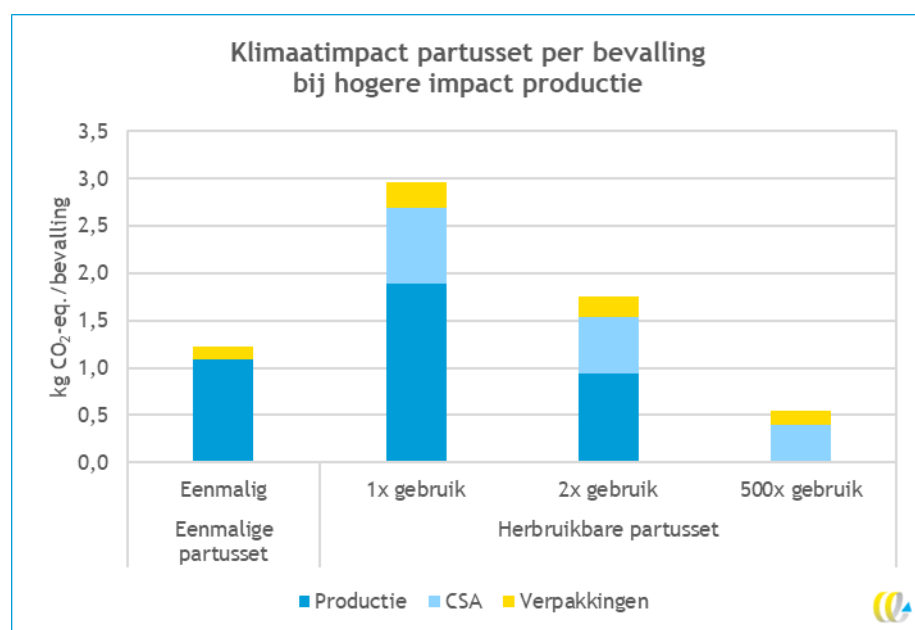
In de Ecoinvent-database is geen specifiek proces voor de klimaatimpact van verschillende kwaliteiten chirurgisch staal. De herbruikbare partusset is vervaardigd van een hogere kwaliteit staal dan die van de eenmalige set. Hoewel er verschil is in dit gebruikte staal, is er onvoldoende (achtergrond)informatie beschikbaar om dit exact te modelleren.

Daarnaast is er ook geen specifiek proces voor de klimaatimpact van het produceren van medische instrumenten voor chirurgisch staal. Daarom is de productie van de medische instrumenten uit chirurgisch staal benaderd op basis van gemiddelde metaalbewerkingsprocessen.

Om deze onzekerheid in de analyse mee te nemen en daarmee te kijken hoe een grote rol deze onzekerheid speelt in de resultaten, doen we een gevoeligheidsanalyse. We nemen aan de impact van de productie van de herbruikbare set 1,5x zo hoog is als in de basis-analyse.

Zoals te zien is in Figuur 6 zorgt dit scenario ervoor dat de herbruikbare partusset bij één en tweemaalig gebruik hoger uitkomt dan de eenmalige partusset. Na vier keer gebruik is de impact van de herbruikbare partusset echter lager: 1,15 kg CO₂-eq. ten opzichte van 1,23 kg CO₂-eq. van de eenmalige partusset. We kunnen hieruit concluderen dat de invloed van de productie van de instrumenten minimaal is op de resultaten van de analyse.

Figuur 6 - Klimaatimpact gevoeligheidsanalyse 50% hogere impact van de productie van de herbruikbare partusset

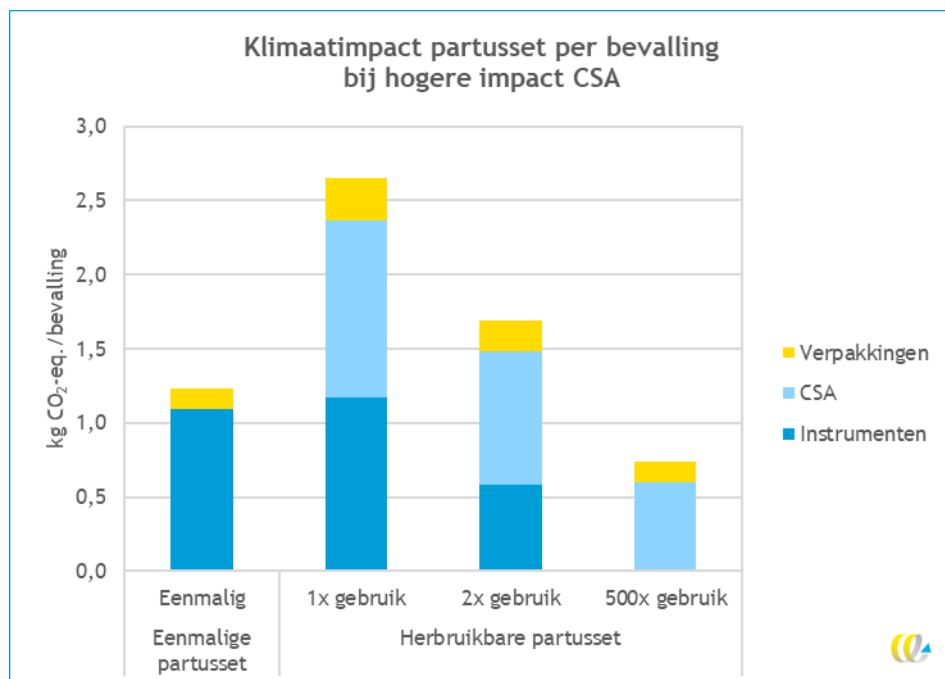


3.2.2 Hogere impact CSA

In de Ecoinvent-database is geen specifiek proces voor de klimaatimpact van een CSA-proces. Daarnaast is er weinig (wetenschappelijke) literatuur als referentie voor deze analyse. De resultaten van dit onderdeel van de analyse worden hierdoor meer onzeker.

Om deze onzekerheid in de analyse mee te nemen en daarmee te kijken hoe een grote rol deze onzekerheid speelt in de resultaten, doen we een gevoeligheidsanalyse op dit specifieke onderdeel in het proces. We nemen aan de impact van de CSA voor de herbruikbare set 1,5x zo hoog is als in de basisanalyse.

Figuur 7 - Klimaatimpact gevoeligheidsanalyse 50% hogere impact van de CSA van de herbruikbare partusset



Zoals te zien is in Figuur 7 is de herbruikbare set bij twee keer gebruik nog steeds slechter dan de eenmalige variant. Na vier keer gebruik is deze echter beter voor het klimaat. De klimaatimpact van de herbruikbare variant is dan 1,21 kg CO₂-eq., dat van de eenmalige variant 1,23 kg CO₂-eq. Bij 500x gebruik komt de klimaatimpact op 0,74 kg CO₂-eq. Dit is 0,49 kg CO₂-eq. minder dan een bevalling met de eenmalige partusset. Deze analyse zorgt dus niet voor een andere conclusie.

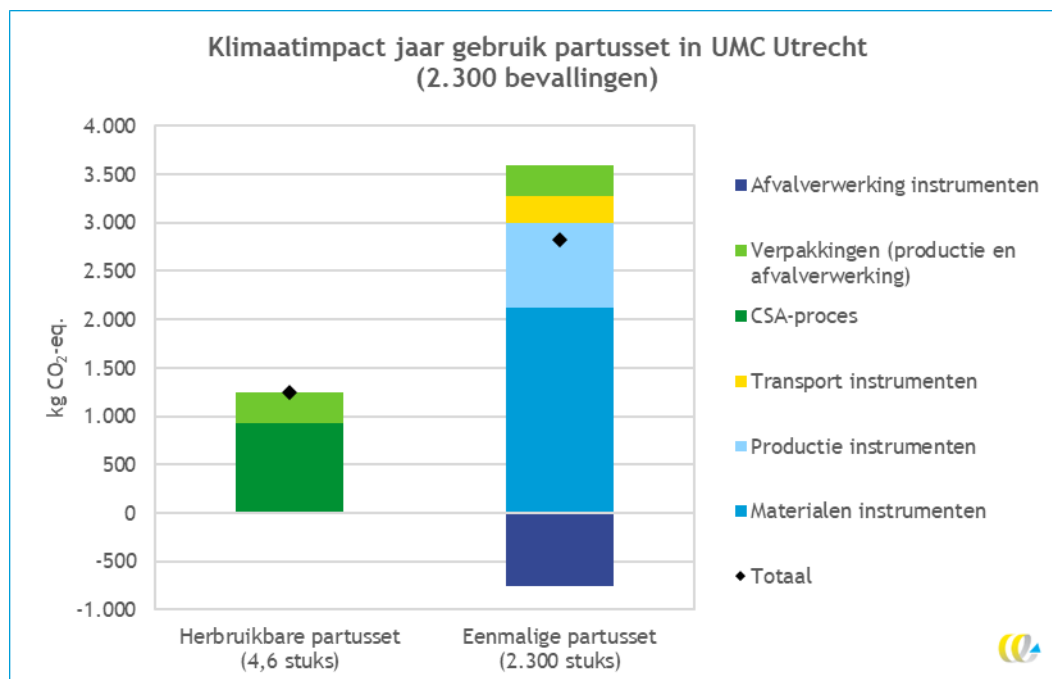
3.3 Impact van de partusset in UMC Utrecht

Per 500 bevallingen wordt er ongeveer één partusset gebruikt. Daarnaast vinden er circa 2.300 bevallingen per jaar plaats in het UMC Utrecht. Op basis hiervan is berekend wat de impact is wanneer er voor één van de sets wordt gekozen. In Figuur 8 is hiervan het resultaat te zien.

Voor 2.300 bevallingen zijn 4,6 herbruikbare partussets nodig. De totale impact van productie, reinigen, steriliseren en de verpakkingen is ongeveer 1.250 kg CO₂-eq. per jaar. Wanneer de 2.300 bevallingen worden uitgevoerd met een eenmalige partusset is de totale klimaatimpact 2.828 kg CO₂-eq. per jaar. Kiezen voor de herbruikbare partusset in plaats van de eenmalige set levert een besparing op van 1.580 kg CO₂-eq. per jaar.

Wat in deze figuur niet duidelijk naar voren komt is dat de klimaatimpact wel op een ander punt in de keten ligt. We maken hierin een onderscheid tussen Scope 1-, Scope 2- en Scope 3-emissies. Een korte uitleg vindt u in Box 1. De klimaatimpact van de eenmalige variant zit voornamelijk in de grondstofwinning en productie van de instrumenten. Dit vindt niet bij UMC Utrecht plaats, maar in Pakistan. Hier ervaart men daarom ook de gevolgen van de productie van de instrumenten. De herbruikbare variant zorgt direct voor een hoger elektriciteit-, gas- en waterverbruik bij UMC Utrecht. Dit zal direct zichtbaar zijn op de eindafrekening en is daarom merkbaar in de directe klimaatimpact van het ziekenhuis.

Figuur 8 - Klimaatimpact per jaar voor de keuze van een van de partussets



Naast de klimaatimpact is, zijn de resultaten ook nog berekend op andere impact-categorieën. Deze zijn in tabellen opgenomen in Bijlage C. Eén hiervan is het aantal verloren levensjaren door ziekte en verminderde kwaliteit van leven die het gevolg zijn van de productie van de partussets. Deze wordt uitgedrukt in DALY.

Per jaar gebruik van de herbruikbare partusset door UMC Utrecht gaan er 0,002 DALYs verloren. Wanneer met kiest voor de eenmalige partusset gaan er 0,022 DALYs verloren. Gebruik van de eenmalige partusset heeft dus een tien keer zo hoge geschatte impact op menselijke gezondheid dan gebruik van de herbruikbare set.

Box 1 - Indeling van emissies/milieu-impacts naar activiteiten: scopes

In LCA-methodieken die zich toespitsen op organisaties zoals het Greenhouse Gas (GHG) Protocol worden emissies (en dus milieu-impacts) vaak ingedeeld volgens verschillende *scopes* (WRI & WBCSD, 2004).

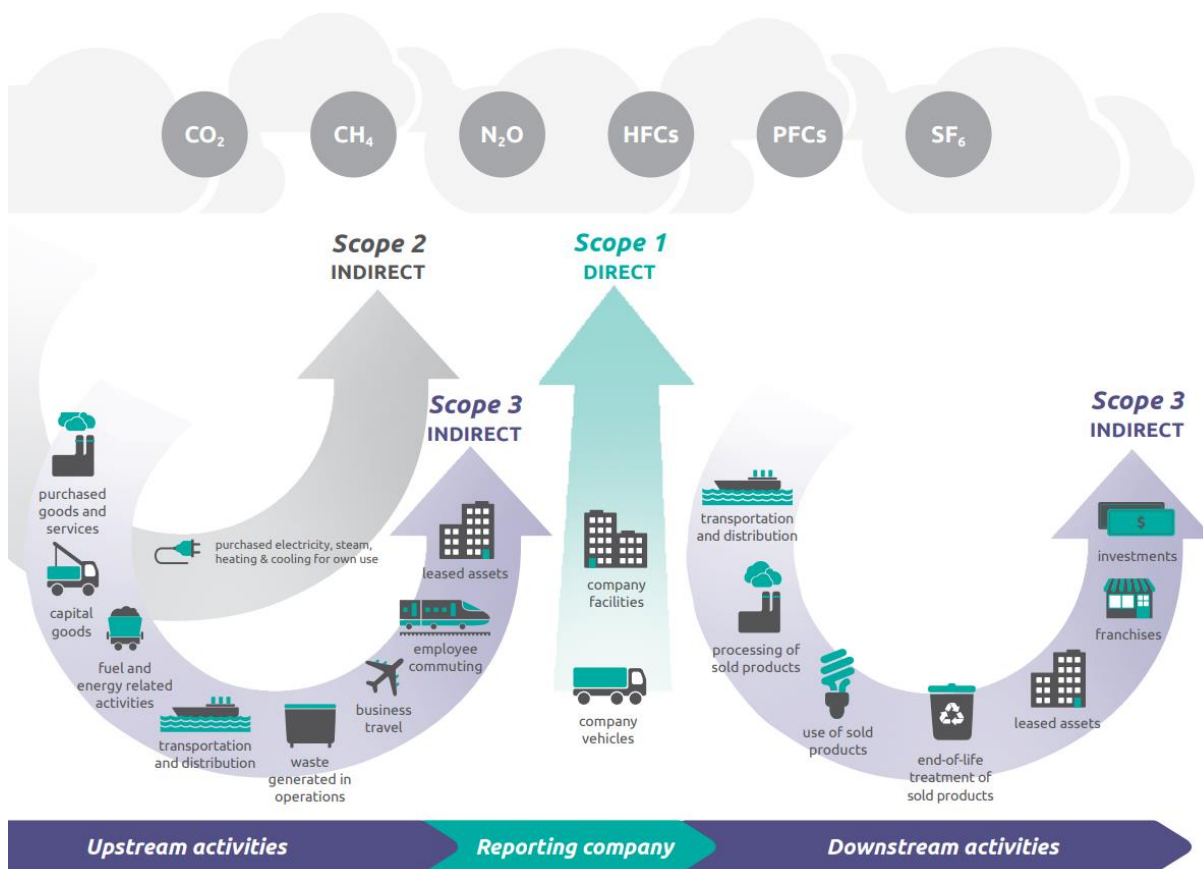
Deze scopes zijn geïllustreerd in Figuur 9 en zijn gedefinieerd als:

Scope 1: Directe emissies van de rapporterende organisatie. Bijv. emissies uit eigen installaties (zoals aardgasketels) of emissies van het gebruik van eigen voertuigen.

Scope 2: (Indirecte) emissies behorend bij de ingekochte elektriciteit, stoom, warmte of koeling voor de eigen installaties.

Scope 3: (Indirecte) emissies van *upstream*- en *downstream*activiteiten. Hieronder vallen bijv. de impacts van ingekochte goederen, transport en distributie, zakenreizen, woon-werkverkeer, de gebruiksfase van producten, afdanking en afvalverwerking.

Figuur 9 - Illustratie van Scope 1, 2 en 3



Bron: (WRI & WBCSD, 2011).

4 Conclusie en discussie

We concluderen dat de herbruikbare partusset beter is voor het klimaat (CO₂-eq.) en het aantal verloren gezonde levensjaren (DALY). De reden dat de klimaatimpact van de eenmalige variant hoger is, is de grotere hoeveelheid instrumenten die moeten worden geproduceerd. De impact van de CSA bij herbruikbare sets is kleiner dan het opnieuw produceren, transporteren en verwerken van een nieuwe eenmalige set.

Hoe vaker de herbruikbare partusset wordt gebruikt, hoe lager de klimaatimpact wordt van een bevalling. Als het aantal keer hergebruik heel hoog wordt, wordt de impact van de productie en afvalverwerking in verhouding steeds kleiner waardoor alleen de impact van de CSA over blijft.

Alleen in het geval dat de herbruikbare partusset minder dan drie keer wordt hergebruikt, is de eenmalige variant voor zowel de CO₂-eq. impact als de DALYs beter. Echter blijkt uit de cijfers dat de herbruikbare sets bij UMC Utrecht nu gemiddeld al 500x meegaan, en nog niet zijn weggegooid. Minder dan drie keer gebruik van de herbruikbare partusset is daarom geen realistisch scenario.

Wellicht wordt de impact van de productie of de reiniging en sterilisatie van de herbruikbare set in deze analyse te laag ingeschat. Zelfs als de impact van deze twee processen 50% hoger is, blijft de bovenstaande conclusie echter hetzelfde.

Met de keuze voor de herbruikbare partusset in plaats van de eenmalige variant kan het UMC Utrecht de uitstoot van 1.580 kg CO₂-eq. per jaar voorkomen.

4.1 Discussie

Voor het maken van dit model zijn wel een aantal versimpelingen gebruikt. Zo is een algemeen proces gebruikt voor de productie van de metalen instrumenten, en was deze niet specifiek voor Pakistan. Toch ligt de conclusie van dit onderzoek in lijn met het onderzoek van (Donahue et al., 2020). Zij analyseerden een herbruikbaar metalenspeculum en een wegwerp plasticspeculum. De conclusie van de analyse was dat bij 100x gebruik van het herbruikbare speculum in plaats van het plastic wegwerpspeculum, de klimaatimpact 75% lager lag (Donahue et al., 2020).

5 Literatuur

- CE Delft, 2016. Factsheet: Ontwikkeling prijzen garanties van oorsprong. Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2018. Impactanalyse MVI UMC Utrecht. Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2019. Footprint duurzame bedrijfsvoering Rijk. Delft, CE Delft.
- Donahue, Hilton, Bell, Williams & Keoleian, 2020. A Comparative Carbon Footprint Analysis of Disposable and Reusable Vaginal. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 223, 225.e221-225.e227.
- ECN, 2017. Eindadvies basisbedragen SDE+ 2018. Onrendabele-top-model (OT-model). . Petten, ECN.
- ISO, 2006a. 14040 - Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework. Geneva, International Organization for Standardization (ISO).
- ISO, 2006b. 14044 - Environmental Management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines. Geneva, International Organization for Standardization.
- van Straten, Dankelman, van der Eijk & Horeman, 2021. A Circular Healthcare Economy; a feasibility study to reduce surgical stainless steel waste. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 169-175.
- Wernet, Bauer, Steubing, Reinhard, Moreno-Ruiz & Weidema, 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 1218-1230.
- WRI & WBCSD, 2004. The Greenhouse Gas Protocol : A Corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition. Washington DC : Geneva, World Resources Institute (WRI) ; World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- WRI & WBCSD, 2011. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard : Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute (WRI) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- Zavin, 2017. CO2-Footprint 2016. Dordrecht, Zavin C.V.



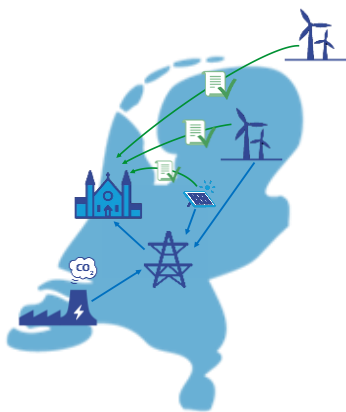
A Toelichting groene stroom

Bij het inkopen van groene stroom door middel van Garanties van Oorsprong, is het niet eenduidig of de CO₂-footprint van deze elektriciteit op 0 (g CO₂-eq./kWh) gezet mag worden. In deze bijlage wordt de achtergrond hiervan verder toegelicht. Deze tekst is overgenomen uit CE Delft (CE Delft, 2019).

A.1 Groene stroom en Garanties van Oorsprong (GvO)

In Figuur 10 is op vereenvoudigde en schematische wijze weergegeven hoe de inkoop van groene stroom van de Rijksoverheid is vormgegeven.

Figuur 10 - Inkoop groene stroom door de Rijksoverheid



De levering van de elektriciteit zelf (de fysieke levering) wordt weergegeven via de blauwe lijnen. De 'fysieke' elektriciteit is voor het grootste deel afkomstig van regelbare centrales die fossiele brandstoffen verstoffen, wat CO₂-emissies tot gevolg heeft. Omdat de Rijksoverheid groene stroom gebruikt, is er naast de levering van stroom ook overdracht van Garanties van Oorsprong (GvO's) voor hernieuwbare elektriciteit, de groene lijnen in de figuur. Bij de fysieke levering van elektriciteit wordt namelijk geen onderscheid gemaakt tussen elektriciteit uit verschillende bronnen. De GvO is een bewijs dat er een bepaalde hoeveelheid (hernieuwbare) elektriciteit is geproduceerd. Bij de productie van hernieuwbare elektriciteit wordt voor elk geproduceerd megawattuur (MWh) een GvO aange-

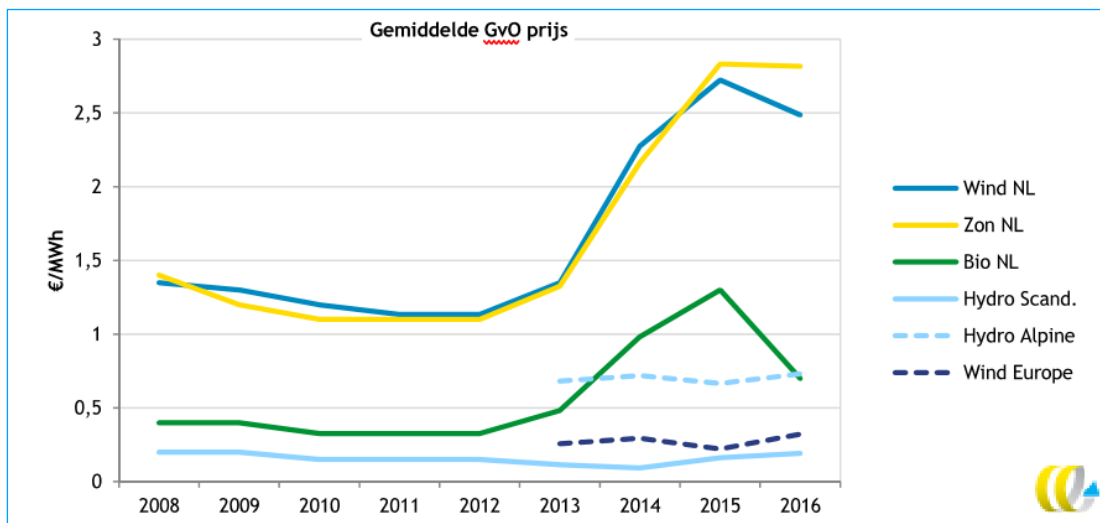
maakt. Op deze GvO staat onder andere de bron van elektriciteit op en het land van herkomst.

GvO's kunnen in een groot aantal landen worden uitgegeven aan de producent van de hernieuwbare elektriciteit. De GvO's kunnen vervolgens los van de elektriciteit verkocht worden aan derden, in dit geval de Rijksoverheid. De Rijksoverheid heeft voor de inkoop van elektriciteit en de afname van GvO's meerjarige contracten afgesloten met Nuon, Eneco, Engie en Greenchoice. Voor de inkoop van de GvO's geldt dat 57% van de GvO's afkomstig is van wind- en zonne-energie uit Nederland en dat de overige 43% uit het buitenland komen.

De prijs die betaald wordt voor de GvO, en het aantal jaar dat de afname van de GvO's gegarandeerd is, is vaak een bilaterale afspraak tussen marktpartijen.

Nederlandse GvO's zijn relatief populair en schaars. Daarom is de marktwaarde van Nederlandse GvO's hoger dan van buitenlandse GvO's. Een GvO van Nederlandse windstroom kostte in 2016 ± 2,50 €/MWh (zie Figuur 11), terwijl de prijs van buitenlandse GvO's ca. 0,25 €/MWh was.

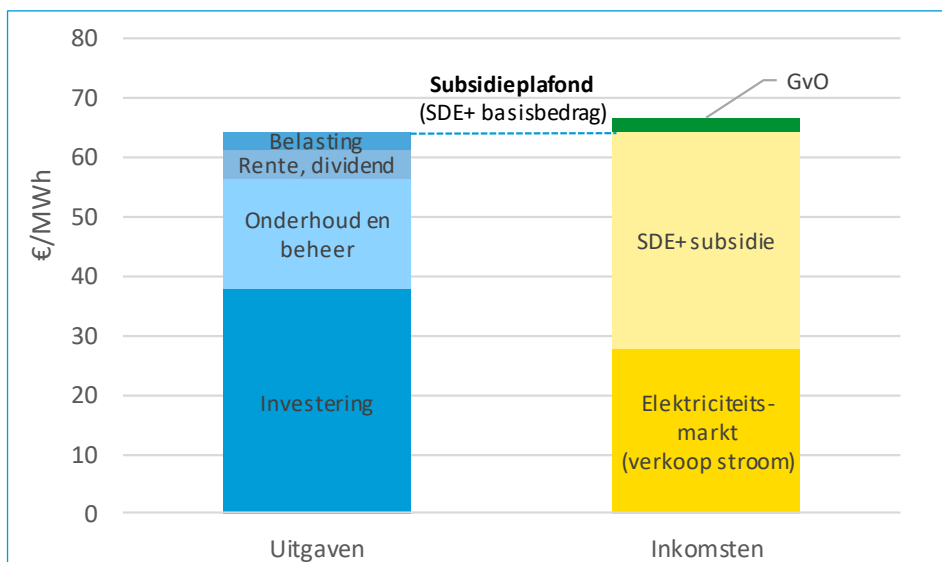
Figuur 11 - Gemiddelde GvO-prijs



Bron: (CE Delft, 2016).

Het is interessant om de waarde van de GvO te zien in het bredere perspectief van de marktwaarde van elektriciteit en de kostprijs van hernieuwbare energie. Dit, omdat soms de suggestie wordt gewekt dat het kopen van groene stroom sterk bijdraagt aan meer wind en zon. Om dit nader te duiden is in Figuur 12 de businesscase van wind op land weergegeven en is de waarde van de GvO ook weergegeven. Onder de figuur wordt dit verder toegelicht.

Figuur 12 - Businesscase wind op land, nieuw vermogen anno 2018. Inkomsten onderscheiden naar markt, SDE+-subsidie en garanties van oorsprong



Bron: Berekeningen CE Delft op basis van ECN, (2017).

Windenergie op land kost ongeveer € 65 per MWh, als de totale productiekosten over een termijn van vijftien jaar genomen worden en het financieel rendement voor de investeerder 15% bedraagt. Dit is hoger dan de waarde van elektriciteit op de elektriciteitsmarkt, deze is ca. € 30 per MWh. Er is dus een flink ‘gat’ tussen de waarde en de kosten, dit gat heet ook wel de ‘onrendabele top’.

De SDE+-subsidiereregeling is bedoeld om investeringen in hernieuwbare energie aan te wakkeren door deze onrendabele top af te dekken. De SDE+-subsidie wordt bekostigd uit middelen die weer gedekt worden door de Opslag Duurzame Energie op de energierekening van, voor het merendeel, kleinverbruikers (huishoudens en MKB-bedrijven).

In de figuur is duidelijk te zien dat de opbrengsten van GvO's veel geringer zijn dan de SDE+-bijdrage (het gaat om ca. 5-10% van de SDE+-bijdrage). De inkomsten uit GvO's zijn dus lang genoeg niet om de onrendabele top van wind op land te dekken. Dit geldt ook voor andere bronnen van hernieuwbare elektriciteit zoals biomassa en zonnestroom.

De SDE+-bijdrage dekt in principe de volledige onrendabele top. Dankzij de SDE+ kan een projectontwikkelaar een rendabele investering doen in hernieuwbare energieopwekking en een gunstige, positieve businesscase realiseren. De opbrengsten uit GvO's komen hier nog weer bovenop, en maken de businesscase sterker. Dit helpt de projectontwikkelaar om eventuele project- en marktrisico's, zoals zeer lage prijzen op de elektriciteitsmarkt, beter af te dekken of om makkelijker externe financiering aan te trekken.

A.2 Toerekeningsvraagstuk

In de voorgaande paragraaf is de context rondom groene stroom geschetst, en is aangegeven hoe de financiering van hernieuwbare elektriciteit eruitziet. Er is geconstateerd dat de GvO niet het instrument is waarmee de hernieuwbare energie tot stand komt. De GvO kan wel op gebruikt worden om hernieuwbare elektriciteit, en de CO₂-emissie-reductie daarvan, toe te rekenen.

Hier schetsen we de twee belangrijkste allocatiemethoden om CO₂-besparing toe te rekenen aan partijen. De twee belangrijkste, en meest relevante allocatiemethoden zijn ‘economische allocatie’ en ‘allocatie op basis van het eigendom van GvO's’. Tevens geven we de toepasbaarheid voor de Rijksoverheid voor het doelbereik weer.

Economische allocatie

Bij economische allocatie komt het erop neer dat degene die betaalt voor de CO₂-reductie deze ook aan zich mag toerekenen (of naar rato indien er meerdere financieringsbronnen zijn).

Het deel dat de Rijksoverheid per kWh (indirect) betaalt aan hernieuwbare elektriciteit bestaat dus uit de prijs van de GvO's en de ODE-heffing. Het is niet bekend wat de Rijksoverheid per afgenomen GvO betaalt, maar we gaan hier uit van € 2,50/MWh. De ODE-heffing voor het zakelijke gebruik was in 2016 ook +/- € 2/MWh (tarief voor aansluitingen met een verbruik tussen 50 MWh en 10.000 MWh)³. De totale bijdrage aan de hernieuwbare elektriciteit is dus ongeveer € 4,50/MWh. Zoals uit Figuur 12 blijkt is de onrendabele top (ORT) voor wind op land ca. € 40/MWh.

³ Dit tarief was in 2017 € 3/MWh en in 2018 wordt dit bijna € 5/MWh).



De financiële bijdrage van de Rijksoverheid komt hiermee op ruim 10% van de totale onrendabele top. Op basis van economische allocatie mag de Rijksoverheid (bij prijzen zoals hier gehanteerd) dus ongeveer 10% van de CO₂-reductie aan zich toerekenen.

Allocatie op basis van eigendom van GvO's

Een tweede veelgebruikte methode is de allocatie op basis van eigendom van GvO's. Dit staat beschreven in een aantal protocollen voor het monitoren van CO₂-uitstoot. Degene die de GvO's koopt en afboekt mag de CO₂-reductie toerekenen, maar er zijn soms wel eisen aan het soort GvO's en aan hoe er wordt gerapporteerd. We behandelen kort de in Nederland meest gebruikte: Greenhouse Gas Protocol en de CO₂-prestatieladder.

Greenhouse Gas Protocol

Het protocol staat twee methoden toe; location en market-based. Als de location-based-methode wordt gebruikt mogen GvO's niet toegerekend worden aan de koper. Als de market-based-methode gebruikt wordt, dan mogen de GvO's wel worden gebruikt om CO₂-reductie toe te rekenen, maar het is dan wel voorgeschreven om ook de CO₂-emissies te laten zien als je geen GvO's zou hebben, dit is het zogenaamde dubbele reporting. Je maakt dus inzichtelijk wat enerzijds de emissies van elektriciteit zijn indien er *geen* 0-emissie (0-g/kWh) geldt voor elektriciteit uit groene stroom, en anderzijds wat de totale emissie is bij het gebruik van een 0 g/kWh.



CO₂-prestatieladder

Conform de CO₂-prestatieladder mag groene stroom tellen als stroom met een emissie van 0 g/kWh als deze afkomstig is uit Nederland. Als de groene stroom afkomstig is uit biomassa zijn daarnaast aanvullende bewijzen noodzakelijk, en kan niet met 0 g/kWh worden gewerkt.



B Inventarisatie

Dit hoofdstuk is een overzicht van onderdelen binnen de analyse, de hoeveelheden die we gemodelleerd hebben, de gebruikte dataset en (eventueel) achtergrondinformatie. Het meeste van deze informatie is rechtstreeks van het UMC Utrecht afkomstig.

B.1 Achtergrondprocessen ziekenhuis

Tabel 2 - Productie 1 liter stoom voor CSA

Onderdeel	Hoeveelheid per liter stoom	Dataset	Achtergrondinformatie
Stoomproductie stoomketels	$2,22 \cdot 10^{-5}$ Nm ³ aardgas	Natural gas, high pressure {NL} market for Cut-off, U	Er wordt 0,113 Nm ³ gas verbruikt per kg stoom. Het volume in liters van 1 kg stoom is 1694 liter (bij 1 bar, 99,6 °C). Daarnaast komt 33,2% van het stoom van de stoomketels. Deze emissies zijn voor de productie van het aardgas.
Stoomproductie warmtekrachtkoppeling-systeem	$4,98 \cdot 10^{-5}$ Nm ³ aardgas	Natural gas, high pressure {NL} market for Cut-off, U	Er wordt 0,124 Nm ³ gas verbruikt per kg stoom. Het volume in liters van 1 kg stoom is 1694 (bij 1 bar, 99,6 °C). Daarnaast komt 66,8% van de stoom van het krachtkoppeling-systeem. Deze emissies zijn voor de productie van het aardgas.
Verbrandingsemissies aardgas	0,000127 kg CO ₂	Carbon dioxide	Naast de productie van het aardgas, komen er ook emissies vrij bij de verbranding. Dit is 56,5 kg CO ₂ per GJ. In totaal is het gasverbruik per liter stoom $7,1 \cdot 10^{-5}$ Nm ³ .

Tabel 3 - Productie 1 liter RO-water bij het UMC Utrecht

Onderdeel	Hoeveelheid per liter RO-water	Dataset
Water	1 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U
Elektriciteit	0,0063 kWh	Opwekking stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop); zie Tabel 4

Tabel 4 - Opwekking 1 kWh stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop)

Onderdeel	Hoeveelheid per geproduceerde kWh	Dataset	Achtergrondinformatie
Opwekking stroom UMC Utrecht wkk	0,158 CO ₂	Carbon dioxide	Voor de productie van 1 kWh wordt 0,245 kg CO ₂ uitgestoten (berekening UMC Utrecht). Daarnaast komt 64,4% van de elektriciteit uit de wkk.
Ingekochte stroom UMC Utrecht	0,356 kWh	Gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix	35,6% van de gebruikte stroom wordt ingekocht. Hiervoor worden GvO's ingekocht.

B.2 Productie instrumenten en verpakking

B.2.1 Herbruikbare partusset

Tabel 5 - Materialen instrumenten

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset
Schaar, chirurgisch staal	70 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U
3x kocher, chirurgisch staal	3x 30 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U
Epischaar, chirurgisch staal	66 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U

B.2.2 Eenmalige partusset

Tabel 6 - Materialen instrumenten

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Schaar, chirurgisch staal	65 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U	
3x kocher, chirurgisch staal	3x 42 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U	
Epischaar ⁴ , chirurgisch staal	14,2 gram	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U	Epischaar is 71 gram, wordt in 20% van de bevallingen gebruikt. Deze is beschikbaar in een losse verpakking.

Tabel 7 - Materialen ondersteunende onderdelen

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Plastic bakje, PP	21 gram	Polypropylene, granulate {GLO} market for Cut-off, U	
Inpakverpakking, LDPE en papier	10,6 gram LDPE, 14,4 gram papier	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Cut-off, U Tissue paper {GLO} market for Cut-off, U	Een verpakking van 1m ² bestaat voor 17 gram uit PE en 23 gram uit papier. De inpakverpakking voor deze set is 25 gram.
Omverpakking, LDPE	5 gram	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Cut-off, U	Plasticsoort onbekend, aanname dat het om LDPE gaat.
Verpakking epischaar ⁴ , LDPE	1 gram	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for Cut-off, U	Plastic verpakking van 5 gram, wordt in 20% van de gevallen gebruikt. Plasticsoort onbekend, aanname dat het om LDPE gaat.

⁴ De epischaar wordt niet in alle gevallen gebruikt. Deze schaar is in een losse verpakking beschikbaar wanneer deze nodig is. De afdeling Gynaecologie schat in dat de epischaar in 20% van de bevallingen wordt gebruikt.



B.3 Transport

B.3.1 Herbruikbare partusset

Tabel 8 - Transport herbruikbare partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Transport Pakistan → Nederland	2566,9 kgkm	Bulk carrier (feeder), Well-to-Wheel (middelzwaar) - CE Generic Data	Afstand tussen Pakistan en Nederland is 11358 kilometer.
Transport binnen Nederland	22,6 kgkm	Vrachtwagen, zonder aanhanger 10-20 tonne, Diesel, vol heen/leeg terug of halve belading (belading aan te passen) - WTW EURO 5 - CE Generic Data	Afstand haven Rotterdam tot UMC Utrecht is 100 kilometer.

B.3.2 Eenmalige partusset

Tabel 9 - Transport eenmalige partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Transport Pakistan → Nederland	2921,3 kgkm	Bulk carrier (feeder), Well-to-Wheel (middelzwaar) - CE Generic Data	Afstand tussen Pakistan en Nederland is 11358 kilometer.
Transport binnen Nederland	25,72 kgkm	Vrachtwagen, zonder aanhanger 10-20 tonne, Diesel, vol heen/leeg terug of halve belading (belading aan te passen) - WTW EURO 5 - CE Generic Data	Afstand haven Rotterdam tot UMC Utrecht is 100 kilometer.

B.4 Centrale sterilisatieproces

Alleen de herbruikbare partusset wordt bij de CSA (Centrale Sterilisatie Afdeling) gereinigd en gesteriliseerd. Het proces van steriliseren heeft de volgende stappen: voorspoelen, desinfecteren, samenstellen en steriliseren. Daarnaast moet de kar waarin de set worden vervoerd naar de afdeling Gynaecologie worden gereinigd.

Een 'charge' bestaat uit 48 complete partussets (één schaar, drie kochers en één epischaar).

Tabel 10 - Voorspoelen herbruikbare partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Voorreinen, water	0,25 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	Koud water
Voorreinen, elektriciteit	0.0104 kWh	Opwekking stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop) zie Tabel 4	Per charge van 48 partussets wordt er 0,5 kWh verbruikt



Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Weken, water	1,04 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	Per charge wordt er 50 liter water verbruikt
Weken, zeep	5,21 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Per charge wordt er 5 milliliter Neodisher Mediclean Forte gebruikt per liter water
Ultrasoon, water	1.67 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	Per halve charge wordt er 40 liter water verbruikt
Ultrasoon, RO-water	0,625 liter	Productie RO-water UMC Utrecht, zie Tabel 3	Per dag wordt er 600 liter water verbruikt. Er zijn ongeveer 40 cycli per dag met een halve charge.
Ultrasoon, zeep	6,25 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Per dag wordt er 600 liter water verbruikt. Per liter water wordt 10 ml Neodisher Mediclean Forte gebruikt. Er zijn ongeveer 40 cycli per dag met een halve charge.
Ultrasoon, stroom	0.0417 kWh	Opwekking stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop); zie Tabel 4.	Per cyclus en halve charge verbruikt de ultrasoon 1 kWh.

Tabel 11 - Desinfecteren herbruikbare partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Voorspoelen, water	1,67 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	40 liter koud water, halve charge.
Wassen, water	1,67 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	40 liter water, 50°C opgewarmd door WTS systeem, halve charge.
Wassen, zeep	8,33 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Per have charge wordt er 5 milliliter Neodisher Mediclean Forte gebruikt per liter water.
Tussenspoelen, water	1.67 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	40 liter koud water, halve charge .
Desinfectie, RO-water	1,67 liter	Productie RO-water UMC Utrecht, zie Tabel 3	40 liter RO-water, 90°C, per halve charge.
Desinfectie, zeep	1,67 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Per have charge wordt er 1 milliliter Neodisher Mediklar gebruikt per liter water.
Desinfectiemachine, elektriciteit	0,137 kWh	Opwekking stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop), zie Tabel 4.	3,3 kWh per volledige cyclus voor een halve charge.

Tabel 12 - Samenstellen sets

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Blauw doek	32 gram papier 8 gram PP	Kraft paper, bleached {GLO} market for Cut-off, U Textile, non-woven polypropylene {GLO} market for textile, non woven polypropylene Cut-off, U	Combinatie van papier en PP. Gewicht (40 gram) op basis van Klinion Serilisation (Vermeulen Medical, sd). Aanname dat dit doek voor 80% uit papier bestaat en voor 20% uit PP.
Wit papier	40 gram	Kraft paper, bleached {GLO} market for Cut-off, U	
Indicatietape	1 cm	Sealing tape, aluminum/PE, 50 mm wide {GLO} market for Cut-off, U	50 mm breed, lengte is een inschatting.

Tabel 13 - Steriliseren sets

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Onthard water	0,208 liter	Water, completely softened {RER} market for water, completely softened Cut-off, U	10 liter voor een charge
RO-water	0,375 liter	Productie RO-water UMC Utrecht, zie Tabel 3	18 liter voor een halve charge
Stoom	0,396 liter	Productie stoom UMC Utrecht, zie Tabel 2.	19 liter voor een charge
Elektriciteit	0,0167 kWh	Opwekking stroom UMC Utrecht (wkk + inkoop), zie Tabel 4.	0,8 kWh voor een charge

Tabel 14 - Reinigen karren

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Reinigen, water	0,3 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	200 liter water van 50°C, water wordt voor 70% hergebruikt in volgende reinigingsproces. Per kar worden er 200 partussets vervoerd.
Reinigen, zeep	5 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Er wordt 5 mm Neodisher Mediclean Forte gebruikt per liter water. Per kar worden er 200 partussets vervoerd.
Tussenspoeling, water	0,3 liter	Tap water {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U	200 liter water, wordt water (140 liter) van vorige desinfectieproces gebruikt. Per kar worden er 200 partussets vervoerd.
Desinfectie, RO-water	1 liter	Productie RO-water UMC Utrecht, zie Tabel 3.	200 liter water van 90°C. Per kar worden er 200 partussets vervoerd.
Desinfectie, zeep	1 gram	Soap {GLO} market for Cut-off, U	Er wordt 1 milliliter Neodisher Mediklar Special gebruikt per liter water. Per kar worden er 200 partussets vervoerd.

B.5 Afvalverwerking

B.5.1 Herbruikbare partusset

Tabel 15 - Verwerking materialen herbruikbare partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Vermeden impact productie ruwijzer	226 gram	Pig iron {GLO} market for Cut-off, U	Aanname: geen CO ₂ -emissies bij verbranding metalen. 96% terugwinning metalen als ruwijzer, op basis van (CE Delft, 2019).

B.5.2 Eenmalige partusset

Tabel 16 - Verwerking materialen eenmalige partusset

Onderdeel	Hoeveelheid per partusset	Dataset	Achtergrondinformatie
Vermeden impact productie ruwijzer	205,2 gram	Pig iron {GLO} market for Cut-off, U	Aanname: geen CO ₂ -emissies bij verbranding metalen. 96% terugwinning metalen als ruwijzer, op basis van (CE Delft, 2019).
Niet-specifiek ziekenhuisafval	54 gram	Verwerking niet-specifiek ziekenhuis-afval	Eerdere analyse voor UMC Utrecht (CE Delft, 2018). Verwerking verpakking partusset. Epischaar voor 20% meegerekend.

C Milieu-impact

In deze bijlage worden de resultaten op alle milieu-indicatoren uit de ReCiPe 2016-methode weergegeven. Naast klimaatimpact ('global warming' in Tabel 17 en Tabel 18) gaat het hier bijvoorbeeld om de bijdrage aan fijnstofvorming of de uitstoot van toxische stoffen. Deze indicatoren hebben doorgaans een grotere onzekerheid dan de klimaatimpact. Bovendien is voor de afvalverwerking alleen de klimaatimpact bekend (zie Bijlage B.5), en is de bijdrage aan ander milieueffecten niet meegenomen.

In Bijlage C.1 worden de resultaten voor individuele milieueffecten ('midpoints') weer-gegeven. In Bijlage C.2 worden de resultaten op drie geaggregeerde indicatoren van verschillende milieueffecten ('endpoints') getoond.

C.1 Milieu-impact op midpointniveau

Tabel 17 - Milieu-impact (midpoint) van de herbruikbare partusset

	Eenheid	Materialen instrumenten	Productie instrumenten	Transport instrumenten	CSA-proces	Verpakkingen (productie & afvalverwerking)	Afvalverwerking instrumenten	Totaal
Global warming	kg CO ₂ eq	1,01E+00	4,21E-01	1,06E-01	3,99E-01	1,41E-01	-3,66E-01	1,71E+00
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	3,14E-07	1,33E-07	1,35E-08	9,21E-07	1,37E-07	-6,90E-08	1,45E-06
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	4,12E-02	1,38E-01	8,95E-04	2,51E-02	8,66E-03	-3,46E-03	2,10E-01
Ozone formation, Human health	kg NO _x eq	2,92E-03	6,69E-04	1,62E-03	9,40E-04	4,27E-04	-9,36E-04	5,63E-03
Fine particulate matter formation	kg PM _{2.5} eq	3,91E-03	4,83E-04	2,33E-04	6,66E-04	3,16E-04	-7,24E-04	4,88E-03
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NO _x eq	2,99E-03	6,84E-04	1,62E-03	9,69E-04	4,35E-04	-1,02E-03	5,67E-03
Terrestrial acidification	kg SO ₂ eq	4,42E-03	1,21E-03	7,49E-04	1,76E-03	4,38E-04	-1,12E-03	7,46E-03
Freshwater eutrophication	kg P eq	3,87E-04	2,47E-04	3,48E-06	8,72E-04	4,44E-05	-1,40E-04	1,41E-03
Marine eutrophication	kg N eq	2,94E-05	3,25E-05	2,26E-07	2,11E-03	8,25E-06	-1,63E-05	2,17E-03
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	3,27E+01	1,89E+00	2,83E-02	1,40E+00	5,20E-01	-4,57E-01	3,61E+01
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	7,97E-02	1,98E-02	4,86E-04	2,48E-02	1,66E-02	-6,02E-03	1,35E-01
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1,14E-01	2,74E-02	9,36E-04	3,17E-02	2,09E-02	-8,42E-03	1,87E-01
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	3,90E-01	7,49E-02	2,73E-03	4,09E-02	5,99E-03	-1,09E-02	5,03E-01
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	1,52E+00	5,67E-01	9,53E-03	1,13E+00	1,49E-01	-2,41E-01	3,13E+00
Land use	m ² a crop eq	3,47E-02	8,05E-03	5,81E-04	1,09E-01	9,96E-02	-4,98E-03	2,47E-01
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	1,13E-01	1,15E-02	6,64E-05	4,14E-03	1,50E-04	-1,75E-02	1,11E-01
Fossil resource scarcity	kg oil eq	2,35E-01	1,17E-01	3,21E-02	8,21E-02	3,57E-02	-8,53E-02	4,17E-01
Water consumption	m ³	4,47E-03	2,01E+00	2,04E-04	-2,72E-01	3,53E-03	-8,55E-05	1,74E+00

Tabel 18 - Milieu-impact (midpoint) van de eenmalige partusset

	Eenheid	Materialen	Productie	Transport	Verpakkingen (productie & afval- verwerking)	Afvalverwerking instrumenten	Totaal
Global warming	kg CO ₂ eq	9,18E-01	3,83E-01	1,21E-01	1,40E-01	-3,32E-01	1,23E+00
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	2,85E-07	1,21E-07	1,55E-08	4,42E-08	-6,27E-08	4,02E-07
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	3,74E-02	1,25E-01	1,03E-03	-1,48E-03	-3,14E-03	1,59E-01
Ozone formation, Human health	kg NO _x eq	2,65E-03	6,08E-04	1,84E-03	4,84E-07	-8,50E-04	4,25E-03
Fine particulate matter formation	kg PM _{2.5} eq	3,55E-03	4,39E-04	2,66E-04	-8,66E-06	-6,58E-04	3,59E-03
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NO _x eq	2,72E-03	6,22E-04	1,84E-03	-7,02E-07	-9,29E-04	4,25E-03
Terrestrial acidification	kg SO ₂ eq	4,01E-03	1,10E-03	8,55E-04	-1,88E-05	-1,01E-03	4,94E-03
Freshwater eutrophication	kg P eq	3,52E-04	2,24E-04	3,99E-06	-3,39E-06	-1,27E-04	4,49E-04
Marine eutrophication	kg N eq	2,67E-05	2,95E-05	2,60E-07	1,10E-06	-1,48E-05	4,28E-05
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	2,97E+01	1,72E+00	3,27E-02	6,21E-02	-4,15E-01	3,11E+01
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	7,23E-02	1,80E-02	5,63E-04	7,54E-03	-5,47E-03	9,30E-02
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1,04E-01	2,49E-02	1,08E-03	9,33E-03	-7,64E-03	1,32E-01
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	3,54E-01	6,80E-02	3,13E-03	2,01E-04	-9,90E-03	4,15E-01
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	1,38E+00	5,15E-01	1,11E-02	2,52E-02	-2,19E-01	1,71E+00
Land use	m ² a crop eq	3,15E-02	7,33E-03	6,84E-04	-3,71E-04	-4,52E-03	3,47E-02
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	1,02E-01	1,04E-02	7,69E-05	-1,49E-04	-1,59E-02	9,67E-02
Fossil resource scarcity	kg oil eq	2,14E-01	1,06E-01	3,67E-02	-7,01E-03	-7,75E-02	2,72E-01
Water consumption	m ³	4,06E-03	1,82E+00	2,34E-04	-1,82E-05	-7,76E-05	1,83E+00

C.2 Milieu-impact op endpointniveau

Tabel 19 - Milieu-impact (endpoint) van de herbruikbare partusset

	Eenheid	Materialen instrumenten	Productie instrumenten	Transport instrumenten	CSA-proces	Verpakkingen (productie & afvalverwerking)	Afvalverwerking instrumenten	Totaal
Human health	DALY	1,23E+00	1,23E+00	1,23E+00	1,23E+00	1,23E+00	1,23E+00	1,09E-05
Ecosystems	species.yr	4,02E-07	4,02E-07	4,02E-07	4,02E-07	4,02E-07	4,02E-07	3,42E-08
Resources	USD2013	1,59E-01	1,59E-01	1,59E-01	1,59E-01	1,59E-01	1,59E-01	1,44E-01

Tabel 20 - Milieu-impact (endpoint) van de eenmalige partusset

	Eenheid	Materialen	Productie	Transport	Verpakkingen (productie & afvalverwerking)	Afvalverwerking instrumenten	Totaal
Human health	DALY	4,58E-06	5,02E-06	2,94E-07	2,97E-07	-8,04E-07	9,39E-06
Ecosystems	species.yr	4,72E-09	2,62E-08	7,70E-10	7,62E-10	-1,40E-09	3,11E-08
Resources	USD2013	6,87E-02	3,02E-02	1,63E-02	2,52E-02	-1,46E-02	1,26E-01