

Eenmalige of herbruikbare partus- en hechtsets?

Milieukundige vergelijking voor het
UMC Utrecht - Update 2022



CE Delft

Committed to the Environment

Eenmalige of herbruikbare partus- en hechtsets?

Milieukundige vergelijking voor het UMC Utrecht - Update 2022

Dit rapport is geschreven door:
Lynn Snijder, Martijn Broeren

Delft, CE Delft, november 2022

Publicatienummer: 22.220162.176

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

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 Martijn Broeren (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 meer dan 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	6
	2.1 Doel	6
	2.2 Procesbeschrijvingen	7
	2.3 Gebruiksscenario's	8
	2.4 Systeemgrenzen	8
	2.5 Dataverzameling en modellering	11
3	Resultaten	12
	3.1 Hoofdresultaten klimaatimpact	12
	3.2 Impact van het CSA-proces	13
	3.3 Gevoeligheidsanalyses	14
	3.4 Impact instrumentensets binnen het UMC Utrecht	17
	3.5 Menselijke gezondheid	19
4	Conclusie	20
A	Details klimaatimpact	22
	A.1 Klimaatimpact instrumentensets	22
	A.2 Klimaatimpact CSA	22
B	Details LCA-model	23

Samenvatting

Bij de bevalling van een kind wordt een partusset gebruikt. Dit is een set van medische instrumenten die gebruikt wordt om de navelstreng door te knippen. Daarnaast wordt er in veel gevallen bij de bevalling ook een hechtset gebruikt. Van beide sets zijn er twee varianten op de markt: een herbruikbare en een eenmalige variant. Alle sets worden gemaakt van metaal en zijn vergelijkbaar qua gewicht. Hoewel de herbruikbare varianten honderden keren gebruikt kunnen worden, worden deze sets na ieder onderzoek gesteriliseerd in een energie-intensief proces.

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-, hecht- en vergelijkbare instrumentensets.

We berekenen de klimaatimpact voor het gebruik van één partusset of één hechtset bij een medische handeling (bevalling of wondhechting) in het UMC Utrecht, uitgedrukt in CO₂-equivalent. We gebruiken hiervoor een versimpelde levenscyclusanalyse (LCA), een gestandaardiseerde methode om de milieukundige prestaties van producten of processen over de hele productieketen te kwantificeren. We vergelijken de volgende producten:

- een eenmalige hechtset (150 gram) en een herbruikbare hechtset (155 gram);
- een eenmalige partusset (205 gram¹) en een herbruikbare partusset (225 gram).

De analyse laat zien dat het gebruik van herbruikbare partus- en hechtsets beter een lagere klimaatimpact heeft dan eenmalige sets. Als de herbruikbare sets 500 keer gebruikt worden, is de klimaatimpact circa 60 tot 70% lager. De reden dat de klimaatimpact van de eenmalige variant hoger is, is de grotere hoeveelheid instrumenten die moeten worden geproduceerd. De impact van de sterilisatie van herbruikbare sets in het UMC Utrecht is kleiner dan het opnieuw produceren, transporteren en verwerken van een nieuwe eenmalige set.

Dit onderzoek is gebaseerd op de situatie in het UMC Utrecht. We verwachten echter dat de resultaten en conclusies voor andere Nederlandse ziekenhuizen vergelijkbaar zouden zijn. De processen voor de productie van de instrumenten zijn generiek. Dit zal ongeveer hetzelfde zijn voor alle ziekenhuizen. Ook zal de afvalverwerking van de verschillende verpakkingsmaterialen en de instrumenten in de ziekenhuizen in Nederland ongeveer hetzelfde verlopen. Echter kan het CSA-proces bij andere ziekenhuizen wel anders zijn ingevuld. Op basis van gevoeligheidsanalyses zien we dat dit waarschijnlijk geen grote invloed zal hebben op de conclusie.

Geëxtrapoleerd naar het totaal aantal geboortes (2.300) en wondhechtingen (1.320) in het UMC Utrecht per jaar, kan met de herbruikbare partusset een jaarlijkse klimaatimpact van 2.179 kg CO₂-eq. voorkomen worden. Het gebruik van herbruikbare hechtsets heeft dan een besparing van 911 kg CO₂-eq.

¹ Hierin is meegenomen dat de epischaar maar bij 20% van de bevallingen wordt gebruikt.



1 Inleiding

Het Universitair Medisch Centrum (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 eenmalige ('disposable') instrumenten. In lijn hiermee zijn ook de herbruikbare partus- en hechtsets van de afdeling Gynaecologie vervangen door een eenmalige sets.

Een partusset wordt gebruikt bij bevallingen en bestaat uit vijf instrumenten. 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. Daarnaast wordt er op de afdeling Gynaecologie (maar ook op andere afdelingen) gebruik gemaakt van een hechtset. Deze bestaat uit een naaldvoerder, anatomische pincet, kocher en een schaar. Ook hiervan zijn twee versies in gebruik.

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 vier sets van instrumenten (twee partussets, twee hechtsets) zich tot elkaar verhouden. De eenmalige sets worden na elk gebruik weggegooid en dat levert veel afval op. De herbruikbare varianten worden veel vaker ingezet, maar worden 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 de vier instrumentensets 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 partus- of hechtsets, en wordt duidelijk hoe vaak een herbruikbare partus- of hechtsets 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 partussets, hechtsets en vergelijkbare instrumenten.

Deze analyse is een verkennende ('screening') levenscyclusanalyse (LCA). LCA is een gestandaardiseerde methode om de milieukundige prestaties van producten of processen over de hele productieketen te kwantificeren (ISO, 2006a) (ISO, 2006b). Het huidige onderzoek is een screening LCA omdat er naar een beperkte set milieu-indicatoren wordt gekeken (klimaatimpact, menselijke gezondheid), er voor een deel gebruik wordt gemaakt van generieke milieugegevens, en alternatieve scenario's worden onderzocht op basis van

aannames. Deze screening-methode² sluit goed aan bij het doel van dit onderzoek om te verkennen hoe groot de verschillen tussen de varianten ongeveer zijn.

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. Bijlage A bevat een uitgebreid overzicht van de milieu-impacts van deze analyse. In Bijlage B is een uitgebreid overzicht van de gebruikte gegevens en LCA-modellering opgenomen.

Update 2022

In juli 2021 is een eerdere versie van dit rapport gepubliceerd. Hierin werd alleen de partusset geanalyseerd. In deze update is de hechtset toegevoegd, is de weergave van de resultaten verbeterd en zijn enkele inhoudelijke verbeteringen doorgevoerd.

² Hoewel de ISO-standaarden voor LCA-methodologisch zijn gevolgd, zou voor een ISO-conforme rapportage meer milieu-impactcategorieën onderzocht moeten worden, meer primaire productiedata verzameld moeten worden, de rapportage moeten worden uitgebreid en een externe kritische review worden uitgevoerd.



2 Doel en afbakening

In dit hoofdstuk wordt de LCA-methode uitgelegd. We bespreken eerst het doel van de LCA (Paragraaf 2.1), beschrijven vervolgens de levenscyclus van de onderzochte partus- of hechtsets (Paragraaf 2.2), de onderzochte gebruiksscenario's (Paragraaf 2.3), de systeemgrenzen (Paragraaf 2.4), en tot slot de dataverzameling en modellering (Paragraaf 2.5).

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 herbruikbare instrumentensets duurzamer zijn dan meerdere eenmalige is het belangrijk om zowel de materiaalproductie, de afvalverwerking en 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 Doel

Het doel van deze LCA is om de milieu-impact van eenmalige- en herbruikbare instrumentensets 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). De functie van de hechtset is de ondersteuning van het hechten van een wond. 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 of één hechtset bij een medische handeling (bevalling of wondhechting) in het UMC Utrecht.

We vergelijken de volgende medische instrumenten:

- hechtset voor eenmalig gebruik (150 gram, metaal);
- hechtset voor hergebruik (155 gram, metaal);
- partusset voor eenmalig gebruik (205 gram, metaal);
- partusset voor hergebruik (225 gram, metaal).

In dit onderzoek ligt de nadruk op de klimaatimpact, uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (eq.). De klimaatimpact geeft de bijdrage van een product of proces weer aan wereldwijde klimaatverandering door de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂, methaan (CH₄) en lachgas (N₂O).

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.

2.2 Procesbeschrijvingen

2.2.1 Herbruikbare instrumentensets

De herbruikbare partusset bestaat uit een vijftal instrumenten: één schaar, drie kochers en een epischaar. De herbruikbare hechtset bestaat uit vier instrumenten: één naaldvoerder, anatomische pincet, kocher en één schaar. Beide worden geproduceerd van chirurgisch staal, gereinigd, gesteriliseerd en verpakt. Vervolgens worden ze uit Pakistan (productieland) vervoerd naar het UMC Utrecht. Voor gebruik wordt een set nogmaals gereinigd en gesteriliseerd bij de Centrale Sterilisatie Afdeling (CSA) binnen het UMC Utrecht. Vervolgens wordt de set gebruikt. De set bestaat altijd uit dezelfde instrumenten. Echter wordt bij de partusset de epischaar maar in 20% van de gevallen gebruikt.

Vervolgens worden de gebruikte partus- en hechtsets op de afdeling Gynaecologie verzameld en getransporteerd naar de CSA. Bij de CSA worden de sets 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 sets worden 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. Op het moment zijn de partussets gemiddeld bijna 500 keer gebruikt³. Ook voor de herbruikbare hechtsets nemen we dit gemiddelde.

Wanneer de instrumenten niet meer voldoen, worden ze weggegooid bij het niet-specifiek ziekenhuisafval. Deze stroom afval wordt net als restafval van huishoudens verbrand. Hierna kunnen de metalen worden hergebruikt als ruwijzer. De verpakkingsmaterialen (inclusief de CSA-verpakkingen) worden ook bij het niet-specifiek ziekenhuisafval verwerkt.

2.2.2 Eenmalige instrumentensets

De eenmalige partusset bestaat uit twee verpakkingen. 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).

Bij de eenmalige hechtset zitten alle instrumenten in één verpakking. De eenmalig hechtset bestaat uit vier instrumenten: een naaldvoerder, anatomisch pincet, kocher en een schaar.

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.

³ Er is door de afdeling Gynaecologie aangegeven dat er soms instrumenten uit de set per ongeluk verdwijnen. Hoe vaak dit gebeurt, is niet bekend.



Net als de meermalige variant worden de eenmalige instrumenten en verpakkingsmaterialen weggegooid bij het specifiek ziekenhuisafval, waarna ze worden verbrand en de metalen worden teruggewonnen.

2.3 Gebruiksscenario's

In deze studie onderzoeken we drie gebruiksscenario's, zoals weergegeven in Tabel 1. De scenario's verschillen in hoe vaak bepaalde processen, zoals de productie van een herbruikbare instrumentenset of de sterilisatie, moeten plaatsvinden. Ten eerste nemen we een worstcasescenario voor de herbruikbare instrumentensets mee, door aan te nemen dat deze slechts bij twee handelingen wordt gebruikt. Voor de eenmalige sets 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 sets 500 keer mee zou gaan. Gezien het feit dat sommige herbruikbare partussets al vaker gebruikt zijn, is dit een conservatieve inschatting. De scenario's zijn hetzelfde bij de partusset en de hechtset.

Tabel 1 - Overzicht onderzochte scenario's

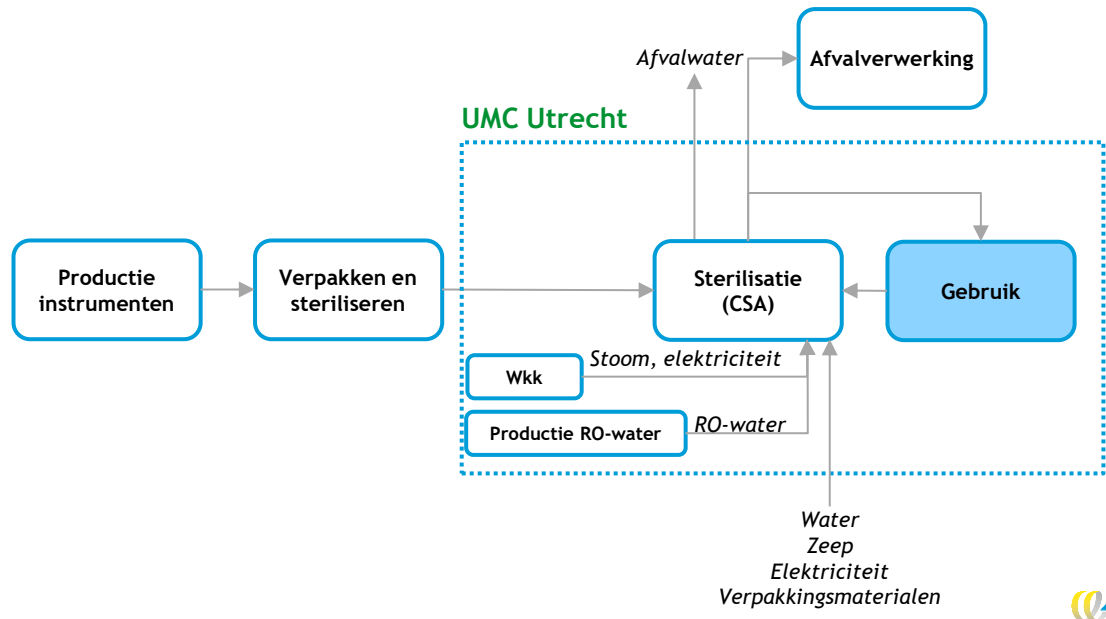
Scenario	Processen	Meegenomen aantal van processen	
		Herbruikbare instrumentensets	Eenmalige instrumentensets
2 keer hergebruik (twee medische handelingen)	Productie ^a	1 keer	2 keer
	Sterilisatie bij CSA	3 keer	Geen CSA
	Afvalverwerking verpakkingen	Geen verpakking	2 keer
	Afvalverwerking instrumenten	1 keer	2 keer
10 keer hergebruik (tien medische handelingen)	Productie ^a	1 keer	10 keer
	Sterilisatie bij CSA	11 keer	Geen CSA
	Afvalverwerking verpakkingen	11 keer	10 keer
	Afvalverwerking instrumenten	1 keer	10 keer
500 keer hergebruik (vijfhonderd medische handelingen)	Productie ^a	1 keer	500 keer
	Sterilisatie bij CSA	501 keer	Geen CSA
	Afvalverwerking verpakkingen	501 keer	500 keer
	Afvalverwerking instrumenten	1 keer	500 keer

^a: Productie inclusief initiële sterilisatie en verpakken.

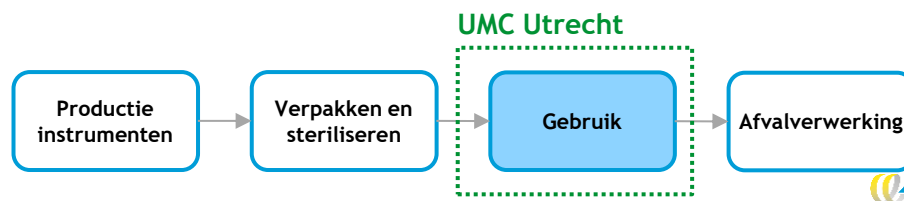
2.4 Systeemgrenzen

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 partus- en hechtset



Figuur 2 - Levenscyclus eenmalige partus- en hechtset



De volgende processen worden meegenomen in de analyse:

- de grondstofwinning en het maken van het chirurgisch staal voor de instrumentensets;
- 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 instrumentensets;
- 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:

– **Productie en transport**

- Er is aangenomen dat de instrumenten (inclusief verpakkingen) geproduceerd worden in Pakistan.
- De grondstofwinning en het maken van het chirurgisch staal voor de instrumentensets is gemodelleerd met gemiddelde mondiale productiedata, en is dus niet specifiek voor Pakistan. 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 metaalbewerkingsprocessen. 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 3.3.1 gaan we hier dieper op in.

- Er is aangenomen dat de instrumenten (inclusief 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 instrumentensets worden 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.

– CSA en energie

- Voor de elektriciteit die niet intern bij UMC Utrecht is geproduceerd wordt de gemiddelde Nederlandse stroommix⁴ gebruikt.
- De stoom die in het CSA-proces wordt gebruikt is gemodelleerd op basis van informatie over hoe stoom wordt opgewekt in de wkk en stoomketels van het UMC Utrecht. Tussen deze productie van stoom en het gebruik van de stoom kunnen verliezen voorkomen. We gaan hier uit van 5% verlies op basis van een schatting van medewerkers van het UMC Utrecht.
- We hebben aangenomen dat het opwarmen van water voor de CSA volledig gebeurt met het warmte-terugwinsysteem op basis van restwarmte/-stoom.
- Er is aangenomen dat er geen chemicaliën gebruikt worden bij de productie van RO-water.
- 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, maar in deze analyse is het volledige CSA-proces meegenomen. Hierdoor wordt de impact van het CSA-proces iets overschat.

– Overig

- 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 vanaf 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. In deze analyse wordt aangenomen dat 96% van de metalen in de instrumenten wordt teruggewonnen (CE Delft, 2019) en kan worden ingezet als ruwijzer. Dit is een optimistische inschatting van de afvalverwerking, aangezien er mogelijk minder ruwijzer wordt teruggewonnen. Deze aanpak (die in het voordeel werkt van de eenmalige instrumentensets) is gekozen om de eventuele milieuvoordelen van de herbruikbare set conservatief in te schatten.

⁴ 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.



2.5 Dataverzameling en modellering

De voorgronddata over de productie en het gebruik van de instrumentensets 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 (9.4). De resultaten zijn berekend aan de hand van de ReCiPe 2016-methode (v1.07).

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

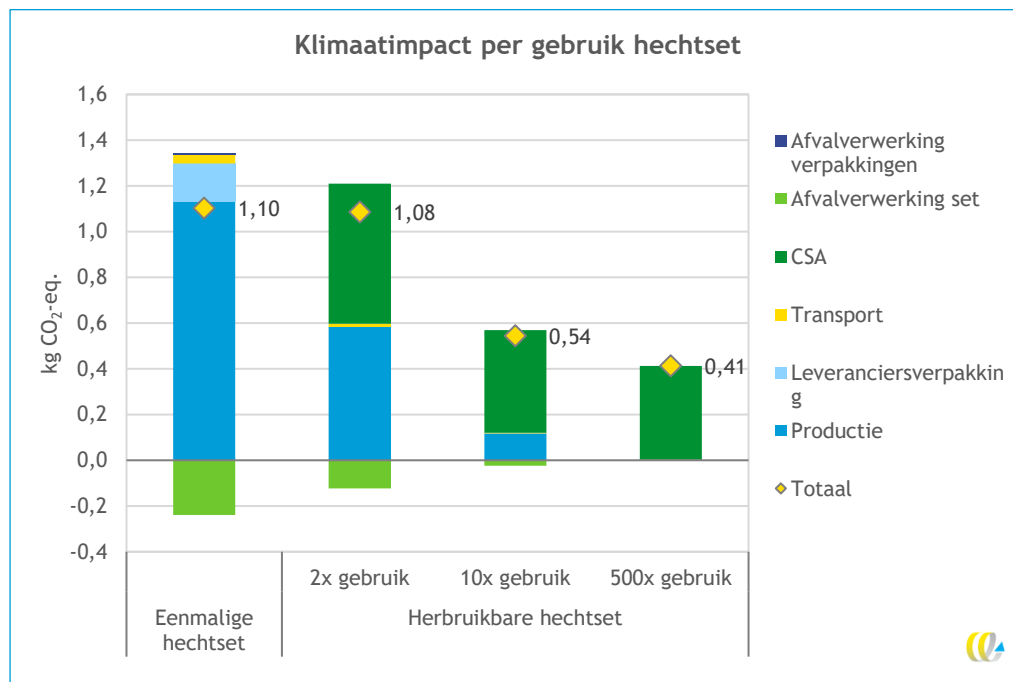
3 Resultaten

3.1 Hoofresultaten klimaatimpact

Figuur 3 en Figuur 4 tonen de klimaatimpact van respectievelijk de hechtset en de partusset, uitgedrukt per gebruik.

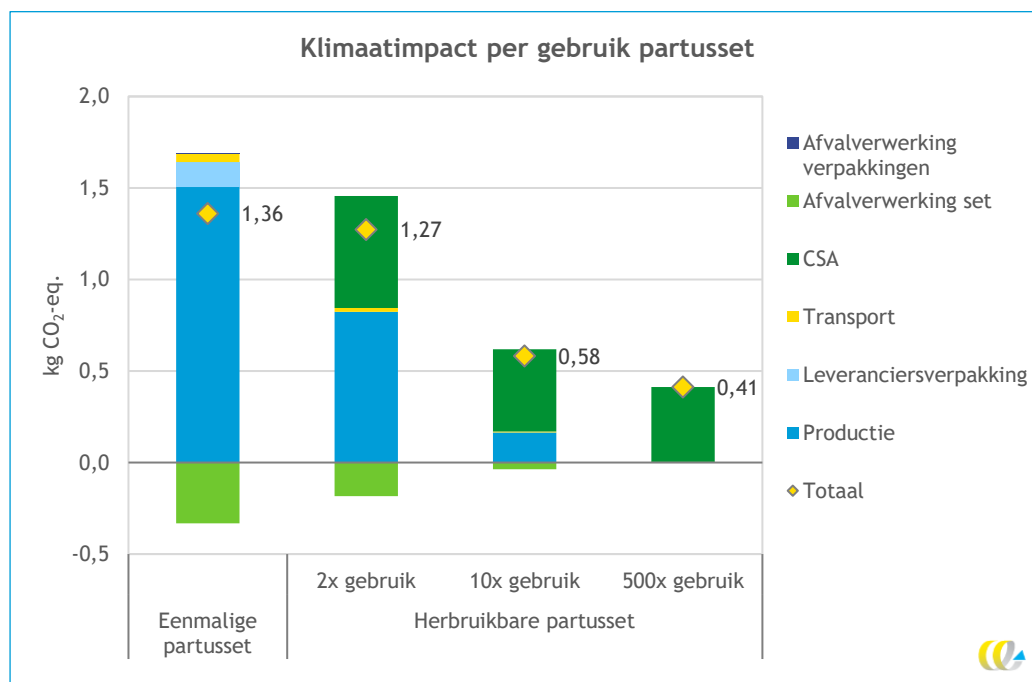
Voor het herbruikbare instrumentensets is de klimaatimpact weergegeven als deze 2, 10, of 500 keer gebruikt wordt. Hierdoor wordt de impact van de productie en het transport naar het ziekenhuis steeds kleiner, waardoor het CSA-proces een steeds groter deel van de totale klimaatimpact per gebruik bepaalt. Bij 500 keer hergebruik veroorzaakt het CSA-proces bijvoorbeeld 99% van de klimaatimpact van zowel de herbruikbare hechtset als de partusset, omdat de andere processen verdeeld zijn over 500 keer gebruik.

Figuur 3 - Klimaatimpact per gebruik van de hechtset



De klimaatimpact van de eenmalige hechtset ligt op zo'n 1,10 kg CO₂-eq. per gebruik. Bij tweemaal gebruik van de herbruikbare hechtset ligt de klimaatimpact op 1,08 kg CO₂-eq. per gebruik. Dit daalt snel per keer dat het wordt hergebruikt. Na 500 keer ligt de klimaatimpact nog op 0,41 kg CO₂-eq. per gebruik.

Figuur 4 - Klimaatimpact per gebruik van de partusset



De klimaatimpact van de eenmalige partusset ligt op zo'n 1,36 kg CO₂-eq. per gebruik en wordt voornamelijk bepaald door de productie van de instrumenten. De impact van de herbruikbare partusset ligt bij tweemaal gebruik op 1,27 kg CO₂-eq. per gebruik. Door hergebruik van de instrumenten wordt de impact van de productie verdeeld over het aantal keer gebruik. Na 500 keer ligt de klimaatimpact nog op 0,41 kg CO₂-eq. per gebruik. Deze waarde is hetzelfde als bij de hechtset (Figuur 3), omdat het CSA-proces voor beide hechtsets hetzelfde is; een CSA-charge bestaat bij beide sets uit evenveel instrumenten.

De impact van beide herbruikbare sets wordt bij twee keer gebruik grotendeels bepaald door de productie, en deels door de CSA. In de praktijk kunnen deze instrumenten echter veel vaker gebruikt worden. Hierdoor wordt de klimaatimpact per gebruik lager, omdat de impact van de productie wordt verdeeld over alle behandelingen. Daarom is bij 500 keer gebruik de klimaatimpact van de CSA dominant; deze bepaalt circa 99% van de gehele klimaatimpact. Ook als de sets dus veel vaker dan 500 keer gebruikt worden, blijft de klimaatimpact circa 0,41 kg CO₂ eq./gebruik.

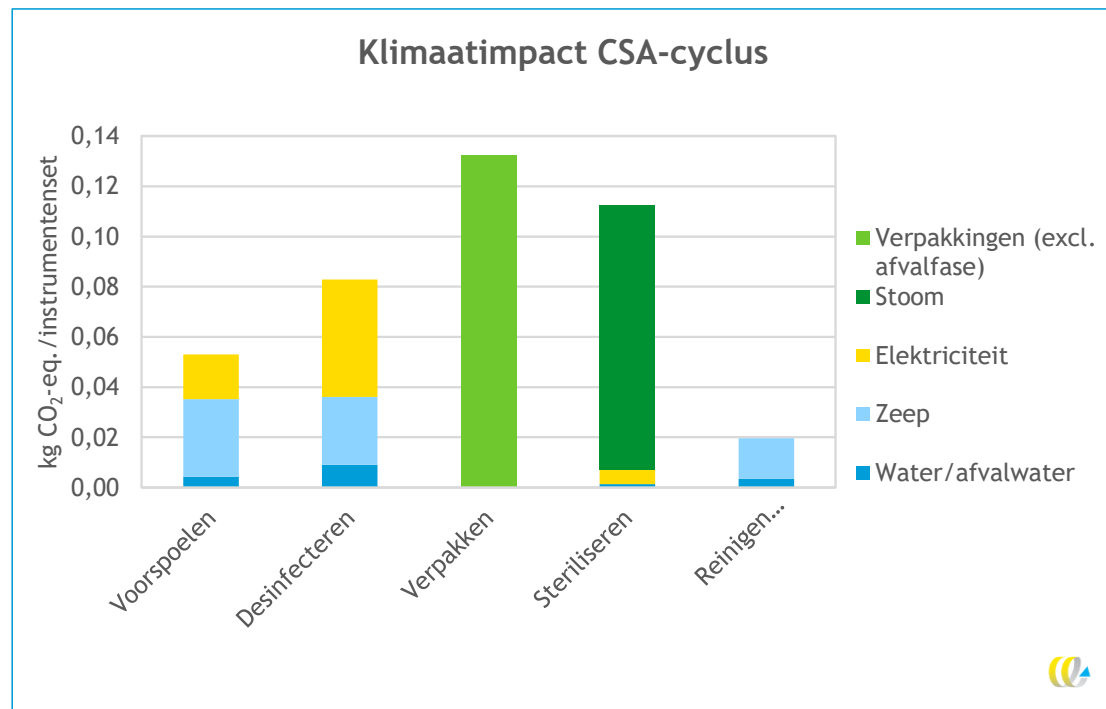
3.2 Impact van het CSA-proces

Het reinigings- en sterilisatieproces bestaat uit de volgende stappen: ophalen/transport in transportwagens, voorspoelen, desinfecteren, verpakken en daarnaast het steriliseren. Als laatste worden de transportwagens ook gereinigd. Elk proces maakt gebruik van verschillende hulpmiddelen, zoals water, zeep, elektriciteit en stoom. Een deel van de productie van die hulpmiddelen vindt plaats binnen het UMC Utrecht. Ze maken voor een deel van de productie van elektriciteit en stoom gebruik van een wwk (warmtekrachtkoppeling). Daarnaast wordt er binnen het CSA-proces gebruik gemaakt van een warmteterugwin-systeem, waarbij warmte wordt teruggewonnen en stoom wordt gebruikt om water op te warmen. Ook wordt een deel van het water bij het reinigen van de transportwagens hergebruikt bij een volgende cyclus.

In Figuur 5 is de klimaatimpact van de vijf processtappen van de CSA zichtbaar gemaakt voor de verschillende hulpmiddelen. De resultaten zijn hetzelfde voor de partusset en de hechtset, omdat er evenveel instrumenten in één CSA-charge passen.

Te zien is dat het desinfecteren, verpakken en steriliseren het meeste impact hebben op het klimaat. Zij bepalen gezamenlijk 82% van de impact van de CSA. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de verpakkingsmaterialen en door de stoom die gebruikt wordt binnen dit proces. Daarnaast is te zien dat bij de processen voorspoelen, desinfecteren en het reinigen van de karren de zeep een relatief groot deel van de impact bepaalt.

Figuur 5 - De klimaatimpact per keer gebruik van de CSA, kg CO₂ eq. per CSA-cyclus van één instrumentenset



3.3 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. Daarom voeren we een gevoeligheidsanalyse uit.

3.3.1 Hogere impact productie

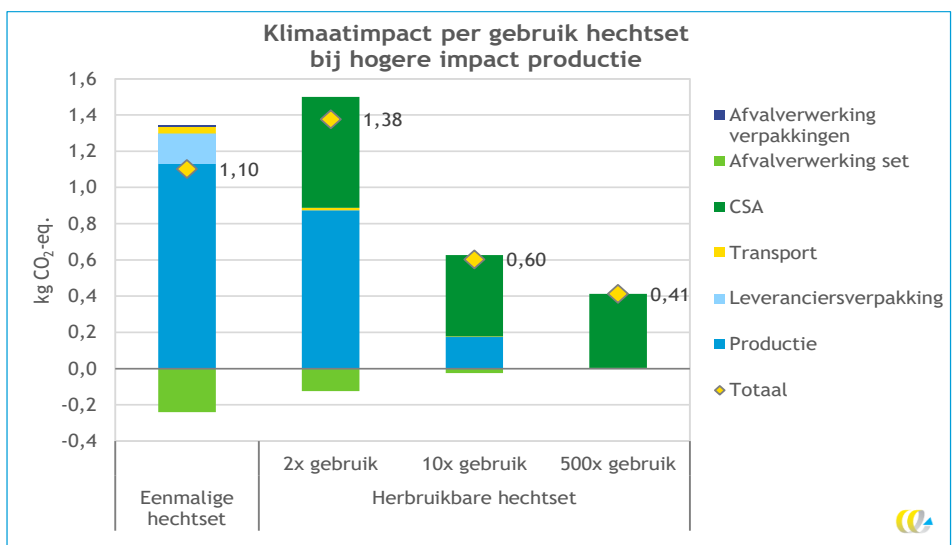
In de Ecoinvent-database is geen specifiek proces voor de klimaatimpact van verschillende kwaliteiten chirurgisch staal. De herbruikbare sets zijn vervaardigd van een hogere kwaliteit staal dan die van de eenmalige set. Hoewel er verschil is in dit gebruikte staal, is er onvoldoende (achtergrond)informatie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

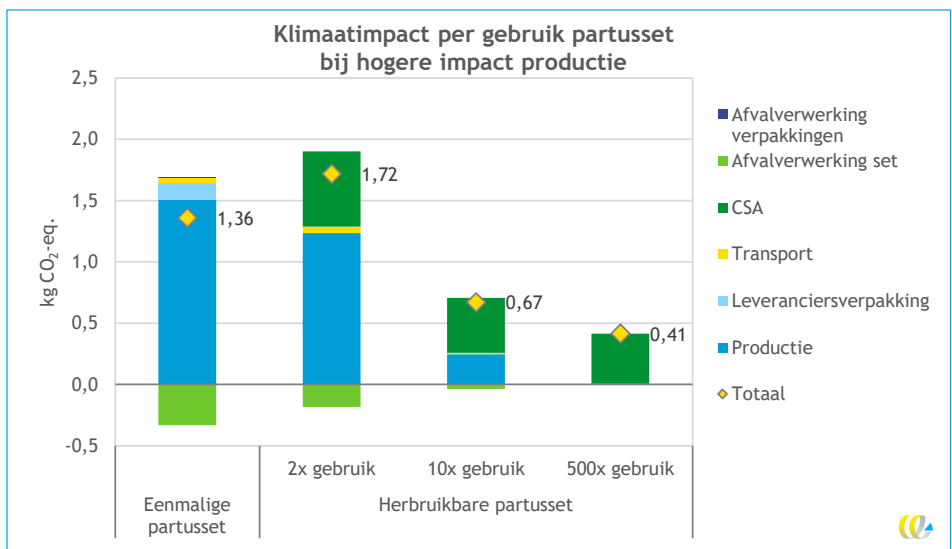
Om deze onzekerheid in de analyse mee te nemen en daarmee te kijken hoe groot de rol van deze onzekerheid is in de resultaten, doen we een gevoeligheidsanalyse. We nemen aan de impact van de productie van de herbruikbare set 1,5 keer zo hoog is als in de basis-analyse.

Zoals te zien is in Figuur 6 en Figuur 7 zorgt dit scenario ervoor dat de herbruikbare instrumentensets bij één- en tienmaal gebruik hoger uitkomt dan de eerdere analyse. Ook is te zien dat na tienmaal gebruik de herbruikbare sets alsnog beter blijven dan de eenmalige hecht- en partussets. We kunnen hieruit concluderen dat de invloed van de productie van de instrumenten minimaal is op de resultaten van de analyse.

Figuur 6 - Gevoeligheidsanalyse van een hogere impact productie bij de hechtset



Figuur 7 - Gevoeligheidsanalyse van een hogere impact productie bij de partusset



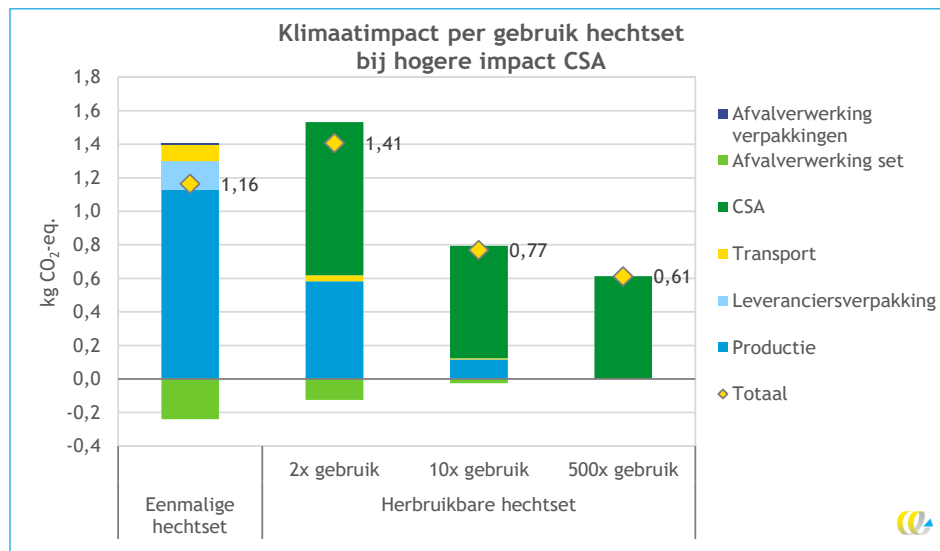
3.3.2 Hogere impact CSA

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.

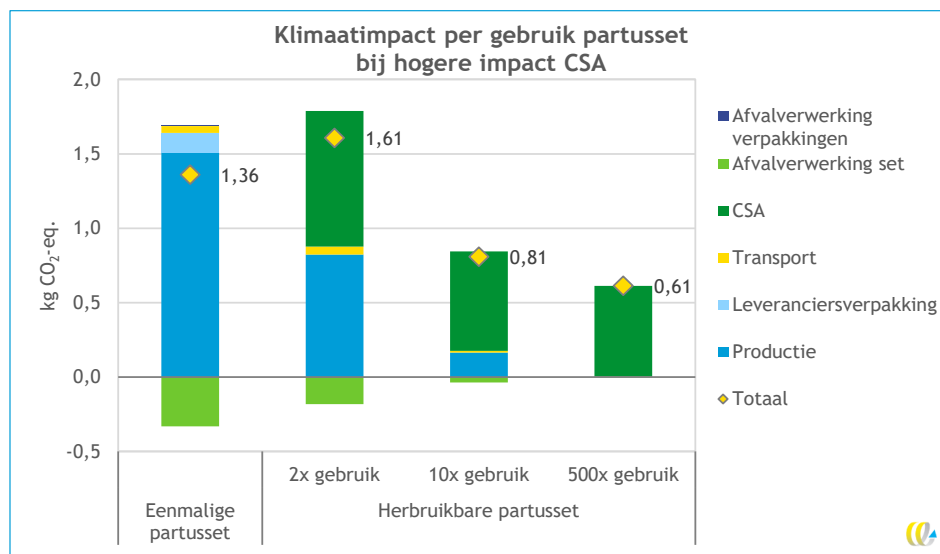
Om deze onzekerheid in de analyse mee te nemen en daarmee te kijken hoe een grote rol deze onzekerheid speelt in de resultaten, doen we een gevoeligheidsanalyse op dit specifieke onderdeel in het proces. We nemen aan de impact van de CSA voor de herbruikbare set 1,5 keer zo hoog als in de basisanalyse.

De resultaten zijn te zien in Figuur 8 en Figuur 9. Bij zowel de hechtset als de partusset scoren slechter bij tweemaal gebruik dan de eenmalige sets. Maar bij tien keer gebruik zijn ze weer beter dan de eenmalige varianten. Een hogere impact van de CSA zorgt daarom niet voor een andere conclusie.

Figuur 8 - Gevoeligheidsanalyse van hogere impact CSA bij de hechtset



Figuur 9 - Gevoeligheidsanalyse van hogere impact CSA bij de partusset

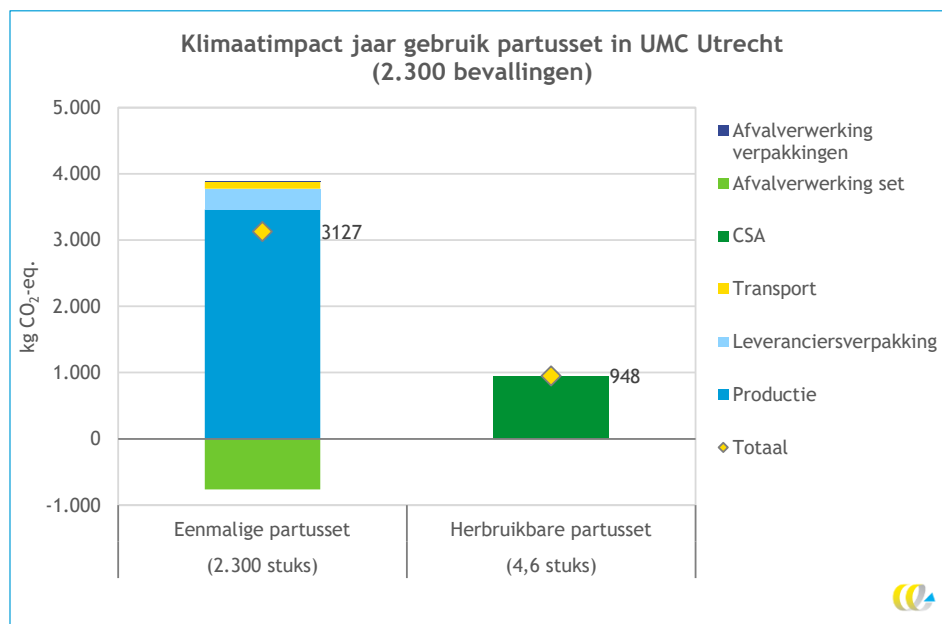


3.4 Impact instrumentensets binnen het UMC Utrecht

Er vinden circa 2.300 bevallingen per jaar plaats in het UMC Utrecht. Bij de verloskunde worden jaarlijks ook 1.320 hechtsets gebruikt. Op basis hiervan is berekend wat de impact is wanneer er voor één van de sets wordt gekozen. In Figuur 10 en Figuur 11 is hiervan het resultaat te zien.

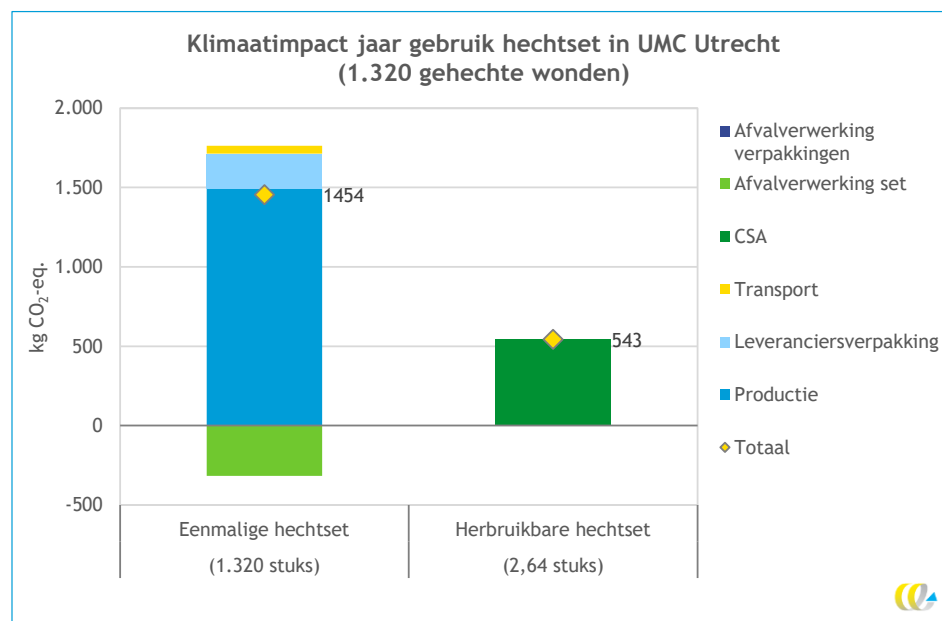
Voor 2.300 bevallingen zijn 4,6 herbruikbare partussets nodig, als een set 500 keer hergebruikt kunnen worden. De totale impact van productie, reinigen, steriliseren en de verpakkingen is ongeveer 948 kg CO₂-eq. per jaar. Wanneer de 2.300 bevallingen worden uitgevoerd met een eenmalige partusset is de totale klimaatimpact 3.127 kg CO₂-eq. per jaar. Kiezen voor de herbruikbare partusset in plaats van de eenmalige set levert een besparing op van 2.179 kg CO₂-eq. per jaar.

Figuur 10 - De klimaatimpact per jaar van bevallingen met een partusset bij UMC Utrecht



Het beeld bij de hechtset is vrijwel hetzelfde als bij de partusset. Voor 1.320 wond-hechtingen zijn 2,6 herbruikbare hechtsets nodig, als een set 500 keer hergebruikt kan worden. De totale impact van productie, reinigen, steriliseren en de verpakkingen is ongeveer 543 kg CO₂-eq. per jaar. Wanneer de 1.320 wonden worden gehecht met een eenmalige hechtset is de totale klimaatimpact 1.454 kg CO₂-eq. per jaar. Kiezen voor de herbruikbare hechtset in plaats van de eenmalige set levert een besparing op van 911 kg CO₂-eq. per jaar.

Figuur 11 - De klimaatimpact per jaar van hechten met een hechtset bij UMC Utrecht



Wat in deze figuren niet duidelijk naar voren komt is dat de klimaatimpact wel op een ander punt in de keten ligt. Er wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen Scope 1-, Scope 2- en Scope 3-emissies, zoals toegelicht in Tekstbox 1. De klimaatimpact van de eenmalige varianten 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. Dit zijn zogeheten Scope 3-emissies.

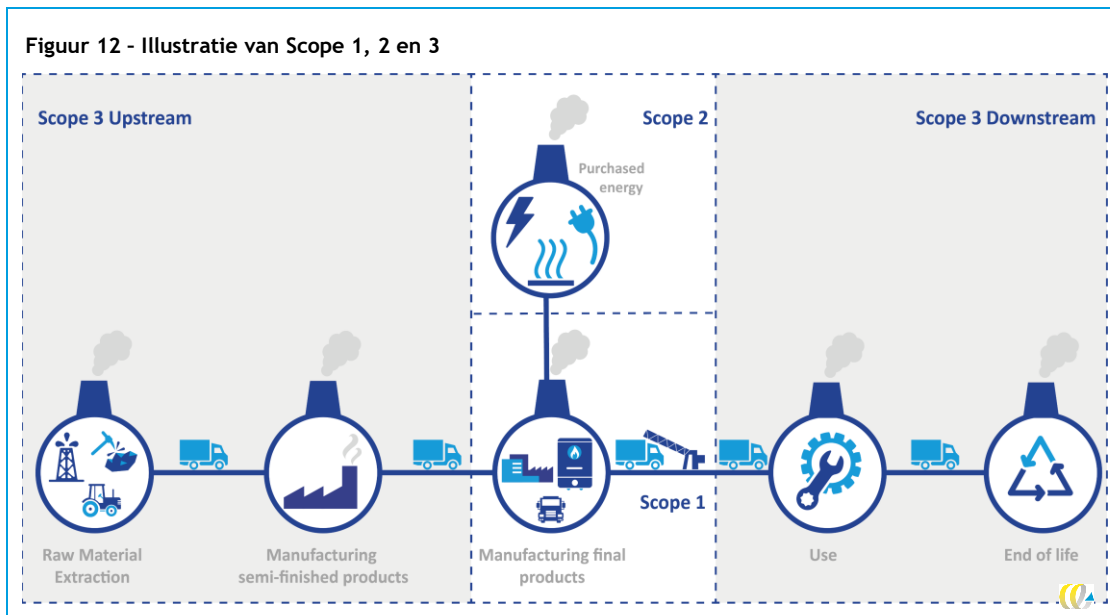
De herbruikbare varianten zorgen direct voor een hoger elektriciteit-, gas- en waterverbruik bij UMC Utrecht. Dit zal direct zichtbaar zijn op de eindafrekening en is daarom merkbaar in de directe klimaatimpact van het ziekenhuis. De uitstoot van CO₂ door het verbranden van gas valt onder Scope 1, terwijl het inkopen van elektriciteit onder Scope 2 valt.

Tekstbox 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 11** en zijn gedefinieerd als:

- Scope 1:** Directe emissies van de rapporterende organisatie. Bijvoorbeeld 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 *up-* en *downstream* activiteiten. Hieronder vallen bijvoorbeeld de impacts van ingekochte goederen, transport en distributie, zakenreizen, woon-werkverkeer, de gebruiksfase van producten, afdanking en afvalverwerking.



3.5 Menselijke gezondheid

Naast de klimaatimpact hebben de productie, het gebruik en de afvalverwerking van de instrumenten nog andere milieueffecten, zoals uitstoot van fijnstof of toxische stoffen. Hier bekijken we hoe verschillende milieueffecten uiteindelijk invloed hebben op de menselijke gezondheid. Dit wordt in LCA-termen uitgedrukt in het aantal verloren levensjaren door ziekte en verminderde kwaliteit van leven. Deze wordt uitgedrukt in DALY.

Per jaar bevallen er 2.300 vrouwen in het UMC Utrecht. Bij het gebruik van de herbruikbare partusset door UMC Utrecht bij deze bevallingen gaan er 0,002 DALYs verloren. Wanneer men kiest voor de eenmalige partusset gaan er 0,033 DALYs verloren. Gebruik van de eenmalige partusset heeft dus een ongeveer zeventien keer zo hoge geschatte impact op menselijke gezondheid dan gebruik van de herbruikbare set.

Per jaar worden er 1.320 wonden gehecht na een bevalling. Bij het gebruik van de herbruikbare hechtset door UMC Utrecht bij deze gehechte wonden gaan er 0,001 DALYs verloren. Wanneer men kiest voor de eenmalige hechtset gaan er 0,014 DALYs verloren. Gebruik van de eenmalige hechtset heeft dus een ongeveer dertien keer zo hoge geschatte impact op menselijke gezondheid dan gebruik van de herbruikbare set.

4 Conclusie

In deze verkennende levenscyclusanalyse is de milieu-impact van het gebruik van herbruikbare instrumentensets (partus- en hechtsets) vergeleken met die van eenmalige instrumentensets. De analyse laat zien dat herbruikbare partus- en hechtsets beter zijn qua klimaatimpact (CO₂-eq.) en het aantal verloren gezonde levensjaren (DALY) dan eenmalige sets. Als de herbruikbare sets 500 keer gebruikt worden, is de klimaatimpact circa 60 tot 70% lager. 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 wanneer de herbruikbare instrumentensets minder dan twee keer worden hergebruikt, is de eenmalige variant milieukundig de betere keuzes. Echter blijkt uit de cijfers dat de herbruikbare sets bij UMC Utrecht nu gemiddeld al 500 keer meegaan, en nog niet zijn weggegooid. Minder dan twee keer gebruik van de herbruikbare partussets is daarom geen realistisch scenario.

Bij deze conclusies kunnen een aantal methodologische opmerking worden geplaatst:

- Het CSA-proces voor de herbruikbare varianten is gemodelleerd op basis van de situatie in het UMC Utrecht. De resultaten zijn dus niet per se representatief voor andere ziekenhuizen, waar een ander sterilisatieproces gevolgd kan worden en/of de gebruikte energie anders opgewekt kan worden.
- De analyse richt zich op het gebruik van eenmalige en herbruikbare instrumentensets in de huidige situatie. De milieu-impact van beide varianten kan in de toekomst mogelijk verlaagd worden, bijvoorbeeld door lichtere instrumenten te ontwikkelen, andere materialen te gebruiken, of het CSA-proces te verduurzamen door meer hernieuwbare energie te gebruiken.
- De stoom die voor de sterilisatie gebruikt wordt levert een aanzienlijke bijdrage aan de klimaatimpact van het CSA-proces. Er is geen informatie beschikbaar over eventuele stoomverliezen die tussen de stoomproductie en het gebruik van de stoom kunnen optreden mee te nemen. De werkelijke impact kan hierdoor hoger liggen. De klimaatimpact van het CSA-proces als geheel zou echter een Factor 2 à 3 keer hoger moeten uitkomen om de conclusie dat herbruikbare instrumenten een lagere klimaat-impact dan eenmalige instrumenten hebben te veranderen.
- De analyse richt zich op de klimaatimpact en impact op menselijke gezondheid van de instrumenten. Er zijn echter ook andere milieueffecten, zoals (eco)toxiciteit, fijnstofuitstoot en verzuring, die hier niet in detail zijn geanalyseerd.
- De impact van de productie van de instrumenten en het CSA-proces voor de herbruikbare sets zijn onzekere factoren. De algemene conclusies veranderen echter niet, zelfs als de impact van deze twee processen in werkelijkheid 50% hoger zou zijn.

Met de keuze voor de herbruikbare partusset in plaats van de eenmalige variant kan het UMC Utrecht de uitstoot van 2.179 kg CO₂-eq. per jaar voorkomen. Met de keuze voor de herbruikbare hechtset in plaats van de eenmalige variant kan het de uitstoot van 911 kg CO₂-eq. per jaar voorkomen.



De LCA biedt verschillende aanknopingspunten om de milieu-impact van hecht- en partusset te verlagen:

- Bij de eenmalige sets is de productie dominant in de klimaatimpact. De klimaatimpact van de eenmalige set worden lager wanneer er minder materiaal wordt gebruikt.
- Voor de herbruikbare sets bepaalt het aantal keer hergebruik de klimaatimpact per speculumonderzoek. De verwachting is dat eenmalige sets honderden keren hergebruikt kunnen worden, waardoor de klimaatimpact per onderzoek bepaald wordt door het CSA-proces.
- De klimaatimpact van het CSA-proces wordt voor ongeveer 44% bepaald door het energiegebruik (elektriciteit en stoom). Hiervoor gebruikt het UMC Utrecht deels eigen energieopwekking (wkk, stoomketels) en deels elektriciteit van het landelijke net. De emissiefactor (g CO₂-eq./kWh) van het net zal naar verwachting flink afnemen in de komende jaren tot 2030. Aanpassingen aan de eigen energieopwekking kan ook zorgen voor een verminderde klimaatimpact van het energiegebruik.
- De klimaatimpact van het CSA-proces wordt voor ongeveer een derde bepaald door het gebruik van de verpakkingen. Het verminderen van het verpakkingsmateriaal, het gebruiken van herbruikbare verpakkingen of het recyclen van verpakkingen kan hier zorgen voor een verlaging van de klimaatimpact.

Tekstbox 2 - Toepasbaarheid analyse op andere instrumentensets en ziekenhuizen

Dit onderzoek is gebaseerd op de situatie in het UMC Utrecht. We verwachten echter dat de resultaten en conclusies voor andere Nederlandse ziekenhuizen vergelijkbaar zouden zijn. De processen voor de productie van de instrumenten zijn generiek. Dit zal ongeveer hetzelfde zijn voor alle ziekenhuizen. Ook zal de afvalverwerking van de verschillende verpakkingsmaterialen en de instrumenten in de ziekenhuizen in Nederland ongeveer hetzelfde verlopen.

Wij kunnen niet inschatten in hoeverre het reinigings- en sterilisatieproces van de CSA bij het UMC Utrecht vergelijkbaar is met andere ziekenhuizen. Er zijn ziekenhuizen waar de sterilisatie ook intern gebeurt, maar ook ziekenhuizen of ander medische instellingen waar de instrumenten extern worden gereinigd en gesteriliseerd. Bij die ziekenhuizen komt er ook nog de impact van het transport bij, de CSA-resultaten.

Echter is het zo dat we met de gevoeligheidsanalyse hebben gezien dat de conclusies hetzelfde blijven als de impact van de CSA 1,5 keer hoger zou zijn. Dit betekent dat in ziekenhuizen waar het CSA-proces meer energie-intensief zal zijn, de duurzaamheidsconclusies van dit onderzoek waarschijnlijk nog steeds van toepassing zijn.

Daarnaast hebben we nu gekeken naar twee sets: de partusset en de hechtset. Mogelijk zijn er nog meer medische instrumentensets waarbij zowel de eenmalige als de herbruikbare variant van vergelijkbare materialen zijn gemaakt. Als deze sets vergelijkbaar zijn met de hier onderzochte sets (qua gewicht, proces bij de CSA, proces van afvalverwerking), dan is de kans groot dat daar dezelfde conclusie voor geldt: dat herbruikbaar over het gehele proces beter is dan eenmalig.

A Details klimaatimpact

In deze bijlage worden de resultaten op de milieu-indicator klimaat uit de ReCiPe 2016-methode weergegeven. De getallen uit deze tabellen komen overeen met de figuren uit de eerdere hoofdstukken.

Tabel 2 en Tabel 3 geven de klimaatimpact voor het gebruik van respectievelijk één hechtset en één partusset. Tabel 4 geeft de klimaatimpact weer van één cyclus binnen de CSA voor één instrumentenset.

A.1 Klimaatimpact instrumentensets

Tabel 2 - Klimaatimpact van de eenmalige en herbruikbare hechtset, kg CO₂-eq./gebruik

Variant	Productie	Leveranciersverpakking	Transport	CSA	Afvalverwerkingset	Afvalverwerkingverpakking	Totaal
Enmalige hechtset	1,131	0,167	0,038		-0,240	0,006	1,10
Herbruikbare hechtset	2 keer gebruik	0,583	0,014	0,613	-0,124		1,08
	10 keer gebruik	0,117	0,003	0,449	-0,025		0,54
	500 keer gebruik	0,002	0,000	0,409	0,000		0,41

Tabel 3 - Klimaatimpact van de eenmalige en herbruikbare partusset, kg CO₂-eq./gebruik

Variant	Productie	Leveranciersverpakking	Transport	CSA	Afvalverwerkingset	Afvalverwerkingverpakking	Totaal
Enmalige partusset	1,506	0,135	0,046		-0,332	0,005	1,36
Herbruikbare partusset	2 keer gebruik	0,824	0,020	0,613	-0,183		1,27
	10 keer gebruik	0,165	0,004	0,449	-0,037		0,58
	500 keer gebruik	0,003	0,000	0,409	-0,001		0,41

A.2 Klimaatimpact CSA

Tabel 4 - Breakdown van klimaatimpact van één cyclus CSA van één set van instrumenten, kg CO₂-eq./CSA-cyclus van één instrumentenset

Onderdeel	Voorspoelen	Desinfecteren	Verpakken	Steriliseren	Reinigen randonderdelen
Water/afvalwater	0,0043	0,0090	0,0000	0,0013	0,0035
Zeep	0,0310	0,0270	0,0000	0,0000	0,0162
Elektriciteit	0,0177	0,0467	0,0000	0,0057	0,0000
Stoom	0,0000	0,0000	0,0000	0,1053	0,0000
Verpakkingen (excl. afvalfase)	0,0000	0,0000	0,1325	0,0000	0,0000
Totaal	0,0530	0,0828	0,1325	0,1123	0,0197

B Details LCA-model

In de volgende tabellen wordt dieper ingegaan op de modellering voor de herbruikbare hecht- of partusset en de eenmalige hecht- of partusset. Alle getallen zijn uitgedrukt per set. Voor de CSA-processen zijn ze uitgedrukt voor één CSA-cyclus van één instrumentenset (hecht- of partusset). De hierin genoemde processen zijn gekoppeld aan achtergronddata zoals beschreven in Tabel 9.

Tabel 5 - Overzicht LCA-model voor herbruikbare hechtset. De genoemde hoeveelheden zijn gekoppeld aan de achtergronddata uit Tabel 9

(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Productie herbruikbare hechtset			
Productie metaal	155	g	
Metaalbewerking	155	g	
Transport herbruikbare hechtset			
Zee-transport	2.760	kgkm	155 g over 11.358 km (Karachi - Rotterdam).
Wegtransport	15,5	kgkm	155 g over 100 km (aanname).
CSA: Voorspoelen			
Water (voorreinigen)	0,25	kg	
Elektriciteit UMCU (weken)	0,0104	kWh	
Water (weken)	1,04	kg	
Zeep (weken)	5,21	g	
Water (ultrasoon)	1,67	kg	
RO-water (ultrasoon)	0,625	l	
Zeep (ultrasoon)	6,25	g	
Elektriciteit UMCU (ultrasoon)	0,0417	kWh	
Verwerking afvalwater	3,58	l	Afvalwater van voorreinigen, weken en ultrasoon.
CSA: Desinfecteren			
Water (voorspoelen)	1,67	l	
Water (wassen)	1,67	l	
Zeep (wassen)	8,33	g	
Water (tussenspoelen)	1,67	l	
RO-water (desinfecteren)	1,67	l	
Zeep (desinfecteren)	1,67	g	
Elektriciteit (volledige cyclus)	0,137	kWh	
Verwerking afvalwater	6,67	l	Afvalwater van voorspoelen, wassen, tussenspoelen en desinfecteren.
CSA: Samenstellen			
Papier	3	g	CSA-verpakking bestaat uit papier en gelamineerd plastic.
PET (gelamineerd plastic)	1,5	g	
LDPE (gelamineerd plastic)	1,5	g	
Folieproductie (plastic)	3	g	
Tape	1	cm	
CSA: Steriliseren			
Zacht water	0,208	l	
RO-water	0,375	l	
Stoom	0,396	kg	

(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Elektriciteit	0,0167	kWh	
Verwerking afvalwater	0,583	l	
CSA: Reinigen randonderdelen			
Water (reinigen)	0,3	l	70% hergebruikt bij volgende reinigingsproces.
Zeep (reinigen)	5	g	
Water (tussenspoeling)	0,3	l	70% van vorige desinfectieproces gebruikt.
RO-water (desinfectie)	1	l	
Zeep (desinfectie)	1	g	
Verwerking afvalwater	1,6	l	
Afvalverwerking hechtset			
Uitgespaard ruwijzer	149	g	Aanname: 96% metaal teruggewonnen als ruwijzer.
Afvalverwerking CSA-verpakkingen			
Afvalverwerking	82	g	Niet-specifiek ziekenhuisafval.

Tabel 6 - Overzicht LCA-model voor herbruikbare partusset. De genoemde hoeveelheden zijn gekoppeld aan de achtergronddata uit Tabel 9

(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Productie herbruikbare partusset			
Productie metaal	226	g	
Metaalbewerking	226	g	
Transport herbruikbare partusset			
Zeetransport	3.021	kgkm	226 g over 11.358 km (Karachi - Rotterdam).
Wegtransport	22,6	kgkm	226 g over 100 km (aanname).
CSA: Voorspoelen			
Water (voorreinigen)	0,25	kg	
Elektriciteit UMCU (weken)	0,0104	kWh	
Water (weken)	1,04	kg	
Zeep (weken)	5,21	g	
Water (ultrasoon)	1,67	kg	
RO-water (ultrasoon)	0,625	l	
Zeep (ultrasoon)	6,25	g	
Elektriciteit UMCU (ultrasoon)	0,0417	kWh	
Verwerking afvalwater	3,58	l	Afvalwater van voorreinigen, weken en ultrasoon.
CSA: Desinfecteren			
Water (voorspoelen)	1,67	l	
Water (wassen)	1,67	l	
Zeep (wassen)	8,33	g	
Water (tussenspoelen)	1,67	l	
RO-water (desinfecteren)	1,67	l	
Zeep (desinfecteren)	1,67	g	
Elektriciteit (volledige cyclus)	0,137	kWh	
Verwerking afvalwater	6,67	l	Afvalwater van voorspoelen, wassen, tussenspoelen en desinfecteren.
CSA: Samenstellen			
Papier	3	g	CSA-verpakking bestaat uit papier en gelamineerd plastic.
PET (gelamineerd plastic)	1,5	g	



(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
LDPE (gelamineerd plastic)	1,5	g	
Folieproductie (plastic)	3	g	
Tape	1	cm	
CSA: Steriliseren			
Zacht water	0,208	l	
RO-water	0,375	l	
Stoom	0,396	kg	
Elektriciteit	0,0167	kWh	
Verwerking afvalwater	0,583	l	
CSA: Reinigen randonderdelen			
Water (reinigen)	0,3	l	70% hergebruikt bij volgende reinigingsproces.
Zeep (reinigen)	5	g	
Water (tussenspoeling)	0,3	l	70% van vorige desinfectieproces gebruikt.
RO-water (desinfectie)	1	l	
Zeep (desinfectie)	1	g	
Verwerking afvalwater	1,6	l	
Afvalverwerking partusset			
Uitgespaard ruwijzer	217	g	Aanname: 96% metaal teruggewonnen als ruwijzer.
Afvalverwerking CSA-verpakkingen			
Afvalverwerking	82	g	Niet-specifiek ziekenhuisafval.

Tabel 7 - Overzicht LCA-model voor eenmalige hechtset. De genoemde hoeveelheden zijn gekoppeld aan de achtergronddata uit Tabel 9

(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Productie eenmalige hechtset			
Productie metaal	150	g	
Metaalbewerking	150	g	
Zacht water	0,208	l	Steriliseren bij de producent.
RO-water	0,375	l	
Stoom	0,396	kg	
Elektriciteit	0,0167	kWh	
Verwerking afvalwater	0,583	l	
Productie leveranciersverpakking eenmalige hechtset			
LDPE	14,78	g	
PP	38	g	
Papier	13,2	g	
Transport eenmalige hechtset (inclusief verpakking)			
Zeetransport	2.420	kgkm	213 g over 11.358 km (Karachi - Rotterdam).
Wegtransport	21,3	kgkm	213 g over 100 km (aanname).
Afvalverwerking leveranciersverpakking eenmalige hechtset			
Uitgespaard ruwijzer	144	g	Aanname: 96% metaal teruggewonnen als ruwijzer.
Afvalverwerking eenmalige hechtset			
Afvalverwerking	63	g	Niet-specifiek ziekenhuisafval.

Tabel 8 - Overzicht LCA-model voor eenmalige partusset. De genoemde hoeveelheden zijn gekoppeld aan de achtergronddata uit Tabel 9

(Sub-)processen	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Productie eenmalige partusset			
Productie metaal	205,2	g	Epischaar van 71 g wordt maar voor 20% meegerekend. Steriliseren bij de producent.
Metaalbewerking	205,2	g	
Zacht water	0,208	l	
RO-water	0,375	l	
Stoom	0,396	kg	
Elektriciteit	0,0167	kWh	
Verwerking afvalwater	0,583	l	
Productie leveranciersverpakking eenmalige partusset			
LDPE	16,6	g	
PP	21	g	
Papier	14,4	g	
Transport eenmalige partusset (inclusief verpakking)			
Zee-transport	2.921	kgkm	257,2 g over 11.358 km (Karachi - Rotterdam).
Wegtransport	25,7	kgkm	257,2 g over 100 km (aannee).
Afvalverwerking leveranciersverpakking eenmalige partusset			
Uitgespaard ruwijzer	205,2	g	Aannee: 96% metaal teruggewonnen als ruwijzer.
Afvalverwerking eenmalige partusset			
Afvalverwerking	62	g	Niet-specifiek ziekenhuisafval.

Tabel 9 - Gebruikte achtergronddata

(Sub-)processen	Achtergrondmodel
Productie	
Productie metaal	Steel, chromium steel 18/8 {GLO} market for Cut-off, U.
Metaalbewerking	Steel product manufacturing, average metal working/RER U..
Transport	
Zee-transport	Eigen model voor well-to-wheel-emissies van een <i>bulk carrier</i> , op basis van (CE Delft, 2020).
Wegtransport	Eigen model voor well-to-wheel-emissies van vrachtwagens, op basis van (CE Delft, 2020).
CSA	
Water	Tapwater {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U
Elektriciteit UMC Utrecht	Eigen model voor elektriciteitsgebruik UMC Utrecht, zowel eigen opwekking in wkk als inkoop van het net.
Zeep	50% Soap {GLO} market for Cut-off, U (vast bestanddeel) en 50% Tapwater {Europe without Switzerland} market for Cut-off, U (vloeibaar bestanddeel).
RO-water	Eigen model voor productie RO-water.
Zachtwater	Water, completely softened {RER} market for water, completely softened Cut-off, U.
Stoom UMC Utrecht	Eigen model voor opwekking stoom UMCU.
Productie papier	Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, U.
Productie LDPE	Packaging film, low density polyethylene {GLO} market for Cut-off, U.
Productie PET	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {Europe without Switzerland} polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled to generic market for amorphous PET granulate Cut-off, U.



(Sub-)processen	Achtergrondmodel
Verwerking afvalwater	Wastewater, average {Europe without Switzerland} market for wastewater, average Cut-off, U.
Afvalverwerking	
Uitgespaard ruwijzer	Pig iron {RoW} market for pig iron Cut-off, U.
Afvalverwerking	Verwerking niet-specifiek ziekenhuisafval. Eerdere analyse voor UMC Utrecht (CE Delft, 2018).

Tabel 10 - Opwekking 1 kWh elektriciteit UMC Utrecht (wkk + inkoop)

Onderdeel	Hoeveelheid per geproduceerde kWh	Toelichting
Opwekking stroom UMC Utrecht wkk	0,644 kWh	64,4% van de gebruikte elektriciteit wordt opgewekt in de wkk. Bij de productie van 1 kWh wordt 0,245 kg CO ₂ uitgestoten (berekening UMC Utrecht).
Ingekochte stroom UMC Utrecht	0,356 kWh	35,6% van de gebruikte stroom wordt ingekocht van het net. Bij de productie van 1 kWh wordt 0,435 kg CO ₂ uitgestoten (CO ₂ emissiefactoren.nl). De inkoop van Garanties van Oorsprong is niet meegenomen in deze analyse.

Tabel 11 - Productie 1 kg stoom voor CSA (stoomketels + wkk)

Onderdeel	Hoeveelheid per kg stoom	Toelichting
Stoomproductie stoomketels	0,0376 Nm ³ aardgas	Er wordt 0,113 Nm ³ gas verbruikt per kg stoom. 33,2% van de stoom wordt opgewekt in stoomketels. Ecoinvent-data voor productie van aardgas (excl. verbranding): Natural gas, high pressure {NL} market for Cut-off, U.
Stoomproductie wkk	4,98*10 ⁻⁵ Nm ³ aardgas	Er wordt 0,124 Nm ³ gas verbruikt per kg stoom. 66,8% van de stoom wordt opgewekt in de wkk. Ecoinvent-data voor productie van aardgas (exclusief verbranding): Natural gas, high pressure {NL} market for Cut-off, U.
CO ₂ -emissies aardgasverbranding	0,215 kg CO ₂	Naast de productie van het aardgas, komen er ook emissies vrij bij de verbranding. We gaan uit van 56,5 kg CO ₂ per GJ en een verbrandingswaarde van 31,65 MJ/Nm ³ .