

Klimaatimpact
reinigingsproces
instrumentarium
huisartsenpraktijken



Klimaatimpact reinigingsproces instrumentarium huisartsenpraktijken

Dit rapport is geschreven door:

Meis Uijttewaal

Martijn Broeren

Delft, CE Delft, juni 2025

Publicatienummer: 25.230450.135

Opdrachtgever: Nederlands Huisartsen Genootschap

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

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Meis Uijttewaal (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 sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	6
	1.1 Aanleiding	6
	1.2 Opzet studie	6
	1.3 Leeswijzer	6
2	Afbakening en aanpak	8
	2.1 Doel van de studie	8
	2.2 Functionele eenheid	8
	2.3 Systeemgrenzen	9
	2.4 Berekening klimaatimpact	9
	2.5 Dataverzameling	10
3	Analyse afzonderlijke reinigingsstappen	11
	3.1 Beschrijving reinigingsstappen	11
	3.2 Resultaten	12
4	Analyse gecombineerde reinigingsstappen	17
	4.1 Combinaties	17
	4.2 Resultaten	18
5	Aanvullende scenario's	21
	5.1 Wat als er minder instrumenten gebruikt worden?	21
	5.2 Wat als de watertemperatuur bij handmatig reinigen hoger of lager is?	22
	5.3 Wat als er gebruik wordt gemaakt van duurzame energie?	23
6	Conclusie en discussie	25
	6.1 Onzekerheden	25
	6.2 Beschouwing uitkomsten enquête	26
	6.3 Conclusie	27
7	Literatuur	29
A	Enquête	30
B	Uitgebreide analyse reinigingsstappen	32
	B.1 Bewaren	32
	B.2 Handmatig reinigen	35
	B.3 Medische vaatwasser	36
	B.4 Autoclaaf	38
	B.5 Externe CSA	40



Samenvatting

Het Nederlands Huisartsen Genootschap (NHG) werkt aan een herziening van de richtlijn *Infectiepreventie in de huisartsen- en verloskundigenpraktijk*, waaronder het hoofdstuk 'Reiniging en desinfectie of sterilisatie van instrumentarium'. In dit kader heeft het NHG aan CE Delft gevraagd om de klimaatimpact in kaart te brengen van verschillende manieren van bewaren, reinigen, desinfecteren en steriliseren¹ van semi-kritisch en kritisch instrumentarium in de huisartsenpraktijk.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het berekenen van de klimaatimpact van de volgende reinigingsstappen:

- nat bewaren in een bak met reinigingsmiddel²;
- droog bewaren nadat het instrument met een papieren doekje is schoongeveegd;
- handmatige reiniging;
- reiniging en chemische desinfectie met een medische vaatwasser;
- sterilisatie met een autoclaaf;
- externe sterilisatie bij een ziekenhuis (CSA).

De nadruk ligt op het vergelijken van de klimaatimpact tussen deze reinigingsstappen en het identificeren van de factoren die de grootste invloed hebben op de klimaatimpact. Uit deze analyse volgen aanbevelingen voor een zo duurzaam mogelijk reinigingsproces.

De klimaatimpact van de reinigingsprocessen is bepaald door middel van een levenscyclus-analyse (LCA), op basis van data aangeleverd door het NHG en uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten per jaar. Er is gekozen voor klimaatimpact om huisartsen handvatten te kunnen geven om hun CO₂-uitstoot te verlagen. Andere milieu-impacts, zoals vervuiling van het oppervlaktewater, zijn in deze analyse niet meegenomen, omdat er nog onvoldoende bekend is over de schadelijkheid van reinigingsmiddelen voor het waterleven.

Resultaten

Figuur 1 geeft de klimaatimpact weer van het reinigingsproces bij een huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week worden gebruikt. De klimaatimpact wordt uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten (eq.) per jaar.

De klimaatimpact ligt tussen de 300 en 1.000 kg CO₂-eq. per jaar bij een huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week worden gebruikt (zie Figuur 1), oftewel ongeveer 0,10 tot 0,40 kg CO₂-eq. per gebruikt instrument. De laagste klimaatimpact ontstaat bij om de dag reinigen en desinfecteren in een medische vaatwasser (alleen van toepassing op semi-kritisch instrumentarium excl. specula), waarbij de instrumenten overdag droog bewaard worden. De hoogste klimaatimpact ontstaat bij nat bewaren en wekelijks

¹ We gebruiken in dit rapport 'reinigingsproces' of 'reinigen' als overkoepelende term voor het reinigings-, desinfectie- of sterilisatieproces.

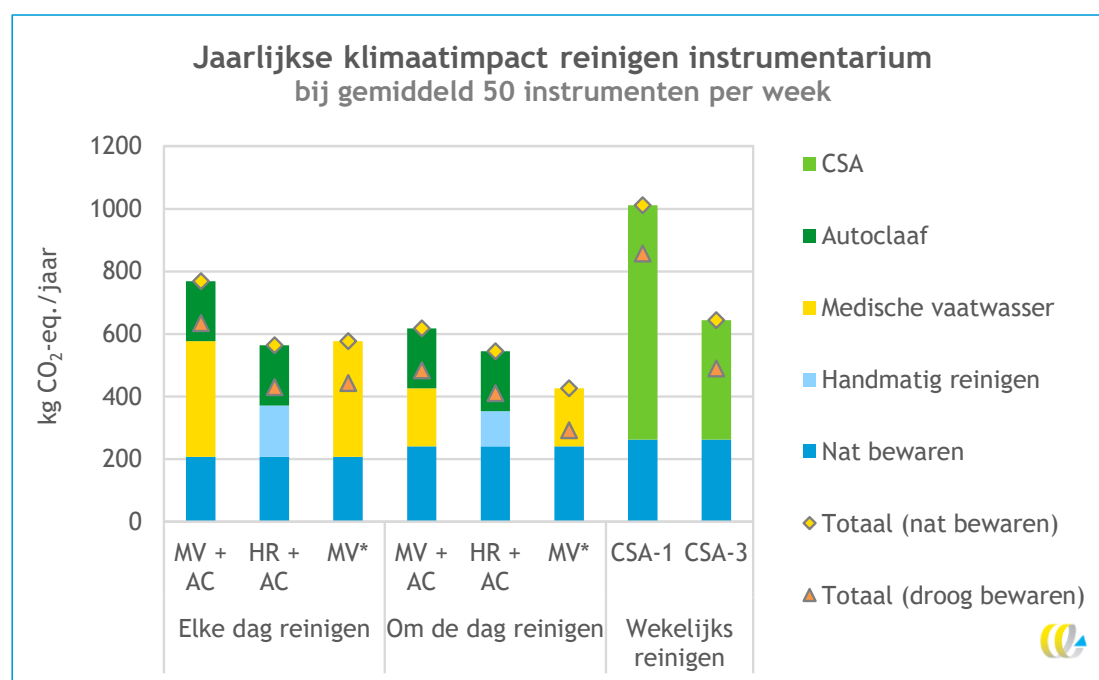
² Onder reinigingsmiddel vallen alle instrumentreinigingsmiddelen met een CE-markering, specifiek bestemd voor het reinigen van medisch instrumentarium.

reiniging en sterilisatie bij een externe CSA, waarbij de instrumenten van één praktijk worden vervoerd van en naar de CSA en vervoer niet wordt gedeeld.

De resultaten van de verschillende reinigingsprocessen liggen dicht bij elkaar en zijn vooral afhankelijk van hoe en hoe vaak de reinigingsstappen worden uitgevoerd. Reinigen om de dag resulteert bij alle scenario's tot een lagere klimaatimpact dan dagelijks reinigen, doordat de capaciteit van de apparaten (medische vaatwasser en autoclaaf) en het gebruik van hulpmiddelen (handschoenen, reinigingsmiddel, etc.) dan beter benut worden.

De klimaatimpact van handmatige reiniging in combinatie met sterilisatie met een autoclaaf is vergelijkbaar met die van reiniging met een medische vaatwasser in combinatie met sterilisatie met een autoclaaf. De klimaatimpact van reiniging en sterilisatie door een externe CSA is aanzienlijk hoger als de instrumenten per praktijk apart naar de CSA getransporteerd worden. De klimaatimpact van de CSA is alleen vergelijkbaar met die van de andere opties als transport van meerdere praktijken gecombineerd wordt.

Figuur 1 - Jaarlijkse klimaatimpact van het reinigingsproces van het instrumentarium van één huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week gebruikt worden



* Niet van toepassing op kritisch instrumentarium of specula, waarvoor sterilisatie noodzakelijk is.
MV = medische vaatwasser; AC = autoclaaf; HR = handmatige reiniging; CSA-1/CSA-3 = instrumenten van 1 (bij een afstand van 25 km), respectievelijk drie praktijken per transportrit naar de CSA (bij een afstand van 25 km).

Onzekerheden

De modellen van de reinigingsprocessen bevatten verschillende onzekerheden, op productniveau, in de milieudata en in de gebruiksscenario's. De grootste onzekerheden zitten in de manier waarop reinigingsprocessen worden uitgevoerd, bijvoorbeeld als het gaat om de temperatuur van het water en in hoeverre de medische vaatwasser en autoclaaf volledig gevuld worden voordat deze worden aangezet. Daarnaast is het energieverbruik van

de medische vaatwasser onzeker; dit zal per type apparaat en programma verschillen. Tot slot zit er een relatief grote onzekerheid in de klimaatimpact van het reinigingsmiddel, doordat de exacte samenstelling daarvan niet bekend is.

Aanbevelingen

De klimaatimpact kan vooral worden beperkt door te letten op het volgende:

- Vul de apparaten zoals de medische vaatwasser en autoclaaf zoveel mogelijk voordat ze aangezet worden.
- Gebruik afgemeten hoeveelheden water en reinigingsmiddel bij het nat bewaren of handmatig reinigen (bijvoorbeeld met maatbekers, gebruiksinstructies op de muur) en gebruik niet meer dan nodig.
- Beperk overmatig gebruik van reinigingsmiddel door gebruikte instrumenten in de spreekkamer in een droge bak te verzamelen en gebruik één centrale verzamelbak met reinigingsmiddel voor het bewaren en/of reinigen.
- Gebruik waar mogelijk koud water in plaats van lauw of warm water; raadpleeg hiervoor de gebruikershandleiding van het reinigingsmiddel.
- Combineer bij gebruik van een externe CSA het transport van instrumenten van meerdere huisartsenpraktijken, of combineer het met transport van andere materialen, zoals voor cervixcytologie of pathologisch onderzoek.
- Vermijd onnodig steriliseren van semi-kritisch instrumentarium dat al gedesinfecteerd is in de medische vaatwasser (behalve het vaginaal speculum³).
- Maak waar mogelijk gebruik van duurzame elektriciteit en lauw water verwarmd met een warmtepomp.

³ Het vaginaal speculum moet na reiniging altijd gesteriliseerd worden wegens eliminatie van eventuele besmetting met HPV.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Er is steeds meer aandacht voor duurzaamheid in de Nederlandse zorgsector, bijvoorbeeld in de Green Deal Duurzame Zorg. In 2024-2025 vindt de herziening plaats van de Richtlijn Infectiepreventie in de huisartsen- en verloskundigenpraktijk. Bij het herzien van deze richtlijn wil het Nederlands Huisartsen Genootschap (NHG) ook de klimaatimpact van het reinigen, desinfecteren en steriliseren van herbruikbare instrumenten in de huisartsenpraktijk laten onderzoeken. In opdracht van het NHG analyseert CE Delft de klimaatimpact van verschillende methoden om het reinigings-, desinfectie- en sterilisatieproces uit te voeren. De uitkomsten zullen worden meegenomen in de herziening van de implementatiematerialen bij de richtlijn.

1.2 Opzet studie

We bepalen de klimaatimpact van het reinigingsproces⁴ door middel van een levenscyclusanalyse (LCA).

De analyse bestaat uit drie delen:

1. **Analyse afzonderlijke onderdelen reinigingsproces:** we analyseren de klimaatimpact van de afzonderlijke stappen, op basis van data die zijn aangeleverd door het NHG. We bepalen welke stappen, inputs (zoals materialen of energie) of verbruiksparementen de grootste invloed hebben op de klimaatimpact.
2. **Analyse gecombineerde reinigingsstappen:** we berekenen de jaarlijkse klimaatimpact van het reinigen van instrumentarium in een huisartsenpraktijk. Dit doen we door de losse reinigingsstappen op verschillende manieren te combineren.
3. **Aanvullende scenarioanalyse:** de klimaatimpact van een reinigingsproces is in grote mate afhankelijk van hoe deze uitgevoerd wordt (bijvoorbeeld hoe vol een afwasmachine geladen wordt, hoe vaak wordt gereinigd). We beschrijven een aantal veel voorkomende scenario's zodat we de impact van verschillende manieren van gebruik/uitvoering die in de analyse van de reinigingsprocessen niet zijn meegenomen kunnen toevoegen.

1.3 Leeswijzer

Deze notitie bevat de volgende informatie:

- Hoofdstuk 2: Afbakening en aanpak.
- Hoofdstuk 3: De analyse van de afzonderlijke reinigingsstappen. Per reinigingsstap geven we een korte beschrijving van het proces, de resultaten op hoofdlijnen en enkele aanbevelingen voor het gebruik.
- Hoofdstuk 4: Analyse waarin we voor verschillende combinaties van reinigingsstappen de jaarlijkse klimaatimpact van het reinigen berekenen.
- Hoofdstuk 5: Scenarioanalyses waarin aanvullende vragen over specifieke gebruiksscenario's beantwoord worden.

⁴ We gebruiken in dit rapport 'reinigingsproces' of 'reinen' als overkoepelende term voor het reinigings-, desinfectie- of sterilisatieproces.

- Hoofdstuk 6: Overkoepelende conclusies uit de verschillende analyses en discussie van de onzekerheden in en beperkingen van de analyses.
- Bijlage A: Beschrijving van de resultaten uit een enquête onder huisartsen, uitgezet door het NHG.
- Bijlage B: Gedetailleerde beschrijving van de reinigingsprocessen, modellering (incl. achterliggende data en aannames) en de resultaten.



2 Afbakening en aanpak

2.1 Doel van de studie

Het doel van deze analyse is het in kaart brengen van de klimaatimpact van de reiniging, desinfectie of sterilisatie⁵ van het semi-kritisch en kritisch instrumentarium in de huisartsenpraktijk.

De nadruk ligt in het project op het in kaart brengen van de verschillen in klimaatimpact tussen manieren om het reinigingsproces uit te voeren en op het identificeren van de factoren die de grootste invloed hebben op de klimaatimpact hebben. Uit deze analyse volgen aanbevelingen om de klimaatimpact van het reinigen zo veel mogelijk te beperken.

De volgende opties voor reiniging, desinfectie en sterilisatie hebben we meegenomen in de analyse:

- handmatige reiniging;
- reiniging en thermische desinfectie met een medische vaatwasser;
- sterilisatie met een autoclaaf;
- externe sterilisatie bij een ziekenhuis.

Daarnaast kijken we ook naar twee manieren waarop het instrumentarium bewaard kan worden (in de spreekkamer of op een centrale locatie) voordat het gereinigd wordt:

- nat bewaren in een bak met reinigingsmiddel;
- droog bewaren nadat het instrument met een papieren doekje is schoongeveegd.

2.2 Functionele eenheid

In de analyse van de afzonderlijke onderdelen van het reinigingsproces geven de resultaten de klimaatimpact weer voor de reiniging, desinfectie of sterilisatie van één instrument. In LCA-termen is de functionele eenheid van de analyse dus: *‘Het reinigen, desinfecteren of steriliseren van één gebruikt huisartseninstrument’*.

We maken hierbij onderscheid tussen kleine en grote instrumenten. Voor kleine instrumenten gebruiken we een pincet als voorbeeldinstrument. Voor grote instrumenten is het vaginaal speculum het voorbeeldinstrument.

In de analyse van de gecombineerde reinigingsstappen geven we de resultaten van de klimaatimpact weer voor het reinigen en desinfecteren of steriliseren van alle instrumenten die gedurende één jaar in een huisartsenpraktijk gebruikt worden. De functionele eenheid van de analyse is hier: *‘Het reinigen en desinfecteren of steriliseren van 2.600⁶ gebruikte huisartseninstrumenten’*. We maken in deze analyse geen onderscheid tussen kleine en grote instrumenten, maar houden bij de capaciteit van de apparaten wel rekening met een combinatie van instrumenten van verschillende groottes.

⁵ We gebruiken in dit rapport ‘reinigingsprocessen’ als overkoepelende term voor de verschillende reinigungs-, desinfectie- en sterilisatietechnieken.

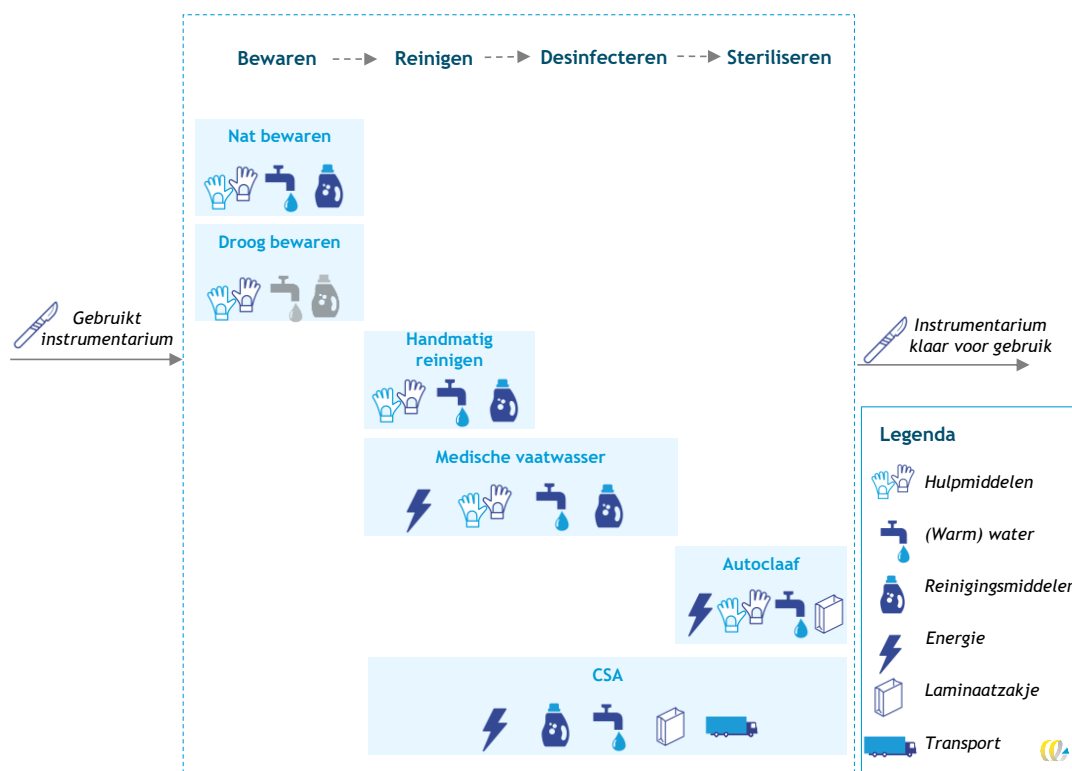
⁶ We gaan uit van een praktijk waar gedurende 52 weken per jaar gemiddeld 50 instrumenten per week gebruikt worden.

2.3 Systeemgrenzen

Figuur 2 geeft de systeemgrenzen van de analyse weer. De analyse start met gebruikt instrumentarium dat gereinigd moet worden (na het eventueel afspoelen van instrumenten direct na gebruik). Alle processen en materialen die nodig zijn voor elke reinigingsstap worden meegenomen in de analyse. In de lichtblauwe blokken in Figuur 2 is per stap weergegeven wat de belangrijkste inputs zijn. Voor alle materialen die gebruikt worden, geldt dat ook de verwerking aan het eind van de levensduur is meegenomen. Het gaat dan bijvoorbeeld om het verbranden van handschoenen in een afval- en energiecentrale of het zuiveren van afvalwater bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

De productie van kapitaalgoederen (zoals de medische vaatwasser) is niet meegenomen in de analyse. Eerdere studies wijzen uit dat de milieu-impact hiervan zeer beperkt is door de lange levensduur.

Figuur 2 - Systeemgrenzen analyse



2.4 Berekening klimaatimpact

De klimaatimpact van een reinigingsprocesoptie is berekend door de klimaatimpact van alle in- en outputs die nodig zijn voor de reinigingsoptie bij elkaar op te tellen. De klimaatimpact van de in- en outputs is gebaseerd op datasets uit de ecoinvent database (v3.10) met milieukundige achtergrondgegevens.

De klimaatimpact is berekend met de IPCC 2021 GWP100 V1.02 methode.

2.5 Dataverzameling

De data over de hoeveelheden in- en outputs van de reinigingsprocesopties is afkomstig van:

- de NHG-Richtlijn Infectiepreventie in de huisartsen- en verloskundigenpraktijk(NHG);
- een schatting van het gebruik door praktiserende huisartsen werkzaam bij NHG en een ledenraadpleging van het NHG;
- productinformatie in gebruikershandleidingen;
- eerdere analyses van CE Delft uitgevoerd in opdracht van het UMC Utrecht.

3 Analyse afzonderlijke reinigingsstappen

In deze analyse berekenen we de klimaatimpact van de afzonderlijke stappen voor het bewaren, reinigen, desinfecteren en steriliseren van gebruikte instrumenten. In dit hoofdstuk beschrijven we eerst kort de verschillende processen (Paragraaf 3.1). Daarna gaan we in op de resultaten van de analyse en geven we per reinigingsproces enkele aanbevelingen voor het gebruik (Paragraaf 3.2). In Bijlage A worden de processen, modellering (inclusief achterliggende data en aannames) en de resultaten in meer detail besproken.

Voor een volledige reiniging en desinfectie of sterilisatie worden de verschillende processen gecombineerd (bijvoorbeeld droog bewaren + handmatig reinigen + steriliseren met de autoclaaf). Er zijn veel verschillende combinaties mogelijk. Daarbij beïnvloedt de manier waarop de processen gecombineerd worden, met welke frequentie de reiniging plaatsvindt en hoeveel instrumenten er tegelijk gereinigd worden de klimaatimpact van het totale reinigingsproces.

In Hoofdstuk 4 analyseren we daarom verschillende scenario's waarin de reinigingsprocessen gecombineerd worden.

3.1 Beschrijving reinigingsstappen

De beschrijvingen hieronder geven aan hoe de reinigingsstappen in deze analyse zijn gemodelleerd. Hierbij hebben we zo veel mogelijk de richtlijn van het NHG gevolgd, en er tegelijkertijd naar gestreefd om aan te sluiten bij hoe het in de huisartsenpraktijk georganiseerd is en meestal wordt gehandeld.

Droog bewaren

Voorafgaand aan het reinigen worden gebruikte instrumenten met een papieren tissue afgeveegd en in een aparte bak bewaard. Instrumenten mogen maximaal 24 uur droog bewaard worden. Als ze langer dan een dag bewaard worden gaan we ervan uit dat ze aan het eind van de dag bewaard worden in een centrale verzamelbak met lauw water⁷ waarin de juiste dosering reinigingsmiddel⁸ is opgelost.

⁷ Voor het maken van de oplossing en het afspoelen van de instrumenten mag ook koud water gebruikt worden. In de aanvullende analyse in Paragraaf 5.2 kijken we naar het effect van de watertemperatuur op de klimaatimpact.

⁸ Onder reinigingsmiddel vallen alle instrumentreinigingsmiddelen met een CE-markering, specifiek bestemd voor het reinigen van medisch instrumentarium.

Nat bewaren

Instrumenten worden na gebruik in een bak met lauw water⁷ gelegd, waarin de juiste dosering reinigingsmiddel⁸ is opgelost. We gaan hierbij uit van drie spreekkamers, waarbij in elke spreekkamer één bewaarbak met reinigingsmiddel staat. Voor de meeste reinigingsmiddelen geldt dat de instrumenten er maximaal één dag in bewaard mogen worden. We nemen daarom aan dat als de instrumenten langer dan een dag bewaard worden, de instrumenten aan het eind van de dag in één nieuwe centrale verzamelbak met reinigingsmiddel gedaan worden en er de volgende dag voor elke spreekkamer een nieuwe bak met oplossing wordt gemaakt.

Handmatig reinigen

De instrumenten worden gereinigd in een bak met lauw water⁷ waarin de juiste dosering reinigingsmiddel⁸ is opgelost. Na het reinigen worden de instrumenten onder een lopende kraan met lauw water⁷ afgespoeld. Bij het reinigen draagt de assistent beschermingsmiddelen (handschoenen, bril, wegwerpschoort).

Medische vaatwasser

In de medische vaatwasser worden instrumenten gereinigd met behulp van reinigingsmiddelen en warm water. Hierna worden de instrumenten thermisch gedesinfecteerd. Er gaan gemiddeld 20 instrumenten per reinigingscyclus in de vaatwasser (de maximale capaciteit is 40 instrumenten).

Autoclaaf

De gereinigde instrumenten worden elk apart in een laminaatzakje verpakt en in de autoclaaf gesteriliseerd met stoom. We nemen aan dat er gemiddeld vijf grote instrumenten (vaginale specula) of zestien kleine instrumenten (pincetten) in de autoclaaf gaan.

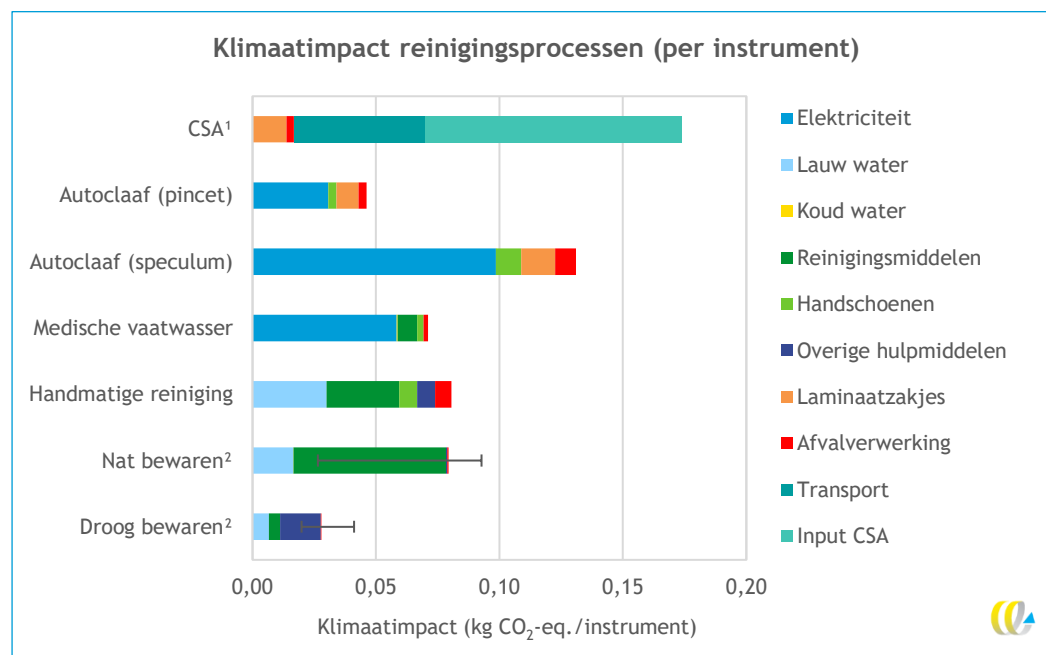
Externe CSA

De te reinigen instrumenten worden één keer per week opgehaald en naar de externe CSA gebracht. We gaan uit van een gemiddelde transportafstand van 25 km (enkele reis). Bij de CSA doorlopen de instrumenten het gehele reinigings- en sterilisatieproces. De instrumenten worden verpakt in een laminaatzakje.

3.2 Resultaten

Figuur 3 geeft de klimaatimpact van de verschillende onderdelen van het reinigingsproces van instrumentarium van huisartsenpraktijken weer. Alle resultaten zijn uitgedrukt per instrument. Onder de figuur bespreken we per onderdeel van het reinigingsproces de resultaten en hieruit volgende aanbevelingen.

Figuur 3 - Klimaatimpact van alle reinigings-, desinfectie- en sterilisatieprocessen, in kg CO₂-eq./instrument



- 1: Resultaat van het scenario waarbij er in totaal 200 instrumenten per transport naar de CSA vervoerd worden (over een totale afstand van 25 km enkele reis).
- 2: De balk geeft de klimaatimpact weer bij een dag bewaren met drie bewaarbakken met reinigingsmiddel. De foutmarge geeft de klimaatimpact weer bij twee dagen bewaren met drie bewaarbakken met reinigingsmiddel (hoogste impact) en een dag bewaren met een bewaarbak met reinigingsmiddel (laagste impact).

Handmatig reinigen

Resultaten

De klimaatimpact van handmatig reinigen bedraagt circa 0,08 kg CO₂-eq. per instrument. De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per reiniging zeven instrumenten gereinigd worden. Bij meer instrumenten per reiniging wordt de klimaatimpact van de meeste inputs en outputs per instrument kleiner.
- **Lauw water:** Er wordt bij twee onderdelen van het proces lauw water gebruikt (aanname: 25°C): het reinigen van de instrumenten in een oplossing van reinigingsmiddel en het afspoelen van de instrumenten onder een stromende kraan.
- **Reinigingsmiddel:** 20 gram Sekusept⁹ per liter water (volgens voorschrift).

Aanbevelingen

- Gebruik een vaste hoeveelheid water en reinigingsmiddel bij het nat bewaren of handmatig reinigen (bv met behulp van maatbekers en duidelijke gebruiksinstructies op de muur) en probeer niet meer te gebruiken dan nodig.
- Maak waar mogelijk gebruik van koud water. Laat het water hierbij niet harder stromen dan nodig. Gebruik bijvoorbeeld een waterbesparende kraan om het waterverbruik te verminderen¹⁰.

⁹ Dit middel is gekozen als voorbeeld voor reinigingsmiddelen, omdat het vaak gebruikt wordt in huisartsenpraktijken.

¹⁰ Uit een gewone kraan stroomt zo'n 10-15 liter water per minuut, bij een waterbesparende kraan is dit 4-8 liter.

Medische vaatwasser

Resultaten

De geschatte klimaatimpact van reiniging en thermische desinfectie met de medische vaatwasser bedraagt 0,07 kg CO₂-eq. per instrument. De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per reinigingscyclus 20 instrumenten in de vaatwasser gaan. Als dat er in de praktijk maar 10 zijn, wordt de klimaatimpact per instrument twee keer zo hoog.
- **Elektriciteit:** Het elektriciteitsgebruik van de medische vaatwasser is ingeschat op basis van het vermogen van één model en de duur van het kortste programma. De vaatwasser zal niet gedurende het hele programma op maximaal vermogen draaien, waardoor het elektriciteitsgebruik in de praktijk lager uit kan vallen. Bij een langer programma kan het elektriciteitsgebruik juist hoger worden. Bij andere types medische vaatwassers kan het elektriciteitsverbruik ook anders uitvallen.
- **Reinigingsmiddel:** We nemen aan dat hiervoor bestemd¹¹ reinigingsmiddel en naspoelmiddel gebruikt wordt.

Aanbevelingen

- Zorg ervoor dat apparaten zoals de medische vaatwasser zo veel mogelijk gevuld zijn voordat ze aangezet worden.

Autoclaaf

Resultaten

De klimaatimpact van sterilisatie met een autoclaaf bedraagt 0,05 kg CO₂-eq. per pincet en 0,13 kg CO₂-eq. per speculum. De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per sterilisatiecyclus 16 pincetten of 5 specula in de autoclaaf gaan. Als er in de praktijk minder instrumenten in de autoclaaf geplaatst worden, neemt de klimaatimpact per instrument toe.
- **Elektriciteit:** Het elektriciteitsgebruik van de autoclaaf is ingeschat op basis van het vermogen van één model en de duur van een programma. De autoclaaf zal niet gedurende het hele programma op maximaal vermogen draaien, waardoor het elektriciteitsgebruik in de praktijk lager uit kan vallen. Bij andere types autoclaven kan het elektriciteitsverbruik ook anders uitvallen.
- **Laminaatzakjes:** We nemen aan dat elk instrument apart in een laminaatzakje wordt verpakt. Hierbij wordt voor het speculum een groter zakje gebruikt dan voor het pincet.

Aanbevelingen

- Zorg ervoor dat apparaten zoals de autoclaaf zo veel mogelijk gevuld zijn voordat ze aangezet worden.
- Verpak alleen kritische instrumenten in een laminaatzakje.
- Vermijd onnodig steriliseren van semi-kritisch instrumentarium dat al gedesinfecteerd is in de medische vaatwasser (behalve het vaginaal speculum¹²).

¹¹ Hoe en waar een specifiek reinigingsmiddel kan worden toegepast staat beschreven in de gebruiksaanwijzing (IFU) van de fabrikant van het reinigingsmiddel. Hier staat informatie over de concentratie, de temperatuur, de contactduur en het beoogd gebruik.

¹² Het vaginaal speculum moet na reiniging altijd gesteriliseerd worden wegens eliminatie van eventuele besmetting met HPV.



Externe CSA

Resultaten

Voor de CSA is alleen de klimaatimpact weergegeven voor het scenario waarbij in totaal 200 instrumenten naar de CSA vervoerd worden. De klimaatimpact van reiniging en sterilisatie bij een externe CSA bedraagt ongeveer 0,17 kg CO₂-eq. bij transport van 200 instrumenten en ongeveer 0,65 kg CO₂-eq. bij transport van 20 instrumenten (zie Bijlage B.5).

De resultaten voor het pincet en het speculum zijn vergelijkbaar. De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Transport:** De klimaatimpact is sterk afhankelijk van de manier waarop het transport naar de externe CSA geregeld wordt. Als er voor iedere praktijk los naar de CSA gereden wordt, draagt de klimaatimpact van het transport voor meer dan 70% bij aan de totale klimaatimpact. Als de instrumenten van tien praktijken aansluitend opgehaald en getransporteerd worden, is de klimaatimpact van het transport per instrument beperkt. Als het ophalen van instrumenten bij meerdere praktijken zorgt voor een aanzienlijke verhoging van de transportafstand wordt dit effect deels teniet gedaan.
- **CSA-proces:** De klimaatimpact van het CSA proces wordt voor bijna de helft veroorzaakt door het gebruik van stoom bij de sterilisatiestap. Daarnaast dragen het gebruik van elektriciteit en reinigingsmiddel aanzienlijk bij aan de klimaatimpact. We nemen aan dat de instrumenten uit de huisartsenpraktijk het volledige reinigings- en sterilisatieproces van de CSA doorlopen (voorspoelen, desinfecteren, verpakken, steriliseren).

Aanbevelingen

- Combineer bij het gebruik van een externe CSA het transport van instrumenten van meerdere huisartsenpraktijken of transport van andere materialen zoals bijvoorbeeld voor cervixcytologie of pathologisch onderzoek.

Bewaren

Resultaten

De klimaatimpact van het droog bewaren van een instrument ligt tussen de 0,020 kg CO₂-eq. per instrument bij één dag bewaren en één centrale verzamelbak voor instrumenten en 0,041 kg CO₂-eq. per instrument bij twee dagen bewaren en aparte bakken in drie spreekkamers.

De klimaatimpact van nat bewaren ligt tussen de 0,026 kg CO₂-eq. per instrument bij één dag bewaren en één centrale verzamelbak voor instrumenten en 0,093 kg CO₂-eq. per instrument bij twee dagen bewaren en aparte bakken in drie spreekkamers.

De factoren die het meest bijdragen aan de klimaatimpact zijn:

- **Bewaartijd:** Als de instrumenten meer dan één dag bewaard worden voor ze worden gereinigd, nemen we aan dat ze aan het eind van de dag in een nieuwe bak met oplossing gedaan worden (zowel bij droog als nat bewaren). Hierdoor is er per instrument meer oplossing met reinigingsmiddel nodig dan bij één dag bewaren.
- **Aantal bakken:** Als er drie bewaarbakken per praktijk worden gebruikt, is de klimaatimpact groter dan als er één bewaarbak wordt gebruikt (bij een gelijk aantal instrumenten per dag). Dit effect is groter bij het nat bewaren, omdat de klimaatimpact van een bewaarbak met oplossing onafhankelijk is van het aantal instrumenten. Bij het droog bewaren is de klimaatimpact van het papier dat gebruikt wordt afhankelijk van het aantal instrumenten: als er op meer spreekkamers een bewaarbak staat, wordt er

niet meer papier per instrument gebruikt. Wel moeten er aan het eind van de dag meer bewaarbakken gereinigd worden.

- **Aantal instrumenten:** We gaan uit van het bewaren van 10 instrumenten per dag. De klimaatimpact van het nat bewaren is sterker afhankelijk van het aantal instrumenten dan de klimaatimpact van het droog bewaren.

Aanbevelingen

- Gebruik een vaste hoeveelheid water en reinigingsmiddel bij het nat bewaren of handmatig reinigen (bv met behulp van maatbekers en duidelijke gebruiksinstructies op de muur) en probeer niet meer te gebruiken dan nodig.
- Probeer overmatig gebruik van reinigingsmiddel te beperken door gebruikte instrumenten in de spreekkamer in een droge bak te verzamelen en één centrale verzamelbak met reinigingsmiddel te gebruiken voor het bewaren en/of reinigen.
- Gebruik bij het droog bewaren niet meer tissues dan nodig voor het schoonvegen van de instrumenten.

4 Analyse gecombineerde reinigingsstappen

Het bewaar-, reinigings-, desinfectie- en sterilisatieproces uit Hoofdstuk 3 kan op verschillende manieren uitgevoerd worden in de huisartsenpraktijk. In dit hoofdstuk analyseren we de klimaatimpact van verschillende reinigingsprocessen.

4.1 Combinaties

Het reinigingsproces kan op meerdere manieren uitgevoerd worden. In deze analyse gaan we uit van de meest waarschijnlijk combinaties:

- medische vaatwasser (MV) + autoclaaf (AC);
- handmatig reinigen (HR) + autoclaaf;
- medische vaatwasser;
- externe CSA.

Het uitgangspunt van de analyse is een praktijk waarin gemiddeld 50 instrumenten per week gebruikt worden. We vermenigvuldigen de impact van de reiniging van één instrument (Hoofdstuk 3) met het totaal aantal instrumenten dat jaarlijks gebruikt wordt (2.600) om tot de jaarlijkse klimaatimpact van het reinigen van instrumentarium in de huisartsenpraktijk te komen.

Voor alle combinaties gaan we in de basis uit van nat bewaren, waarbij drie bewaarbakken per dag worden gebruikt. Bij meerdere dagen bewaren nemen we aan dat de instrumenten 's nachts in een centrale bewaarbak bewaard worden en er de volgende dag opnieuw drie bewaarbakken met reinigingsmiddel worden klaargemaakt (in totaal worden er dan voor twee dagen dus zeven bakken met reinigungsoplossing gebruikt). We voeren voor alle combinaties ook een analyse uit waarbij we uitgaan van droog bewaren overdag.

Voor de eerste drie combinaties kijken we naar het scenario waarin de instrumenten dagelijks gereinigd worden en naar het scenario waarin de instrumenten om de dag gereinigd worden. Voor de CSA kijken we naar het scenario waarin wekelijks bij één praktijk alle instrumenten opgehaald worden en naar het scenario waarin wekelijks bij drie praktijken op dezelfde route alle instrumenten opgehaald worden.

Tabel 1 geeft een overzicht weer van de scenario's die in deze analyse zijn meegenomen.

Tabel 1 - Overzicht van de geanalyseerde combinaties van reinigingsprocessen

	MV + AC	HR + AC	MV	CSA ¹
Manier van bewaren (basis)	Nat bewaren	Nat bewaren	Nat bewaren	Nat bewaren
Manier van reinigen	Medische vaatwasser	Handmatig reinigen	Medische vaatwasser	CSA
Manier van steriliseren	Autoclaaf	Autoclaaf	N.v.t.	CSA
Type instrumentarium	Kritisch en semi-kritisch	Kritisch en semi-kritisch	Semi-kritisch	Kritisch en semi-kritisch
Reinigingsfrequentie	A: Dagelijks B: Om de dag	A: Dagelijks B: Om de dag	A: Dagelijks B: Om de dag	Wekelijks

1: We analyseren twee CSA-scenarios: een waarbij wekelijks bij één praktijk alle instrumenten opgehaald worden en een waarbij wekelijks bij drie praktijken alle instrumenten opgehaald worden.

Voor de modellering van de reinigingsprocessen gaan we uit van de data en aannames zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Er gelden nog een aantal aanvullende aannames:

- Nat bewaren: er staat in drie spreekkamers een bak met oplossing. Als de instrumenten langer dan één dag bewaard worden, wordt er aan het eind van iedere dag een nieuwe centrale bewaarbak met oplossing klaargemaakt.
- Droog bewaren: er staat in drie spreekkamers een bewaarbak voor het droog bewaren. Als de instrumenten langer dan één dag bewaard worden, wordt er aan het eind van iedere dag een nieuwe centrale bewaarbak met oplossing klaargemaakt.
- Handmatig reinigen: er wordt een nieuwe bak met reinigingsmiddel klaargemaakt voor het handmatig reinigen, ook als de instrumenten nat bewaard zijn.
- Medische vaatwasser: de capaciteit van de medische vaatwasser is 40 instrumenten. Zowel bij het dagelijks reinigen als het om de dag reinigen hoeft de vaatwasser dus maar één keer te draaien per reinigingscyclus (omdat we uitgaan van 10 instrumenten per werkdag).
- Autoclaaf: De capaciteit van de autoclaaf is 10 instrumenten. We gaan er dus vanuit dat bij het dagelijks reinigen de autoclaaf één keer wordt aangezet en bij het om de dag reinigen twee keer. We nemen aan dat alle instrumenten apart in een laminaatzakje verpakt worden.
- CSA: De transportafstand naar de CSA is 25 km (enkele reis). In Scenario CSA-1 worden in totaal 50 instrumenten van één praktijk naar de CSA vervoerd, in het Scenario CSA-3 gaat het om in totaal 150 instrumenten van drie praktijken. De instrumenten doorlopen het volledige reinigings- en sterilisatieproces van de CSA. We gaan hierbij uit van het model van het CSA-proces voor pincetten.

4.2 Resultaten

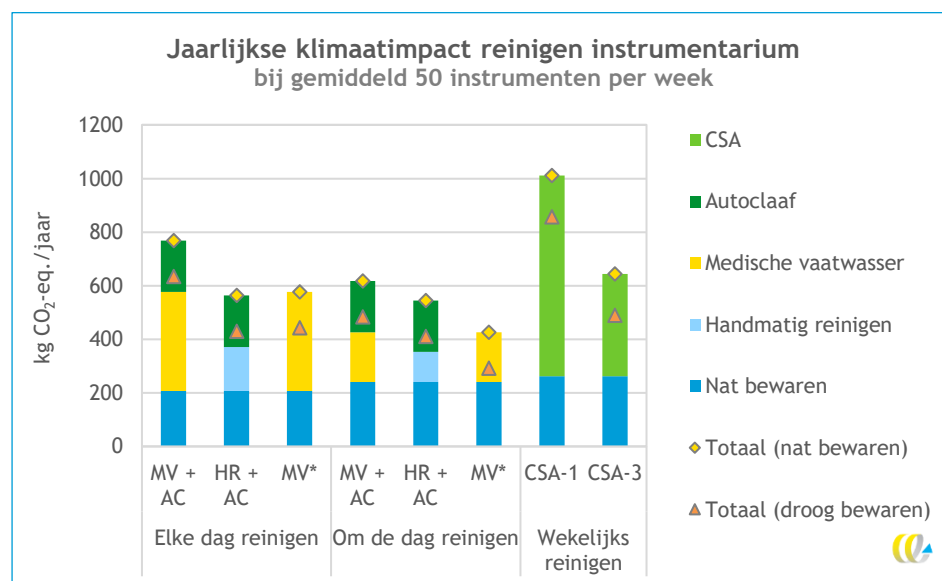
Figuur 4 laat de klimaatimpact zien van een jaar lang reinigen en desinfecteren of steriliseren van semi-kritisch en kritisch instrumentarium in een huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week worden gebruikt. De klimaatimpact wordt uitgedrukt in kg CO₂-eq./jaar.

De balken geven de bijdrage van de verschillende processen weer aan de totale klimaat-impact. Voor elk resultaat worden twee totalen weergegeven:

- De totale klimaatimpact bij nat bewaren: aangegeven met het gele ruitje. Hierbij wordt uitgegaan van de klimaatimpact zoals weergegeven met de donkerblauwe balk.
- De totale klimaatimpact bij droog bewaren: aangegeven met de oranje driehoek. De klimaatimpact van het bewaren wijkt hierbij af van de klimaatimpact die wordt weergegeven met de donkerblauwe balk.

De resultaten van de meeste scenario's liggen dicht bij elkaar. Ook zitten er onzekerheden in de modellen, zoals het energieverbruik van medische vaatwassers en autoclaven. We zijn daarom terughoudend met conclusies over welke reinigingsopties het beste zijn, en richten ons op algemenere conclusies en lessen. Deze worden onder de grafiek besproken.

Figuur 4 - Jaarlijkse klimaatimpact van het reinigen van het instrumentarium van één huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week gebruikt worden



* Niet van toepassing op kritisch instrumentarium.

MV = medische vaatwasser, AC = autoclaaf, HR = handmatige reiniging, CSA-1/CSA-3 = instrumenten van één, respectievelijk drie praktijken per transportrit naar de CSA (over een afstand van 25 km).

De klimaatimpact van het reinigingsproces van instrumentarium ligt tussen de 300 en 1.000 kg CO₂-eq./jaar

De orde van grootte van de jaarlijkse klimaatimpact van het reinigen van het instrumentarium van één huisartsenpraktijk (2600 instrumenten/jaar) is enkele honderden kilogrammen CO₂-eq. De precieze klimaatimpact is afhankelijk van hoe vaak er gereinigd wordt, met welk proces en hoe dat precies wordt uitgevoerd. Ook zal de klimaatimpact iets lager liggen bij minder te reinigen instrumenten en iets hoger bij meer te reinigen instrumenten (maar ook hierbij hangt de klimaatimpact sterk af van hoe vaak er dan gereinigd wordt).

Om de dag reinigen heeft een lagere klimaatimpact dan dagelijks reinigen

Als de medische vaatwasser (zowel met als zonder autoclaaf) om de dag gebruikt wordt is de jaarlijkse klimaatimpact ongeveer 150 kg CO₂-eq. lager dan als hij elke dag gebruikt wordt. Deze reductie komt met name doordat de capaciteit van de vaatwasser beter benut wordt. Vanuit het oogpunt van de klimaatimpact is het dus beter om de instrumenten een dag langer in een oplossing te bewaren dan om iedere dag de vaatwasser halfvol te laten draaien.

Als het handmatig reinigen om de dag plaatsvindt ligt de jaarlijkse klimaatimpact ongeveer 20 kg CO₂-eq. lager dan als dat dagelijks gebeurt. Het effect is hier kleiner, doordat een deel van de klimaatimpact bij het handmatig reinigen onafhankelijk is van het aantal instrumenten dat tegelijk gereinigd wordt.

Droog bewaren heeft een lagere klimaatimpact dan nat bewaren

Als er in drie spreekkamers een bewaarbak staat is de klimaatimpact van het nat bewaren aanzienlijk hoger dan de klimaatimpact van het droog bewaren. Dit komt doordat bij het nat bewaren er meer water en reinigingsmiddel nodig is bij meer bewaarbakken. Bij droog bewaren is bij meer bewaarbakken alleen de klimaatimpact van het reinigen van de bak groter, er wordt niet meer papier gebruikt voor het afvegen van de instrumenten.

Als er slechts op één spreekkamer een bewaarbak staat (of er wordt gebruik gemaakt van één centrale verzamelbak) dan is de klimaatimpact van nat bewaren, maar beperkt hoger dan de klimaatimpact van droog bewaren. Dit geldt voor zowel één als meerdere dagen bewaren.

De klimaatimpact van reinigen bij een externe CSA is alleen vergelijkbaar met de andere opties als er veel instrumenten naar de CSA vervoerd worden.

Als de instrumenten uit één praktijk wekelijks over een afstand van 25 km (enkele reis) naar de CSA vervoerd worden (Scenario CSA-1) is de jaarlijkse klimaatimpact aanzienlijk hoger dan van alle andere opties. Zoals besproken in Paragraaf 3.2 is de klimaatimpact van de CSA sterk afhankelijk van het transport van de instrumenten. Door bij meerdere praktijken instrumenten op te halen wordt de klimaatimpact van het transport over meer instrumenten verdeeld en daarmee lager. Als bij drie praktijken instrumenten opgehaald worden (Scenario CSA-3) dan komt de jaarlijkse klimaatimpact al meer in de buurt van die van de andere reinigingsopties.

5 Aanvullende scenario's

In de analyse van gecombineerde reinigingsstappen in Hoofdstuk 4 gaan we uit van bepaalde gebruiksscenario's, bijvoorbeeld als het gaat om het aantal gebruikte instrumenten, de watertemperatuur bij het afspoelen en de gebruikte energiebron. In individuele praktijken kunnen andere omstandigheden gelden en/of andere keuzes gemaakt worden. In dit hoofdstuk gaan we in op een aantal vragen die op kunnen komen bij het lezen van de analyse in Hoofdstuk 4. In deze aanvullende scenario's analyseren we hoe andere uitgangspunten of keuzes van invloed zijn om de resultaten.

We onderzoeken de volgende vragen:

- Wat als er minder instrumenten gebruikt worden? (Paragraaf 5.1)
- Wat als de watertemperatuur bij handmatig reinigen hoger of lager is? (Paragraaf 5.2)
- Wat als er gebruik wordt gemaakt van duurzame energie (Paragraaf 5.3)

5.1 Wat als er minder instrumenten gebruikt worden?

In de analyse in Hoofdstuk 4 gaan we uit van een huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per dag gebruikt worden. In kleinere praktijken zullen waarschijnlijk minder instrumenten gebruikt worden. In dit aanvullende scenario analyseren we de klimaatimpact van het reinigen van gemiddeld 10 instrumenten per week (2 per dag).

Afgezien van het aantal instrumenten per dag gaan we uit van dezelfde scenario's als in Hoofdstuk 4. We vullen deze scenario's aan met scenario's waarbij we ook kijken naar het wekelijks reinigen met de medische vaatwasser (met of zonder autoclaaf) en het wekelijks handmatig reinigen.

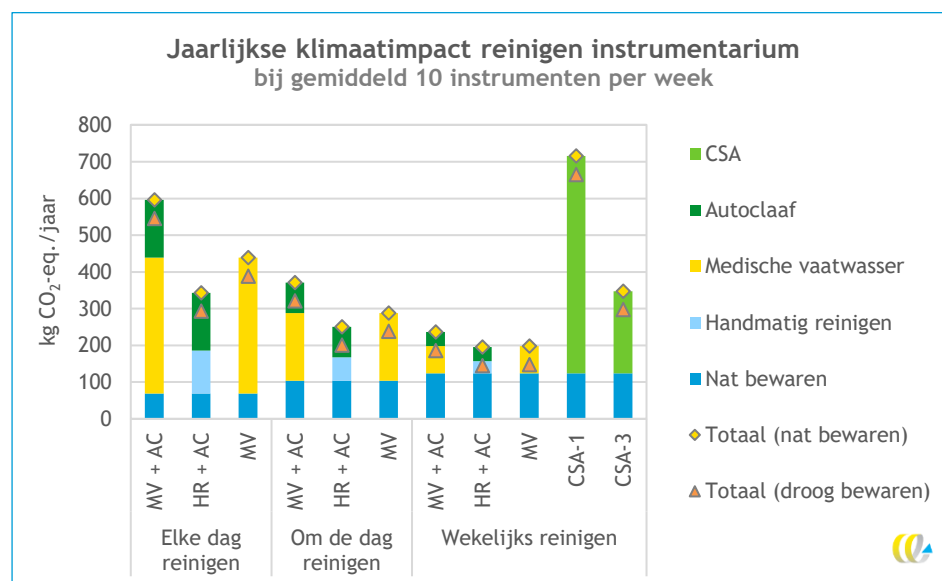
Figuur 5 geeft het resultaat weer van de analyse met 10 instrumenten per week.

De conclusies die gelden voor 50 instrumenten per week, gelden ook voor 10 instrumenten per week:

- Hoe minder vaak er gereinigd wordt, hoe lager de jaarlijkse klimaatimpact. Door minder vaak te reinigen wordt de capaciteit van apparaten en het gebruik van reinigingsmiddelen optimaal benut. Als er weinig instrumenten gebruikt worden, geldt dus dat deze het beste zo lang mogelijk opgespaard kunnen worden, voordat ze gereinigd worden.
- Droog bewaren heeft een lagere klimaatimpact dan nat bewaren als er drie bewaarbakken met reinigingsmiddel worden gebruikt. Bij weinig instrumenten per praktijk, moeten er bij reiniging bij een externe CSA bij veel praktijken instrumenten opgehaald worden voordat de klimaatimpact vergelijkbaar wordt met de klimaatimpact van de andere reinigingsopties (daarbij moet de totale transportafstand dan beperkt blijven).

Aanvullend op deze conclusies geldt dat bij het gebruik van weinig instrumenten en regelmatig reinigen (dagelijks of om de dag), handmatig reinigen in combinatie met de autoclaaf duidelijk een lagere klimaatimpact heeft dan het gebruik van de medische vaatwasser in combinatie met de autoclaaf.

Figuur 5 - Jaarlijkse klimaatimpact van het reinigingsproces van het instrumentarium van één huisartsenpraktijk waar gemiddeld 10 instrumenten per week gebruikt worden



5.2 Wat als de watertemperatuur bij handmatig reinigen hoger of lager is?

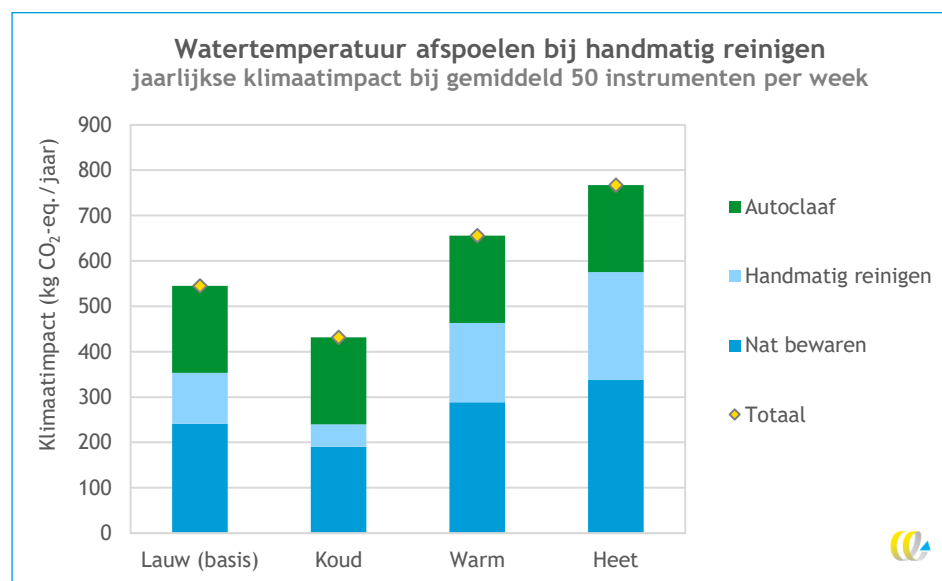
In de analyse van de afzonderlijke reinigingsstappen in Hoofdstuk 3 en van de gecombineerde reinigingsstappen in Hoofdstuk 4 nemen we aan dat de oplossing met reinigingsmiddel waarin de instrumenten bewaard worden en waarmee gereinigd wordt, gemaakt wordt met lauw water (25°C). Ook nemen we aan dat de instrumenten na het handmatig reinigen afgespoeld worden met lauw water (25°C) (verwarmd met een cv-ketel op aardgas). De temperatuur van het gebruikte water blijkt in de dagelijkse praktijk wisselend te zijn, waarbij ook gebruik gemaakt wordt van koud water, warm water (40°C) of heet water (bijvoorbeeld 55°C)¹³. In dit aanvullende scenario onderzoeken we het effect van de watertemperatuur op de jaarlijkse klimaatimpact van handmatig reinigen.

We gaan uit van gemiddeld 50 instrumenten per week die nat bewaard worden (met in drie spreekkamers een bewaarbak), om de dag handmatig gereinigd worden en in een autoclaaf gesteriliseerd worden. Naast een watertemperatuur van 25°C, analyseren we ook het gebruik van koud water en water met een temperatuur van 40°C (warm water) en 55°C (heet water). We gaan uit van een waterverbruik van 2 liter per instrument voor het afspoelen van de instrumenten.

Figuur 6 geeft de jaarlijkse klimaatimpact weer van het handmatig reinigen in combinatie met een autoclaaf van gemiddeld 50 instrumenten per week, voor verschillende watertemperaturen voor het maken van de oplossing en het afspoelen. Als koud water gebruikt wordt, is de jaarlijkse klimaatimpact ongeveer 113 kg CO₂-eq. lager, bij warm water (40°C) ongeveer 110 kg CO₂-eq. hoger en bij heet water (55°C) ongeveer 222 kg CO₂-eq. hoger dan bij lauw water (25°C).

¹³ Hoe en waar een specifiek reinigingsmiddel kan worden toegepast staat beschreven in de gebruiksaanwijzing (IFU) van de fabrikant van het reinigingsmiddel. Hier staat informatie over de concentratie, de temperatuur, de contactduur en het beoogd gebruik.

Figuur 6 - Klimaatimpact van het nat bewaren en handmatig reinigen van instrumentarium met water van verschillende temperaturen, bij gemiddeld 50 instrumenten per week



5.3 Wat als er gebruik wordt gemaakt van duurzame energie?

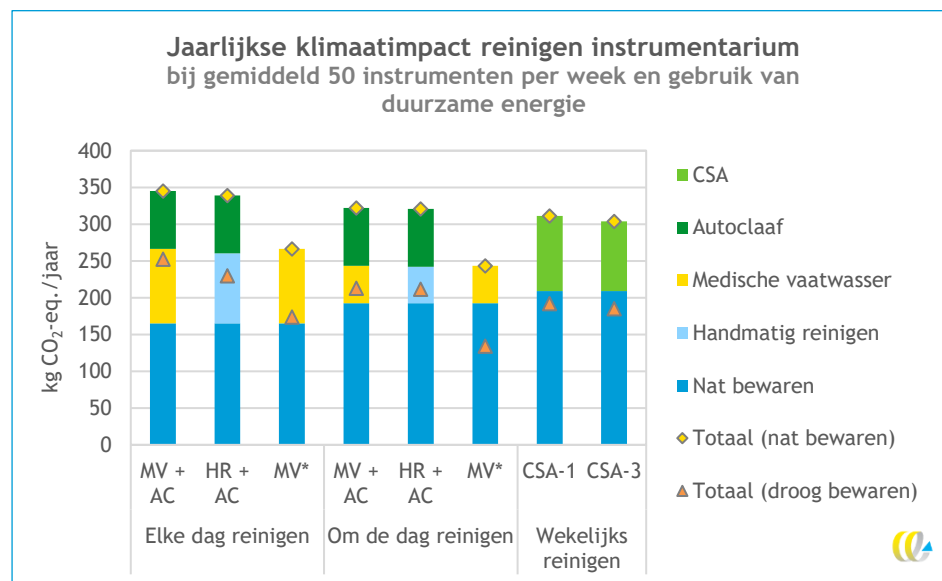
In de analyses in Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4 gaan we uit van het gebruik van de gemiddelde Nederlandse elektriciteitsmix en lauw water verwarmd door een boiler op aardgas. In de toekomst zal de Nederlandse energiemix echter steeds duurzamer worden en zal water verwarmd worden met een duurzame bron. Deze verduurzaming heeft invloed op de klimaatimpact van de reinigingsprocessen.

In deze aanvullende analyse gaan we uit van het gebruik van duurzame elektriciteit en water dat verwarmd wordt met een warmtepomp op duurzame elektriciteit. Bij de CSA nemen we aan dat de stoom voor de sterilisatie geproduceerd wordt met een elektrische boiler op duurzame elektriciteit. Ook nemen we aan dat het transport naar de CSA plaatsvindt met een elektrische bestelbus die rijdt op groene elektriciteit.

Figuur 7 geeft de klimaatimpact van alle scenario's uit de scenarioanalyse in Hoofdstuk 4 weer bij het gebruik van duurzame energie. De klimaatimpact van de scenario's met de medische vaatwasser (met of zonder autoclaaf) neemt bij het gebruik van duurzame energie af met 45% tot 55%. De klimaatimpact van de scenario's met handmatige reiniging neemt af met zo'n 40%. Bij de CSA neemt de klimaatimpact met zo'n 55% tot 70% af.

Door de grote afname in klimaatimpact liggen de resultaten voor de scenario's met de medische vaatwasser en handmatige reiniging in combinatie met de autoclaaf nu heel dicht bij elkaar. Ook is het verschil tussen dagelijks of om de dag reinigen een stuk kleiner geworden. De klimaatimpact van de CSA is bij het gebruik van duurzame energie lager dan de klimaatimpact van de medische vaatwasser + autoclaaf en handmatig reinigen + autoclaaf. Dit komt door de zeer lage klimaatimpact van het elektrische transport.

Figuur 7 - Jaarlijkse klimaatimpact van het reinigingsproces van het instrumentarium van één huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week gebruikt worden en waarbij gebruik wordt gemaakt van duurzame energie



* Niet van toepassing op kritisch instrumentarium.

6 Conclusie en discussie

In deze analyse hebben we de klimaatimpact in kaart gebracht van verschillende processen voor het bewaren, reinigen, desinfecteren en steriliseren van gebruikt herbruikbaar instrumentarium van huisartsenpraktijken.

De volgende processen zijn meegenomen in de analyse:

- nat bewaren in een bak met reinigingsmiddel;
- droog bewaren nadat het instrument met een papieren doekje is schoongeveegd;
- handmatige reiniging;
- reiniging en thermische desinfectie met een medische vaatwasser;
- sterilisatie met een autoclaaf;
- externe sterilisatie bij een ziekenhuis.

6.1 Onzekerheden

De modellen van de reinigingsprocessen bevatten verschillende onzekerheden. We kunnen hierbij drie typen onzekerheid onderscheiden:

- **Onzekerheid op productniveau:** het gaat hierbij om onzekerheid in de producten en apparaten die gebruikt worden. Bijvoorbeeld: hoeveel elektriciteit gebruiken de medische vaatwasser en autoclaaf en wat is de variatie in dit elektriciteitsgebruik? Hoeveel instrumenten passen er maximaal in de medische vaatwasser en autoclaaf. En, welke stoffen zitten er in het reinigingsmiddel?
- **Onzekerheid in de milieudata:** Van bepaalde materialen is geen dataset beschikbaar in de database met milieukundige achtergronddata. Dit is met name het geval voor de ingrediënten van reinigingsmiddelen. We maken hierbij gebruik van proxy datasets. Ook nitrilrubber (voor het modelleren van handschoenen) is niet beschikbaar. Voor nitrilrubber handschoenen gaan we ervan uit dat klimaatimpact daarvan vergelijkbaar is met de klimaatimpact van latex handschoenen.
- **Onzekerheid in de gebruiksscenario's:** hierbij gaat het om hoe de reinigingsprocessen in de praktijk worden uitgevoerd. Hoe vol zitten de medische vaatwasser en autoclaaf bij het draaien van een programma? Hoeveel instrumenten worden er tegelijk naar een externe CSA vervoerd? Welke temperatuur heeft het water bij het afspoelen van de instrumenten bij handmatige reiniging?

De invloed van verschillende gebruiksparementers hebben we onderzocht in de analyse van de gecombineerde reinigingsprocessen en aanvullende scenarioanalyses. Deze analyses laten zien dat de manier waarop de reinigingsprocessen worden uitgevoerd van grote invloed is op de klimaatimpact.

De invloed op productniveau is door gebrek aan beschikbare data lastiger te duiden. Desondanks kunnen we ingaan op de belangrijkste aannames die in deze studie zijn gedaan, hoe waarschijnlijk deze zijn en hoe sterk ze de resultaten beïnvloeden.

Handmatige reiniging en bewaren

Bij handmatige reiniging en bewaren zit de grootste onzekerheid op productniveau in de klimaatimpact van het reinigingsmiddel. Het is niet volledig duidelijk uit welke stoffen het

reinigingsmiddel bestaat en hoe groot de klimaatimpact¹⁴ van deze stoffen is. Op basis van de beschikbare informatie over de samenstelling van Sekusept¹⁵ is 45 massa% van het product gemodelleerd. Dit zou kunnen leiden tot een onderschatting van de klimaatimpact. Er zijn echter generieke datasets gebruikt voor de modellering van non-ionogene stoffen en fosfaten. Deze datasets zouden tot een hogere klimaatimpact kunnen leiden dan in werkelijkheid het geval is.

Als de klimaatimpact van het reinigingsmiddel 50% lager zou liggen dan aangenomen wordt de klimaatimpact van het handmatig reinigen 18% lager. Andersom wordt de klimaatimpact van het handmatig reinigen 18% hoger als de klimaatimpact van het reinigingsmiddel 50% hoger zou zijn.

Medische vaatwasser en autoclaaf

Bij de medische vaatwasser en autoclaaf zit de grootste onzekerheid op productniveau in het elektriciteitsgebruik. Het elektriciteitsgebruik van beide apparaten is ingeschat op basis van het vermogen van één model en de duur van het één programma (zie Bijlage A voor details). De apparaten zullen niet gedurende het hele programma op maximaal vermogen draaien, waardoor het elektriciteitsgebruik in de praktijk lager uit kan vallen. Bij een langer programma kan het elektriciteitsgebruik juist hoger worden. Bij andere types apparaten kan het elektriciteitsgebruik ook anders uitvallen.

Als het elektriciteitsgebruik van de medische vaatwasser of autoclaaf 50% lager ligt dan aangenomen, is de klimaatimpact ongeveer 40% (medische vaatwasser) of 33% (autoclaaf) lager dan in de basisanalyse. Als het elektriciteitsgebruik juist 50% hoger ligt dan aangenomen, wordt klimaatimpact 40% (medische vaatwasser) of 33% (autoclaaf) hoger.

6.2 Beschouwing uitkomsten enquête

Bijlage A beschrijft de resultaten van de enquête die door het NHG is uitgezet onder huisartsen. Als we de uitkomsten van de enquête vergelijken met de aannames in dit rapport, kunnen we het volgende concluderen:

- Het gemiddeld aantal instrumenten dat we in deze studie hebben aangenomen (50 per week), komt vrijwel overeen met het gemiddeld aantal instrumenten dat in de praktijken gebruikt wordt (46).
- In deze studie hebben we aangenomen dat water verwarmd wordt met een cv-ketel op aardgas. In ongeveer 47% van de praktijken blijkt dit ook daadwerkelijk het geval te zijn. In 42% van de praktijken wordt het water verwarmd met een elektrische boiler. De klimaatimpact van het verwarmen van water met een elektrische boiler (met de gemiddelde, huidige elektriciteitsmix) is ongeveer 20% lager dan met een cv-ketel. De klimaatimpact voor met name het nat bewaren en handmatig reinigen zullen dus lager uitvallen bij het gebruik van een elektrische boiler.
- Het grootste deel van de praktijken bewaart de instrumenten nat in een bak met water in de spreekkamer. De enquête vroeg niet naar het aantal spreekkamers/ bakken. Als het om meerdere spreekkamers gaat, met op iedere spreekkamer een verzamelbak met oplossing, dan is de klimaatimpact van het bewaren hoger dan uit deze studie blijkt.

¹⁴ De klimaatimpact van een product geeft aan in welke mate het product bijdraagt aan klimaatverandering.

De ecotoxiciteit van producten draagt niet bij aan klimaatverandering en is in deze analyse niet meegenomen.

¹⁵ Dit middel is gekozen als voorbeeld voor reinigingsmiddelen, omdat het vaak gebruikt wordt in huisartsenpraktijken.

- Bij de meeste praktijken worden alle instrumenten die de autoclaaf ingaan verpakt. Dit sluit aan bij de aanname uit deze studie. Als alleen het kritisch instrumentarium verpakt wordt, ligt de klimaatimpact van de autoclaaf lager dan uit deze studie blijkt.
- Bij de twee praktijken die hun instrumenten naar de CSA sturen, worden de instrumenten eerst gereinigd in de praktijk. In deze studie is aangenomen dat dit niet gebeurt. De klimaatimpact van het naar de CSA sturen van instrumenten die uit deze studie blijkt, is daardoor lager dan als de instrumenten eerst gereinigd worden.

6.3 Conclusie

Klimaatimpact

De klimaatimpact van het volledig reinigen en desinfecteren of steriliseren ligt tussen de 300 en 1.000 kg CO₂-eq. per jaar bij een huisartsenpraktijk waar gemiddeld 50 instrumenten per week worden gebruikt. Dit komt neer op ongeveer 0,10 tot 0,40 kg CO₂-eq. per gebruikt instrument. De laagste klimaatimpact geldt voor het om de dag reinigen en desinfecteren van instrumenten in een medische vaatwasser, waarbij de instrumenten overdag droog bewaard worden (alleen van toepassing op semi-kritisch instrumentarium). De hoogste klimaatimpact geldt voor het nat bewaren en wekelijks reinigen en steriliseren van de instrumenten bij een CSA, waarbij de instrumenten van één praktijk tegelijk naar de CSA vervoerd worden.

Als we de resultaten extrapoleren naar alle huisartsenpraktijken in Nederland (ongeveer 5.000) gaat het om een klimaatimpact van ongeveer 1,5 tot 5,1 kton CO₂-eq. per jaar voor het reinigingsproces van instrumentarium in alle Nederlandse huisartsenpraktijken samen.

Resultaten in context

De jaarlijkse klimaatimpact van de reinigingsprocessen per huisartsenpraktijk van 300 tot 1.000 kg CO₂-eq. komen overeen met ongeveer 1.550 tot 5.200 kilometer rijden met een gemiddelde auto (CO₂emissiefactoren.nl, 2025).

De klimaatimpacts van de verschillende reinigingsprocessen liggen dicht bij elkaar en zijn vooral afhankelijk van hoe en hoe vaak de reinigingsprocessen uitgevoerd worden. Bij alle onderzochte scenario's is de klimaatimpact lager als er om de dag gereinigd wordt in plaats van elke dag. Dit komt door het beter benutten van de capaciteit van de apparaten (medische vaatwasser en autoclaaf) en het gebruik van hulpmiddelen (handschoenen, reinigingsmiddel, etc.).

De klimaatimpact van het handmatig reinigen in combinatie met sterilisatie met een autoclaaf en van het reinigen met een medische vaatwasser in combinatie met sterilisatie met een autoclaaf zijn vergelijkbaar. De klimaatimpact van reiniging en sterilisatie bij een externe CSA ligt echter aanzienlijk hoger als de instrumenten per praktijk apart naar de CSA getransporteerd worden. De klimaatimpact van de CSA is alleen vergelijkbaar met de klimaatimpact van de andere opties als per transportrit bij meerdere praktijken op de route instrumenten opgehaald worden.

Aanbevelingen

De klimaatimpact kan vooral beperkt worden door op de volgende dingen te letten:

- Zorg ervoor dat apparaten zoals de medische vaatwasser en autoclaaf zo veel mogelijk gevuld zijn voordat ze aangezet worden.
- Gebruik een vaste hoeveelheid water en reinigingsmiddel bij het nat bewaren of handmatig reinigen (bijvoorbeeld met behulp van maatbekers en duidelijke gebruiksinstructies op de muur) en probeer niet meer te gebruiken dan nodig.
- Probeer overmatig gebruik van reinigingsmiddel te beperken door gebruikte instrumenten in de spreekkamer in een droge bak te verzamelen en één centrale verzamelbak met reinigingsmiddel te gebruiken voor het bewaren en/of reinigen.
- Gebruik waar mogelijk koud water in plaats van lauw of warm water; raadpleeg hiervoor de gebruikershandleiding van het reinigingsmiddel dat wordt gebruikt.
- Combineer bij het gebruik van een externe CSA het transport van instrumenten van meerdere huisartsenpraktijken of transport van andere materialen zoals bijvoorbeeld voor cervixcytologie of pathologisch onderzoek.
- Vermijd onnodig steriliseren van semi-kritisch instrumentarium dat al gedesinfecteerd is in de medische vaatwasser (behalve het vaginaal speculum¹⁶).
- Maak waar mogelijk gebruik van duurzame elektriciteit en lauw water verwarmd met een warmtepomp.

Uit de analyse blijkt dat het gebruik van hulp- en beschermingsmiddelen zoals handschoenen, bakken, borstels, wegwerpschorten, etc. slechts beperkt bijdraagt aan de klimaatimpact. We nemen hierbij wel aan dat deze lang meegaan of slechts in kleine hoeveelheden gebruikt worden. Als dit niet het geval is, kunnen ook deze producten een aanzienlijke klimaatimpact hebben. Het is daarom van belang om naast bovenstaande aanbevelingen ook te zorgen voor een zo lang mogelijke levensduur van herbruikbare materialen en materiaal voor eenmalig gebruik niet meer te gebruiken dan nodig.

¹⁶ Het vaginaal speculum moet na reiniging altijd gesteriliseerd worden wegens eliminatie van eventuele besmetting met HPV.



7 Literatuur

CE Delft. (2021). *Stream goederenvervoer 2020 (versie 2)*.

CE Delft. (2022). *Eenmalig of herbruikbare partus- en hechtset? Milieukundige vergelijking voor het umc utrecht - update 2022*.

CO2emissiefactoren.nl. (2025). *Personenvervoer*.

<https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2024/13/personenvervoer/>

NHG. Reiniging en desinfectie of sterilisatie van instrumentarium. In.

A Enquête

De analyse van de reacties op de enquête is uitgevoerd door het NHG. Onderstaande tekst is ook geschreven door het NHG.

Algemeen

In oktober 2024 heeft het NHG een vragenlijst uitgezet onder huisartsen om te onderzoeken welke gemiddelde variabelen binnen het reinigingsproces het meest overeenkomen met de huidige praktijk, zodat dit kon worden vergeleken met de aannames in deze levenscyclus-analyse.

De vragenlijst stond in een nieuwsbrief en werd verstuurd aan 13.075 personen. 165 mensen openden de vragenlijst en 76 personen vulden hem in (niet altijd volledig). De uitkomsten van de vragenlijst worden hieronder besproken.

Het gemiddelde aantal patiënten per praktijk ligt op 4.185, met een spreiding van 1.100-10.000. In een gemiddelde week worden er door de praktijken gemiddeld 46 instrumenten gebruikt. De meeste praktijken verwarmen het water met een cv-ketel op aardgas (47%) of met een elektrische boiler (42%). Een klein deel van de praktijken heeft een warmtepomp (7%), maakt gebruik van stadswarmte/warmtenet (3%) of heeft een onbekende warmtevoorziening (1%).

Reiniging en sterilisatie

Voor het reinigingsproces, gebaseerd op 56 antwoorden, gebruiken de meeste praktijken handmatige reiniging (95%), en een klein gedeelte van de praktijken maakt gebruik van een medische vaatwasser (5%). Voor de sterilisatie van het instrumentarium (n=73) maakt 96% van de praktijken gebruik van een autoclaaf, 3% van een Centrale Sterilisatie Afdeling (CSA) en 1% maakt gebruik van disposables.

Temperatuur water

De temperatuur van water dat wordt gebruikt bij het afspoelen van de instrumenten na het reinigen (n=23) is wisselend in de praktijken: 61% gebruikt warm water, 22% heet water en 17% koud water.

Bewaren instrumentarium voor reiniging

Het bewaren van instrumenten voor reiniging (n=51) verloopt op verschillende manieren in de praktijken. Het grootste deel van de praktijken (69%) bewaart de instrumenten nat in een bak met water en instrumentreinigingsmiddel in de spreekkamer en verzamelt aan het einde van de dag de instrumenten in een centrale bak met water en reinigingsmiddel of doorloopt dan het reinigingsproces. De overige praktijken (31%) kiezen voor droog bewaren van gebruikt instrumentarium in de spreekkamer en verzamelen de instrumenten aan het einde van de dag in een centrale bak met water en reinigingsmiddel of doorlopen dan het reinigingsproces.

Dosering reinigingsmiddel

Zo'n 29% van de praktijken geeft aan dat voor de hoeveelheid water dat wordt gebruikt voor het nat bewaren van de instrumenten (n=31) een exact aantal liters bepaald wordt. De meeste praktijken (71%) gaven als antwoord op deze vraag de hoeveelheid water op gevoel te bepalen, bijvoorbeeld een halve emmer of instrumentenbak. In 34% van de praktijken zijn er afspraken gemaakt over de concentratie reinigingsmiddel dat wordt aangemaakt (n=35), 66% heeft deze afspraken niet.

Verpakken

Voor het steriliseren van instrumentarium in de autoclaaf (n=37) worden de instrumenten in de meeste praktijken allemaal verpakt (57%), waarvan één praktijk aangeeft binnenkort over te gaan op alleen verpakken van kritisch instrumentarium. In 24% van de praktijken wordt alleen kritisch instrumentarium verpakt en de specula niet. In 11% van de praktijken wordt kritisch instrumentarium en de specula verpakt. In 5% van de praktijken worden instrumenten helemaal niet verpakt voor sterilisatie. Bij 3% van de praktijken wordt alles verpakt gesteriliseerd, behalve de specula.

CSA

Van de twee praktijken die hun instrumenten bij de CSA laten steriliseren, worden de instrumenten tweemaal per week opgehaald, gemiddeld 60 instrumenten per week (20 en 100 instrumenten per week). De twee betreffende praktijken sturen de instrumenten van meerdere praktijken tezamen naar de CSA.

B Uitgebreide analyse reinigingsstappen

B.1 Bewaren

B.1.1 Procesbeschrijving in het kort

We bekijken twee manieren om instrumenten te bewaren: droog en nat.

Droog bewaren omvat de volgende stappen:

- De instrumenten worden na gebruik afgeveegd met papieren tissues (twee tissues per instrument) en in een aparte bak bewaard.
- Deze bak wordt elke dag gereinigd met alcohol en 2 liter lauw water (25°C) en gedesinfecteerd met alcohol.
- Instrumenten mogen maximaal 24 uur droog bewaard worden. Als de instrumenten langer dan 1 dag bewaard worden gaan we ervan uit dat ze aan het eind van de dag bewaard worden in een emmer gevuld met 5 liter lauw water (25°C), waarin reinigingsmiddel is opgelost in 2% oplossing. Deze emmer wordt na gebruik omgespoeld met 1 liter koud water.

Nat bewaren omvat de volgende stappen:

- De instrumenten worden direct na gebruik in een emmer gelegd, welke is gevuld met 5 liter lauw water (25°C), waarin reinigingsmiddel is opgelost in een 2% oplossing. Deze emmer wordt na gebruik omgespoeld met 1 liter koud water. De instrumenten mogen 24 uur in het reinigingsmiddel bewaard worden.

We analyseren verschillende scenario's voor zowel droog als nat bewaren, waarbij we bij alle scenario's uitgaan van het gebruik van 10 instrumenten per dag (ongeacht het aantal spreekkamers waarin een bewaarbak staat):

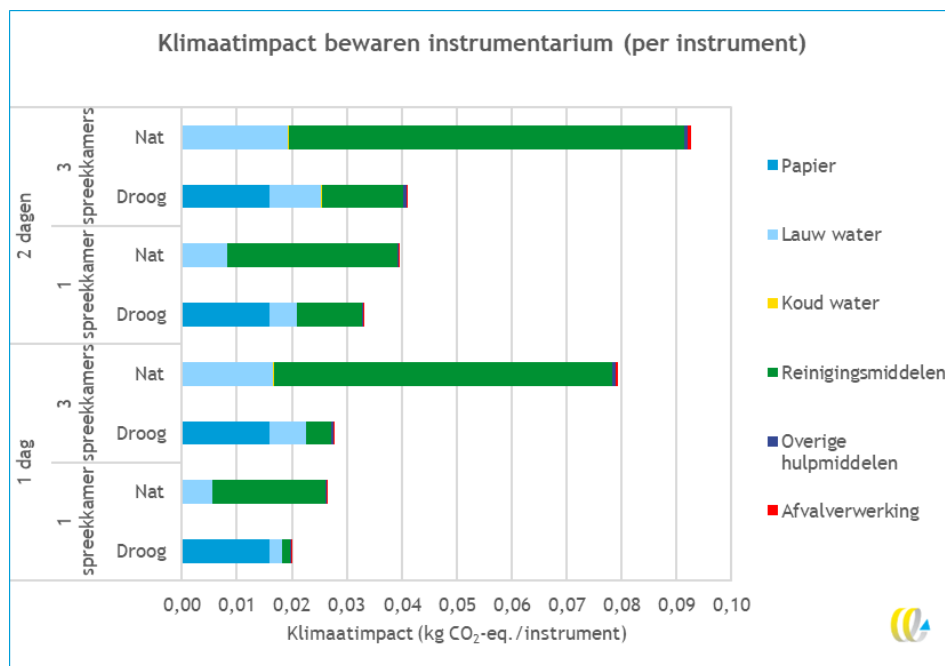
- Er wordt dagelijks gereinigd en de instrumenten hoeven dus maar één dag bewaard te worden. We maken hierbij onderscheid tussen twee situaties:
 1. Er staat in één spreekkamer een bewaarbak;
 2. Er staat in drie spreekkamers een bewaarbak.
- Er wordt om de dag gereinigd en instrumenten worden dus twee dagen bewaard. Ook hierbij maken we onderscheid tussen twee situaties:
 1. Er staat in één spreekkamer een bewaarbak, aan het eind van de eerste dag worden de instrumenten in een nieuwe bak nat bewaard.
 2. Er staat in drie spreekkamers een bewaarbak, aan het eind van de eerste dag worden de instrumenten in een nieuwe bak nat bewaard.

B.1.2 Resultaten en conclusies

De klimaatimpact van het droog bewaren van een instrument ligt tussen de 0,020 kg CO₂-eq. per instrument bij één dag bewaren en een bak in één spreekkamer en 0,041 kg CO₂-eq. per instrument bij twee dagen bewaren en bakken in drie spreekkamers.

De klimaatimpact van nat bewaren ligt tussen de 0,026 kg CO₂-eq. per instrument bij één dag bewaren in één spreekkamer en 0,093 kg CO₂-eq. per instrument bij twee dagen bewaren en bakken in drie spreekkamers.

Figuur 8 - Klimaatimpact van het bewaren van één instrument gedurende 1 dag of 2 dagen voordat de reiniging plaatsvindt, in kg CO₂-eq./instrument



De factoren die het meest bijdragen aan de klimaatimpact zijn:

- **Bewaartijd:** Als de instrumenten meer dan één dag bewaard worden voor ze worden gereinigd, nemen we aan dat ze aan het eind van de dag in een nieuwe bak met oplossing gedaan worden (zowel bij droog als nat bewaren). Hierdoor is er per instrument meer oplossing met reinigingsmiddel nodig dan bij één dag bewaren.
- **Aantal bewaarbakken:** Als er in drie spreekkamers een bewaarbak staat, is de klimaatimpact groter dan als er in één spreekkamer een bewaarbak staat (bij een gelijk aantal instrumenten per dag). Dit effect is groter bij het nat bewaren, omdat de klimaatimpact van een bewaarbak met oplossing onafhankelijk is van het aantal instrumenten. Bij het droog bewaren is de klimaatimpact van het papier dat gebruikt wordt afhankelijk van het aantal instrumenten: als er op meer spreekkamers een bewaarbak staat, wordt er niet meer papier per instrument gebruikt. Wel moeten er aan het eind van de dag meer bewaarbakken gereinigd worden.
- **Aantal instrumenten:** We gaan uit van het bewaren van 10 instrumenten per dag. Bij het droog bewaren schaalde de klimaatimpact van het papier met het aantal instrumenten. Bij het nat bewaren wordt de klimaatimpact van het water en het reinigingsmiddel verdeeld over het aantal instrumenten. De klimaatimpact van het nat bewaren is dus sterker afhankelijk van het aantal instrumenten dan de klimaatimpact van het droog bewaren.

B.1.3 Data en aannames

Tabel 2 en Tabel 3 geven de data weer die gebruikt is voor de LCA-modellen van het droog en nat bewaren van instrumenten na gebruik. De hoeveelheden zijn weergegeven voor het aantal instrumenten dat in totaal wordt bewaard. Om de procesdata per bewaard

instrument (de functionele eenheid) te verkrijgen, moeten de hoeveelheden in Tabel 2 en Tabel 3 gedeeld worden door het aantal instrumenten.

Tabel 2 - Data inventarisatie droog bewaren van instrumenten

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid				Modellering
		1 dag		2 dagen		
		Eén spreek-kamer	Drie spreek-kamers	Eén spreek-kamer	Drie spreek-kamers	
Instrumenten	Aantal	10	10	20	20	10 instrumenten per dag.
Papieren doekje	Aantal	20	20	40	40	Twee papieren doekjes per instrument. Aanname: 1 doekje weegt 5 gram.
Lauw water voor bewaren	Liter	N.a.	N.a.	5	5	Water van 25°C verwarmd met een cv-ketel op aardgas.
Instrumentreinigingsmiddel	Gram	N.a.	N.a.	100	100	Sekusept ¹⁷ 2% oplossing (20 gram/liter).
Lauw water voor reinigen bak droog bewaren	Liter	2	6	4	12	2 liter lauw water (25°C) voor het reinigen van de bak.
Alcohol voor reinigen bak droog bewaren	Gram	10	30	20	60	Aanname: 10 gram per reiniging.
Emmer	Aantal	0,0013	0,0040	0,0026	0,0080	Aannames: een emmer gaat 5 jaar mee en er worden 150 reinigingen per jaar mee uitgevoerd. 400 gram PE-plastic.
Koud water voor reinigen bak nat bewaren	Liter	n.a.	n.a.	1	1	Aanname: 1 liter voor onspoelen bak.
Afvalverwerking afvalwater	Aantal	2	6	10	18	Gemiddelde afvalwaterzuivering.

Tabel 3 - Data inventarisatie nat bewaren van instrumenten

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid				Modellering
		1 dag		2 dagen		
		1 spreek kamer	3 spreek kamers	1 spreek kamer	3 spreek kamers	
Instrumenten	Aantal	10	10	20	20	10 instrumenten per dag.
Lauw water voor bewaren	Liter	5	15	15	35	Water van 25°C verwarmd met een cv-ketel op aardgas.
Koud water voor reinigen bak	Liter	1	3	3	7	Aanname: 1 liter voor omspoelen bak.
Instrumentreinigingsmiddel	Gram	100	300	300	700	Sekusept ¹⁷ 2% oplossing (20 gram/liter).
Emmer	Aantal	0,0013	0,004	0,004	0,009	Aannames: een emmer gaat 5 jaar mee en er worden 150 reinigingen per jaar mee uitgevoerd. 400 gram PE-plastic.
Afvalverwerking afvalwater	Aantal	6	18	18	42	Gemiddelde afvalwaterzuivering.

¹⁷ Dit middel is gekozen als voorbeeld voor reinigingsmiddelen, omdat het vaak gebruikt wordt in huisartsenpraktijken.

B.2 Handmatig reinigen

B.2.1 Procesbeschrijving in het kort

Handmatige reiniging van instrumenten omvat de volgende stappen:

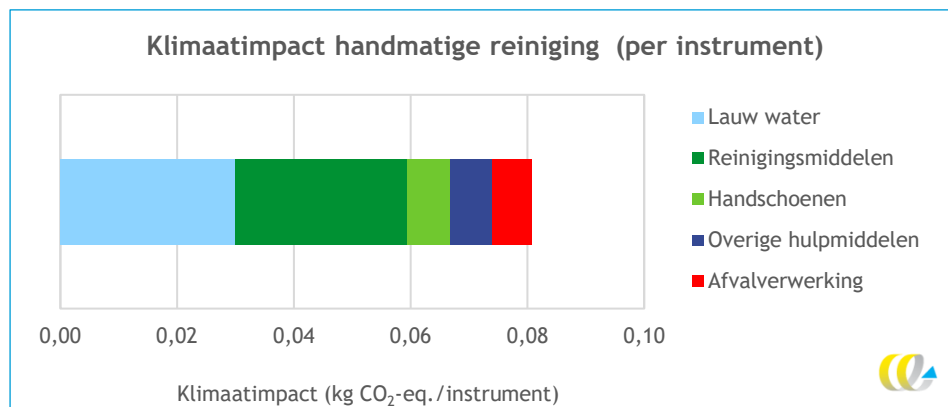
- De instrumenten worden gereinigd in een emmer gevuld met 5 liter lauw water (25°C), waarin reinigingsmiddel is opgelost in 2% oplossing. Zo nodig worden de instrumenten gereinigd met een kunststof borstel.
- Na het reinigen worden de instrumenten afgespoeld onder een lopende kraan met lauw water (25°C). We gaan hierbij uit van het gebruik van 2 liter water per instrument.
- Bij het reinigen draagt de assistent een paar handschoenen, een veiligheidsbril en een plastic wegwerpschort. De handschoenen en het wegwerpschort worden na gebruik bij het restafval weggegooid. De veiligheidsbril wordt opnieuw gebruikt.

B.2.2 Resultaten en conclusies

De klimaatimpact van handmatig reinigen bedraagt circa 0,08 kg CO₂-eq. per instrument (Figuur 9). De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per reiniging 7 instrumenten gereinigd worden. Bij meer instrumenten per reiniging wordt de klimaatimpact van de meeste inputs en outputs per instrument kleiner. We nemen namelijk aan dat er dan nog steeds een emmer met water en reinigingsmiddel gebruikt wordt en ook het aantal beschermings- en hulpmiddelen blijft gelijk.
- **Lauw water:** Twee onderdelen van het proces gebruiken lauw water (aanname: 25°C):
 1. Een volle emmer lauw water (5l) voor het bewaren en reinigen van de instrumenten in reinigingsmiddel, ongeacht de hoeveelheid instrumenten.
 2. 2l lauw water per instrument voor het afspoelen onder een stromende kraan.
- **Reinigingsmiddel:** 20 gram Sekusept¹⁷ per liter water (100 gram per volle emmer).

Figuur 9 - Klimaatimpact van de handmatige reiniging van één instrument, in kg CO₂-eq./instrument



Het gebruik van handschoenen en overige hulpmiddelen en afvalverwerking dragen slechts beperkt bij aan de klimaatimpact.

Om de klimaatimpact nauwkeuriger in te schatten, hebben we op basis van bovenstaande bevindingen de volgende vragen:

- Hoeveel instrumenten worden er per keer gereinigd?
- Heeft het water dat gebruikt wordt een temperatuur van ongeveer 25°C?
- Wordt er altijd een volle emmer gebruikt voor het bewaren en reinigen van de instrumenten of hangt dit af van het aantal of de grootte van de instrumenten?

- Hoeveel liter water wordt er ongeveer gebruikt bij het afspoelen van één pincet en van één speculum?
- Gebeurt het afspoelen van de instrumenten met koud, met lauw of met warm water?

B.2.3 Data en aannames

Tabel 4 geeft de data weer die gebruikt is voor het LCA-model van handmatig reinigen. De hoeveelheden zijn weergegeven voor het aantal instrumenten dat tegelijkertijd wordt gereinigd. Om de procesdata per gereinigd instrument (de functionele eenheid) te verkrijgen, moeten de hoeveelheden in Tabel 4 gedeeld worden door het aantal instrumenten.

Tabel 4 - Data inventarisatie handmatige reiniging van instrumenten

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid	Modellering
Instrumenten	Aantal	7	
Lauw water voor reinigen	Liter	5	Water van 25°C verwarmd met een cv-ketel op aardgas.
Lauw water voor afspoelen	Liter	14	2 liter lauw water (25°C) per instrument.
Instrumentreinigingsmiddel	Gram	100	Sekusept ¹⁷ 2% oplossing (20 gram/liter).
Handschoenen	Aantal	2	6 gram latex per stuk.
Wegwerpschort	Aantal	1	16 gram LDPE per stuk.
Veiligheidsbril	Aantal	0,0013	Aannames: een bril gaat 5 jaar mee en er worden 150 reinigingen per jaar mee uitgevoerd. 52 gram polycarbonaat.
Emmer	Aantal	0,0013	Aannames: een emmer gaat 5 jaar mee en er worden 150 reinigingen per jaar mee uitgevoerd. 400 gram PE-plastic.
Reinigingsborstel	Aantal	0,013	Aannames: een reinigingsborstel gaat 0,5 jaar mee en er worden in totaal 150 reinigingen per jaar uitgevoerd. 100 gram PP-plastic.
Afvalverwerking handschoenen	Aantal	2	Verbranding met energierugwinning.
Afvalverwerking wegwerpschort	Aantal	1	Verbranding met energierugwinning.
Afvalverwerking afvalwater	Aantal	19	Gemiddelde afvalwaterzuivering.

B.3 Medische vaatwasser

B.3.1 Procesbeschrijving in het kort

Bij het gebruik van een medische vaatwasser voor reiniging en chemische desinfectie gaan we uit van de volgende stappen:

- De instrumenten worden na gebruik in een bak verzameld.
- De assistent vult de medische vaatwasser in één keer, hierbij wordt één paar handschoenen gedragen.
- Er gaan per reinigingscyclus gemiddeld 20 instrumenten in de medische vaatwasser.
- De vaatwasser gebruikt gedemineraliseerd water, reinigingsmiddel, reinigingszout en naspoelmiddel.

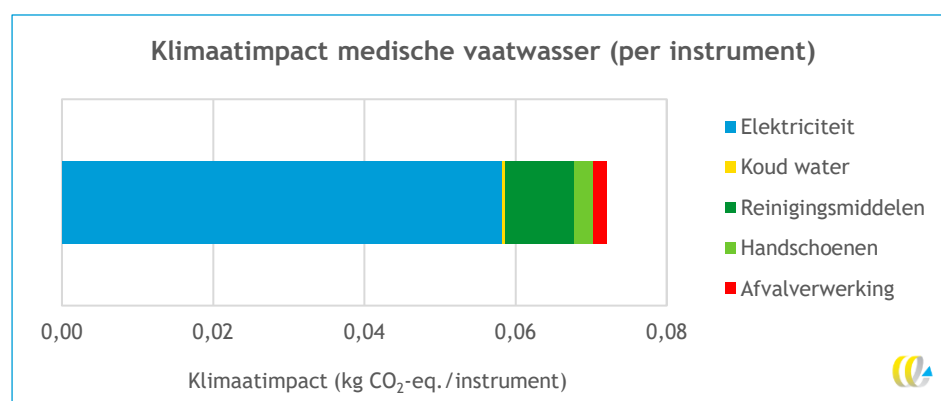
- De vaatwasser is aangesloten op een koudwaterleiding en het elektriciteitsnet.

B.3.2 Resultaten en conclusies

De geschatte klimaatimpact van reiniging en chemische desinfectie met de medische vaatwasser bedraagt 0,07 kg CO₂-eq. per instrument (Figuur 10). De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per reinigingscyclus 20 instrumenten in de vaatwasser gaan. Als dat er in de praktijk maar 10 zijn, wordt de klimaatimpact per instrument 2 keer zo hoog.
- **Elektriciteit:** Het elektriciteitsgebruik van de medische vaatwasser is ingeschat op basis van het vermogen van één model (9,3 kW aansluitwaarde) en de duur van het kortste programma (22 minuten). De vaatwasser zal niet gedurende het hele programma op maximaal vermogen draaien, waardoor het elektriciteitsgebruik in de praktijk lager uit kan vallen. Bij een langer programma kan het elektriciteitsgebruik juist hoger worden. Bij andere types medische vaatwassers kan het elektriciteitsverbruik ook anders uitvallen.
- **Reinigingsmiddel:** We nemen aan dat er 25 ml reinigingsmiddel en 9,5 ml naspoelemiddel gebruikt wordt per reinigingscyclus.

Figuur 10 - Klimaatimpact van reiniging en chemische desinfectie van één instrument met een medische vaatwasser, in kg CO₂-eq./instrument



Het gebruik van (koud) water, handschoenen en afvalverwerking dragen slechts beperkt bij aan de klimaatimpact.

Om de klimaatimpact nauwkeuriger in te schatten, hebben we op basis van bovenstaande bevindingen de volgende vragen:

- Hoeveel instrumenten worden er per reinigingscyclus in de vaatwasser geplaatst?
- Hoeveel elektriciteit gebruikt de medische vaatwasser per reinigingscyclus? Of:
 - Hoelang duurt het meest gebruikte programma?
 - Wat is het maximale vermogen van de vaatwasser?
- Hoeveel reinigingsmiddel wordt er aan de vaatwasser toegevoegd?
- Hoeveel paar handschoenen draagt de assistent voor het vullen en leeghalen van de vaatwasser per reinigingscyclus?

B.3.3 Data en aannames

Tabel 5 geeft de data weer die gebruikt is voor het LCA-model van de medische vaatwasser. De hoeveelheden zijn weergegeven voor het aantal instrumenten dat tegelijkertijd wordt

gereinigd. Om de procesdata per gereinigd instrument (de functionele eenheid) te verkrijgen, moeten de hoeveelheden in Tabel 5 gedeeld worden door het aantal instrumenten.

Tabel 5 - Data inventarisatie reiniging en chemische desinfectie met een medische vaatwasser

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid	Aannames
Instrumenten	Aantal	20	Maximum capaciteit is 40 instrumenten.
Elektriciteit	kWh	3,4	Aansluitvermogen: 9,3 kW. Duur programma: 22 minuten.
Handschoenen	Aantal	2	6 gram latex per stuk.
Koud water	Liter	19	Kraanwater.
Gedemineraliseerd water	Liter	6	
Reinigingszout	Gram	5	Natrium chloride.
Reinigingsmiddel	Gram	25	
Naspoelmiddel	Gram	9,5	
Afvalverwerking handschoenen	Aantal	2	Verbranding met energierterugwinning.
Afvalverwerking afvalwater	Aantal	25	Gemiddelde afvalwaterzuivering.

B.4 Autoclaaf

B.4.1 Procesbeschrijving in het kort

Voor sterilisatie met een autoclaaf is uitgegaan van het volgende proces:

- De te steriliseren instrumenten worden per stuk verpakt in een laminaatzakje en in de autoclaaf geplaatst.
- Er gaan per sterilisatiecyclus gemiddeld vijf specula of zestien pincetten in de autoclaaf.
- De autoclaaf gebruikt gedemineraliseerd water en elektriciteit.
- Per sterilisatiecyclus draagt de assistent één paar handschoenen.
- De handschoenen en de laminaatzakjes worden na gebruik bij het restafval weggegooid.

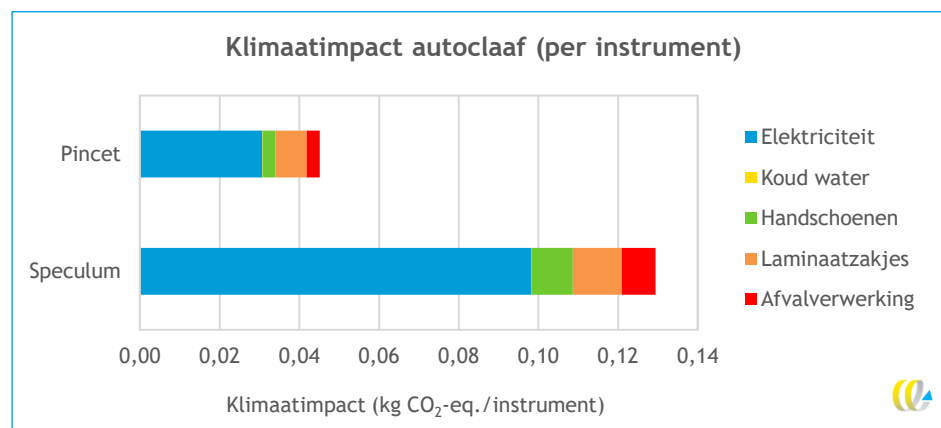
B.4.2 Resultaten en conclusies

De klimaatimpact van sterilisatie met een autoclaaf bedraagt 0,05 kg CO₂-eq. per pincet en 0,13 kg CO₂-eq. per speculum (Figuur 11). De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Aantal instrumenten:** We nemen aan dat er per sterilisatiecyclus zestien pincetten of vijf specula in de autoclaaf gaan. De klimaatimpact voor het steriliseren van pincetten is lager dan die voor specula, omdat dezelfde hoeveelheid elektriciteit, water, etc. wordt verdeeld over meer instrumenten. Als er in de praktijk minder instrumenten in de autoclaaf geplaatst worden, neemt de klimaatimpact van de elektriciteit, water, handschoenen en afvalverwerking per instrument toe.
- **Elektriciteit:** Het elektriciteitsgebruik van de autoclaaf is ingeschat op basis van het vermogen van één model (1,8 kW aansluitwaarde) en de duur van een programma (48 minuten). De autoclaaf zal niet gedurende het hele programma op maximaal vermogen draaien, waardoor het elektriciteitsgebruik in de praktijk lager uit kan vallen. Bij andere types autoclaven kan het elektriciteitsverbruik ook anders uitvallen.

- **Laminaatzakjes:** We nemen aan dat elk instrument apart in een laminaatzakje wordt verpakt. Hierbij wordt voor het speculum een groter zakje (5,6 gram) gebruikt dan voor het pincet (3,0 gram).

Figuur 11 - Klimaatimpact van sterilisatie van één instrument met een autoclaaf, in kg CO₂-eq./instrument



Het gebruik van (koud) water, handschoenen en afvalverwerking dragen slechts beperkt bij aan de klimaatimpact.

Om de klimaatimpact nauwkeuriger in te schatten, hebben we op basis van bovenstaande bevindingen de volgende vragen:

- Hoeveel pincetten of specula worden er per sterilisatiecyclus in de autoclaaf geplaatst?
- Hoeveel elektriciteit gebruikt de autoclaaf per reinigingscyclus? Of:
 - o Hoelang duurt het meest gebruikte programma?
 - o Wat is het maximale vermogen van de autoclaaf?
- Worden alle instrumenten in laminaatzakjes verpakt?
- Hoeveel instrumenten gaan er gemiddeld in één laminaatzakje?
- Draagt de assistent handschoenen bij het vullen en/of leeghalen van de autoclaaf?

B.4.3 Data en aannames

Tabel 6 geeft de data weer die gebruikt is voor het LCA-model van de autoclaaf. De hoeveelheden zijn weergegeven voor het aantal instrumenten dat tegelijkertijd wordt gereinigd. Om de procesdata per gereinigd instrument (de functionele eenheid) te verkrijgen, moeten de hoeveelheden in Tabel 6 gedeeld worden door het aantal instrumenten.

Tabel 6 - Data inventarisatie sterilisatie met een autoclaaf

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid	Aannames
Instrumenten	Aantal	5 of 16	5 specula of 16 pincetten.
Elektriciteit	kWh	1,4	Aansluitvermogen: 1,8 kW. Duur programma: 48 minuten.
Handschoenen	Aantal	2	6 gram latex per stuk.
Gedemineraliseerd water	Liter	0,5	
Laminaatzakje	Aantal	5 of 16	5 voor specula of 16 voor pincetten. Bestaat uit: 50% papier, 25% PET, 25% PE.
Afvalverwerking handschoenen	Aantal	2	Verbranding met energierecuperatie
Afvalverwerking laminaatzakje	Aantal	5 of 16	5 voor specula of 16 voor pincetten.

			Verbranding met energierugwinning.
Afvalverwerking afvalwater	Aantal	0,5	Gemiddelde afvalwaterzuivering

B.5 Externe CSA

B.5.1 Procesbeschrijving in het kort

Sterilisatie bij een externe centrale sterilisatieafdeling (CSA) is als volgt gemodelleerd:

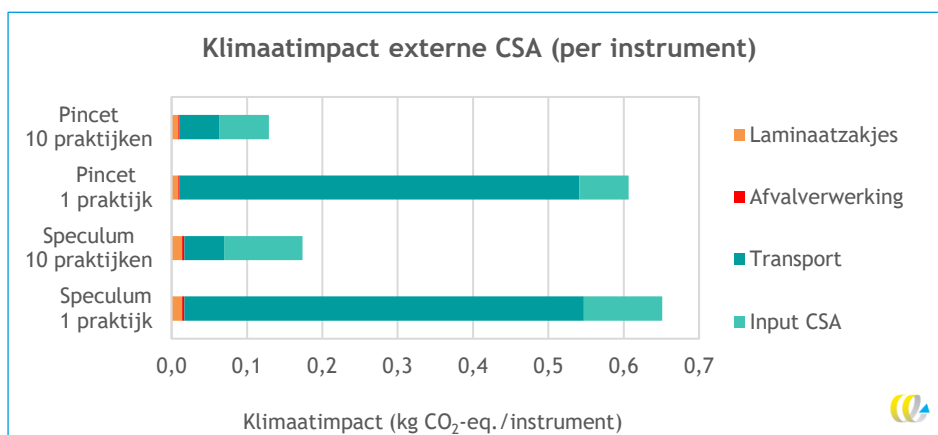
- De te steriliseren instrumenten worden één keer per week opgehaald en naar de externe CSA gebracht.
- In totaal worden bij één huisartsenpraktijk gemiddeld 20 instrumenten per week naar de externe CSA gestuurd.
- De instrumenten worden per bestelbus naar de CSA getransporteerd over een gemiddelde afstand van 25 km (enkele reis). We analyseren twee transportsenario's:
 - De praktijk haalt en brengt zelf de eigen instrumenten naar de CSA.
 - Met vervoer van de CSA worden bij 10 instellingen instrumenten opgehaald (200 instrumenten in totaal).
- Bij de externe CSA doorgaan de instrumenten het gehele reinigings- en sterilisatieproces.
- Voor de sterilisatiestap worden de instrumenten per stuk verpakt in een laminaatzakje.
- In de huisartsenpraktijk worden per week drie paar handschoenen gebruikt bij het verzamelen van de instrumenten.
- De handschoenen en de laminaatzakjes worden na gebruik bij het restafval weggegooid.

B.5.2 Resultaten en conclusies

De klimaatimpact van reiniging en sterilisatie van een speculum bij een externe CSA bedraagt ongeveer 0,17 kg CO₂-eq. bij transport van 200 instrumenten en ongeveer 0,65 kg CO₂-eq. bij transport van 20 instrumenten (Figuur 12).

De klimaatimpact van reiniging en sterilisatie van een pincet bij een externe CSA bedraagt ongeveer 0,13 kg CO₂-eq. bij transport van 200 instrumenten en ongeveer 0,61 kg CO₂-eq. bij transport van 20 instrumenten

Figuur 12 - Klimaatimpact van reiniging en desinfectie van één instrument bij een externe CSA, in kg CO₂-eq./instrument



De factoren die het meeste bijdragen aan deze klimaatimpact zijn:

- **Transport:** De klimaatimpact is sterk afhankelijk van de manier waarop het transport naar de externe CSA geregeld wordt. Als er voor iedere praktijk los naar de CSA gereden wordt, draagt de klimaatimpact van het transport voor meer dan 70% bij aan de totale klimaatimpact. Als de instrumenten van 10 praktijken tegelijkertijd opgehaald en getransporteerd worden, is de klimaatimpact van het transport per instrument beperkt. Als het ophalen van instrumenten bij meerdere praktijken zorgt voor een aanzienlijke verhoging van de transportafstand wordt dit effect deels teniet gedaan.
- **CSA-proces:** De klimaatimpact van het CSA-proces wordt voor bijna de helft veroorzaakt door het gebruik van stoom bij de sterilisatiestap. Daarnaast dragen het gebruik van elektriciteit en zeep aanzienlijk bij aan de klimaatimpact. We nemen aan dat de instrumenten uit de huisartsenpraktijk het volledige reinigings- en sterilisatieproces van de CSA doorlopen (voorspoelen, desinfecteren, verpakken, steriliseren).

Om de klimaatimpact nauwkeuriger in te schatten, hebben we op basis van bovenstaande bevindingen de volgende vragen:

- Wat is de gemiddelde transportafstand naar een externe CSA?
- Hoeveel instrumenten worden er gemiddeld per transport naar een externe CSA vervoerd?
- Ondergaan de instrumenten het gehele reinigings- en sterilisatieprogramma van de CSA, of wordt alleen de sterilisatiestap toegepast?
- Hoe worden de gebruikte instrumenten in de praktijk opgeslagen voor transport naar de CSA?

B.5.3 Data en aannames

Tabel 7 geeft de data weer die gebruikt is voor het LCA-model van de externe CSA. De hoeveelheden zijn weergegeven voor het aantal instrumenten dat tegelijkertijd wordt gereinigd. Om de procesdata per gereinigd instrument (de functionele eenheid) te verkrijgen, moeten de hoeveelheden in Tabel 7 gedeeld worden door het aantal instrumenten.

Tabel 7 - Data inventarisatie reiniging en sterilisatie bij een externe CSA

Input/output	Eenheid	Hoeveelheid	Aannames
Instrumenten per praktijk	Aantal	20	
Instrumenten per transport	Aantal	20 of 200	Twee scenario's: – Een praktijk brengt zelf de instrumenten naar de CSA. – Met transport van de CSA worden bij 10 praktijken de instrumenten opgehaald.
Transportafstand	Km	50	25 km enkele reis. Transportmiddel: bestelbus op diesel (CE Delft, 2021).
Laminaatzakje	Aantal	20	Bestaat uit: 50% papier, 25% PET, 25% PE
CSA-proces	Aantal	20	Gebaseerd op studie voor UMC Utrecht (CE Delft, 2022). Model maakt onderscheid tussen pincetten en specula.
Afvalverwerking laminaatzakje	Aantal	20	Verbranding met energierugwinning