

Eindrapport fase 2 SBIR: **Caring Clothing Tech [CCT]** SB1DI20001
Contactpersoon en uitvoerder: Marina Toeters, Juni 2021 – April 2022

This is Caring Clothing Tech [CCT]

*Het gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief
voor hoogwaardige isolatiejassen.*



Caring Clothing Tech [CCT]

Uitgevoerd door: by-wire.net van juni 2021 tot April 2022.

Contactpersoon: Marina Toeters | marina@by-wire.net | +31625451128

Adres: Fashion Tech Farm | Zeelsterstraat 80 | 5652 EL Eindhoven

Alles in dit document is nog steeds in ontwikkeling en aan goedkeuring onderworpen. Nog niets staat vast. Er kunnen nog geen rechten aan ontleend of claims op worden gemaakt.

Fig. titelpagina: **CCT jassen** in gebruik in een ziekenhuis

Publieke samenvatting

Doel: **Caring Clothing Tech [CCT]** heeft de ambitie om het meest **gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen** in de markt te zetten.

Resultaat: De herbruikbare **CCT isolatiejas** uit **Vetex** materiaal wordt tussen zorgmomenten gedesinfecteerd met UV-C en na elk 4e zorgmoment gewassen. De uitgewerkte **CCT propositie** heeft, onder andere door het toepassen van eco-design, 92% minder milieu-impact dan de conventionele wegwerp jassen die nu gebruikt worden.

Het totaalsysteem is klaar om per locatie en afdeling te implementeren in samenwerking met infectiepreventie specialisten en logistiek medewerkers binnen de ziekenhuizen. Het comfort voor de gebruikers kan nog verbeterd worden door een extra textiel ontwikkelslag. UV-C desinfectie is technisch haalbaar en een unit kan door UV Smart kosteneffectief ontwikkeld worden. De jassen kunnen tegen concurrerende prijzen gemaakt worden.

Aanpak: Via de iteratieve en open innovatie strategie en actieve disseminatie ontwikkelen we een goede commerciële tractie. We kijken uit naar de reactie op de LUMC tender of één van de serieuze andere commerciële leads zodat **ons gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen** snel realiteit wordt.

Meer info: www.by-wire.net/cct/ Filmpje: https://youtu.be/_FpYsBIFmfl

Inhoudsopgave

1	Management samenvatting	2
2	Uitvoering van het project	3
3.1	Bijdrage aan het maatschappelijk vraagstuk	4
3.1.1	Textiel keuze	4
3.1.2	EN 14126 textiel test	5
3.1.3	Kleinschalige gebruikerstesten	5
3.1.4	Product updates	6
3.1.5	Productieplan	7
3.1.6	Gebruikerstesten in 5 ziekenhuizen	8
3.1.7	Gebruiksflow	10
3.1.8	Circulariteit	11
3.1.9	LCA	12
3.1.10	Eco-design	13
3.2	Technisch perspectief door Matthijs Verdooren en Tyana Hendriksma	14
3.2.1	UV-C desinfectie	
3.2.2	Ontwikkeling UV-C unit voor het optimaal belichten	
3.3	Economisch perspectief: Business plan update by Sue Saad	16
3.4	Wet- en regelgeving en bescherming intellectueel eigendom (IE)	18
4	Conclusies en commerciële vooruitzichten	19
5	Financiën	20
	BIJLAGE 1 BIJ FORMAT SBIR EINDRAPPORT FASE 2 SB1DI20001	21

1 Management samenvatting: Eindrapport Fase 2

Caring Clothing Tech [CCT] heeft de ambitie om het meest **gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen** in de markt te zetten.

Oplossing: De herbruikbare **CCT isolatiejas** uit **Vetex** materiaal wordt tussen zorgmomenten gedesinfecteerd met UV-C en na 4 zorgmomenten gewassen.

Aanpak: Door onze **iteratieve en open innovatie** aanpak slaagden we erin om een innovatief ontwerp en marktconcept te ontwikkelen, gebruikerstesten uit te voeren binnen vijf ziekenhuizen en bouwden we een netwerk met potentiële business partners op. Het resultaat van **CCT** is een rijk onderzoek en baanbrekend systeem voor duurzame isolatiejassen, nagenoeg klaar voor implementatie.

Inhoudelijke bevindingen: Literatuur laat zien dat er veel moet veranderen om de gezondheidszorg minder milieu impact te laten maken (3.1). Het gekozen **Vetex** behaalde de hoogst mogelijke resultaten binnen de certificeringsnorm EN 14126: klasse 6. (3.1.2). Uit de eerste reeks gebruikerstesten bij UMCU, WKZ en UMCG kwamen verschillende verbeterpunten voor het ontwerp van de jas naar voren (3.1.3). Dit leidde tot de toevoeging van een duimgat, extra maat, meer mouwlengte, andere magneetsluiting en de toevoeging van een tailleband met linten. Deze aanpassingen zijn in het jasontwerp verwerkt en vervolgens productieklaar gemaakt (3.1.4). Na kleine optimalisaties van het productieplan zijn 150 jassen effectief geproduceerd (3.1.5). Begin 2022 is gestart met een grootschalige gebruikerstest met zorgpersoneel (N=58) in vijf verschillende ziekenhuizen die **voorzichtig positief** reageerden. Ruim een kwart (26%) geeft de jas een acht of zelfs negen, met name vanwege het duurzaamheidsaspect en de magneetsluiting. Voor het draagcomfort en de veiligheid zouden nog drie aanpassingen nodig zijn: de magneetsluiting mag niet losschieten, de afwerking aan de randen moet zachter en beter ademend textiel. Een discussiepunt bij ademend textiel is echter dat de **CCT jas** hierbij wordt vergeleken met huidige wegwerpjassen die überhaupt niet aan EN 14126 voldoen en niet wasbaar zijn (3.1.6).

De gebruiks flow inclusief UV-C desinfectie is ontwikkeld en geoptimaliseerd met het Jeroen Bosch Ziekenhuis (3.1.7). De **CCT jas** kan gerecycled worden, en de vezels kunnen een nieuwe bestemming krijgen. Rondom de werkwijze

van wasserijen is nog een iteratieslag nodig, met name rond de linten. Door de extra inkomsten die de het wassen van de **CCT jassen** voor de wasserijen zouden opleveren kan anderzijds van deze sector ook innovatiekracht gevraagd worden (3.1.8). Hier worden momenteel gesprekken over gevoerd. De gemaakte eco-design stappen (3.1.10) hebben ertoe geleid dat de **CCT jas** een **milieu-impact van 7,92% ten opzichte van die van de conventionele wegwerpjas** (3.1.9) kan bewerkstelligen, aangetoond via LCA berekeningen.

Technische belemmeringen: Nu de technische haalbaarheid (3.2) en octrooibescherming (3.4) van UV-C desinfectie units en het **CCT systeem** onderzocht en bewezen zijn, kan de implementatie van dit totaalsysteem per locatie en afdeling verder uitgewerkt worden in vervolggesprekken met infectiepreventie specialisten en logistiek medewerkers binnen de ziekenhuizen. Daarnaast kan het comfort voor de gebruikers verbeterd worden door een extra textiel ontwikkelingslag en moet de UV-C unit met **UV Smart** doorontwikkeld worden.

Commercieel vooruitzicht: We zijn ervan overtuigd geraakt dat de markt klaar is voor verandering en dat transformatie naar het **CCT systeem** waardevol en haalbaar is. De baten voor milieu en zorg wegen op tegen de kosten die het overstappen op herbruikbare jassen met zich meebrengt: jassen kunnen betaalbaar worden gemaakt; wasprocessen zijn reeds beschikbaar, UV-C kan vrijrijdbaar worden gemaakt voor makkelijke logistiek in het ziekenhuis en geprijsd binnen acceptabele bandbreedtes. Ziekenhuizen willen aanpassingen doen in hun infrastructuur om snelle desinfectie oplossingen op te nemen, omdat ze weten dat het gebruik van disposables niet houdbaar is; zorgpersoneel stimuleert de verandering door vrijwillige deelname aan projecten als **CCT** en Green Teams om verbeteringen door te voeren (3.3).

Vervolg: Via de iteratieve en open innovatie strategie (H.2) en actieve disseminatie (H.3) ontwikkelen we een goede commerciële tractie. We kijken uit naar de reactie op de LUMC tender of één van de andere serieuze commerciële leads, zodat **ons gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen** (in samenwerking met **UV Smart** en ISKO) snel realiteit wordt.

2. Uitvoering van het project

Organisatie: Fase 2 van dit onderzoek begonnen we met een marktonderzoek en het opvragen van samples (jassen en textiel). 5 verschillende materialen zijn uitgebreid getest. Voor de midterm rapportage was het **CCT concept** uitgewerkt middels 1) een definitieve materiaalkeuze voor de herbruikbare isolatiejas, 2) de technische haalbaarheid en veiligheid van UV-C desinfectie en 3) een haalbare business case dankzij samenwerking met UV Smart. Dit is gedocumenteerd in **CCT Mid Term report fase 2**. Daarna zijn we doorgegaan met de productie planning en inrichting, het opzetten van het gebruikersonderzoek met 5 (!!!) ziekenhuizen, productie van 150 jassen, gebruikerstesten, het circulaire open loop proces, de product en service systeem LCA's, UV-C tests en unit ontwikkeling en de business implementatie.



Fig 2.1: CCT team bijeenkomst op de Fashion Tech Farm

Fasering en taakverdeling: Tijdens dit proces is er contact geweest met verschillende potentiële partners zoals Alsico, ISKO en UV Smart waarmee ook een start is gemaakt met de business implementatie. Die samenwerking was ook buiten het **CCT team** prettig, open en efficiënt. Alle subprocessen liepen parallel aan elkaar gedurende de looptijd en in tweewekelijkse en uiteindelijk wekelijkse bijeenkomsten deden alle teamleden verslag aan elkaar van de voortgang. Matthijs Vertooren heeft het **CCT team** in het eindproces versterkt met productie inrichting (zie 3.1.5) en ontwikkeling UV-C unit (zie 3.2.2).

De verschillende teamleden vulden elkaar onderling aan en zochten elkaar regelmatig op voor ondersteuning of kennisuitwisseling op specifieke gebieden. Alles werd open gedeeld (zelfs bij commerciële belangen) en de Fashion Tech Farm diende telkens als een spil en uitvalsbasis voor het hele team.



Fig 2.2: Schematische weergave van de vijf gebruikers contactmomenten en draagtests, met aantallen proefpersonen (= N), over fase 1 en fase 2.

Iteratieve open innovatie: Doordat we geen vaste textiel- en kledingproductie partners hebben is een open blik mogelijk en kunnen we relatief objectief de beste textielen, productietechnieken en producenten selecteren. Het luisteren naar de voorkeuren van zorgmedewerkers staat bij ons op nummer 1 hierin. Zie in fig. 2.2 het grote aantal contactmomenten en draagtests met potentiële gebruikers van **CCT isolatiejassen**. Ze zagen verbeteringen terug. Mede daardoor, en door de warme contacten, bleek het relatief eenvoudig om gesprekken aan te gaan en waardevolle testen uit te voeren binnen zoveel ziekenhuizen.

Evaluatie SBIR proces: Door het extra go/no go moment + tussenrapport dat de commissie via RVO instelde en opschuiven van de deadline hebben we onze planning inclusief milestones moeten omgooien. Dit vroeg veel van de flexibiliteit van het team en kostte meer arbeidsuren dan gepland. Desondanks is het resultaat een rijk onderzoek met veel innovatie en tractie in de markt.

We zijn zeer positief over de heldere en doelgerichte aanpak van RVO. De **SBIR** is voor ons een toegankelijk en werkbaar financieringsinstrument gebleken waarmee we in korte tijd veel resultaten hebben kunnen boeken.

3 Inhoudelijke bevindingen

3.1 Bijdrage maatschappelijk vraagstuk en onderbouwing

Op één februari schrijft de World Health Organisation (WHO) in een bericht op hun website: 'Tens of thousands of tonnes of extra medical waste from the response to the COVID-19 pandemic has put tremendous strain on health care waste management systems around the world (...).' Het gaat hier om ongeveer 87.000 ton 'personal protective equipment', aangekocht in de periode maart 2020 - november 2021, en nog eens 144.000 ton afval van spuiten, naalden en verpakkingen, plus ongeveer 731.000 liter chemisch afval - volgens de WHO 1/3 van een Olympisch zwembad. Dit blijkt uit een WHO Global analyse¹.

Dat het disposables vraagstuk urgent is, is een understatement. De WHO schrijft dat, terwijl de VN en andere landen worstelen met het veiligstellen van persoonlijke beschermingsmiddelen, werd er minder aandacht besteed aan veilig en duurzaam beheer van COVID-19 gerelateerd afval in de gezondheidszorg. Volgens Dr. Michael Ryan, Executive Director van het WHO Health Emergencies Programme, is het van groot belang de juiste beschermende middelen te verstrekken aan mensen in de zorg, maar is het van minstens zo groot belang om daarmee het milieu niet te belasten. Volgens Dr. Anne Woolridge² is systemische verandering nodig: "Er is een groeiend besef dat gezondheidsinvesteringen rekening moeten houden met milieu- en klimaatimplicaties (...). (...) gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zal bijvoorbeeld niet alleen de milieuschade door afval verminderen, het zal ook geld besparen, potentiële voorraadtekorten verminderen en infectiepreventie verder ondersteunen door gedrag te veranderen."

Ook wij hebben in ons onderzoek de afgelopen maanden gemerkt hoeveel aandacht er is voor dit probleem vanuit de gezondheidszorg. Green Teams, die zich hard maken voor duurzaamheid in het ziekenhuis op alle fronten, schieten in verschillende ziekenhuizen en over meerdere afdelingen als paddestoelen uit de grond. Het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) heeft een tender (marktconsultatie) in de markt gezet voor duurzame steriele isolatiejassen, en ook uit het Erasmus MC hebben we gehoord dat ze overgaan op de aanschaf van wasbare alternatieven voor hun disposable isolatiejassen. De waterrij

waarmee wij werken heeft een complete teststraat ingericht voor alle innovatie-vraagstukken waar zij op was- en vouwgebied mee te maken krijgen. Het Amsterdams Medisch Centrum (AMC) worden er budgetten beschikbaar gesteld voor personeel om een opleiding te volgen tot het maken van Life Cycle Analysis (LCA) zodat ze hun eigen impact in kaart kunnen brengen. Tijdens de gebruikerstest van de **CCT jassen** wordt met enthousiasme gereageerd op het duurzaamheidsaspect. Het Universitair Medisch Centrum in Groningen (UMCG) heeft ons actief benadert met de vraag mee te doen.

Geldbesparing kan een enorme versnelling betekenen voor het terugdringen van de hoeveelheid *disposables* in de zorg. (Dus niet alleen isolatiejassen en mondneusmaskers.) Belangrijk hierin is dat de zorgsector en fabrikanten van (wasbare) alternatieven nauw samenwerken en van elkaar willen leren. Ook is het heel belangrijk om te kijken naar de ruimte voor verandering binnen ziekenhuizen zelf, omdat veel van de duurzame alternatieven nu moeten passen in een systeem gebouwd op wegwerpmaterialen. Het is zaak dat beide sectoren met elkaar in gesprek komen en blijven om hierin nieuwe, werkbare systemen te ontwikkelen voor een duurzamere gezondheidszorg. Zoals Luca Arts uit het Maastricht Universitair Medisch Centrum (MUMC+) zei: "het is best bijzonder dat we in het ziekenhuis mensen proberen beter te maken, terwijl we tegelijkertijd de omgeving waarin we leven vervuilen."

In de volgende hoofdstukken leggen we uit hoe wij te werk zijn gegaan om een bijdrage te kunnen leveren aan het maatschappelijke vraagstuk van een **gebruiksvriendelijk, comfortabel en duurzaam alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen voor ziekenhuispersoneel.**

3.1.1 Textiel keuze

We proberen de dragers zoveel mogelijk te beschermen in zo comfortabel mogelijke kleding met zo weinig mogelijk milieu-impact. Op basis van 20 criteria zijn tests uitgevoerd door 8 verschillende experts. Na peer validatie door dezelfde experts is een materiaalkeuze matrix ontwikkeld met daarin de criteria, weging per criterium en scores per materiaal voor de isolatiejas. In het **CCT Mid Term report fase 2** gaan we uitgebreid in op hoe de keuze is gemaakt voor **Vetex: Comfort Trinidad 15/9999 - 20E0943 (EC200726)** (190 g/m²) - polyester breisel met polyurethaan laag - waterdichte vlamwerende bescherming - afgekort met **Vetex**. **Vetex** is beschikbaar, daardoor kan het **CCT businessplan**, (bijgewerkt in 3.3.1) alvast ingezet worden, zodat de **CCT isolatiejassen** snel in gebruik genomen kunnen worden.

¹<https://www.who.int/news/item/01-02-2022-tonnes-of-covid-19-health-care-waste-expose-urgent-need-to-improve-waste-management-systems>

² Voorzitter Health Care Waste Working Group van de International Solid Waste Association (ISWA)



Fig. 3.1 Aangeleverd Vetex textiel

3.1.2 EN 14126 textiel test

Het Vetex materiaal is op ons initiatief op EN 14126 *Beschermende kleding tegen Micro- organismen* getest via de 4.1 punten (onderstaand).

- Wet penetration (4.1) ISO 22610
- Resistance to Contaminated Aersol ISO 22611
- Dry penetration ISO 22612
- Protection against blood and body fluids ISO 16604
- Protection against virus ISO 16603

Dennis Levels, Textile Lab zei: *“Resultaten zien er goed uit. In de uitgevoerde testen bereikt de stof de hoogst mogelijk klasse.”* Hier het geaccrediteerde statement

- Gutachterlijke Stellungnahme B 29...
- Prüfbericht B 29138 EN 14126.pdf

INDEPENDENT LABORATORY
TEXTILE LAB
TESTING, RESEARCH AND DEVELOPMENT

3.1.3 Kleinschalige gebruikerstesten door Lianne Toussaint

Als vervolg op de eerste online enquête (265 personen), de gebruikerstesten met zes thuiszorg- en woonzorgcentrum en ziekenhuis- medewerkers (fase 1) en doorlopende draagtests door het **CCT team** in de Fashion Tech Farm, heeft vanaf het najaar een reeks gebruikerstesten plaatsgevonden in ziekenhuizen. Hier zijn vijf prototypen van verschillende materialen (Concordia, Sitip, Vetex, Teijin en Ten Cate) getest met twee IC-medewerkers van het Utrecht Medisch Centrum in Utrecht (UMCU) op 4-10-2021, zes medewerkers van de afdeling kinderverpleegkunde in het Wilhelmina Kinderziekenhuis (WKZ) en drie medewerkers van het UMCG beide op 30-11-2021. Zie fig. 2.2. Gedurende en na het doorpassen van de prototypen hebben twee **CCT'ers** de gebruikers een aantal vragen voorgelegd en zo data verzameld over onder anderen comfort, dagelijks gebruik, hoeveelheid benodigde jassen per medewerker, bewegingsvrijheid, materiaal, pasvorm en uitstraling/personalisatie van de verschillende materialen en ontwerpen (ook in vergelijking met de huidige wegwerpjassen).

Waardevolle inzichten en verbeterpunten: Vooral het belang van het duimgat en lange lint (moet achterlangs en dan terug over de taille te strikken zijn), voldoende lengte van de mouwen, de functie van een lichte (pastel)kleur, verdeeldheid over het nut van een print op de stof, een groot enthousiasme over het gebruiksgemak van de magneetsluiting en de duidelijke eis dat de lengte van het voorpand tot op/over de knie moet zijn. Voor de productie hebben we de jas daarop aangepast. Zie volgende hoofdstuk.



Fig 3.2: Prototypes tijdens draagtesten in de Fashion Tech Farm, UMCU en UMCG.

Doelgroep specificatie: Testen met Intensive Care (IC)-medewerkers bleek van toegevoegde waarde, omdat deze beroepsgroep langduriger en frequenter gebruikt maakt van isolatiejassen. Dit maakt deze doelgroep ook los van de Covid-19 pandemie een belangrijke afzetmarkt voor de jassen. Bovendien zijn de comfortcriteria op IC-afdelingen hoog, waardoor we maximaal inzicht kregen voor intensief gebruik in een medische setting. Tests kinderverpleegkundigen bleek van belang omdat die om een persoonlijke en vriendelijke benadering vragen. Juist hier heeft een patroon of print potentie. Uit de test blijkt ook dat de kinderverpleegkundigen extra eisen stellen aan de stevigheid en flexibiliteit van de jassen en magneetsluiting (anders dan in de verpleging van volwassenen moeten ze regelmatig patiënten tillen) en het geluid dat de jassen maken (patiënten niet wekken met het geruis en gekraak tijdens nachtdiensten).

UV-C desinfectie proces: Tijdens gebruikerstest vier, zie fig 2.2, is ook het prototype van de UV-C unit getoond om bij de deelnemers te informeren naar hoe er gedacht wordt over hergebruik en tussentijdse UVC-reiniging van de jassen en wat hierbij de praktische aandachts- of knelpunten zijn. De meeste deelnemers stonden hier voor open als dit in de reguliere was- en afvallogistiek in het ziekenhuis geïntegreerd zou worden.

3.1.4 Product updates door Daisy van Loenhout & Marina Toeters

Uit de gebruikerstests zijn de volgende verbeterpunten verwerkt:

Duimgat: Veel testpersonen vinden een duimgat fijn omdat het een veilig gevoel geeft dat de mouwen van de jas niet verschuiven wanneer er handschoenen overheen worden aangetrokken. Om die reden hebben we een duimgat in de mouw verwerkt.



Fig 3.3: **Duimgat tests:** definitieve keuze is vierde van links.

Lengte mouw en jas: De mouwen zijn verlengd tot ze voorbij de pols vallen en de jas is verlengd zodat deze over de knie. Het onderpand is verbreed zodat de kleding van de medewerkers beschermt blijft als zij gaan zitten bij een patiënt, dit is door IC-verpleegkundigen aangegeven in het gebruikersonderzoek.

Magneetsluiting: De magneetrits uit het eerdere prototype gaat bij een groot deel van de testpersonen open bij armbewegingen. De makkelijke sluiting door middel van magneten wordt wel erg gewaardeerd. De magneetrits hebben we in het nieuwe model vervangen door een dubbele magneetsluiting in de nek.



Fig 3.4. **Magneetsluiting:** In het patroon van de jas zit een magneet confectie + vouw systeem geïntegreerd zodat deze altijd op de juiste plek zit tijdens de productie.

Maatvoering: Uit de enquête en de gesprekken met de gebruikers kwam naar voren dat te veel stof het uitvoeren van handelingen kan belemmeren. En uit de gebruikers-tests dat er een grotere maat nodig was. We hebben gekozen voor een M en L maat.

Tailleband: De testpersonen hadden bij het eerste prototype in enkele gevallen moeite met het zelf openen van de magneet en het verstellen van de tailleband. De tailleband

met magneet uit dat prototype is vervangen door twee linten die de verpleegkundigen kunnen strikken. Uit latere tests bleek dat het strikken van de linten, door deze vanaf voorlans over de buik naar achter te halen voor veel medewerkers een veilig gevoel geeft, ze weten zeker dat het goed vast zit.

Achterpand: In het eerdere prototype bestond het achterpand uit twee losse delen voor meer bewegingsvrijheid. Bij veel testpersonen was er een gat tussen onderpand en bovenpand, dit werd als onveilig ervaren. In het huidig ontwerp heeft in het achterpand een naad in de taille met extra ruimte in het patroon zodat er genoeg bewegingsruimte blijft. Ook is er meer ruimte bij de schouders gerealiseerd, zodat de magneet in de nek minder snel open schiet.

Zak: Uit de enquête kwam een voorkeur voor een zak naar boven. Tijdens de gebruikersonderzoeken hebben we de plaatsing van een zak getest. Enkelen zagen voordelen aan een zak, maar tegelijkertijd kan het ervoor zorgen dat er besmet materiaal meegenomen kan worden. Daarom is de zak weg gelaten.

Print en kleur: De testpersonen hebben jassen getest in kleuren die op korte termijn beschikbaar waren (fig 3.2). De mogelijkheid van prints of kleur is besproken en werd enthousiast op gereageerd met een voorkeur voor pasteltinten (rustgevend) door IC-ers. Een jas met het gezicht van de verpleegkundige erop zagen ze als gunstig voor de patiënt, maar momenteel niet haalbaar binnen het ziekenhuis vanwege de waslogistiek.

Bij de kinderafdeling werd er overwegend positief gereageerd op het gebruik van prints om kinderen gerust te stellen. Aandachtspunt: een bewust verschil in kleur van het uniform van verpleegkundige en pedagogisch medewerker. Als verpleegkundigen (die soms vervelende dingen moeten doen) hetzelfde uniform zouden dragen kan de geruststellende werking teniet gedaan worden. En geen herkenbare figuren uit bijvoorbeeld boeken en tekenfilms om negatieve beeldvorming te voorkomen, maar meer abstracte prints zijn oké. Besloten is om 50 van de 150 jassen een print te geven. De vier prints hier naast zijn gebruikt.



Fig. 3.5: **Vier verschillende prints**

3.1.5 Productieplan door Daisy van Loenhout en Matthijs Vertooren

Eind december / begin januari is er een productietest gedaan om 150 jassen voor de vijfde gebruikerstest te maken.

Tijdens de productietest is ervoor gekozen om alleen aan de voorkant van de jas een print te gebruiken die wordt met de hittepers op het kledingstuk gezet.

Opzetten productiestraat: Bij het opzetten van een productiestraat moet er rekening worden gehouden met Wilson's zeven vormen van verspilling³:

1. **Overproductie.** Het te veel produceren van onderdelen
2. **Wachten,** op onderdelen of beschikbaarheid van productiemiddelen
3. **Onnodig transport.** Onderdelen oppakken en elders weer neerleggen. Het kost tijd. Er kan schade ontstaan of producten raken kwijt.
4. **Incorrect produceren.** Onnodige handelingen uitvoeren omdat de juiste productiemiddelen niet voorhanden zijn
5. **Te veel voorraad.** Door te werken met grote voorraden en tussenvoorraden kunnen er diverse problemen ontstaan, zoals schade aan de producten door onhandige opslag. Of fouten blijven verborgen omdat ze pas bij een opvolgende productiestap aan het licht komen.
6. **Onnodige bewegingen.** Het ophalen of zoeken naar onderdelen en werktuigen.
7. **Defecten.** Het aanpassen van fout geproduceerde producten

De eerste serie isolatiejassen bestaat uit 150 stuks. Deze hoeveelheid is te weinig om tijd te besteden om een perfecte productiestraat in te richten en in te regelen. De hoeveelheid werk rechtvaardigt echter wel de beginselen van een correcte productiestraat toe te passen.

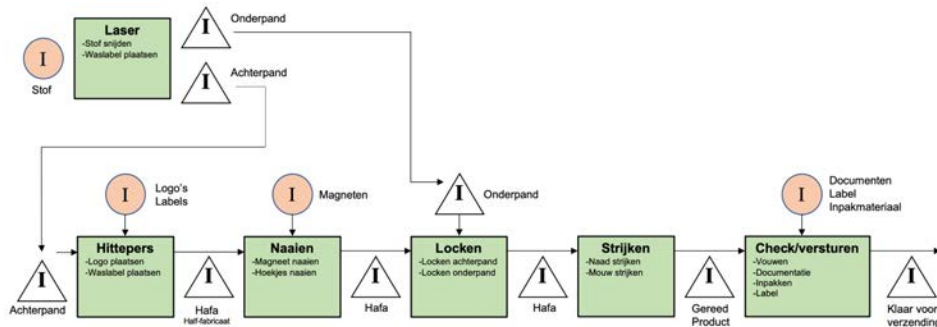


Fig 3.6: Flowchart CCT productiestraat

Flowchart opstellen: Voor aanvang is een schetsmatige weergave waarin alle productiestation en alle voorraden (Inventory) gemaakt. Inventory bestaat uit producten die vanuit een ander proces komen, bijvoorbeeld van de laser die in

een andere ruimte staat, of een tussenvoorraad met halffabricaten (hafa's). Deze zijn weergegeven met driehoeken. Verder is er ook inventory dat als inkoopdeel wordt toegevoegd aan het productieproces, zoals bijvoorbeeld magneten. Deze zijn weergegeven met cirkels. De labels en logo's zijn in de huidige situatie een apart intern productieproces. Omdat deze eenvoudig achter elkaar kunnen worden geproduceerd hebben we ze in de flowchart behandeld als inkoopdeel.

Bij het opstellen kwamen we uit op 6 werkstations en 13 inventory plekken. De flowchart hebben we vervolgens vertaald in een echte productieomgeving waarbij we alle werkplekken en inventory-plekken hebben ingericht. Dit hebben we gedaan door de locaties op de tafels af te bakenen met gele tape en handgeschreven labels.



Fig 3.7: Productie in actie @Fashion Tech Farm

Tijdens de productietest hebben we bijgehouden hoe lang elke handeling duurt (zie [Handelingen document](#)). Gebaseerd hierop hebben we de productiecapaciteit per dag van de Fashion Tech Farm berekend (op basis van 8 uur). Ook de productiekosten worden door dit document inzichtelijk en zijn er data hieruit gebruikt voor de LCA en het business plan.

Er kunnen maximaal 147 M of 138 L jassen per dag worden geproduceerd. Uit de gebruikersstudie moet blijken wat de verhouding in geproduceerde maten moet zijn. Om dit volledige aantal te kunnen produceren zijn er twee naaimachines, vijf lockmachines en twee strijkstations nodig.

³ Wilson (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw Hill: USA, pp 25-26

Tijdens de productietest werd elk station door minimaal één persoon bemand. Om minder mankracht te gebruiken zouden de handeling van de laser, sublimatieprinter, kalender en hittepers door dezelfde persoon gedaan kunnen worden. Als de laser aan het werk is, kan er in die twee tot vierenhalve minuut, logo's, waslabels, linten en prints geprint worden. Logo's en waslabels kunnen worden gesneden of geplot en met de hittepers op de al gelaserde bovenstukken geprint worden. De stof en print voor de linten kan door de kalender voordat deze gelaserd worden. Deze machines moeten in de buurt van de laser staan zodat, zodra de laser klaar is, de stof gewisseld kan worden, en de aantallen gehaald kunnen worden.

Voor de hoogste efficiëntie zou het laseren en printen een dag van tevoren al gedaan kunnen worden, zodat er tijdens het naaien en locken genoeg voorraad is. Mogelijk zou 15 minuten eerder met laseren beginnen voor kleine producties ook kunnen en al winst opleveren.

Nog niet getest is het innaaien van de chip voor de wasserij, naar verwachting hoeft dit geen extra tijd te kosten als deze samen met de magneet wordt verwerkt.

Evaluatie: De belangrijkste verspillingen die we hiermee voorkomen zijn

- **Wachten.** Door de omvang van de tussenvoorraden kon men tijdig zien waar problemen ontstonden en hierop inspelen door bijvoorbeeld van werkstation te wisselen.
- **Onnodig transport.** Men kon de hafa's simpelweg doorschuiven waar de volgende werker ze weer zonder lopen kon oppakken.
- **Onnodige bewegingen.** Omdat alle locaties duidelijk waren heeft niemand gezocht naar hafa's.



Fig 3.8: render van het definitieve CCT ontwerp (zonder lint)

Discussie: De grootste tekortkoming in het opgezette productiesysteem zijn de grote tussenvoorraden die ontstonden. In een ideale toekomstige situatie zou men moeten werken naar een one-piece-flow ³. Hierbij wordt de productiestraat qua methodiek en aantal productie stations zo ingericht dat elke productiestap ongeveer even lang duurt. Elke werker verricht een handeling en schuift het product door naar het volgende station. Hier kan de een werker direct beginnen aan de volgende handeling. Hierbij worden tussenvoorraden vermeden.

Vervolg, verpakken: Na de productie zijn de jassen per twee verpakt in een RPET zak en gelabeld. Daarna gingen ze per 10 pakketten in een doos richting de verschillende ziekenhuizen om de ervaringen tijdens dagelijkse werkzaamheden en langdurig gebruik te verzamelen. Veel van de testpersonen hebben zowel een witte als beprunte jas ontvangen.

3.1.6 Gebruikerstesten in 5 ziekenhuizen door Lianne Toussaint

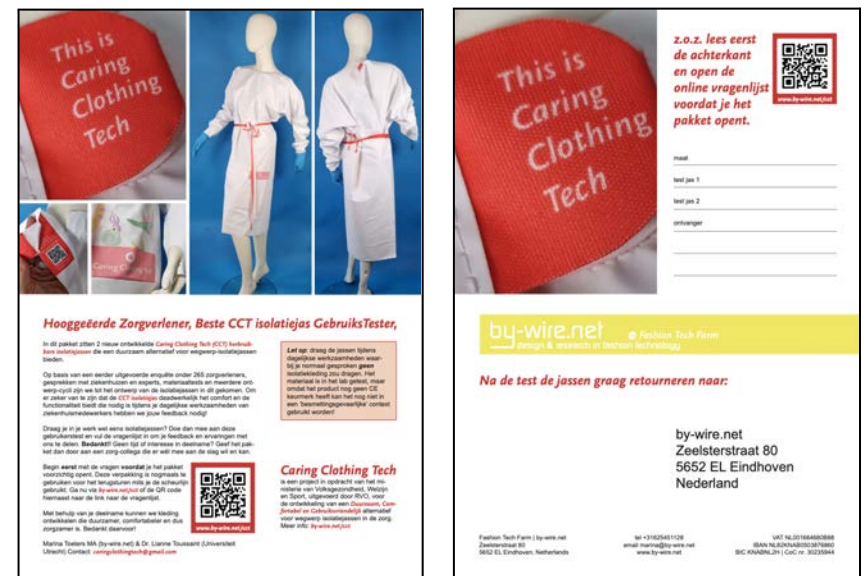


Fig 3.9: Meegezonden infokaart, voor- en achterkant.

Begin 2022 is gestart met test vijf (zie fig 2.2) een grootschalige gebruikerstest met zorgpersoneel in 5 verschillende Nederlandse ziekenhuizen. Bij deze reeks gebruikerstesten is een groep van ongeveer 70 potentiële eindgebruikers gevraagd de jas tijdens dagelijkse werkzaamheden dragen en hierop middels een online vragenlijst feedback te geven. Er is gekozen voor testen op afstand

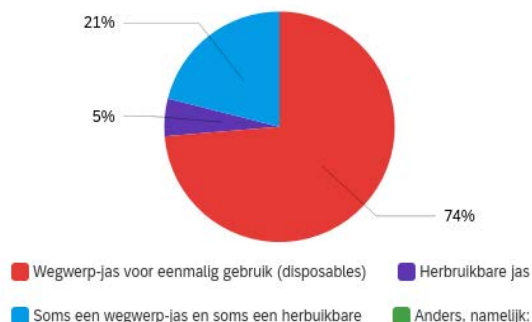
in verband met de op dat moment geldende lockdown. De volgende ziekenhuizen en afdelingen hebben deelgenomen aan deze grootschalige gebruikerstest: twee afdelingen van het MUMC+ (Luca Arts), IC-medewerkers van het UMCU (Jeroen Lammers), UMCG (Hein Schotsman, Stieneke Keus & Shuki Blokzijl) en het Jeroen Bosch Ziekenhuis (JBZ) in Den Bosch (Annie van Elderen). In totaal zijn er 140 **CCT jassen** naar verschillende ziekenhuizen in Nederland gestuurd, twee voor ieder testpersoon.

Respondenten: De online vragenlijst is door 58 respondenten (op 22-2-2022) volledig ingevuld. Het merendeel van de testers is verpleegkundige in het ziekenhuis (n=38), inclusief verpleegkundigen van de IC, neonatologie, verkoeper, High Care en Spoedeisende Hulp.

Resultaten gebruikerstesten: huidig gebruik

Van de 58 deelnemers draagt maar liefst 95% op dit moment uitsluitend wegwerp-isolatiejassen (74%) of slechts af en toe een herbruikbare jas (21%):

Grafiek Q6 Welk soort isolatiejas draag je tijdens je werk meestal?



Meest genoemde merken van de huidige wegwerpjassen zijn Endamed en Mölnlycke. 40% van de ondervraagden draagt meerdere keren per dag een isolatiejas, 19% draagt deze meerdere keren per week en in sommige gevallen is dit wisselend en afhankelijk van het aantal infectieuze patiënten. Verreweg de meeste respondenten (76%) trekken tijdens een werkdag 3-5 (n=30) of zelfs 5-10 (n=11) keer een nieuwe isolatiejas aan. 35% van de gebruikers draagt een individuele isolatiejas gedurende minimaal 2 uur. Meer dan driekwart (76%) van de isolatiejassen wordt na gebruik onmiddellijk weggegooid met het restafval (57%) of gescheiden ingezameld voor vernietiging (19%). Slechts 13% wordt op dit moment al gewassen of hergebruikt:

Grafiek Q11 Wat gebeurt er met de isolatiejas na gebruik?



Resultaten gebruikerstesten: herbruikbare CCT jas

Na het aantrekken van de **CCT isolatiejas** is meer dan de helft van de gebruikers positief tot zeer positief over het aantrekken van de jas (53%), de bewegingsvrijheid (59%), de lintsluiting om de taille (63%) en de magneetsluiting in de nek (58%). Opvallend is dat maar liefst 31% zelfs zeer positief is over de magneetsluiting. Bijna de helft (42-49%) van de respondenten is positief tot zelfs zeer positief over de pasvorm, het comfort en geluid bij beweging. Als voordelen van de **CCT jas** ten opzichte van de huidige jassen worden vooral hygiëne/veiligheid, kwaliteit, kostenbesparing en duurzaamheid genoemd. Daarnaast worden ook het makkelijker aan- en uittrekken, de betere pasvorm, de duimopening, de professionele uitstraling en het draagcomfort een aantal keer als voordeel genoemd.



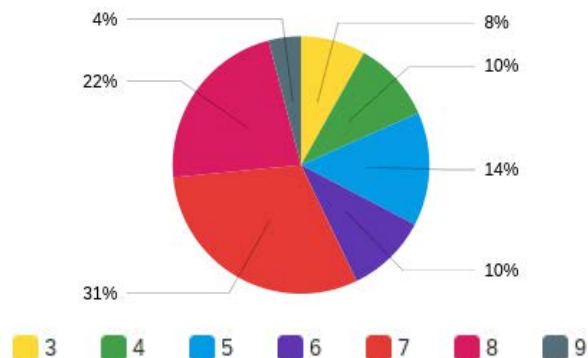
Fig 3.10: IC-medewerkers van het UMC Utrecht testen de **CCT isolatiejas** (25 februari 2022).

Tegenover de positieve ervaringen staat dat ruim een derde van de testgebruikers juist negatief tot zeer negatief oordeelt over het comfort (35%), de pasvorm (37%) en de magneetsluiting in de nek (32%). Uit de toelichting die respondenten geven op hun oordeel over verschillende aspecten van de jas, blijken de volgende 3belangrijkste verbeterpunten: 1) *Materiaal*: te warm en zweet snel/niet ventilerend, te scherp en snijdt aan de randen (bij nek, duim). 2) *Ontwerp en maatvoering*: de magneetsluiting springt los, lintsluiting te fragiel (moet stug zijn, niet elastisch) en lang, mouwen te strak en lang, lengte te kort. 3) *Uiterlijk*: wit is onwenselijk, over print/afbeelding zijn de meningen verdeeld.

Conclusie gebruikerstesten: voorzichtig positief

Gevraagd naar een eindoordeel over de **CCT isolatiejas** geven gebruikers de jas een gemiddelde score van **6,2 op een schaal van 1-10**. Ruim een kwart (26%) geeft de jas een 8 of zelfs 9, bij 40% scoort deze een 6 of 7 en 34% van de deelnemers vindt de jas onvoldoende gebruiksvriendelijk (zie grafiek Q33).

Grafiek Q33 Wat is je eindoordeel over de herbruikbare **CCT isolatiejas**?



Grafiek Q33: Schaal 1-10 waarbij 3 in dit geval het meest negatief is en 9 het meest positief.

De vraag of gebruikers de jas zelf in hun dagelijkse werk zouden willen dragen is door ongeveer de helft bevestigend geantwoord (met name vanwege het duurzaamheidsaspect) en door de andere helft ontkennend (waarbij "te warm" het grootste obstakel vormt). Dit geeft aan dat de herbruikbare **CCT isolatiejas** potentie heeft als duurzame vervanger van de wegwerpjassen, maar dat voor het draagcomfort en de veiligheid nog drie aanpassingen vereist zijn: het materiaal moet beter ademen, de magneetsluiting mag niet losschieten en de afwerking aan de randen moet zachter.

Discussie: Het eindoordeel van de respondenten moet gezien worden in vergelijking met de huidige wegwerpjassen, waarvan gebleken is dat die niet aan EN 14126 klasse 6 of andere certificering voldoen. Daarnaast verwachten we van de **CCT jas** dat deze 100 keer gewassen kan worden en nog steeds aan de criteria voldoet. Dit vraagt een basiskwaliteit met hogere eisen, die een ander effect hebben op de draagbaarheid en het comfort. Tevens verwachten wij dat het eindoordeel van de gebruikers in de toekomst positiever zou kunnen uitpakken, wanneer een volledig materiaal ontwikkelingstraject doorlopen kan worden. Mogelijkheden hiervoor worden momenteel met ISKO besproken.

3.1.7 Gebruiksflow door Rosa Scholtens

De gebruiksfase van de **CCT isolatiejas** vraagt een logistiek die per ziekenhuis zal verschillen. We hebben een blauwdruk gemaakt, een basisscenario waar elk ziekenhuis verder op kan bouwen. (Fig 3.11)

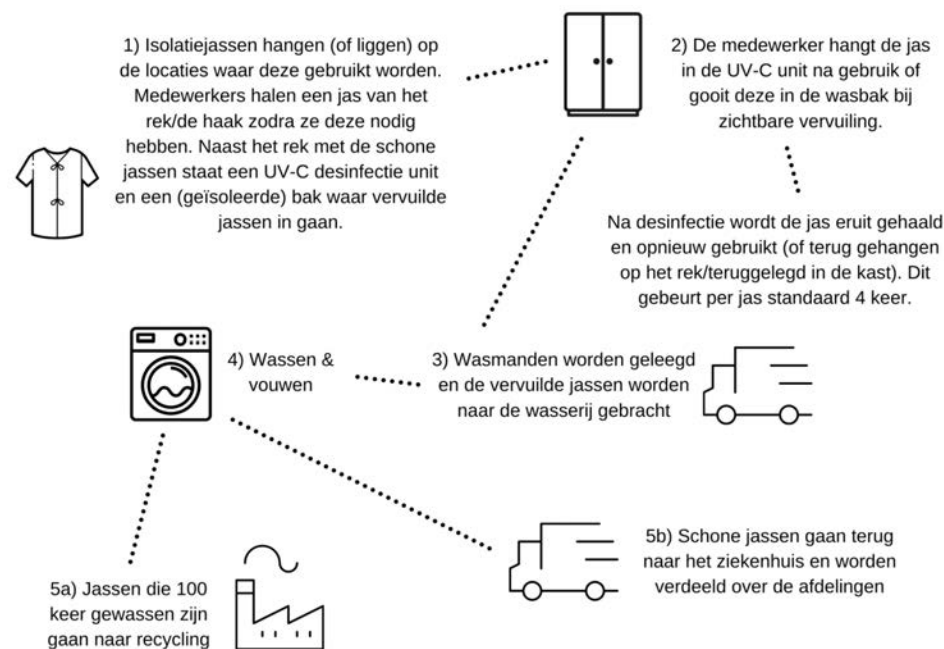


Fig 3.11: **CCT** basisscenario gebruiksfase

Elke jas, mits niet vuil, kan vier keer met UV-C gereinigd worden. Afhankelijk van de routing in het ziekenhuis moeten op afdelingen waar regelmatig gewerkt wordt met patiënten met hoog besmettingsgevaar UV-C kasten geplaatst

worden. We hebben twee conceptscenario's uitgewerkt en daarvan het meest kansrijke scenario voorgelegd aan Annie van Elderen van de Inkoop afdeling bij het JBZ: "Er zitten haken en ogen aan een dergelijke logistiek; zo is het niet wenselijk met een mogelijk besmette isolatiejas de gang op te gaan om het daar in een UV-C kast te hangen vanwege mogelijk besmettingsgevaar, vooral voor degene die deze actie uitvoert." Daarnaast zou volgens Van Elderen bij poliklinieken elke keer opnieuw een schone jas gepakt moeten worden. Zij heeft de voorkeur voor verrijdbare UV-C units. De afdeling logistiek kan plaatsing faciliteren.

Een andere vraag ligt bij het aanleveren van de jassen vanuit de wasserij: De wasserij waarmee we testten gaf aan dat veel ziekenhuizen de jassen gevouwen aangeleverd willen krijgen, omdat ze vaak in kasten worden bewaard. Opvouwen kan een 'extra handling' zijn, wat extra kosten betekent. Er zou in de logistiek in het ziekenhuis dus gekeken moeten worden naar andere mogelijkheden voor het opbergen van de jassen; is een haak naast de UV-C kast een mogelijkheid, waarbij de schone jassen op de haak hangen en de gebruikte jassen in de kast? En kan de afdeling facility zorg dragen voor deze 'stations'? Antwoord op deze vragen verschilt per ziekenhuis.

Industrieel wassen: We hebben bij een wasserij een industriële wastest uit laten voeren. De uitkomsten hiervan roepen nog vragen op die verder onderzoek vereisen. Het materiaal van onze jassen verdraagt hoge temperaturen, zowel tijdens het wassen als in de finisher (droogstraat). De problemen ontstaan vooral rond de lange linten en bij het vouwen.

De linten raken in de knoop in de wasmachine en scheuren soms af. De jassen zouden daarom in een wasnet gewassen moeten worden. Dat betekent een 'extra handling' en daarmee extra kosten. Een extra handling is geen optie bij grote aantallen.

De jassen kunnen regulier opgehangen worden - dit gaat door de magneetsluiting extra snel en makkelijk -, maar tijdens het vouwen is gebleken dat het beter is de jassen binnenstebuiten met de mouwen naar binnen op te hangen. In de finisher gaan de magneetsluitingen juist makkelijker los waardoor de jassen van de haak vallen, en raken ook de linten in de knoop. De conclusie van is dat de CCT jas enkel met 'procesaangepassing' door het industriële wasproces kan gaan.

Discussie industrieel wassen: De wasserij wast al isolatiejassen. Het is interessant de vraag te stellen of een nieuwe isolatiejas, met extra gebruik voordelen (zoals een magneet), naadloos mee moet gaan in een wassysteem wat daarmee nooit rekening hoeft te houden. Het gaat in dit geval om een productgroep die op dit moment niet in het assortiment zit van de wasserij. Als alle disposable isolatiejassen vervangen zouden worden door herbruikbare, betekent dit een enorme extra markt voor wasserijen. Het zou kunnen dat die inkomsten de extra proceskosten of een aanpassing in het systeem rechtvaardigen. In elk geval is de vraag te stellen of innovatie aan de ene kant niet ook op innovatie van de andere kant mag rekenen.

Chip systeem: Om bij te houden hoe vaak een jas gewassen is worden onze jassen gechipt. Deze chips corresponderen met zowel de wasserij als het ziekenhuis. In het geval van de wasserij waarmee wij werkten reikt dit systeem vrij ver, waarbij er zelfs wordt bijgehouden welke items langer "stilstaan" dan anderen en waar ze zich precies in het proces bevinden. Zo geldt dat voor elke werknemer er vier items beschikbaar zijn; één op voorraad bij de uitgifte, één bij de werknemer, één onderweg naar de wasserij en één bij de wasserij.

In het geval van poliklinieken zullen de jassen constant onderweg zijn van en naar het ziekenhuis. Op andere afdelingen gaat dit minder snel door de UV-C reiniging.

3.1.8 Circulariteit door Rosa Scholtens

Open Loop Strategie: Vanuit de LCA weten we dat de milieu-impact van de **CCT isolatiejas** 12,63 keer kleiner is vergeleken met een conventionele wegwerp jas, en dat de carbon footprint van de **CCT jas** 17,93 keer kleiner is (zie voor de volledige LCA beschrijving 3.1.9 en 3.1.10 van Natascha van der Velden). Alhoewel in deze berekening de recycling van het eindproduct is meegenomen, zoals Circularity B.V. bevestigt dat kan, kunnen we nog niet exact zeggen wat de eindbestemming van de vezels zal zijn. Hiervoor is nog nader onderzoek nodig. De *Open Loop Strategie* voordat de isolatiejas dit einde-leven moment bereikt, is afgebeeld in Fig. 3.12 en wordt daar nader omschreven.

Vetex bestaat uit 100% polyester met een PU coating. Voor polyester bestaan op dit moment meerdere recycling methoden, wat de kansen voor de herbruikbaarheid van het materiaal sterk vergroot. Om de cirkel van deze

strategie zo klein mogelijk te houden hebben we ons eerdere contact, Han Hamers van Circularity B.V., opnieuw benaderd met ons nieuwe materiaal (in fase 1 hebben we contact gehad over de mogelijkheden tot het mechanisch vervezelen van het Sitip materiaal). Op 13-01-2022 heeft Marina hier 3 jassen en snijafval van de productie in de Fashion Tech Farm naartoe gebracht. Na tests met het materiaal in zijn fabriek in Etten Leur voorziet Hamers geen problemen in de mechanische vervezeling van onze jas.



Fig 3.12: CCT recycling scenario

De knit van het Vetex materiaal is heel fijn. Door de dun gebreide structuur blijft het materiaal soepel en rekbaar, iets wat hoog op ons wensenlijstje stond voor de draagbaarheid. Voor dergelijk dun breiwerk is een sterke vezel nodig. Een sterke vezel betekent voor het spinnen van garen een lange vezel - hoe langer de vezel, hoe sterker het garen dat wordt opgebouwd uit meerdere in elkaar draaiende vezels. Als een kledingstuk vervezeld wordt, worden de oorspronkelijke vezels "fijngehakt" waardoor ze korter worden. Dat maakt de kans op een sterke draad kleiner, waardoor de kans dat we van de vezels van onze isolatiejassen opnieuw dezelfde isolatiejassen kunnen produceren klein is.

Wel kunnen we de loop zo sluitend mogelijk houden. Circularity B.V. kan de vezels gebruiken voor het spinnen van garen voor grover breiwerk. Of Vetex een afnemer kan zijn van onze vezels is nog niet te zeggen. Vanuit Vetex hebben we begrepen dat verschillende leveranciers bezig zijn te kijken of ze gerecyclede garens kunnen aankopen, maar voor nu loopt het voor dit materiaal stuk op de PU coating; die hecht minder goed op de gerecyclede garens. Wel heeft Vetex voor ons contact gelegd met deze partijen, zodat we bij deze innovatie betrokken kunnen blijven. Daarnaast hebben gesprekken met ISKO uitgewezen dat zij een grote voorkeur hebben om hun eigen textiel te verwerken tot jassen. Momenteel verwerken ze voornamelijk gerecyclede polyester. Zij zijn zeker een voorloper op dit gebied. ISKO is momenteel aan het onderzoeken of zijn een alternatief hebben voor ons Vetex materiaal.



Fig. 3.13 Han Hamers en Marina Toeters bij Circularity B.V.

Discussie recycling: Alhoewel Circularity B.V. verzekert dat recycling van het Vetex materiaal mogelijk is, is op dit moment nog niet duidelijk wat de volgende bestemming van de vezels afkomstig uit onze isolatiejassen is of zou kunnen zijn en vandaar dat dit niet in de business case is opgenomen.

De industrie van gerecyclede materiaal en de aan- en verkoop hiervan is een sterk geglobaliseerde markt. Bij de start van de corona pandemie tekende zich direct al de gevolgen af voor de tweedehands textielmarkt; tweedehands materiaal bracht veel minder op.

3.1.9 LCA door Natascha van der Velden

Tijdens fase 1 van de haalbaarheidsstudie werd door middel van een levenscyclusanalyse (LCA) benadering de duurzaamheid van de CCT isolatiejassen bekeken. Gezien het korte tijdsbestek van de studie, werd allereerst een opzet voor de analyse en een grove (een aantal processen en materialen waren nog niet meegenomen en er waren diverse aannames gedaan) berekening gemaakt, waarbij gekeken werd naar het milieuvoordeel van een her-draagbare isolatiejas ten opzichte van een wegwerp jas. Op basis van de eerste LCA berekeningen (zie: "[LCA berekening](#)")

isolatiejassen” en Rapportage “Duurzaamheid van CCT isolatiejassen”⁴⁽³⁾) kon geconcludeerd worden dat over een jaar gezien de totale milieu-impact van de eerste versie van de **CCT** isolatiejas ongeveer 12,5 keer kleiner was dan die van de conventionele isolatiejas. De carbon footprint van het **CCT** concept was ongeveer 11 keer kleiner.

Deze uitkomst betekende dat het, op grond van deze eerste berekeningen van de milieu impact, zeer zeker interessant zou zijn om het **CCT** concept verder uit te werken. Deze eerste LCA vormde de basis voor het vervolgtraject (fase 2).

Tijdens het eerste deel van fase 2 lag de nadruk op de materiaalkeuze van de **CCT** isolatiejas (beschreven in de rapportage “CCT Mid Term report fase 2”) en vormde de LCA-berekening van de diverse materialen (“LCA berekening materialen isolatiejassen fase 2”) een belangrijk onderdeel van het keuzeprocess voor het juiste materiaal. Uit de LCA-berekening bleek dat er drie materialen heel dicht bij elkaar lagen wat betreft totale milieu-impact (namelijk Sitip, Teijin/Permess en Vetex) en dat Vetex (naast Concordia en Ten Cate), doordat het te recyclen is, het beste scoorde op carbon footprint.

Tijdens het tweede deel van fase 2 is nu een herberekening gemaakt van de LCA van fase 1, waarin de levenscyclus van het definitieve ontwerp van de isolatiejas met het **Vetex** materiaal wordt vergeleken met die van een conventionele isolatiejas. De Vetex jas wordt tijdens de levensduur gedesinfecteerd met UV-C en gewassen en is opnieuw te gebruiken. De conventionele jas wordt na eenmalig gebruik weggegooid en (zoals gebruikelijk in Nederland) verbrand met energierecuperatie (“co-firing in electrical power plant”).

De functionele eenheid die gebruikt is voor de LCA berekeningen is als volgt: het voorzien van een (niet OK) zorgmedewerker van een isolatiejas voor het dragen tijdens werk gedurende 100 dagen (niet aaneengesloten periode), waarbij een isolatiejas zowel de drager als de patiënt bescherming moet bieden tegen overdracht van infecties en lichaamsvocht. In het geval van de isolatiejassen voor deze analyse leidt dit tot een vergelijking van 1 herbruikbare **CCT** jas met 400 conventionele wegwerpjassen, op basis van gemiddeld 4 keer UV-C stralen per dag en 100 keer wassen van de **CCT jas** over de levensduur.

⁴ Brezet, H., Van Hemel C. (1997). Ecodesign-A promising approach to sustainable production and consumption. *United Nations Environmental Programme (UNEP)*.

Met deze uitgangspunten is de milieu-impact van de **CCT jas** **7,92% van die van de conventionele jas** (4,92 tegenover 62,20 in eco-kosten = 12,63 keer kleiner). De carbon footprint van de **CCT jas** is 5,58% van die van de conventionele jas (14,92 tegenover 267,43 in CO₂-eq = 17,93 keer kleiner).

Verdere specificaties van de materialen en processen en gebruikte inputgegevens (uit literatuur, van externe bronnen, partners en experts), de keuzes voor data (uit de Idemat_2022RevA database en de Ecoinvent_EI_V3-7_with_ecocosts database van www.ecocostsvalue.com) en de berekeningen zijn opgenomen in een apart excel document dat wegens vertrouwelijke informatie niet openbaar gemaakt kan worden. Indien gewenst kunnen de achtergronden achter de berekeningen opgevraagd worden.

3.1.10 Eco-design door Natascha van der Velden

Tijdens het ontwerpproces van de **CCT isolatiejas** is, zowel tijdens fase 1 en weer opnieuw tijdens fase 2, op meerdere manieren rekening gehouden met de eco-design principes zoals gedefinieerd in het eco-design strategie wiel (zie Fig. 3.14).

Bijvoorbeeld, het maken van gebreide stof verbruikt minder energie in het productieproces dan het maken van geweven stof (strategie 3. Productietechniek) (Van der Velden et al., 2014)⁵.

Ook is er rekening gehouden met zo min mogelijk stofgebruik door een optimale stof inleg en het toepassen van laser snijden (strategie 2. Materiaalbesparing en 3. Productietechniek), waardoor de stof zo economisch mogelijk wordt gebruikt en snijafval zoveel mogelijk wordt tegengegaan. Bovendien suggereert onderzoek⁶ dat het snijden van stof door middel van lasertechniek het loslaten van vezels (fibre shedding) tijdens het gebruik (dragen en wassen) verkleint. Deze techniek heeft ook voordelen op het gebied van werkomstandigheden, omdat arbeiders minder blootgesteld worden aan losse vezels (strategie 3. Productietechniek).

Het gekozen materiaal voor de **CCT jas** wordt zo lokaal mogelijk geproduceerd, namelijk door Vetex in België, en de assemblage vindt plaats in Nederland. Dit is veel dichterbij dan China, waar de conventionele jas vandaan komt (strategie

⁵ Van der Velden, N. M., Patel, M. K., & Vogtlander, J. G. (2014). LCA benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2), 331-356.

⁶ Roos, S., Arturin, O. L., & Hanning, A. C. (2017). Microplastics shedding from polyester fabrics. *Mistra Future Fashion: Stockholm, Sweden*.

4. Distributie en transport). Door in fase 2 te kiezen voor het **Vetex** materiaal (190 g/m²) wordt het uiteindelijke model (0,3872 kg) lichter dan de jas uit fase 1 van Sitip (230 g/m² en 0,4328 kg) wat naast het reeds genoemde voordeel van lokale productie, minder milieu impact van transport met zich meebrengt (strategie 4. Distributie en transport).

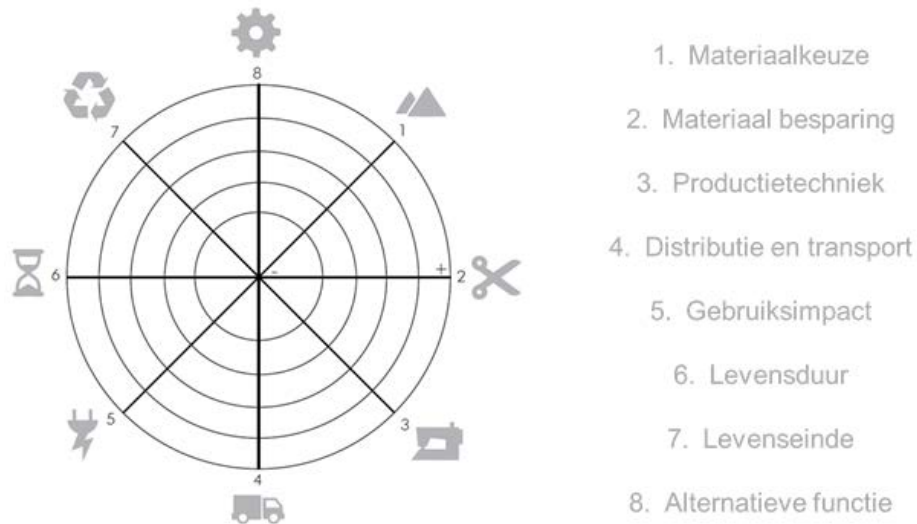


Fig 3.14: Eco-design - Lifecycle Design Strategy (LiDS) Wheel (Brezet en Van Hemel, 1997)⁷

De grootste besparing komt echter door de herbruikbaarheid van de **CCT isolatiejas**, waardoor er veel minder jassen weggegooid hoeven worden (strategie 2. Materiaal besparing en 6. Levensduur). Door het desinfecteren en wassen is de gebruiksimpact per jas natuurlijk wel hoger dan van de wegwerpjassen, maar over de levenscyclus en vanuit de functionele eenheid gezien weegt dit niet op tegen de impact van de hoeveelheid afval in de vorm van wegwerp isolatiejassen en het verbranden daarvan.

De conventionele jassen (en ook het eerdere ontwerp uit fase 1) worden aan het einde van het leven verbrand omdat het materiaal niet recyclebaar is. Het Vetex materiaal is een gebreide stof, die wel recyclebaar is en dus beter rekening houdt met strategie 7. Levensende (zie ook 3.1.8).

De toevoeging van de magneetsluiting biedt voordeel in het gebruik, maar vormt vanuit eco-design perspectief een nadeel (strategie 1. Materiaalkeuze). Door de magneet is de jas minder makkelijk in een keer recyclebaar. Echter, voor de **CCT isolatiejas** worden er afspraken gemaakt om de magneten aan het einde van het leven handmatig te verwijderen, zodat deze weer hergebruikt kunnen worden voor nieuwe isolatiejassen.

Door meerder eco-design iteraties gedurende het ontwerpproces is het uiteindelijke ontwerp van de **CCT isolatiejas** en het systeem daar rondom geworden tot de op dit moment meest duurzame oplossing voor isolatiejassen in de zorg.

3.2 Technisch perspectief door Matthijs Vertooren en Tyana Hendriksma

3.2.1 UV-C desinfectie

Balis test 1: De conclusie in het eerste deel van het fase 2 onderzoek is dat door middel van materiaalonderzoek, microbiologisch onderzoek, prototyping en gesprekken met experts zoals **UV Smart** (die onder andere samenwerkt met gerenommeerde testinstituten en notified bodies) bewijs verzameld om het concept van tussentijdse mobiele desinfectie bij isolatiejassen in de nabije toekomst **technisch haalbaar en uitvoerbaar te achten**. De gesprekken met 1) experts, 2) de recente intrede van verschillende UV-C systemen in ziekenhuizen en 3) het feit dat **UV Smart** met **CCT** samen wil werken geven vertrouwen in het concept en ontwerp. Zie **CCT Mid Term report**.

Balis test 2 met zelfbouw desinfectie unit: Uit de eerste microbiologische test bij Balis kwam een gevarieerde UV-C transmissie op de verschillende textielen. Vetex scoorde laag, wellicht door zijn zilver kleur. Om het resultaat beter te begrijpen is een tweede test ingezet met eenzelfde variëteit aan textiel.

De lapjes stof werden geïmpregneerd (voor zover mogelijk, sommige producten erg hygroscopisch) met 100 ul Staph. aureus suspensie (2.3 x 10⁶ KVE) (KVE = kolonievormende eenheden). Na indrogen in stoof (420C) werden de lapjes behandeld met UVC licht met behulp van ons eigen prototype gedurende 10 minuten. De controle lapjes werden buiten de belichting gehouden. De lapjes werden in 100 ml Pepton Fysiologisch zout oplossing “gestomacherd”. De concentratie werd bepaald met de spiraalplaatmethode. De reductie werd berekende met: 100 – (aantal KVE behandeld/Aantal KVE onbehandeld x100).

⁷ Brezet, H., Van Hemel C. (1997). Ecodesign-A promising approach to sustainable production and consumption. *United Nations Environmental Programme (UNEP)*.



Fig 3.15: **CCT zelfbouw prototype** voor de microbiologische test bij Balis Micro B.V.

Uit de test op 22-11-2021 bij Balis bleek het resultaat veelbelovend. Concordia 99%, Sitip 50%, Teijin 96%, Vetex 99%, Ten cate 99%, nieuwe witte Vetex 98% reductie. Behalve Sitip en Teijin scoorde alles boven de 98%. Drs. H.C.J.G. van Balen van Balis zegt hierover: *“De reductie van Staph. Aureus op de verschillende textielsoorten na bestraling met UV-C licht is in eerste instantie bevredigend. Het heeft zin het experiment te herhalen met meerdere lapjes textiel teneinde meer significante resultaten te verkrijgen.”* [21273101.pdf](#)

Balis test 3 met UV Smart prototype: [UV Smart](#) heeft aangegeven met **CCT** samen te willen werken aan de doorontwikkeling van een prototype specifiek voor isolatiejassen. Na enkele gesprekken is besloten tot het testen van de combinatie van de jas in de UV-C unit van [UV Smart](#). Voor deze test is een jas half gemaakt (1 mouw wel gestikt, de andere niet) waarin verschillende samples stukjes zijn gedefinieerd om zo de lichtopbrengst op verschillende locaties te testen.

Een voorgeponst kledingstuk met 100 ul Staph. aureus suspensie (3×10^6 KVE) (KVE = kolonievormende eenheden). Na indrogen bij kamertemperatuur werd het kledingstuk in 2 delen geknipt. In een kast, aan de binnenkant in de hoeken voorzien van UVC buizen, werden de delen zodanig opgehangen dat het UVC licht alle oppervlakken zo goed mogelijk kon beschijnen. De monsters werden vervolgens behandeld met UVC licht gedurende 10 minuten. De controle lapjes werden buiten de belichting gehouden. Na verwijderen uit het kledingstuk werden de lapjes in 100 ml Pepton Fysiologisch zout oplossing “gestomacherd”. De concentratie werd bepaald met de spiraalplaat methode (Plate Count Agar). De reductie werd berekende met: $100 - (\text{aantal KVE behandeld} / \text{Aantal KVE onbehandeld} \times 100)$.

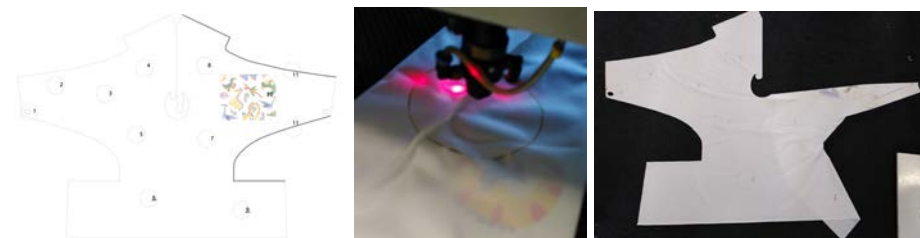


Fig 3.16: **Patroon kledingstuk voor test 3 met sample locaties, laseren en half gestikt.**



Fig 3.17: **Testproces bij Balis Micro B.V.**

Testresultaten van Balis: Bij 9 van de 11 monsters werd een reductie bereikt van meer dan 99%. Bij 1 was de reductie 90% en 1 van 98%. Een verklaring kan zijn dat deze monsters niet optimaal zijn belicht.

3.2.2 Ontwikkeling UV-C unit voor het optimaal belichten

Uitgangspunten: Tot nu toe hebben we testen uitgevoerd met UV-C units die niet ideaal zijn voor isolatiejassen. Zodoende is de toepassing van UV-C licht nog niet getest op een complete isolatiejas. De volgende stap is om een UV-C opstelling te creëren waarbij getest kan worden met een complete jas. Het ontwerp van een dergelijke opstelling is in twee afzonderlijke brainstormsessies besproken met Balis B.V. en [UV Smart](#). Op basis van deze discussie zijn drie uitgangspunten gedefinieerd. 1) **Optimale belichting.** De isolatie jas moet aan zowel aan de binnen als de buitenkant worden belicht. Er mogen geen schaduwplekken ontstaan. Minimale hoogte, 1.3 m (L-maat **CCT jas**). 2) **Logistiek.** Het plaatsen of ophangen van de jas moet snel en eenvoudig zijn en moet in de workflow passen. 1 jas per keer is prima. 4-5 minuten per cyclus. Verrijdbare unit. 3) **Kosten.** Maximale verkoopprijs is € 5.000.

Op basis van deze uitgangspunten zijn er tijdens de brainstormsessies zijn de volgende drie oplossingen bedacht.

Idee 1: Roterende gaaskorf

Deze unit zou er in grote lijnen uitzien als een wasmachine. Ipv een wastrommel heeft deze unit een korf van gaas die langzaam ronddraait. Rond de korf zijn UV-C lampen geplaatst. De jas wordt in de korf geplaatst en de korf start met draaien. Doordat de jas constant tuimelt in de korf wordt deze elke keer weer op een andere plek belicht. In theorie zou na enige tijd alle delen van de jas belicht moeten worden.

- + Erg eenvoudig qua logistiek proces
- Relatief complexe unit
- Onzeker of alle delen van de jas evenveel worden belicht.
- De binnenkant van de mouwen worden niet belicht

Idee 2: De isolatiejas ophangen aan de gaten in de mouw

Beide mouwen van de jas hebben een duimgat. Dit gat kan gebruikt worden om de jas zo op te hangen dat de oksels ook belicht kunnen worden. De ophanghaken kunnen ook zo gepositioneerd worden dat de mouwen enigszins uit elkaar worden getrokken. Eventueel kunnen er op de jas ook andere voorzieningen worden aangebracht om de jas optimaal te kunnen ophangen.

- + Eenvoudig qua uittrekken
- + Eenvoudige mechanische constructie
- Een UV-C unit moet relatief groot zijn
- De binnenkant van de mouwen worden niet belicht

Idee 3: Doorzichtige mal

De mouwen van de isolatiejas worden over een doorzichtige kunststof koker geschoven. In de koker is een UV-C lamp geplaatst. Door de mouwen over de kokers te schuiven wordt de jas altijd op dezelfde manier gepositioneerd. Hierdoor kan ook de buitenkant van de jas optimaal worden beschreven. Eventueel kunnen de kokers na het plaatsen van de jas worden omgeklapt waardoor de afmeting van de UV-C unit wordt beperkt.

- + Optimale en voorspelbare beschijning
- Het ophangen van de isolatiejas kan wat langer duren
- Er is waarschijnlijk een relatief grote unit nodig

Uitwerking: Naar aanleiding van de brainstormsessies is de conclusie getrokken dat dit idee drie qua werking het meest kansrijk is en verder uitgewerkt. Het ophangstelsel bestaat uit twee doorzichtige kunststof buizen op een draaibare constructie. In de buizen zijn UV-C lampen aangebracht (zie fig 3.18). Eventueel kunnen de buizen worden voorzien van een gatenpatroon voor een betere efficiëntie. Om de jas op te hangen worden de buizen naar buiten gedraaid. Vervolgens schuift men de jas over de buizen. De buizen worden weer teruggedraaid met het sluiten van de deur. Als de deuren van de kast worden gesloten en gaan de UV-C lampen in de kast en mouwen aan.



Fig 3.18: Schets idee 3: UV-C unit

Volgende stap: Uit vervolgesprekken met infectiepreventie specialisten en logistiek medewerkers binnen de ziekenhuizen moet de implementatie van dit totaalsysteem verder besproken worden. Daan Hoek, de co-founder van [UV Smart](#), zei op 11 maart 2022: "[UV Smart](#) heeft afgelopen jaren een aantal zeer gespecialiseerde UV-C producten op de markt gebracht. Wij zien dit als een mooie uitbreiding op ons assortiment mits in combinatie vermarkt met **CCT**". Met de engineers van [UV Smart](#) wordt dit idee doorontwikkeld om tot een verrijdbare en gecertificeerde UV-C opstelling te komen. Op het moment dat er een concrete markt vraag is dan de machine binnen 6 tot 9 maanden goedgekeurd en geleverd worden voor een maximum prijs van €5.000 euro.

3.3 Economisch perspectief: Business plan update by Sue Saad

To recap, since the initial [phase 2 submission in June 2021](#), we took time to reflect and re-evaluate the business potential for **CCT PPE garments**. We have gained additional insights from Healthcare (MUMC+, UMCU, UMCG en het JBZ), and potential UV-C and garment manufacturing partners ([UVSmart](#), [ISKO](#) en [Alsico](#)), and we reported in [October 2021](#) that took some key steps and decisions to reduce risk and adapt the initial offering.

Refocus on hospital care, not home care: With deeper conversations with hospitals, we re-validated that the topic of reducing waste is high on the agenda, and decisions are pending on how to bring the transformation. Internal funding is available for many leading Hospitals, which is a positive indicator of change.

Transformation will come, and it will come at a cost - there is no question about this. The only question is how.

We determined to refocus on hospitals because of 1) willingness to partner to test and develop with us, 2) emergence of strong green teams to drive initiatives internally, and 3) the potential size and readiness of Hospitals, vs. the fragmented home care environment, and 4) MOQ volumes for external manufacturing will be easier to consolidate for large Hospitals vs. small Homecare organizations.

At the end of 2021 we were invited by LUMC to submit a tender for sterile gowns, which we saw as a great achievement for **CCT**, and a strong shift in the industry to actively pursue non-disposable options. We entered the process with an external supplier and are in the review phase at this time of reporting.

Outsourcing UV-C with initial focus on static and larger mobile units: The strength of our proposition is durability and longevity of the gowns, so we had embarked on a journey to develop a mobile UV-C unit from the ground up for the homecare market. With the move to a Hospital focus, we also adapted our direction to static and larger mobile units that can be repositioned in and around the hospital. UV-C is not our core capability, so we have sourced a partner who has a growing order book for their desktop and stand-alone UV-C sterilization units for medical devices. They expressed an interest to extend usage to gowns, which they know are high volume, high use items.

Since the last reporting, **UV Smart** have provided, and **CCT** have tested, a mobile prototype for a hanging gown, with a height of c.130cms. Based on the hospital feedback, UV Smart are willing to support the transition to reusable gowns with mobile UV-C units for hospital use. We propose to engage together in a sales package of gowns and UVC units as a combined purchase. In the case of a hospital like JBZ (<1000 beds), the buying team estimates a requirement of 18 mobile units, at a reference cost of c. 5k euros. This is achievable by our partner. To enter the homecare market, a smaller mobile unit will be required, which will take further development. We have not continued to explore this route, but the learnings have been documented for future use.

External Supply to manage costs and improve affordability: Our original expectations were to manufacture and decorate the gowns in-house. With our small production site, it became unviable to produce large volumes, therefore the decision to contract manufacture was taken, and 2 potential partners found. After discussion on design, the proposed cost of the gowns enables us to be competitive, and to reduce barriers of affordability for hospitals that are looking to

minimize transformation costs. RRP per gown has been reduced from 120 euros to 62.50 euros. One **CCT gown** can replace 400 disposable gowns, therefore the cost comparison is 145 euros vs. 62.50 euros/year. Of course, there are additional costs for the transformation in terms of UVC and washing. We will discuss this in the next section.

Since the last reporting, we have discussed supply agreement options with ISKO and discussed options for co-development and licensing the pattern. This is an area of growth for ISKO as a new revenue stream, therefore there is interest to leverage our tested design for NL and beyond (major supplier to Scandinavia and UK). They confirmed our pricing plan and both business agreements are an option for them and suggested this **retail channel** as an opportunity.

Hospital Business Case: Using the example of JBZ, we estimate that supplying 4300 gowns over 3 years (an estimate 14% of their total disposable gown usage) will create a c. **160k euro cost saving** (not including the current cost of disposal) that can be reinvested to support the transition to a more sustainable PPE direction. There will be an additional cost of cleaning, which we estimate would be c. 93k/year, based on 50% gowns washed each day (one in use, one in stock), which takes the total saving to **68k euros**. This can then be reinvested into UVC to support the extended usage, and to potentially cut down washing frequency further. These figures are to be verified with JBZ Purchasing and Infection Control teams to ensure the right usage considerations have been taken into account. The Hospitals we have collaborated with are open to investing in the future, therefore a breakeven, whilst of course the best route, is not the only route to making this significant transition.

CCT Business case summary: After adapting the business case for a Hospital focus, and understanding the impact of the circular economy model, we can summarize the opportunity for the gowns as follows:

Cumulative revenue: We project to earn €2.9m over >4 years, reaching just under €1m in year 3 (2024)

IGM: Our average gross margin is 52% over > 4 years, assuming volume based cost reductions from year 3 onwards

EBITA: From a bottom line perspective, we project to turn positive profit in year 3 (2024)

Organization: We have planned to increase from 1.8 FTE to 6 FTE by 2025, which is conservative, but keeps the organization in a tight, startup format. We do

also see the opportunity to license our designs to a larger workwear manufacturer, like ISKO, therefore the team development, and the business case as a whole, would need to be recalculated based on a license fee agreement.

Customers: Our current 10 contacts, the majority of whom are now testing the gowns, have an estimated annual requirement of 50m disposable gowns

Target: We would aim to reach 5 customers in our first full year, targeting 3% of their total gown requirements. In year 2 we would aim for a larger share of the order book of our first 5 customers, and approach our next 5, plus 3-4 new customers from the total pool. In Year 3 we would be aiming for a 6% share of order, and would look to approach the homecare market

Product Split: Our assumption is that 85% orders will be for plain gowns, manufactured in bulk via a Supply partner. The remaining 15% we expect to be printed via the Fashion Farm (Hospital logo).

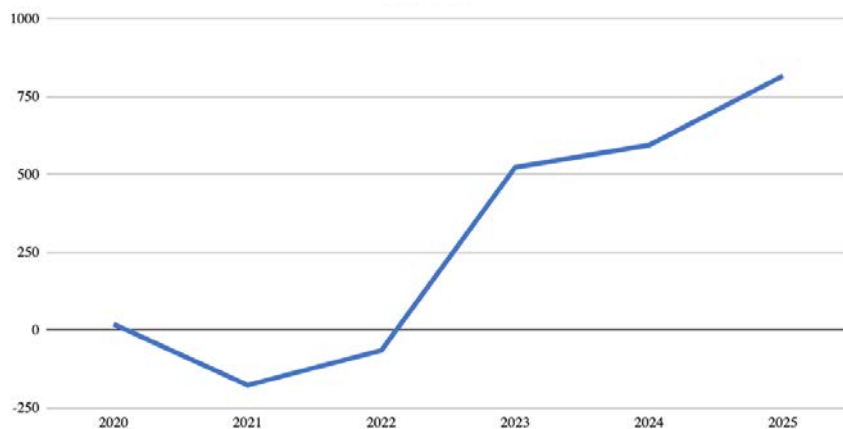


Fig 3.19: Cashflowprognose

3.4 Wet- en regelgeving en bescherming intellectueel eigendom (IE)

Wet en regelgeving: Tijdens dit SBIR onderzoek bleek dat er voor de huidige wegwerp isolatiejassen **geen** wettelijke certificeringen of veiligheidseisen zijn. Desondanks is ons textiel volgens EN 14126 getest. Het **Vetex** materiaal bereikt de hoogst mogelijke klasse (6). Uit de gebruikstest bleek dat materiaal als warm wordt ervaren. Dit comfort vergelijken met niet toereikende materialen is natuurlijk problematisch. Tijdens overleg met RVO en de andere SBIR partijen is besproken dat hierover een lobby richting overheid moet worden gestart. Dit is opgepakt met Folkert Huysinga van Eindhoven Engine. We zijn in overleg.

Bescherming intellectueel eigendom: Wendy Dekker-Grams van [RaTiO I/P](#) heeft een verkenning gedaan van diverse mogelijkheden om aspecten van de isolatiejassen en/of de UV-C unit als unieke aspecten vast te leggen en te beschermen tegen kopiëren. RaTiO I/P is geregistreerd Nederlands en Europees octrooigemachtigde. Er is besloten om op EU niveau merkbescherming voor **CCT** en het icoon aanvragen. Daarnaast is er modelbescherming aangevraagd op het duimgat. Op dit moment gaan we nog niet voor octrooibescherming van de combinatie **CCT jas** en de UV-C unit aangezien er een aanzienlijk prijskaartje aanhangt terwijl er bij het indienen van een eerste aanvraag nog weinig zekerheid is voor wat betreft de kans op succes.

Open innovatie: Onze IE-bescherming strategie tot dusver is richting open innovatie trajecten waarbij we zo snel mogelijk publicatie, presentatie en disseminate platformen zoeken om onze nieuw ontwikkelde kennis te toetsen, borgen en delen. Tijdens het SBIR-proces hebben we gebruik gemaakt van onze sociale netwerken om informatie te vragen van potentiële gebruikers (265 ingevulde enquêtes binnen 6 dagen) en samenwerkingen te delen (bijvoorbeeld met Circularity bv), ISKO, UV Smart en Alsico. Zie lijst disseminatie activiteiten.

1) **Tender:** Eind 2021 werden we door het LUMC uitgenodigd om een offerte in te dienen voor steriele jassen, wat we zagen als een geweldige prestatie voor **CCT** en een sterke verschuiving in de branche om actief op zoek te gaan naar non-disposable opties. We zijn het proces ingegaan met een externe leverancier, ISKO, en bevinden ons op het moment van rapporteren in de beoordelingsfase.

2) **International Fashion Conference** Ways of Caring - Practicing Solidarity': Het [abstract](#) 'This is **Caring Clothing Tech**: A sustainable and solidary alternative to disposable isolation gowns in healthcare' is in review.



Fig 3.20: Stills uit het **CCT** filmpje

3) **Filmpje, nieuwsbrief en social media:** Katinka Feijs is ingehuurd om een [filmpje](#), [nieuwsbrief](#) en social media content te ontwikkelen om **Caring Clothing Tech** te kunnen delen. De [LinkedIn post](#) is 4.540 keer bekeken. De Fashion Tech

[nieuwsbrief](#) is naar bijna 1.800 adressen verstuurd. Via de [Instagram](#) van Marina en de [Fashion Tech Farm](#) gedeeld. En natuurlijk de website: by-wire.net/cct/

5) **Presentatie tijdens Paris Fashion Week**, met veel enthousiaste bezoekers.



Fig 3.21: **Presentatie Atelier Néerlandais** 5-11 maart 2022 tijdens Paris Fashion Week

6) Aansluiten bij de **Community Textile for Health&Care** van **Saxion** en **Midpoint Brabant Circulair Textiel: CCT** presenteren op events, voorjaar 2022.

7) **Wetenschappelijke disseminatie** met Luca Arts van MUMC+ om te werken aan een artikel waarin de **CCT** binnen de bredere context van verduurzaming in ziekenhuizen besproken wordt.

Concluderend: Wendy, Sue en de rest van het **CCT team** zien de open innovatie aanpak goed uitwerken gezien de commerciële tractie op dit project.

4. Conclusies en commerciële vooruitzichten

Organisatorische aanpak: Het **CCT** team is sinds de start van het project voortvarend aan de slag gegaan met alle vooraf geplande activiteiten zoals beschreven in het projectplan. Hierbij zijn de onderbouwing van de materiaalkeuze, gebruikerstesten, ontwerp en pasvorm, het UV-C desinfectie systeem en economische kansen geprioriteerd. Door onze **iteratieve en open innovatie** aanpak slaagden we erin om een innovatief ontwerp en marktconcept te ontwikkelen, contact te leggen met en gebruikerstesten uit te voeren binnen vijf ziekenhuizen en bouwden we een netwerk met potentiële business partners op. Het resultaat van **CCT** is een rijk onderzoek en baanbrekend systeem voor duurzame isolatiejassen waarmee in korte tijd veel resultaten zijn geboekt, mede dankzij de heldere en doelgerichte aanpak en begeleiding van RVO binnen deze

SBIR (hoofdstuk 2). Deze conclusie beschrijft beknopt de belangrijkste inzichten uit de inhoudelijke bevindingen (hoofdstuk 3).

Inhoudelijke bevindingen: Er moet veel veranderen om de gezondheidszorg minder milieu impact te laten maken (3.1). Het gekozen textiel **Vetex: Comfort Trinidad 15/9999 - 20E0943 (EC200726)** (190 g/m²) - polyester breisel met polyurethaan laag (3.1.1) behaalde de hoogst mogelijke resultaten binnen de certificeringsnorm EN 14126: klasse 6. (3.1.2).

Uit de eerste reeks gebruikerstesten bij UMCU, WKZ en UMCG kwamen verschillende verbeterpunten voor het ontwerp van de jas naar voren (3.1.3). Dit leidde tot de toevoeging van een duimgat, extra maat, meer lengte van de mouw, andere magneetsluiting en de toevoeging van een tailleband met linten. Deze aanpassingen zijn in het patroon verwerkt dat vervolgens productieklaar is gemaakt (3.1.4). Het productieplan had nog kleine optimalisaties tot gevolg zoals het vouwproces van de magneet, confectie en label positie. 150 jassen zijn effectief geproduceerd (3.1.5) en begin 2022 is gestart met een grootschalige gebruikerstest met zorgpersoneel in vijf verschillende ziekenhuizen. Deze reeks gebruikerstesten betrof een grote groep van ongeveer 70 potentiële eindgebruikers, die **voorzichtig positief** reageerden. Ruim een kwart (26%) geeft de jas een acht of zelfs negen, met name vanwege het duurzaamheidsaspect en de magneetsluiting. De herbruikbare **CCT-isolatiejas** heeft potentie als duurzame vervanger van de wegwerpjassen, maar voor het draagcomfort en de veiligheid zouden nog drie aanpassingen nodig zijn: de magneetsluiting mag niet losschieten, de afwerking aan de randen moet zachter en beter ademend textiel. Een discussiepunt bij ademend textiel is echter dat de **CCT jas** hierbij wordt vergeleken met huidige wegwerpjassen die überhaupt niet aan EN 14126 voldoen en niet wasbaar zijn (3.1.6).

Het is belangrijk dat het gebruik van de **CCT jas** en UV-C desinfectie in het huidige werkproces geïntegreerd kan worden. De gebruiks flow is ontwikkeld en geëvalueerd met het JBZ (3.1.7). De **CCT jas** kan gerecycled worden, en de vezels kunnen een nieuwe bestemming krijgen. Hoe hoogwaardig die bestemming is hangt af van de vezel kwaliteit. Dit onderzoek loopt nog bij Circularity B.V (3.1.8). Voor het circulaire aspect is het ook noodzakelijk dat de jas beter compatibel is met de werkwijze van wasserijen. Hier is nog een iteratieslag nodig, met name rond de linten. Door de extra inkomsten die de het wassen van de **CCT jassen** voor de wasserijen zouden opleveren kan anderzijds

van deze soms starre sector ook innovatiekracht gevraagd worden (3.1.8). Hier worden momenteel gesprekken over gevoerd. De gemaakte eco-design stappen die eerder besproken werden (3.1.10) hebben ertoe geleid dat de **CCT jas** een **milieu-impact van 7,92% ten opzichte van die van de conventionele wegwerpjas** (3.1.9) kan bewerkstelligen, aangetoond via LCA berekeningen.

Technische belemmeringen: Nu de technische haalbaarheid (3.2) en octrooibeschermt (3.4) van UV-C desinfectie units en het **CCT systeem** onderzocht en bewezen zijn, kan de implementatie van dit totaalsysteem per locatie en afdeling verder uitgewerkt worden in vervolgesprekken met infectiepreventie specialisten en logistiek medewerkers binnen de ziekenhuizen. Daarnaast kan het comfort voor de gebruikers verbeterd worden door een extra textiel ontwikkelslag en moet de UV-C unit met **UV Smart** doorontwikkeld worden.

Commercieel vooruitzicht: We zijn ervan overtuigd geraakt dat de markt klaar is voor verandering en dat transformatie naar het **CCT systeem** waardevol is. De propositie van **CCT** heeft 92% minder impact op het milieu in vergelijking met de huidige isolatiejassen. De baten voor milieu en zorg wegen op tegen de kosten die het overstappen op herbruikbare jassen met zich meebrengt: jassen kunnen betaalbaar worden gemaakt; wasprocessen zijn reeds beschikbaar en reinigingsbedrijven erkennen het potentieel voor een nieuw bedrijfsmodel inclusief UV-C desinfectie; UV-C kan verrijdbaar worden gemaakt voor makkelijke logistiek in het ziekenhuis, het kan voldoen aan de eisen van infectiepreventie en geprijsd binnen acceptabele bandbreedtes. Ziekenhuizen willen aanpassingen doen in hun infrastructuur om snelle desinfectie oplossingen op te nemen, omdat ze weten dat het gebruik van disposables niet houdbaar is; zorgpersoneel stimuleert de verandering door vrijwillige deelname aan projecten als **CCT** en Green Teams om verbeteringen door te voeren (3.3).

Via de iteratieve en open innovatie strategie (H.2) en actieve disseminatie (H3.4) ontwikkelen we een goede commerciële tractie te ontwikkelen. We kijken uit naar de reactie op de LUMC tender (zie H3.3 en de tender alinea op pagina 18) of één van de serieuze andere commerciële leads zodat **ons gebruiksvriendelijke en duurzame alternatief voor hoogwaardige isolatiejassen** (in samenwerking met **UV Smart** en wellicht ISKO) snel realiteit wordt.

