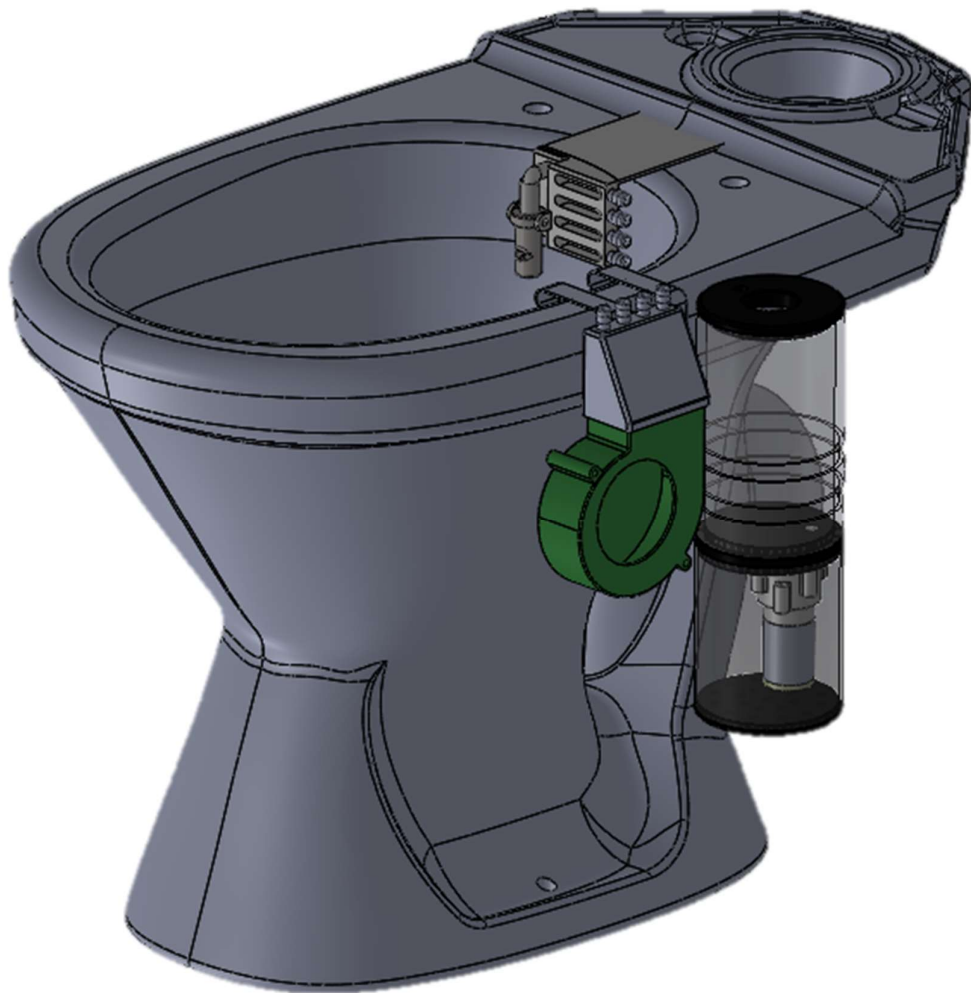


Personal Travel Cleaner



Bennie Cossee (18041442)

Utrecht

De Hoogstraat Revalidatie

Haagse Hogeschool – Bewegingstechnologie

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Inleiding.....	5
1. Doelgroep.....	6
1.1 Ziektebeelden van de doelgroep	6
1.2 Persona	6
1.3 Opzet eisen en wensen.....	7
2. Werking van het thuisbidet	8
2.1 Spoelfunctie Pronkergo WC-VAMat.....	8
2.2 Droogfunctie Pronkergo WC-VAMat.....	8
2.3 Aansturing Pronkergo WC-VAMat	9
2.4 Stroomaansluiting Pronkergo WC-VAMat	10
3. Prototype 1.0	11
3.1 Spoelfunctie prototype 1.0	11
3.2 Droogfunctie prototype 1.0	12
3.3 Aansturing prototype 1.0.....	13
3.4 Stroomaansluiting prototype 1.0.....	13
4. Verbeterpunten prototype 1.0	14
4.1 Verbeterpunten spoelfunctie prototype 1.0	14
4.2 Verbeterpunten droogfunctie prototype 1.0	14
4.3 Verbeterpunten aansturing prototype 1.0	14
4.4 verbeterpunten stroomaansluiting prototype 1.0	14
5. Analyse voor prototype 2.0	15
5.1 Analyse spoelfunctie	15
5.2 Analyse Droogfunctie.....	15
5.2.1 Droogfunctie test prototype 1.0.....	15
5.2.2 Factoren van drogen	16
5.2.3 Droogfunctie in bidets	16
5.2.4 Warmte	17
5.2.5 Luchtstroming en centrifugaal blowers.....	17
5.3 Aansturing.....	19
5.4 Toiletmaten.....	19
5.5 Uitmonding van blowers.....	21
5.6 Eisen en wensen na analyse voor prototype 2.0	22
6. Ontwerpfase prototype 2.0	23

6.1 HKJ's	23
6.2 Morfologische kaart.....	23
6.3 Concepten	24
6.3.2 Droogfunctie	24
6.3.2 Aansturing.....	26
7 Eindontwerp prototype 2.0	28
7.1 Spoelfunctie	28
7.2 Droogfunctie	29
7.3 Aansturing.....	29
8. Evaluatie.....	30
8.1 Discussie.....	32
8.2 Aanbevelingen	33
8.3 Conclusie	33
9. Literatuurlijst.....	34
10. Bijlages	36
10.1 Bijlage 1: berekening energie verbruik verwarmen lucht	36
10.2 Bijlage 2: Reach envelope + antropometrische data	36
10.2.1 Antropometrische data.....	36
10.2.2 Reach envelopes	37
10.3 Bijlage 3: Toiletmaten	40
10.4 Bijlage 4: Prototype 2.0 tekeningen	41

Samenvatting

De Hoogstraat revalidatie centrum krijgt al geruime tijd de vraag om een bidet te ontwikkelen dat meegenomen word, een travel bidet. Het travel bidet moet gebruikt worden door revalidanten die een verminderde knijpfunctie, verkorte armen of een amputatie van de hand(en) hebben. Thuis hebben deze revalidanten de zelfstandigheid om na het defeceren zichzelf schoon te maken, buitenshuis is dit niet het geval. Om deze zelfstandigheid terug te geven als deze revalidanten op reis zijn is er een prototype ontwikkeld. De vraag vanuit De Hoogstraat is om dit prototype, de personal travel cleaner, te verbeteren tot een prototype dat getest kan wordt zodat het product een stap dichterbij de revalidant is.

In de analysefase is er gekeken naar de doelgroep en naar het bidet dat ze gebruiken. Ook is het huidige prototype bekeken, hierdoor is inzicht gekregen welke functies het travel bidet nodig heeft. Na het vaststellen welke onderdelen aangepast worden is er onderzocht op welke manier de onderdelen aangepast worden. De onderdelen zijn; de spoelfunctie, de droogfunctie, de aansturing van de spoel- en droogfunctie en de stroomaansluiting.

Uit het literatuuronderzoek en testen zijn de onderdelen die gebruikt worden opgesteld. Nadat de onderdelen zijn bepaald zijn er concepten opgesteld vanuit HKJ's. Door een Harris profiel zijn de concepten getoetst en vervolgens uitgewerkt tot eindontwerp.

Het eindontwerp (figuur 33) bestaat uit verschillende onderdelen die hieronder genoemd worden.

- Spoelfunctie: de spoelfunctie bestaat uit een waterpomp (figuur 10) die water via een siliconen slang, die onder de bril van het toilet, naar de sproeikop uitmondt. De waterpomp haalt het water vanuit een reservoir die naast het toilet hangt. De waterpomp zit, in een behuizing, onder het reservoir samen met de accu, de oplader en de aansluiting voor de aansturing.
- Droogfunctie: de droogfunctie bestaat uit een centrifugaal blower die verlengd is door siliconen slangen, die onder de bril van het toilet, naar de luchtuitmonding. De luchtuitmonding zit naast de sproeikop van de spoelfunctie. De luchtuitmonding is een 3D geprint ontwerp (figuur 36) die de spuitkop vasthoudt en door klemming onder de achterkant van de toiletbril vastzit.
- Aansturing: de aansturing van de spoel- en droogfunctie bestaat uit een adaptive gaming knop. Deze knop is met een kabel verbonden aan de behuizing waar de waterpomp inzit. De knop kan op meerdere manieren geplaatst worden naar preferentie van de revalidant.
- Stroomaansluiting: de stroom wordt geleverd door een accu in de behuizing van de spoelfunctie. De accu kan opgeladen worden door een usb-c oplader van een telefoon.

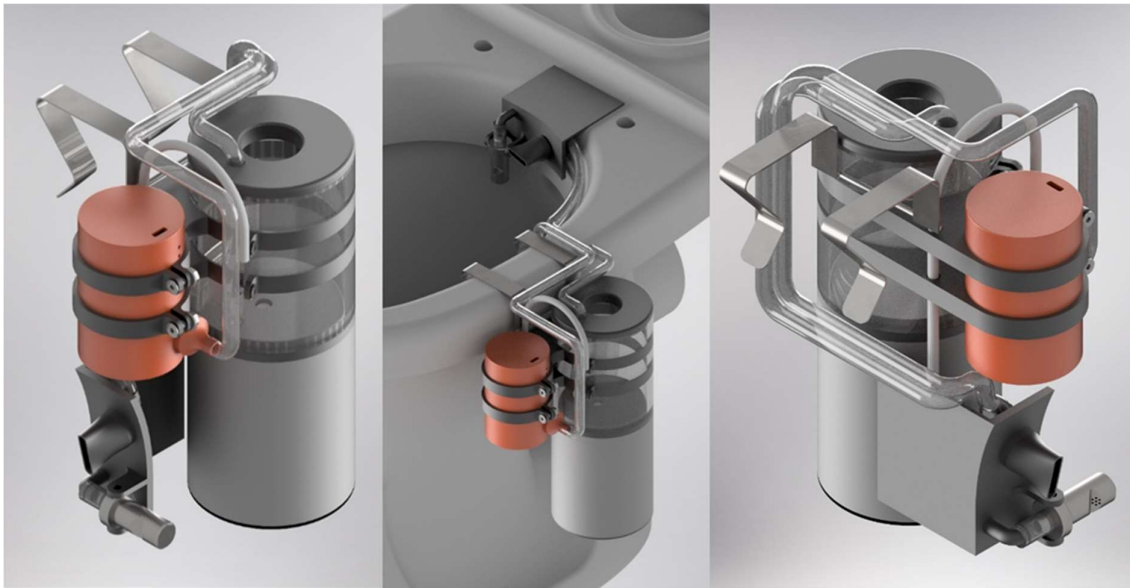
Het prototype dat ontwikkeld is, genaamd prototype 2.0, kan getest en doorontwikkeld worden.

Inleiding

Voor mensen met beperkingen aan de hand of arm, hiermee wordt bedoeld op mensen die een verminderde knijpfunctie, verkorte armen of een amputatie van de hand(en) hebben, geldt dat veel alledaagse bezigheden op een andere manier uitgevoerd moeten worden dan de manier die mensen zonder beperkingen gewend zijn. Hieronder valt ook het schoonmaken van de anus na defeceren.

Veel mensen met een beperking aan de hand of arm hebben thuis een wc-bril waarin een bidet gemaakt is die zij kunnen gebruiken met hun beperking waardoor ze zelfstandig naar het toilet kunnen. Een probleem wat dit bidet heeft is dat het vastzit aan het toilet. Zodra deze mensen buitenshuis zijn valt de zelfstandigheid, die gecreëerd is door het thuisbidet, weg. Er bestaan meerdere versies van bidets die buiten het huis gebruikt kunnen worden. Helaas zijn deze niet geschikt voor mensen met beperkingen aan de hand of arm. Dit komt omdat er geknepen moet worden, onderdelen bij zitten die los of vast gedraaid moeten worden of omdat het bedienen van het bidet niet mogelijk is door iemand met bovengenoemde beperkingen. Bij De Hoogstraat revalidatie ligt er al een lange tijd de vraag naar een bidet dat buitenshuis gebruikt kan worden. Hierdoor krijgen deze mensen buitenshuis de zelfstandigheid terug die ze binnenshuis ook hebben.

Een stagiair van De Hoogstraat is bezig geweest met het ontwikkelen van dit product genaamd Personal Travel Cleaner (PTC). Na de stage heeft de stagiair een aantal aanbevelingen gedaan voor wat er doorontwikkeld moet worden. Hieronder is een render van het prototype met spoel- en droogfunctie (figuur 1).



Figuur 1 render van PTC, prototype 1.0

Het doel is om het prototype van de Personal Travel Cleaner (PTC) door te ontwikkelen tot een werkend prototype dat getest kan worden bij de doelgroep. De doelgroep zijn kinderen en volwassenen met beiderzijds beperkte grijpfunctie, geen grijpfunctie of verminderde armlengte.

1. Doelgroep

De doelgroep zijn revalidanten van De Hoogstraat bestaand uit kinderen en volwassenen met beiderzijds beperkte grijpfunctie, geen grijpfunctie of verminderde armlengte die door deze beperking zichzelf niet zelfstandig kunnen schoonmaken op een normaal toilet na het defeceren. De doelgroep gebruikt daarom thuis een bidet met spoel- en droogfunctie waardoor ze zich zelfstandig schoon kunnen maken. In dit hoofdstuk is de doelgroep toegelicht.

1.1 Ziektebeelden van de doelgroep

- Arthrogryposis:
Is een aangeboren aandoening waarbij gewrichten standsafwijkingen vertonen. Deze gewrichten zijn niet of lastig te bewegen. Deze afwijking kan veroorzaakt zijn door stijfheid van het gewricht en/of een verkorting van de spieren. Een deel van de spieren zijn minder ontwikkeld en vertonen vaak spierzwakte (Arthrogryposis multiplex congenita, n.d.) (De Jong-De Ruijter, 2022).
- Congenitaal reductiedefect:
Is een aangeboren aandoening waarbij een deel van de extremiteiten niet goed is aangelegd. Dat wil zeggen dat een deel of geheel van een arm of been mist (Aanlegstoornis arm jongeren, n.d.) (De Jong-De Ruijter, 2022).
- Amputatie:
Is een afzetting of verlies van de extremiteiten. Dat wil zeggen dat deel of geheel van een arm of been mist (Amputatie of aanlegstoornis arm, n.d.) (De Jong-De Ruijter, 2022).
- Achondroplasie
Is een erfelijke aandoening waar dwerggroei optreedt. Hierdoor is de romplengte normaal maar de extremiteiten zijn verkort (Achondroplasie, n.d.) (De Jong-De Ruijter, 2022).
- Radial dysplasie:
Is een aangeboren aandoening waarbij een afwijking aan de radius aanwezig is. Waardoor de onderarm verkort is en er een afwijkende stand van de hand of pols kan zijn (Olson & Hosseinzadeh, 2022) (De Jong-De Ruijter, 2022).

De overeenkomende beperking van deze ziektebeelden is dat er niet genoeg lengte of bewegingsmogelijkheid in de armen is om de billen af te vegen. Om de doelgroep zo volledig mogelijk te helpen met de PTC is er een persona ontwikkeld die de beperking van de doelgroep overkoepeld.

1.2 Persona

Om de doelgroep te overkoepelen is een persona gecreëerd. De persona is iemand met een bilaterale arm amputatie. Waardoor de problematiek van mensen met verkorte armen, verminderde kracht in de onderarm(en) of hand(en) meegenomen is in de ontwikkeling van de PTC. Naast de persona wordt er ook rekening gehouden met de individualiteit van de doelgroep, elke revalidant heeft zijn eigen manier van doen die voor zijn of haar beperking werkt. Hierdoor is het PTC gemaakt voor de persona maar met de mogelijkheid om deze aan te passen op het individu.

1.3 Opzet eisen en wensen

De eisen en wensen zijn opgesteld uit de aanvraag van De Hoogstraat, gesprekken binnen De Hoogstraat met revalidatie technici en ergotherapeuten, onderzoek naar de doelgroep en uit het verslag van de vorige ontwikkelaar (De Jong-De Ruijter, 2022).

Eisen:

- Het product maakt de anus schoon na het defeceren
- Het product maakt de anus droog na het schoonspoelen
- Het product kan gebruikt worden zonder hulp
- Het product kan per revalidant worden aangepast

Wensen:

- Het product lijkt zo veel mogelijk op het bidet dat de doelgroep thuis heeft.
- Het product kan bevestigd worden zonder hulp

2. Werking van het thuisbidet

De doelgroep gebruikt thuis een bidet die op hun eigen toilet bevestigd is. Het bidet bestaat uit een wc-bril met deksel die op het toilet van de revalidant bevestigd kan worden. Het bidet heeft een spoel- en droogfunctie die op verschillende manieren kunnen worden aangestuurd. In dit hoofdstuk worden de onderdelen van dit bidet uitgelegd. Dit geeft een beeld over de mogelijkheden die het PTC nodig heeft om te kunnen spoelen, drogen en aansturen. Volgens een ergotherapeut bij De Hoogstraat zijn dat de 'Sanmedi circumani 6500+ serie' (SA-6500E Sanmedi CIRCUMANI met onderdouche, n.d.) en de 'Pronkergo Douchewc WC-Vamat' (Linda, 2022). Beide bidets lijken erg op elkaar, hieronder is de werking van de Douchewc WC-Vamat van Pronkergo beschreven (figuur 2 en 3).



Figuur 2 Pronkergo WC-Vamat deksel dicht (Linda, 2022)



Figuur 3 Pronkergo WC-Vamat deksel open (Linda, 2022)

2.1 Spoelfunctie Pronkergo WC-Vamat

De spoelfunctie van het bidet bestaat uit een douchearm die onder de billen uitklapt en de billen schoonspoelt. In figuur 2 is deze uitgeklappt en in figuur 3 is deze ingeklapt. Het water waarmee de billen wordt schoongespoeld heeft een stroomsnelheid van 2L/min en is verwarmd tot 35 graden Celsius.

2.2 Droogfunctie Pronkergo WC-Vamat

De droogfunctie bestaat uit een blower die door verwarmde lucht, van maximaal 35 graden Celsius, de billen droogt na het spoelen. De droogfunctie zit achter in het toilet links naast de douchearm van de spoelfunctie (figuur 3 en 4). Volgens een medewerker van Pronkergo is de droogduur van dit bidet 3 tot 4 minuten.



Figuur 4 Droogfunctie Pronkergo WC-Vamat (Linda, 2022)

2.3 Aansturing Pronkergo WC-VAmat

De aansturing van het bidet heeft verschillende opties. De functie is hetzelfde bij de verschillende opties, er wordt een programma gestart waarbij de billen eerst gespoeld worden en daarna gedroogd worden. De spoel en droogtijden van dit programma zijn apart in te stellen.

1. Portable knop: dit is een knop die op meerdere plekken neergelegd of gezet kan worden. Hierdoor kan deze door de hand (figuur 5) of de voet (figuur 6) ingedrukt worden en start het programma.



Figuur 5 Handknop Pronkergo Douchewc WC-VAmat (Linda, 2022)



Figuur 6 Voetknop Pronkergo Douchewc WC-VAmat (Linda, 2022)

2. Een losse afstandsbediening: de afstandsbediening (figuur 7) hier wordt op een knop gedrukt en het programma gestart.



Figuur 7 Afstandsbediening Pronkergo Douchewx WC- VAmat (Linda, 2022)

3. Bewegingssensor: deze sensor (figuur 8) zit aan de zijkant van het toilet, door een beweging langs de sensor start het programma.



Figuur 8 Bewegingssensor Pronkergo Douchewc WC-VAmat (Linda, 2022)

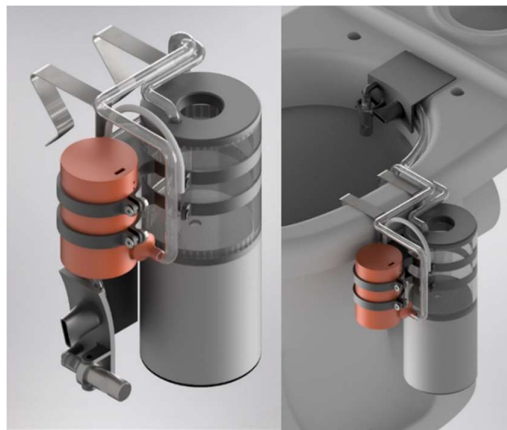
2.4 Stroomaansluiting Pronkergo WC-VAmat

De stroomaansluiting van het bidet is 230V, dit is een normale aansluiting op een stopcontact in Europa.

3. Prototype 1.0

Naar aanleiding van de vraag vanuit De Hoogstraat om een Travel bidet te ontwikkelen, voor de doelgroep die in hoofdstuk 1 benoemd is, heeft een stagiair van De Hoogstraat de eerste stappen in de ontwikkeling van de PTC gemaakt. Deze stagiair heeft een prototype (figuur 9) gemaakt, dit prototype wordt in dit verslag 'prototype 1.0' genoemd. Tijdens de ontwikkeling van prototype 1.0 werd er een wens opgesteld dat het materiaal waarvan het PTC wordt gemaakt binnen De Hoogstraat beschikbaar is. Hierdoor heeft het PTC minder variabele levertijden en kan het makkelijk gerepareerd worden mocht er iets stuk gaan. Ook is het aanpassen voor het individu gemakkelijker. Deze wens is meegenomen in de doorontwikkeling.

Om een beeld te geven hoe prototype 1.0 werkt en hoe dit tot stand is gekomen is prototype 1.0 en het verslag van de vorige stagiair (De Jong-De Ruijter, 2022) onderzocht en in dit hoofdstuk beschreven.



Figuur 9 Prototype 1.0 (De Jong-De Ruijter, 2022)

3.1 Spoelfunctie prototype 1.0

De spoelfunctie van prototype 1.0 bestaat uit een waterpomp die vanuit het reservoir (figuur 10) water door een siliconen slang (figuur 11) pompt om via de spuitkop (figuur 12) bij de billen te sproeien.



De waterpomp is een tandwielpompe die wordt aangedreven door een DC-motor van 12V en 7000mAh. De pomp krijgt stroom doormiddel van een accu die in hoofdstuk 3.4 wordt uitgelegd. De stroming van de pomp is 2L per minuut (De Jong-De Ruijter, 2022). Dit is dezelfde stroming als het bidet van de doelgroep.

Het reservoir heeft een inhoud van 307mL en is gebaseerd op verschillende travel bidets die tussen de 105mL en 450mL liggen (De Jong-De Ruijter, 2022).

Figuur 10 Waterpomp met reservoir prototype 1.0



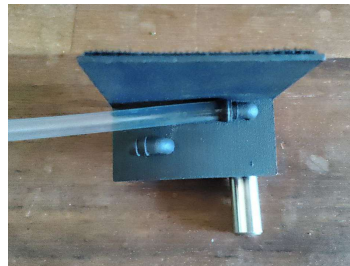
Figuur 11 Siliconen slang 450mm Prototype 1.0

De siliconen slang heeft een buiten diameter van 7mm en een binnen diameter van 6mm. De lengte van de slang is 450mm.

De spuitkop is gemaakt van RVS en word aan de siliconen slang bevestigd door een aansluiting op de achterkant van een 3D geprinte bevestiging (figuur 13) (De Jong-De Ruijter, 2022).



Figuur 12 RVS spuitkop (links) Prototype 1.0



Figuur 13 3D geprinte bevestiging prototype 1.0



Figuur 14 Bevestiging aan het toilet prototype 1.0

De bevestiging aan het toilet is gemaakt uit een strip aluminium waardoor deze mee veert om op verschillende wc randen te passen.

3.2 Droogfunctie prototype 1.0

De droogfunctie van prototype 1.0 bestaat uit een luchtpomp (figuur 15) (EVO PUMP- Electric Air Pump with 5000mAh Rechargeable Battery, 2023). De lucht is niet verwarmd en wordt via een siliconen slang (figuur 11) door de luchtuitmonding (figuur 16) bij de billen geblazen.



Figuur 15 Luchtpomp prototype 1.0 (EVO PUMP)



Figuur 16 Luchtuitmonding (rechts) prototype 1.0

3.3 Aansturing prototype 1.0

De aansturing van spoel- en droogfunctie is een adaptive gaming knop (figuur 17). De knop wordt doormiddel van een jackplug aangesloten op de verbinding van de spoel- en droogfunctie naar de accu. Door de knop in te drukken wordt spoel- of droogfunctie aangezet en gaat uit als de knop losgelaten wordt. De spoel- en droogfunctie hebben elk hun eigen knop. De drukkracht die nodig is om de knop in te drukken is erg klein, klein genoeg om binnen De Hoogstraat gebruikt te worden voor mensen met verminderde spierfunctie in de hand(en) of arm(en).

De Hoogstraat heeft deze knop op voorraad en kunnen daardoor makkelijk vervangen worden.



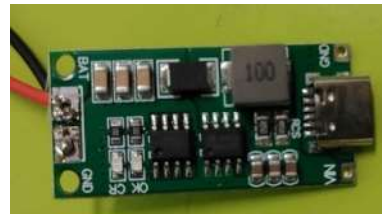
Figuur 17 Adaptive gaming knop

3.4 Stroomaansluiting prototype 1.0

De spoel- en droogfunctie van prototype 1.0 krijgen stroom door een lithium accu (figuur 18) (Samsung ICR18650, n.d.) die 11.1V en 2600mAh kan leveren. Deze accu kan opgeladen worden door een 5V usb-C oplader, dit is een telefoon oplader. Om de 5V om te zetten naar 12V, de accu moet meer voltage krijgen dan gegeven wordt om op te kunnen laden, wordt er een Step-Up Boost LiPo polymer (figuur 19) (Lithium Battery Charger Board USB C Step-up Boost, n.d.) gebruikt.



Figuur 18 Accu prototype 1.0



Figuur 19 Step-Up boost prototype 1.0

4. Verbeterpunten prototype 1.0

Prototype 1.0 is nog niet getest maar heeft wel al een aantal aanbevelingen gekregen voor het volgende prototype, deze aanbevelingen komen uit het verslag van de vorige stagiair, gesprekken binnen De Hoogstraat en het bestaande prototype te onderzoeken. Om een duidelijker beeld te geven welke aanbevelingen er zijn en de reden van de aanbevelingen worden ze in dit hoofdstuk per onderdeel benoemd.

4.1 Verbeterpunten spoelfunctie prototype 1.0

De spoelfunctie van prototype 1.0 heeft op het moment een reservoir met een waterinhoud van 307mL en daarbij een waterstroming van 2L per minuut, dit betekent dat het reservoir binnen 10 seconden leeg is. Dit lijkt te kort te zijn om billen schoon te maken. Dit is nog niet getest en wordt daardoor onderzocht worden in hoofdstuk 5.1, in dat hoofdstuk wordt gekeken naar de hoeveelheid water die nodig is om de billen schoon te spoelen.

De uitmonding van de spoelfunctie bij prototype 1.0 kantelt naar voren, dit komt omdat het gewicht van de RVS spuitkop groter is dan de achterliggende 3D geprinte deel.

4.2 Verbeterpunten droogfunctie prototype 1.0

De droogfunctie van prototype 1.0 wordt verlengd door een siliconen slang, tijdens het blazen van de pomp met verlenging werd er opgemerkt dat de luchtdruk sterk verminderde. Volgens de vorige stagiair moet de luchtdruk van de luchtpomp verhoogd worden (De Jong-De Ruijter, 2022). Hierdoor zou er beter gedroogd worden.

Om te weten of de luchtdruk vermindering invloed heeft op het drogen van huid is er een test uitgevoerd deze staat beschreven in hoofdstuk 5.2.

4.3 Verbeterpunten aansturing prototype 1.0

De aansturing van zowel de spoel- als droogfunctie wordt gedaan door een adaptive gaming knop, deze knoppen hebben nog geen plek gekregen. Om te weten waar de knop geplaatst kan worden is er gekeken naar het bereik van de doelgroep dit wordt in hoofdstuk 5.3 beschreven.

4.4 verbeterpunten stroomaansluiting prototype 1.0

De stroomtoevoer van prototype 1.0 wordt niet aangepast. Deze is goedgekeurd tijdens de vorige ontwikkeling en er is geen aanleiding om deze te veranderen.

5. Analyse voor prototype 2.0

Om te weten hoe de aanbevelingen verbeterd moeten worden is er een analyse uitgevoerd. Deze analyse geeft een conclusie die meegenomen wordt om te verwerken in het volgende prototype. Dat prototype wordt prototype 2.0 genoemd.

5.1 Analyse spoelfunctie

Om te weten of de hoeveelheid water die in het reservoir van prototype 1.0 zit genoeg is, is er gekeken naar de hoeveelheid water die een bidet gebruikt tijdens het spoelen. Prototype 1.0 heeft een reservoir van 307mL, een gemiddeld bidet gebruikt per spoelbeurt 500mL water (Wipe or Wash? Do Bidets Save Forest and Water Resources?, 2009). Daarbij is er tijdens een gesprek met een revalidant, die binnen de doelgroep valt, uitgekomen dat de revalidant gemiddeld 15 seconden spoelt. Deze revalidant heeft een soortgelijk toilet als in hoofdstuk 2 benoemd is en heeft ook een stroomsnelheid van 2L per minuut. Dit houdt in dat de revalidant gemiddeld 500mL water gebruikt. Dit betekent dat het reservoir van prototype 1.0 te klein is en vergroot wordt naar 500mL. Hiervoor moet het reservoir van 130mm naar 260mm vergroot worden.

5.2 Analyse Droogfunctie

Er is een aanbeveling gedaan om de luchtdruk te verhogen van de droogfunctie, om te weten of dit de juiste verbetering is de droogfunctie van prototype 1.0 getest in hoofdstuk 5.2.1. Na het testen van de droogfunctie van prototype 1.0 is er onderzoek gedaan hoe drogen eigenlijk werkt en welke droogfunctie toegepast gaat worden in prototype 2.0.

5.2.1 Droogfunctie test prototype 1.0

De luchtpomp van prototype 1.0 is getest op droogduur, diameter van de droge plek en op verschillende lengtes van verlengingen. Hierdoor is er te zien wat de invloed is van de luchtdruk vermindering door de verlenging, een siliconen slang, bij het drogen.

De pomp wordt getest op een natte rug van een hand die onder een lopende koude kraan is gehouden. De pomp is aangesloten op de accu van prototype 1.0 (Samsung ICR18650, n.d.). De test wordt uitgevoerd zonder slang en met slang van 450mm en 225mm. Een slang van 450mm is gebruikt bij het vorige prototype. Hiervan is ook de helft genomen, de 225mm om te zien hoeveel effect de lengte van de slang op het droogproces heeft.

De rug van de hand is 50mm van de uitmonding van de pomp verwijderd. Dit is een geschatte afstand die tussen de billen van de revalidant en de uitmonding van de luchtpomp zit. Dan wordt de luchtpomp aangezet tegelijk met de timer die wordt uitgezet als de hand zichtbaar droog is. Dit wordt bekeken als de huid niet meer glimmend is.

Door de uitkomst van de test (tabel 1) is te zien dat de verlenging een verschil maakt in de droogtijd. De hoeveelheid die verschilt, zeker naarmate de verlenging groter wordt, is enkele seconden. De luchtdruk werd, op gevoel, echter sterker verminderd naarmate de verlenging langer werd. Hierdoor lijkt de luchtdruk niet een factor te zijn die meespeelt in drogen. Ook is de diameter van de droogplek 60mm, dit is niet genoeg om de handpalm te drogen. Dit kan te maken hebben met de kleine uitmonding van de luchtpomp. Wat ook opviel is dat nadat de hand niet meer glimmend was en dus volgens deze test “droog” is, bleven er nog wel druppels achter. Door deze uitkomsten is er onderzoek gedaan naar

welke factoren invloed hebben op het drogen (hoofdstuk 5.2.2) en of deze factoren kunnen helpen om de druppels te drogen (hoofdstuk 5.2.4).

Verlenging	Droogduur in seconden	Diameter droge plek op de hand in millimeters
Geen verlenging	37	60
225mm	39	60
225mm met kromming 90°	39	60
450mm	40	60
450mm met kromming 90°	40	60

Tabel 1 Test droogfunctie prototype 1.0, verlenging

5.2.2 Factoren van drogen

Er zijn twee factoren die een grote invloed hebben op drogen, dit is luchtstroming en warmte. Drogen is namelijk het verdampen van moleculen, verdampte watermoleculen gaan in de lucht eromheen zitten en is deze lucht gehydrateerd. De gehydrateerde lucht kan minder tot geen watermoleculen meer op kunnen nemen en zal vervangen moeten worden om het verdampingsproces voort te zetten. Dit kan gedaan worden door de luchtstroming te vergroten waardoor de lucht die gehydrateerd is te vervangen met minder gehydrateerde lucht (Baird, 2015) (Wansheng, Ren, Lin, Wang, & Zhao, 2018). Samen met de gehydrateerde lucht vervangen met minder gehydrateerde lucht kan drogen nog efficiënter gemaakt worden door het verdampingsproces te versnellen, dit kan gedaan worden door warmte. Hieruit kunnen we concluderen dat de luchtdruk niet verhoogd hoeft te worden. De factoren waar naar gekeken wordt zijn warmte (hoofdstuk 5.2.4) en luchtstroming (hoofdstuk 5.2.5).

Voordat naar deze factoren gekeken wordt is er onderzoek gedaan naar wat voor droogfunctie er in bidets zitten (hoofdstuk 5.2.3).

5.2.3 Droogfunctie in bidets

Bidets met een droogfunctie gebruiken centrifugaal blowers (TOTO Washlet Bidet Seat 24V DC AIR DRYER BLOWER COOLING FAN, n.d.) (Spaloo Bidet Dryer Fan, n.d.) (United States of America Patent No. US9551140B2, 2015) (United States of America Patent No. US10100504B2, 2015), deze hebben een laag energie verbruik en kunnen in een vochtige omgeving werken (Centrifugal blower all about different industrial applications, 2023) (Centrifugal Blowers, n.d.).

De droogtijden van deze blowers ligt tussen de 1.5 tot 4 minuten. Dit is een lange tijd om op het toilet te zitten, een mogelijke reden voor deze duur is de lage luchtstroming van bidetdrogers. Een woordvoerder van Alpha Bidet zei het volgende over waarom bidet drogers geen hogere luchtstroming hebben: *"I apologize but unfortunately I do not have that detailed information regarding the warm air dryers. Although what I can say is, by design, warm air dryers are gentle. A study recently published shows that the simple act of flushing your toilet releases micro bacteria into your restroom's atmosphere. Because of this it's typical for warm air dryers to take up to 4min to dry. Even a high end \$1000+ TOTO will take up to 1.5min to fully dry."* (Fletcher, 2022). Het toilet van TOTO wat hier genoemd

wordt heeft een luchtstroming van 290L/min (Washlet® S550e - Contemporary - Elongated with ewater, n.d.). De warmte die bij een bidet droger gebruikt wordt kan hierbij meespelen, als de luchtstroming verhoogd wordt is dat in combinatie met de warmte een mogelijkheid om de billen te irriteren of verbranden. Een revalidant van De Hoogstraat kon niet langer dan 20 à 30 seconden zijn bidet thuis droger aan houden omdat het te warm werd aan zijn billen. Hierdoor kon hij niet volledig drogen en bleven er druppels achter maar dit was niet iets waar de revalidant zich aan ergerde.

5.2.4 Warmte

Een van de factoren die meehelpt bij het drogen is warmte, hierdoor is er gekeken hoeveel energie het kost om lucht op te warmen. Bidets met een droogfunctie hebben een stroomafsluiting van 220-240V net als de bidets van de doelgroep hoofdstuk 2.4. Draadloze föhns kunnen alleen warme lucht geven als ze met een stekker in een stopcontact zitten. Om het energie verbruik te berekenen is de luchtstroming van de blower van prototype 1.0 genomen dit is 270L lucht per minuut. Daarbij is de minimale warmte van de droogfunctie van een bidet genomen, dat is 35 graden (Washlet® S550e - Contemporary - Elongated with ewater, n.d.). Uit de berekening (bijlage 1) kwam dat het 90.2 watt kost om een minuut lang de lucht te verwarmen. De accu die bij prototype 1.0 gebruikt werd heeft een capaciteit van 11.1V met 2600mAh dit geeft 28.86watt en heeft daardoor niet genoeg capaciteit om de lucht te verwarmen. De berekening van het verwarmen van de lucht is op basis van 100% efficiëntie hierdoor is het wattage wat werkelijk gebruikt wordt om de lucht te verwarmen hoger. Daarbij komt ook nog het verbruik van de spoel- en droogfunctie. De accu's van 12V die nodig zijn om alleen al de 90.2 watt aan te kunnen zijn te groot voor een travel bidet. Hierdoor wordt er geen warmte gebruikt bij prototype 2.0.

5.2.5 Luchtstroming en centrifugaal blowers

Na warmte is de andere factor die invloed heeft op het drogen de luchtstroming. In hoofdstuk 5.2.3 is er gekeken naar de soort droogfunctie die in een bidet zit, dit zijn centrifugaal blowers. Deze blowers hebben een laag energie verbruik, kunnen in een vochtige omgeving werken en kunnen een hoge luchtstroming hebben. Deze zijn dus geschikt voor prototype 2.0. Hierdoor is er gekeken naar centrifugaal blowers van 12V. Er zijn 3 blowers met verschillende luchtstromingen getest op een soort gelijke manier die ook in hoofdstuk 5.2.1 is gebruikt.

De pomp wordt getest op een natte rug van een hand die onder een lopende koude kraan is gehouden. De pomp is aangesloten op de batterij van prototype 1.0. De test wordt uitgevoerd op 3 verschillende afstanden 50mm 100mm en 150mm. De 50mm is een schatting van de afstand tussen de uitmonding van de blower, als deze direct op de achterkant van de toiletpot bevestigd wordt, en de billen van de revalidant. De 100mm en 150mm zijn schattingen van afstanden die overbrugd worden als de blower niet direct op de achterkant van de toiletpot bevestigd wordt. De hand wordt als droog gezien als de hand geen glimmend oppervlak heeft op de huid.

Uit de test (tabel 2, 3 en 4) is gebleken dat de blower met de hogere luchtstroming, blower 3, het snelste droogt. Ook is er uit te concluderen dat de grotere uitmonding belangrijk is voor de diameter van de gedroogde plek. Deze is namelijk de gehele handpalm en bij de test in hoofdstuk 5.2.1 een diameter van 60mm. Net als bij de test in hoofdstuk 5.2.1 zijn hier ook nog druppels aanwezig.

Deze druppels zijn niet erg gebleken, tijdens het gesprek met de revalidant uit hoofdstuk 5.2.3 en een Ergotherapeut van De Hoogstraat. Ook zijn volgens een woordvoerder van BioBidet bidet drogers niet gemaakt om volledig te drogen: "The dryers are not designed to provide complete drying, they are to assist in using less toilet paper than usual." (Fletcher, 2022).

Blower 1:

B7530M12B-BSR heeft een luchtstroming van 297L/min en heeft een uitmonding van 40mm bij 30mm (B7530M12B-BSR, n.d.).

Afstand uitmonding tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Diameter droge plek op de hand in millimeters
50mm	27	Gehele handpalm +/-100mm
100mm	30	Gehele handpalm +/-100mm
150mm	32	Gehele handpalm +/-100mm

Tabel 2 Blower test B7530M12B-BSR

Blower 2:

B1232H12B-BSR heeft een luchtstroming van 784L/min en heeft een uitmonding van 55mm bij 30mm (B1232H12B-BSR, n.d.).

Afstand uitmonding tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Diameter droge plek op de hand in millimeters
50mm	20	Gehele handpalm +/-100mm
100mm	24	Gehele handpalm +/-100mm
150mm	26	Gehele handpalm +/-100mm

Tabel 3 Blower test B1232H12B-BSR

Blower 3:

BFB1012EH-A heeft een luchtstroming van 1290L/min en heeft een uitmonding van 55mm bij 30mm (BFB1012EH-A, n.d.).

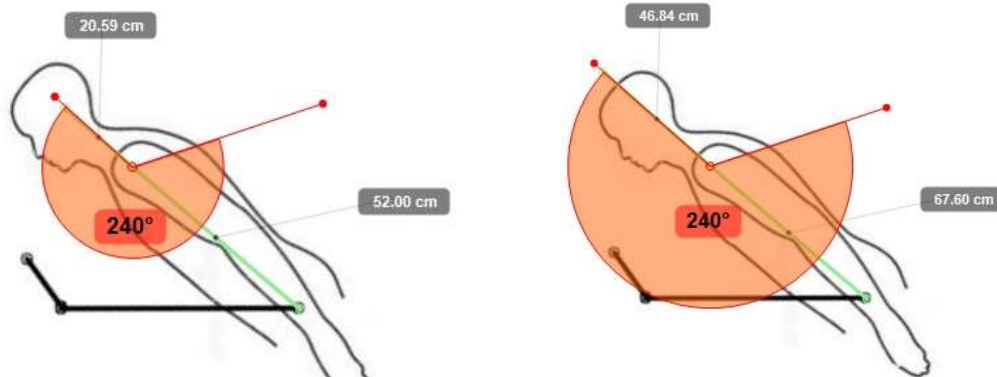
Afstand uitmonding tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Diameter droge plek op de hand in millimeters
50mm	20	Gehele handpalm +/-100mm
100mm	22	Gehele handpalm +/-100mm
150mm	25	Gehele handpalm +/-100mm

Tabel 4 Blower test BFB1012EH-A

5.3 Aansturing

Om een beeld te krijgen van de mogelijkheden in het bereik van de doelgroep is er door middel van antropometrische data, de AROM (active range of motion) van de schouders (Staff, 2022) (de Jongh, Rommers, Dekker, & van der Sluis, 2011) en AROM van de heup in flexie (Hip Active Range of Motion (AROM) | Basic Assessment, 2022) (Faisal, et al., 2019) een reach envelope opgesteld, dit is een visueel beeld van het bereik van de doelgroep. Hiervoor is de schouder tot elleboog lengte genomen om de lengte van een onderarm amputatie na te bootsen. De antropometrische data die gebruikt is gaat over 95% van volwassenen, 95% van kinderen van 6 t/m 8 jaar en 95% van kinderen van 9 t/m 12 jaar (Broeren, 2011) (Sawyers, 2018) (Dined, n.d.).

De antropometrische data, de AROM van de schouders en de AROM van de heup (bijlage 2) zijn samen gevoegd in het samengevoegd in een frontaal, sagittaal en transversaal vlak. Hierdoor is te zien dat de mogelijkheid van de plaatsing binnen een leeftijd categorie verschilt. In figuur 20 en figuur 21 is te zien dat bij de volwassenen met kortere bovenarmen de benen niet bereikt kunnen worden en de volwassenen met langere bovenarmen wel.



Figuur 20 Reach envelope zittende volwassen p2.5 sagitaal

Figuur 21 Reach envelope zittende volwassen p97.5 sagitaal

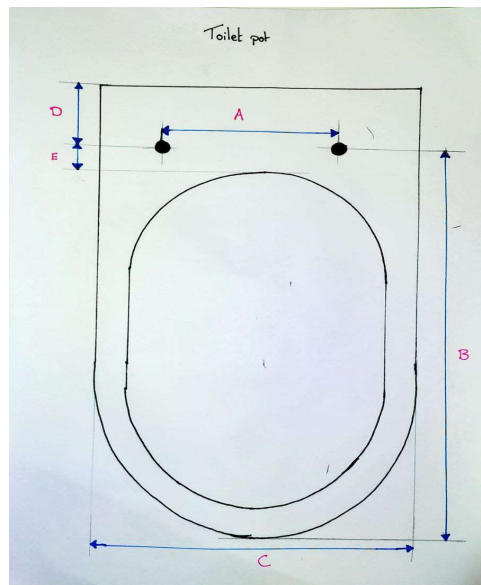
Na overleg binnen De Hoogstraat met een revalidatie arts werd er aangeraden om de reach envelope te gebruiken om de mogelijke posities van het plaatsen van de aansturing mee te nemen maar daarbij rekening te houden dat per individu de plaatsing anders kan zijn. De doelgroep is erg divers en hebben verschillende behoeftes. Hierdoor wordt er gekeken naar meerdere oplossingen van aansturingen. De revalidatie arts maakt zelf de keuze welk van de aansturingen die in hoofdstuk 6.3.2 ontworpen zijn gebruikt worden per revalidant.

5.4 Toiletmaten

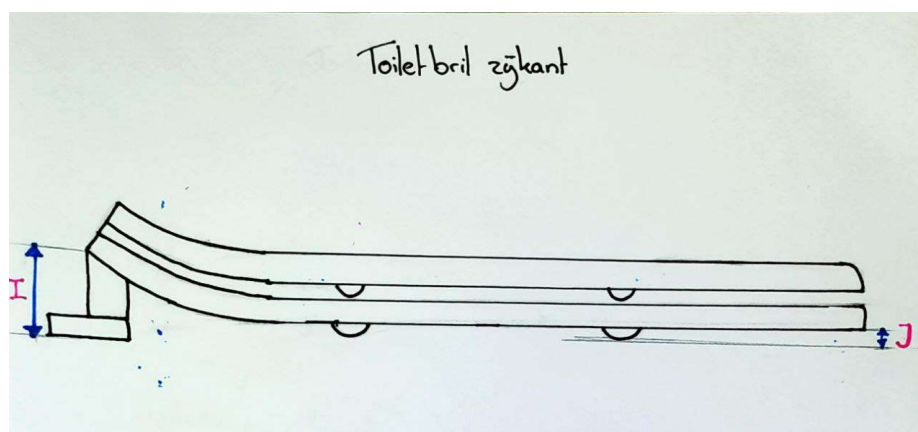
Naast de mogelijkheden van de doelgroep is er ook gekeken naar de ruimte die een toilet heeft om een bidet te installeren. Bidets die door de doelgroep worden gebruikt hebben een eigen toiletbril om de ruimte die nodig is voor de onderdelen daarin te verwerken. Toiletten variëren veel in hun maatvoering, niet alleen de pot zelf maar ook de toiletbril. De meeste maten die worden gegeven door fabrikanten zijn maten die nodig zijn om een toiletbril uit te zoeken. De maten van bijvoorbeeld de ruimte tussen de toiletbril en de toiletpot worden nauwelijks tot niet weergegeven bij fabrikanten. Om toch de maten te bemachtigen zijn verschillende toiletten gemeten (bijlage 3).

Door deze maten zijn er een aantal conclusies gekomen die meegenomen worden naar de ontwerpfase.

- Achter de toiletpot, maat D (figuur 22), geeft niet genoeg ruimte om een onderdeel van het prototype te plaatsen dit is 20mm. Hierdoor is er alleen ruimte voor het prototype aan de zijkant van het toilet.
- De hoeveelheid ruimte tussen de bril en de toiletpot, maat J (figuur 23), is 7mm. Hierdoor kan de verlenging van de uitmondungen tot aan de rest van het prototype wat aan de zijkant van het toilet zit maar 7mm hoog zijn.
- De helft van maat C is 185mm, dit is de afstand die minimaal overbruggt moet worden door de verlenging van de uitmondungen tot de rest van het prototype.
- Maat E en D geven de hoeveelheid ruimte vanaf de pot tot de achterkant van het toilet weer. Dit is 65mm, deze lengte wordt gebruikt om de nozzle te plaatsen zonder dat deze naar voren kantelt zoals beschreven in hoofdstuk 4.1.



Figuur 22 Maten toiletpot bovenkant

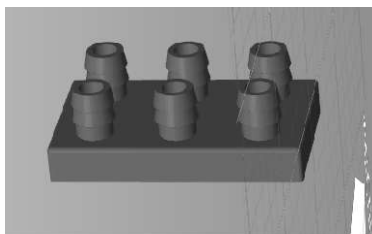


Figuur 23 Maten toiletbril zijkant

5.5 Uitmondung van blowers.

Uit hoofdstuk 5.2.5 bleek de blower 3 uit tabel 4 het snelst te drogen wat bevorderlijk is voor de revalidant zodat deze minder lang op het toilet hoeft te zitten. In hoofdstuk 5.4 is gebleken dat de ruimte tussen de bril en de toiletpot maar 7mm is, hierom is er gekozen om de blower te verlengen met dezelfde siliconen slang die bij prototype 1 voor de spoelfunctie werd gebruikt. Deze is smal genoeg en heeft weinig vermindering droogtijd zoals gezien bij de test in hoofdstuk 5.2.1. Om deze te bevestigen aan de blower zijn er verschillende onderdelen 3D geprint en getest.

Het eerst dat is getest is de invloed van een verlenging voor de blower. Tijdens het maken van de verbinding tussen de blower en de siliconen slangen is er een opzet stuk gemaakt met 6 slang aansluitingen (figuur 24). Om de invloed van een verlenging te testen is de rand die verbinding maakt met de blower gemaakt in 3 maten, geen verlenging (tabel 5), 75mm verlenging (tabel 6) en 150mm verlenging (tabel 7).



Figuur 24 koppeling siliconen slangen en blower

Test 1: geen verlenging

Afstand uitmondung tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Droge plek op de hand in millimeters
50mm	20	50 bij 75
100mm	25	60 bij 100
150mm	30	70 bij 100

Tabel 5 geen verlenging 6 slang uitmondungen

Test 2: 75mm verlenging

Afstand uitmondung tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Droge plek op de hand in millimeters
50mm	18	50 bij 80
100mm	21	60 bij 100
150mm	26	70 bij 100

Tabel 6 75mm verlenging 6 slang uitmondungen

Test 3: 150mm verlenging

Afstand uitmondung tot huid in millimeters	Droogduur in seconden	Droge plek op de hand in millimeters
50mm	18	50 bij 80
100mm	22	60 bij 100
150mm	25	70 bij 100

Tabel 7 150mm verlenging 6 slang uitmondungen

Uit deze test is gebleken dat de 75mm verlenging een positief effect had op de droogtijd en dit had geen nadeel voor de plaatsing van de blower.

Na de test voor de verlenging van de blower is er een test gedaan om te zien of de hoeveelheid slang bevestigingen verminderd konden worden (tabel 8 en 9). Uit de test bleek dat de hoeveelheid slang bevestigingen weinig invloed hadden op de droogtijd echter had dit wel invloed op de grote van de droogplek.

Het idee is om vier slangen naast elkaar te plaatsen hierdoor lopen de slangen niet over elkaar als ze geplaatst worden onder de bril van het toilet. Er is gekozen om een verlenging van 75mm te nemen en 4 slang bevestigingen op de blower te zetten.

5.6 Eisen en wensen na analyse voor prototype 2.0

Eisen:

- Het product maakt de anus schoon na het defeceren
- Het product kan de anus drogen na het schoonspoelen met koude lucht
- Het product kan gebruikt worden zonder hulp
- Het product kan per revalidant worden aangepast
- De verlenging van de spoel- en droogfunctie is maximaal 7mm hoog
- Het prototype is geschikt voor volwassenen van p2.5 tot p97.5
- Het prototype is geschikt voor kinderen (6 t/m 12 jaar) van p2.5 tot 97.5
- Het reservoir heeft een inhoud van 500ml

Wensen:

- Het product lijkt zo veel mogelijk op het bidet dat de doelgroep thuis heeft
- Het product kan bevestigd worden zonder hulp.

6. Ontwerpfase prototype 2.0

Doormiddel van HKJ's zijn er na de analyse van prototype 2.0 concepten opgesteld voor het prototype.

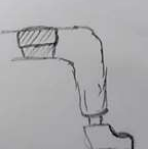
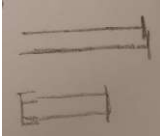
6.1 HKJ's

Voor het oplossen van verschillende deelproblemen zijn er Hoe Kun Je 's opgesteld. Hieronder zijn de meest belangrijke neergezet.

1. Hoe kun je iets vastmaken?
2. Hoe kun je een blower verlengen?
3. Hoe kun je een aansturing binnen bereik van de doelgroep houden?
4. Hoe kun je iets aan een toilet bevestigen?

6.2 Morfologische kaart

Aan de hand van de HKJ's zijn er verschillende deeloplossingen opgesteld. Door middel van een morfologische kaart (tabel 5) zijn er concepten opgesteld.

HKJ					
1	 Klittenband	 Magneten	 Haken	 Zuignap	 Schuifsluiting
2	 Slang	 Rechthoekige buis			
3	 Band rond de schouder	 Band rond het bovenbeen tijdens zitten	 Band rond de bovenarm	 Aan de muur of het toilet vast	
4	 Vasthaken achter bevestiging van de toiletbril	 Klem voor op de rand van het toilet	 Schuiven achter de bevestiging van de toiletbril	 Opzet stuk op de rand van het toilet	

Tabel 8 HKJ's in een morfologische kaart

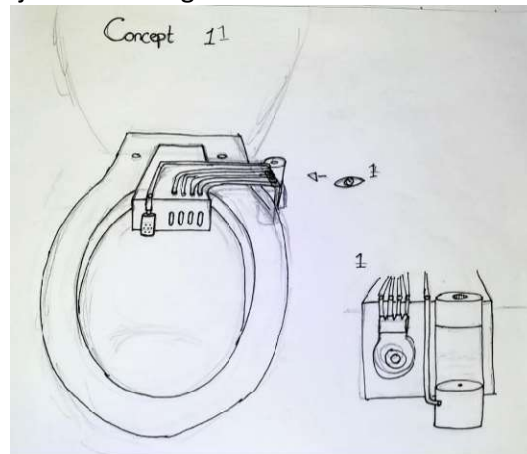
6.3 Concepten

De concepten hieronder zijn gemaakt op basis van de analyse van prototype 2.0. Het plateau van de nozzle wat 3D geprint is verlengd naar 65mm vanaf de rand van de toiletpot, hierdoor kantelt het niet meer. De kanteling wordt tegen gegaan door de toiletbril.

6.3.2 Droogfunctie

Concept 1

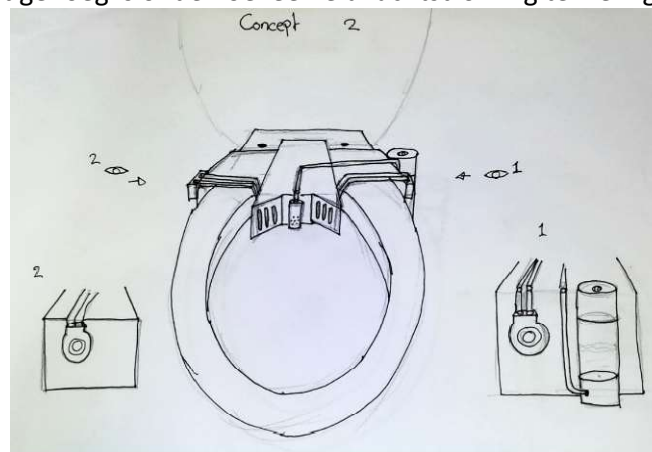
Dit concept (figuur 25) heeft een blower die met siliconen slangen wordt verlengd tot de uitmonding achteraan het toilet. De blower wordt vastgemaakt naast het reservoir. De uitmonding van de droger zit naast de uitmonding van de spoelfunctie hierdoor kan de revalidant blijven zitten tijdens het drogen.



Figuur 25 Concept 1 droogfunctie

Concept 1.2

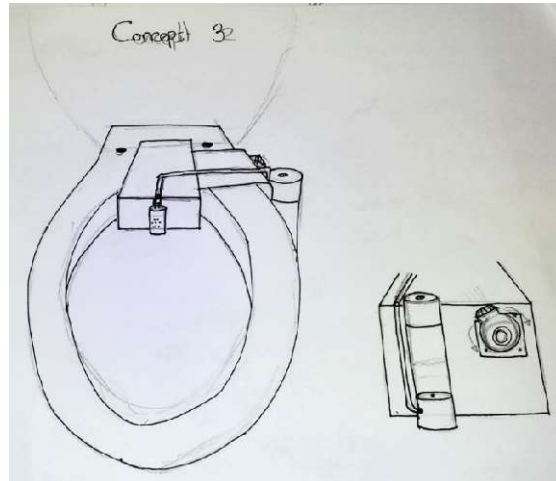
Dit concept (figuur 26) is bijna hetzelfde als concept 1 maar heeft één verschil. Dit concept heeft 2 blowers. Dit concept is gemaakt omdat er nog geen test is uitgevoerd hoe de blowers drogen op de billen van de revalidant. Zo is er een mogelijkheid als de oppervlakte van het drogen niet genoeg is of de hoeveelheid luchtstroming te weinig lijkt een optie.



Figuur 26 Concept 2 droogfunctie

Concept 2 droogfunctie:

Concept 2 (figuur 27) bestaat uit één blower die vastgemaakt wordt op een plaat die tot achterin doorloopt tussen de scharnierpunten van de toiletbril waardoor deze samen met de klemming van de wc-bril niet kan verschuiven. De blower kan gebruikt worden door naar de zijkant te schuiven met de billen.



Figuur 27 Concept 3 droogfunctie

Harrisprofielen

Om een concept te kiezen zijn de concepten vergeleken en beoordeeld door middel van Harris profielen. De test onderdelen voor de concepten zijn:

- Aanpasbaarheid: hoe goed is het concept aan te passen per persoon
- Reparatie: zijn de onderdelen door De Hoogstraat te repareren
- Productietijd: kost het veel tijd om het product te maken
- Compactheid: hoe makkelijk is het product mee te nemen
- Gebruiksgemak: hoe veel moeite moet de revalidant doen om het product te gebruiken

Concept 1 droogfunctie

	-2	-1	+1	+2
Aanpasbaar				
Reparatie				
Productietijd				
Compact				
Gebruik				

Tabel 9 Harris profiel concept 1 droogfunctie

Concept 1.2 droogfunctie

	-2	-1	+1	+2
Aanpasbaar				
Reparatie				
Productietijd				
Compact				
Gebruik				

Tabel 10 Harris profiel concept 2 droogfunctie

Concept 2 droogfunctie

	-2	-1	+1	+2
Aanpasbaarheid				
Reparatie				
Productietijd				
Compactheid				
Gebruiksgemak				

Tabel 11 Harris profiel concept 3 droogfunctie

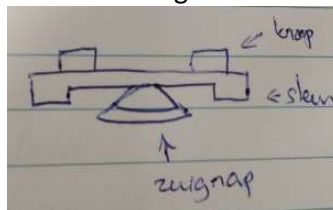
Uit de Harris profielen komt concept 2 het beste uit de test, echter in bespreking met een revalidatie technicus binnen De Hoogstraat is er voor gekozen om concept 1 uit te werken omdat er binnen de revalidatie ook mensen zijn die niet de mogelijkheid hebben om hun billen makkelijk over de rand te schuiven. Hierdoor komt concept 2 bij gebruik op -2 (in het blauw) te staan en komt concept 1 het beste uit het Harris profiel en is dat concept uitgewerkt.

6.3.2 Aansturing

Voor de aansturing zijn er meerdere concepten gemaakt, alle concepten zijn meegenomen naar het eindontwerp en zullen niet getoetst worden met Harris profielen. De PTC wordt per revalidant gemaakt en op voorkeur aangepast. Hierdoor mag/kan deze ook verschillen in aansturing.

Concept 1 aansturing:

Concept 1 (figuur 28) bestaat uit een adaptive gaming knop die vast zit aan een zuignap zodat deze tegen de muur of het toilet bevestigd kan worden.



Figuur 28 Concept 1 aansturing

Concept 2 aansturing:

Concept 2 (figuur 29) bestaat uit een lap stof die over het been wordt gelegd met verzwaring aan de zijkanten. Op de band zit een strook klittenband waar de knoppen op vast gezet worden. Hierdoor kan de knop worden ingedrukt door de elleboog of hand.



Figuur 29 Concept 2 aansturing

Concept 3 aansturing:

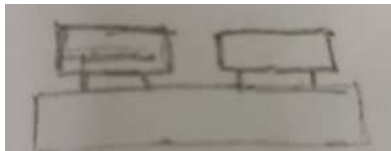
Concept 3 (figuur 30) bestaat uit een band die met klittenband of elastiek om de arm gebonden wordt. Op de band zit een strook klittenband waar de knoppen op vast gezet worden.



Figuur 30 Concept 3 aansturing

Concept 4 aansturing:

Concept 4 (figuur 31) bestaat uit een plateau wat op de grond gezet wordt en de knoppen door de voeten ingedrukt kunnen worden.



Figuur 31 Concept 4 aansturing

Concept 5 aansturing:

Concept 5 (figuur 32) bestaat uit een band die met klittenband vastgezet wordt. De knoppen worden vastgemaakt via klittenband op de plek waar de revalidant wil.

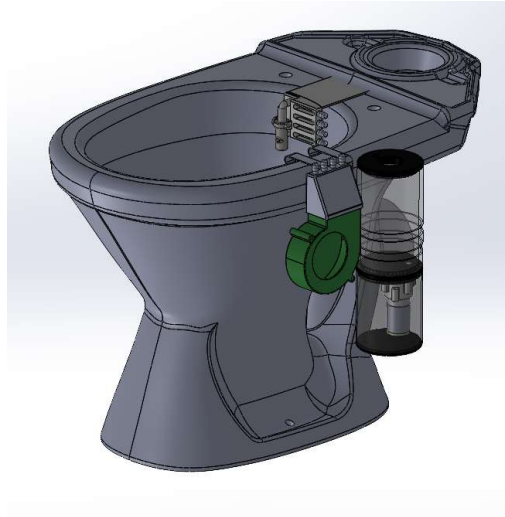


Figuur 32 concept 5 aansturing

De manier waarop het prototype wordt verplaatst en geplaatst wordt per revalidant anders. Dit komt omdat per revalidant de functie mogelijkheid verschilt en hierdoor persoonlijk moet worden gemaakt om het zo makkelijk mogelijk te maken voor de revalidant. De manier wordt bepaald door de revalidatie technicus.

7 Eindontwerp prototype 2.0

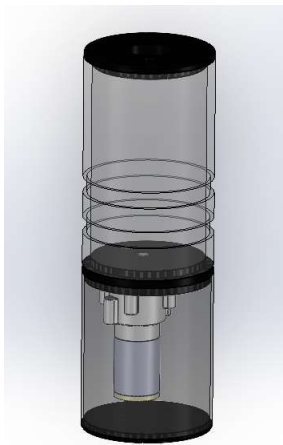
Het eindontwerp is prototype 2.0 (figuur 33), het prototype bestaat uit onderdelen van prototype 1.0, 3D prints van PLA en ingekochte onderdelen. De maatvoeringen van de onderdelen die gemaakt zijn staan in bijlage 4.



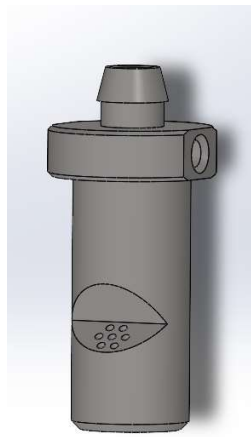
Figuur 33 Eindontwerp prototype 2.0

7.1 Spoelfunctie

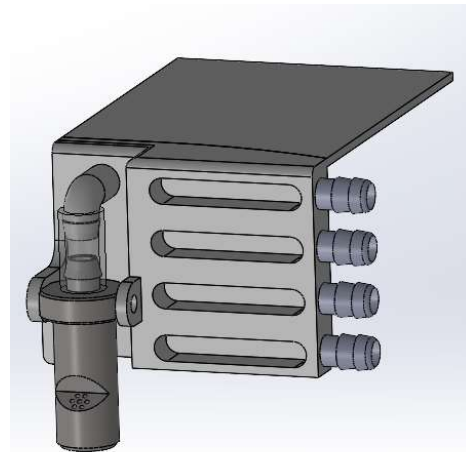
De spoelfunctie van prototype 2.0 bestaat uit een reservoir die gelijk is aan prototype 1.0 maar dan vergroot naar 500ml. Het water dat in dit reservoir zit wordt doormiddel van een waterpomp. Deze waterpomp is dezelfde waterpomp als prototype 1.0 en zit onder het reservoir in een behuizing samen met de accu, oplader en aansluitingen voor de aansturing (figuur 34). Vanaf de waterpomp wordt het water door silicone slangen naar de spuitmond (figuur 35) gepompt. De spuitmond zit vast aan een 3D geprint onderdeel (figuur 36) dat ook de luchtuitmonding is. Dit onderdeel wordt tussen de scharnieren van de toiletbril geplaatst en word daar tegengehouden te kantelen door de toiletbril. De spuitmond is gemaakt van RVS en is vastgeschroefd aan het 3D geprinte onderdeel van de luchtmonding.



Figuur 34 Reservoir met waterpomp



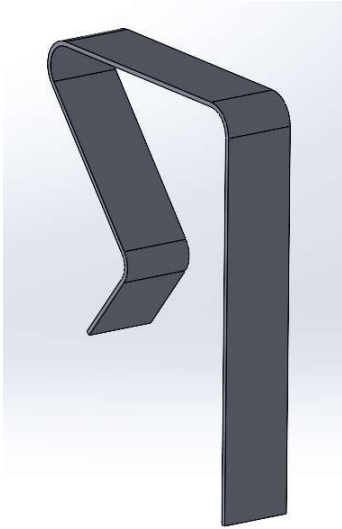
Figuur 35 Spuitkop



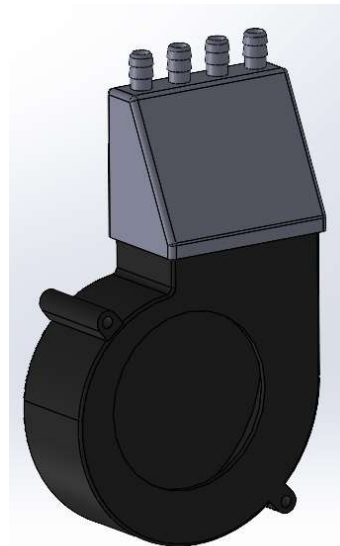
Figuur 36 spuitkop met luchtuitmonding

7.2 Droogfunctie

De droogfunctie van prototype 2.0 bestaat uit een centrifugaal blower die aan de zijkant van het toilet vastzit samen met de spoelfunctie. De spoel- en droogfunctie zitten samen doormiddel van een aluminium haak (figuur 37) bevestigd aan de toiletrand. Aan de blower zitten vier siliconen slangen, die onder de toiletbril doorlopen, verbonden. Deze verbinding is doormiddel van een 3D geprinte koppelstuk (figuur 38). Via de slangen wordt de lucht naar de 3D geprinte luchtuitmonding geblazen.



Figuur 37 Aluminium bevestiging toilet



Figuur 38 Centrifugaal blower met koppelstuk

7.3 Aansturing

De aansturing is de adaptive gaming knop die op verschillende manieren geplaatst kan worden, de manier wordt door de revalidatie arts besloten. De verschillende manieren staan in hoofdstuk 6.3.2.

8. Evaluatie

Het eindontwerp is een prototype wat nog niet getest is. In tabel 12 en 13 worden de eisen en wensen hypothetisch getoetst. Het is nog niet mogelijk om te testen of de eisen en wensen voldoen, er kan wel onderbouwd worden waarom ze wel of niet zouden voldoen.

Groen betekent voldaan, oranje betekent dat dit nog verder onderzocht moet worden en rood betekent dat het niet voldaan is.

Eisen	Hypothetisch voldaan	Onderbouwing
Het product maakt de anus schoon na het defeceren		De stroomsnelheid van het prototype is 2L/min dit is evenveel als het bidet dat de doelgroep thuis gebruikt en daardoor in combinatie met de 500ml water genoeg is om de anus te spoelen.
Het product kan de anus drogen na het schoonspoelen met koude lucht		Het drogen is alleen getest op de achterkant van de hand, dit had een goed resultaat maar er is nog geen duidelijk antwoord of het prototype de anus droogt na het schoonspoelen.
Het product kan gebruikt worden zonder hulp		Door de verschillende manieren van aansturen die mogelijk zijn en omdat de revalidant kan blijven zitten voor het drogen en spoelen kan het zelfstandig gebruikt kunnen worden.
Het product kan per revalidant worden aangepast		De onderdelen die voor het prototype gebruikt zijn komen grotendeels vanuit De Hoogstraat. Deze onderdelen kunnen worden aangepast per revalidant. Ook is de aansturing per revalidant te verschillen.
De verlenging van de spoel- en droogfunctie is maximaal 7mm hoog		De verlengingen zijn gemaakt van een siliconen slang die een buiten diameter van 7mm heeft.
De aansturing is geschikt voor volwassenen van p2.5 tot p97.5		Door de reach envelope die door middel van antropometrische data en AROM van de schouder en heup is opgesteld. Deze reach envelopes zijn gemaakt op 95% van de volwassenen. De aansturing is hierop gebaseerd en kan per individu aangepast worden.

De aansturing is geschikt voor kinderen (6 t/m 12 jaar) van p2.5 tot 97.5		Door de reach envelope die doormiddel van antropometrische data en AROM van de schouder en heup is opgesteld. Deze reach envelopes zijn gemaakt op 95% van kinderen (6 t/m 12 jaar). De aansturing is hierop gebaseerd en kan per individu aangepast worden.
Het reservoir heeft een inhoud van 500ml		Het reservoir is vergroot om een inhoud te hebben van 500ml.

Tabel 12 Hypothetische voldaanheid eisen

Wensen	Hypothetisch voldaan	Onderbouwing
Het product lijkt zo veel mogelijk op het bidet dat de doelgroep thuis heeft		Een deel is hetzelfde zoals de waterstroom sterkte, de uitmonding van de droogfunctie. Alleen de aansturing is wat simpeler, dit kan wel met de hand of voet worden bediend, het heeft geen spoel of droog programma.
Het product kan bevestigd worden zonder hulp		De revalidant kan mogelijk, na aanpassingen door de revalidatietechnicus, zelf kunnen bevestigen. maar dit hangt af van het individu en is niet getest.

Tabel 13 Hypothetische voldaanheid wensen

8.1 Discussie

Uit de evaluatie is gebleken dat bijna alle eisen en wensen op hypothetische wijze zijn behaald op één eis en één wens na. Deze eis en wens kunnen pas beoordeeld worden wanneer het prototype getest is door de gebruiker. Voor de eis 'Het product kan de anus drogen na het schoonspelen met koude lucht' is wel al een test gedaan met de hand waaruit blijkt dat de eis op de hand voldoet.

Laten we beginnen, net als bij de andere hoofdstukken, bij de spoelfunctie. Deze heeft een reservoir gekregen van 500ml, uit gesprekken met revalidanten en uit het onderzoek naar water verbruik van bidets leek dit voldoende. Echter is er na een gesprek met een andere revalidant en met een werknemer van Pronkergo (de makers van het bidet wat de doelgroep gebruikt) dat het spoelen ongeveer 30 seconden duurt. Dit betekent dat het reservoir te klein is, dit komt omdat de spoelfunctie een waterstroomsnelheid van 2L/min heeft. Het reservoir zou daardoor 1L moeten bevatten, dit houdt in dat het waterreservoir een lengte krijgt van 2600mm plus nog het deel eronder waar de batterij en pomp inzit. Dit geeft als gevolg dat de constructie tot bijna de grond komt en erg groot wordt om mee te nemen. Een oplossing hiervoor is om het reservoir om te zetten naar een apart reservoir. Hierdoor kan de pomp en batterij apart in een box zitten die makkelijker is op te hangen dan een rond reservoir. Als het losse reservoir uit petflessen bestaat brengt dit verder als voordeel mee dat elke gebruiker kan kiezen welke grote van reservoir ze meenemen, door het grote aanbod van maten petflessen in de supermarkt. Dit is een aanbevelingspunt waar verder onderzoek naar gedaan moet worden.

Bij de droogfunctie is de uitmonding gebaseerd op de uitmonding van de WC-VAmat van Pronkergo (Linda, 2022), deze versie van de uitmonding is niet getest. Dit komt door een disfunctie van de 3D printer waardoor productie van de uitmonding is uitbesteed. Door te lange levertijd is er geen mogelijk geweest om te testen. Na het testen wordt duidelijk of het drogen op deze manier voldoende werkt om de billen te drogen. Hierdoor is ook het kantelpunt van het 3D geprinte blok, wat in hoofdstuk 6.3 is besproken is, niet getest of dit werkt op verschillende toiletten. Voor dit punt zijn verschillende oplossingen mogelijk. Aan de achterkant waar de wc-bril scharnieren zich bevinden kan een klemming geplaatst worden. De droogfunctie van prototype 2.0 heeft een hoge luchtstroming, vergeleken met een normaal bidet (hoofdstuk 5.2.3), waardoor de ontwikkeling in onderzoek naar bacteriën die uit een toilet verspreid worden, doormiddel van luchtstroming, in de gaten gehouden moeten worden. In dit artikel (Johnson, Lynch, & Hirst, 2013) wordt er de mogelijkheid besproken dat doortrekken bacteriën via de lucht kan verspreiden. In de conclusie van dit artikel wordt gemeld dat er nog niet genoeg bewijs is voor die uitspraak en het nodig is om dit verder te onderzoeken.

Bij de aansturing is het interessant om, nadat het product ver genoeg is ontwikkeld, naar aanstuurmogelijkheden te kijken die gelijk zijn aan de WC-VAmat van Pronkergo zoals in hoofdstuk 2.3 beschreven staat. Als de aansturing draadloos wordt gemaakt is dit een stuk gebruiksvriendelijker voor de revalidant. Ook kan er gekeken naar een bewegingssensor. Ook wordt er aangeraden om de meerdere opties van plaatsingen van de aansturing, die in hoofdstuk 6.3.2 worden genoemd, naar enkel opties terug te dringen. Hierdoor krijgt de revalidatiearts meer ervaring met enkele versies. Omdat de revalidatietechnicus vaker dit product maakt worden de vaardigheden om dat specifieke product te maken verbeterd.

Hierdoor gaat de kwaliteit van de aansturingsopties omhoog. Dit wil niet zeggen dat de andere opties uitgesloten moeten worden. De andere opties kunnen, als dat volgens de revalidatiearts beter is, voorgelegd worden aan de revalidant.

8.2 Aanbevelingen

Voor de doorontwikkeling van dit prototype zijn er een aantal aanbevelingen opgesteld.

- Uittesten van het huidige prototypen en de mening uitvragen van revalidanten.
- Vergroting van het reservoir naar minimaal 1L, hierbij kijken naar de versimpeling van het reservoir.
- De droogfunctie testen en de uitmonding en klemming zo nodig verbeteren.
- Onderzoek in de gaten houden over de verspreiding van bacteriën uit een toilet door luchtstroming.
- De aansturing draadloos maken, als knop of als sensor.
- Verkleinen van de opties voor aansturing die de revalidatiearts aanbiedt.

8.3 Conclusie

Het doel van de ontwikkelopdracht was het verbeteren van prototype 1.0 naar een prototype dat getest kan worden door revalidanten. Prototype 2.0 (figuur 39) is een prototype dat getest kan worden. Door de in hoofdstuk 8.1 genoemde discussiepunt over de grootte van het reservoir. Word aangeraden om het reservoir te vergroten zodat tijdens het testen het reservoir niet bijgevuld moet worden.



Figuur 39 Prototype 2.0, eindontwerp

9. Literatuurlijst

- Aanlegstoornis arm jongeren.* (sd). Opgeroepen op april 25, 2023, van De Hoogstraat
Revalidatie: <https://www.dehoogstraat.nl/jongeren/behandeling-bij/aanlegstoornis-arm/>
- Achondroplasie.* (sd). Opgeroepen op april 25, 2023, van Erfelijkheid.nl:
<https://www.erfelijkheid.nl/ziektes/achondroplasie>
- Amputatie of aanlegstoornis arm.* (sd). Opgeroepen op april 25, 2023, van De Hoogstraat
Revalidatie: <https://www.dehoogstraat.nl/volwassenen/behandeling-bij/amputatie-of-aanlegstoornis-arm/>
- Arthrogryposis multiplex congenita.* (sd). Opgeroepen op april 25, 2023, van Erfelijkheid.nl:
<https://www.erfelijkheid.nl/ziektes/arthrogryposis-multiplex-congenita-amc>
- B1232H12B-BSR.* (sd). Opgehaald van Digi-Key:
<https://www.digikey.nl/en/products/detail/mechatronics-fan-group/B1232H12B-BSR/5209729>
- B7530M12B-BSR.* (sd). Opgehaald van Digi-Key:
<https://www.digikey.nl/en/products/detail/mechatronics-fan-group/B7530M12B-BSR/5209738>
- Baird, C. S. (2015, maart 6). *When hang-drying clothes, which is faster, indoors or outdoors?*
Opgeroepen op april 25, 2023, van Science Questions with Surprising Answers:
<https://www.wtamu.edu/~cbaird/sq/2015/03/06/when-hang-drying-clothes-which-is-faster-indoors-or-outdoors/#:~:text=For%20fast%20drying%2C%20we%20therefore,slower%20a%20wet%20object%20dries.>
- BFB1012EH-A.* (sd). Opgehaald van Digi-Key:
<https://www.digikey.nl/en/products/detail/delta-electronics/BFB1012EH-A/9351771>
- Broeren, B. (2011). *Antropometrische Data*. The Hague: TheHagueUniversity. Opgeroepen op april 14, 2023
- Centrifugal blower all about different industrial applications.* (2023, januari 11). Opgeroepen op april 16, 2023, van Techflow.net: <https://techflow.net/articles/centrifugal-blower-all-about-different-industrial-applications>
- Centrifugal Blowers.* (sd). Opgeroepen op april 16, 2023, van Industrial Quick Search:
<https://www.iqsdirectory.com/articles/blower/centrifugal-blowers.html>
- De Jong-De Ruijter, T. (2022). *Project: Personal Travel Cleaner*. Leiden: Leidse Instrumentmakers School. Opgeroepen op maart 3, 2023
- de Jongh, T. O., Rommers, C. G., Dekker, R., & van der Sluis, C. K. (2011). Onderzoek van de schouder. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*. Opgeroepen op mei 2, 2023
- Dined.* (sd). Opgeroepen op mei 9, 2023, van TU Delft: <https://dined.io.tudelft.nl/en/reach-envelopes/tool>
- EVO PUMP-Electric Air Pump with 5000mAh Rechargeable Battery.* (2023, maart 5).
Opgehaald van Flextail: <https://www.flextail.com/products/evo-pump?variant=40772570710215>
- Faisal, A. I., Majumder, S., Mondal, T., Cowan, D., Naseh, S., & Deen, M. J. (2019). Monitoring Methods of Human Body Joints: State-of-the-Art and Research Challenges. Opgeroepen op mei 9, 2023
- Fletcher, V. (2022, september 8). *The Best Bidets With Dryers [4 Powerful Options]*.
Opgehaald van Yuzu Magazine: <https://yuzumag.com/roundup/best-bidets-with-dryers/>

- Hip Active Range of Motion (AROM) | Basic Assessment*. (2022, november 16). Opgehaald van Physiotutors: <https://www.physiotutors.com/nl/wiki/heup-actieve-range-of-motion/>
- Johnson, D. L., Lynch, K. R., & Hirst, D. V. (2013). Lifting the lid on toilet plume aerosol: A literature review with suggestions for future research. *American Journal of Infection Control*, 254-258.
- KUANGE, Q., Rich, D., & Slothower. (2015). *United States of America Patentnr. US9551140B2*.
- Lee, S.-h. (2015). *United States of America Patentnr. US10100504B2*.
- Linda. (2022, juni 14). *Doucewc WC-VAmat*. Opgeroepen op april 10, 2023, van Pronkergo: <https://www.pronkergo.nl/producten/toiletten/douchewcs/douchewc-wc-vamat/>
- Lithium Battery Charger Board USB C Step-up Boost*. (sd). Opgehaald van Amazon: <https://www.amazon.com/Multi-Cell-Step-Up-Polymer-Charger-Lithium/dp/B0BZC7TWC7?th=1>
- Olson, N., & Hosseinzadeh, S. (2022). Radial Dysplasia. *National Library of Medicine*. Opgeroepen op april 25, 2023
- SA-6500E Sanmedi CIRCUMANI met onderdouche*. (sd). Opgeroepen op april 14, 2023, van Aangepastsanitair: <http://www.aangepastsanitair.nl/index.php?module=shop&shopID=1&articleID=1801%7D&categoryID=125&page=0&manufacturerID=0>
- Samsung ICR18650*. (sd). Opgeroepen op april 14, 2023, van Conrad: <https://www.conrad.nl/nl/p/samsung-icr18650-3er-accupack-aantal-cellen-3-batterijgrootte-18650-kabel-li-ion-11-1-v-2600-mah-251302.html>
- Sawyers, T. (2018, september 13). *Understanding the Normal Shoulder Range of Motion*. Opgeroepen op april 14, 2023, van Healthline: <https://www.healthline.com/health/shoulder-range-of-motion#What-is-normal-shoulder-range-of-motion>
- Spaloo Bidet Dryer Fan*. (sd). Opgehaald van Bidet Seat Parts: <https://bidetseatparts.com/spaloo-bidet-seat-parts/Spaloo-Bidet-Dryer-Fan-Purple-Plug-SPA-31-p317764115>
- Staff, M. (2022, april 22). *Adhesive Capsulitis (frozen shoulder) & myotherapy*. Opgeroepen op april 14, 2023, van Melbourne Myotherapy & Remedial Massage: <https://www.mmmr.com.au/adhesive-capsulitis-myotherapy/>
- TOTO Washlet Bidet Seat 24V DC AIR DRYER BLOWER COOLING FAN*. (sd). Opgehaald van eBay: <https://www.ebay.com/itm/234719784169>
- Wansheng, Y., Ren, J., Lin, Z., Wang, Z., & Zhao, X. (2018). Study on Dehumidification Performance of a Multi-Stage Internal Cooling Solid Desiccant Adsorption Packed Bed. *2018 EU-China Symposiums on Renewable Energy/Sustainable Energy and Energy Storage Technologies*. Opgeroepen op mei 2, 2023
- Washlet® S550e - Contemporary - Elongated with ewater*. (sd). Opgeroepen op april 17, 2023, van TotoUSA: <https://www.totousa.com/washlet-s550e-contemporary-elongated-with-ewater>
- Wipe or Wash? Do Bidets Save Forest and Water Resources?* (2009, december 16). Opgeroepen op april 17, 2023, van Scientific American: <https://www.scientificamerican.com/article/earth-talks-bidets/#:~:text=Biolife%20Technologies%2C%20manufacturer%20of%20the,about%20four%20gallons%20per%20flush>

10. Bijlages

10.1 Bijlage 1: berekening energie verbruik verwarmen lucht

Q	benodigde energie (Joule)					
m	massa (kg)					
C	warmte capaciteit (J/kg Celsius)					
delta T	verandering in graden (Celsius)					
$Q = m \cdot c \cdot \text{delta } T$						
m = massa van lucht = 1,29kg/1000L						
c = warmte capaciteit van lucht = 920 J/kg voor 1 graden stijging				c = 920 J/kg		
delta T = 18 graden naar 35 graden = 17 graden				delta T = 17 graden		
Blower van prototype 1,0		> 270 L/min	m = 0,3483 kg/min		Q = 5447,412 Joule/min	> 90,2 watt
Blower die gebruikt word in prototype 2,0		> 1290 L/min	m = 1,6641 kg/min		Q = 33681,384 Joule/min	> 561,3564 watt
Watt = Voltage * Ampere						
Watt = 11,1 * 2,6 = 28,86Watt is wat de accu die gebruikt word kan leveren						

Tabel 14 Energie verbruik verwarmen lucht

10.2 Bijlage 2: Reach envelope + antropometrische data

10.2.1 Antropometrische data

Leeftijd	Schouder tot elleboog lengte in mm (p2,5)	Schouder tot elleboog lengte in mm (p97,5)
Volwassenen	206,59	469,41
Kinderen 6 t/m 8	208,68	289,32
Kinderen 9 t/m 12	238,33	339,66

Tabel 15 Antropometrische data schouder tot elleboog

Leeftijd	Schouder hoogte vanaf zitvlak in mm (p2,5)	Schouder hoogte vanaf zitvlak in mm (p97,5)
Volwassenen	520	676
Kinderen 6 t/m 8	377	467
Kinderen 9 t/m 12	426,5	539,5

Tabel 16 Antropometrische data schouder hoogte vanaf zitvlak

Leeftijd	Schouder breedte in mm (p2,5)	Schouder breedte in mm (p92,5)
Volwassenen 20 tot 60	378	512
Kinderen 6 t/m 8	273,67	335,67
Kinderen 9 t/m 12	307,25	385,25

Tabel 17 Antropometrische data schouderbreedte

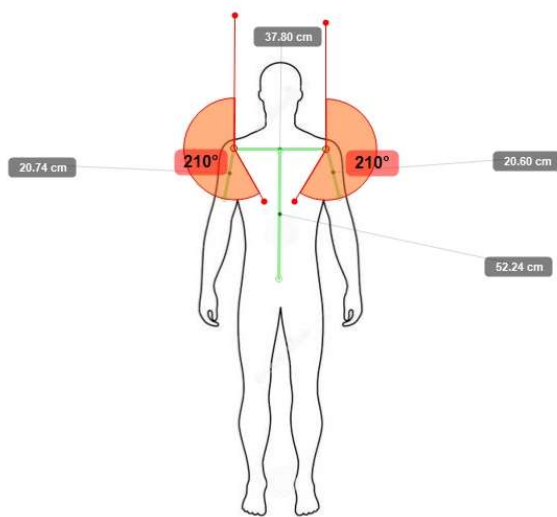
Beweging van de schouder	Bewegingsmogelijkheid in graden
Anteflexie	180
Retroflexie	60
Abductie	150
Adductie	50
Horizontale abductie	60
Horizontale adductie	130

Tabel 18 AROM schouder

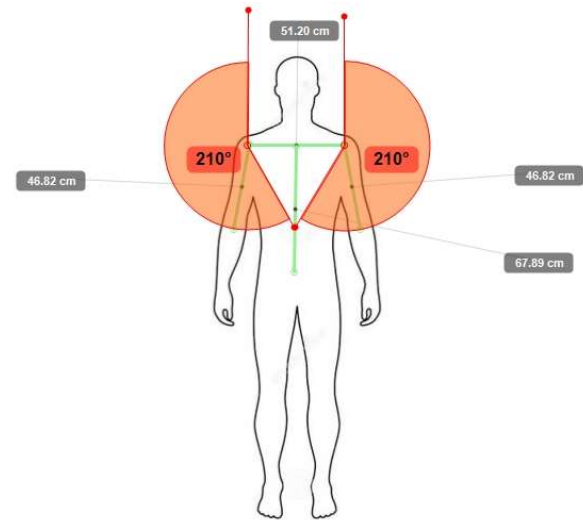
Beweging van de heup	Bewegingsmogelijkheid in graden
Flexie	130

Tabel 19 AROM heup

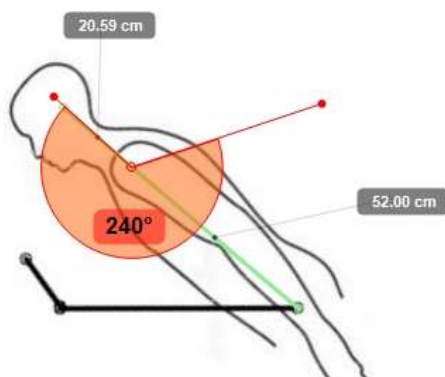
10.2.2 Reach envelopes



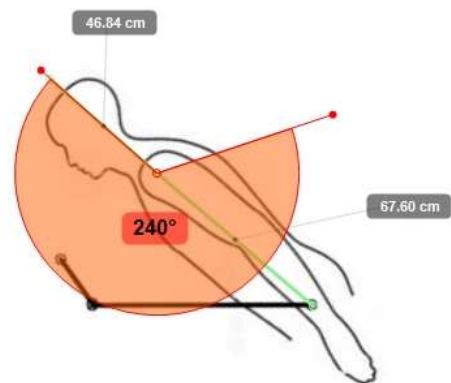
Reach envelope volwassen p2.5 frontaal



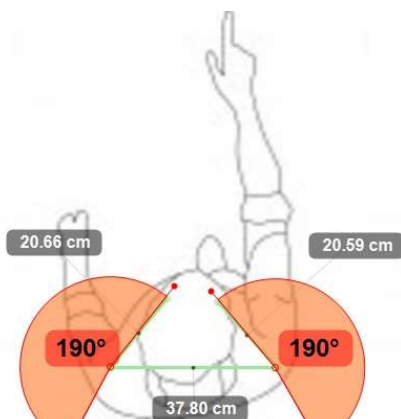
Reach envelope volwassen p97.5 frontaal



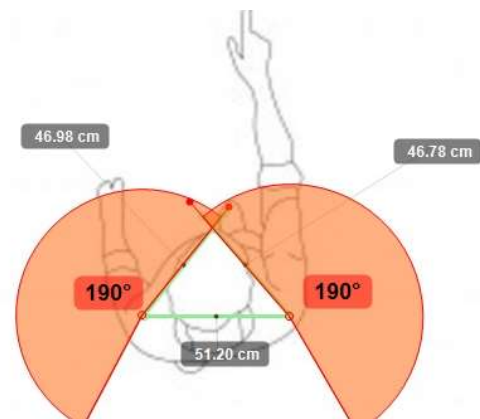
Reach envelope volwassen p2.5 sagitaal zittend



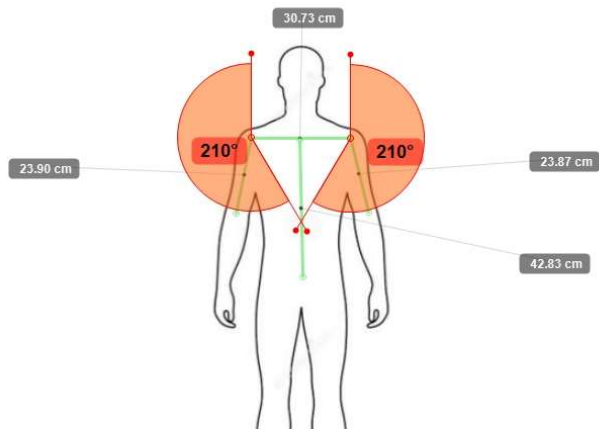
Reach envelope volwassen p97.5 sagitaal zittend



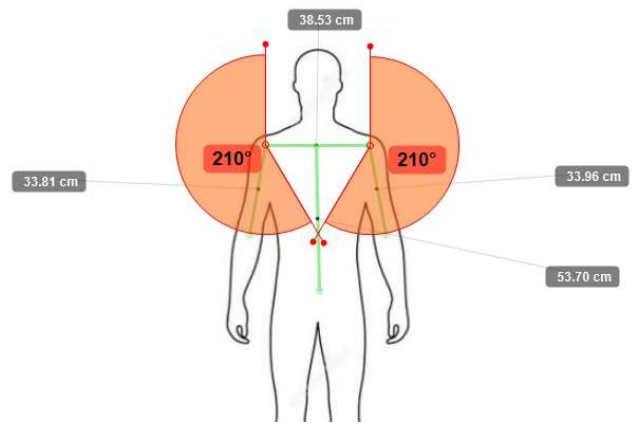
Reach envelope volwassen p2.5 transversaal



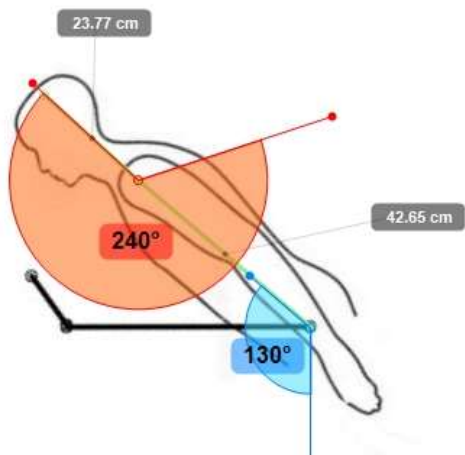
Reach envelope volwassen p97.5 transversaal



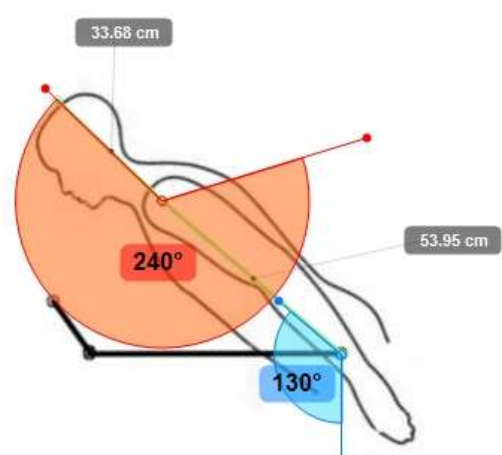
Reach envelope kind 9 t/m 12 p2.5 frontaal



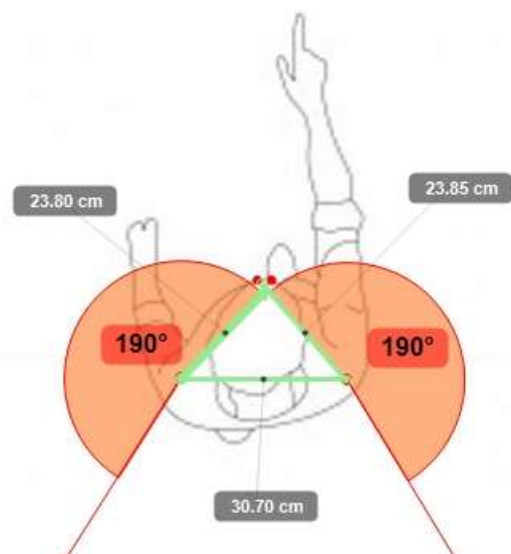
Reach envelope kind 9 t/m 12 p97.5 frontaal



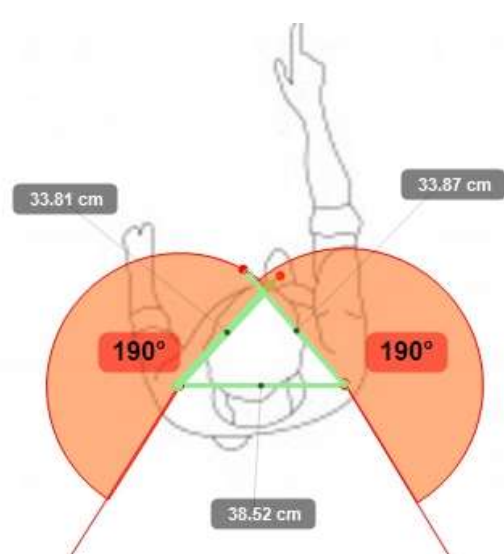
Reach envelope kind 9 t/m 12 p2.5 sagitaal



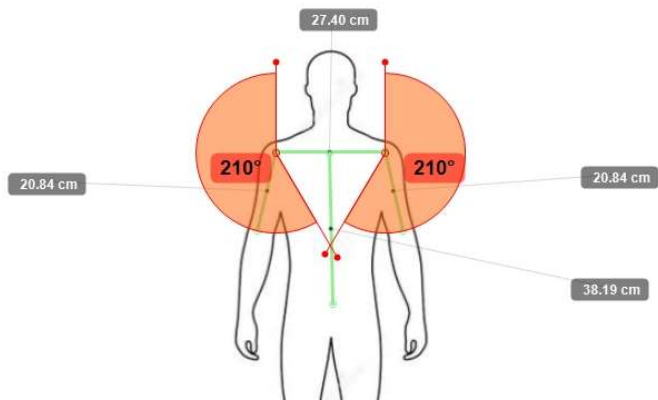
Reach envelope kind 9 t/m 12 p97.5 sagitaal



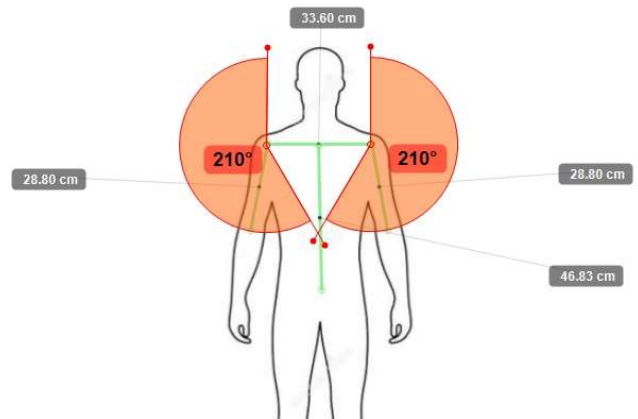
Reach envelope kind 9 t/m 12 p2.5 transversaal



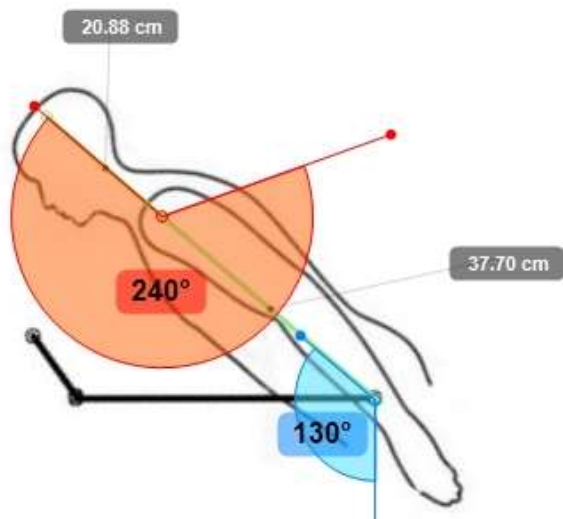
Reach envelope kind 9 t/m 12 p97.5 transversaal



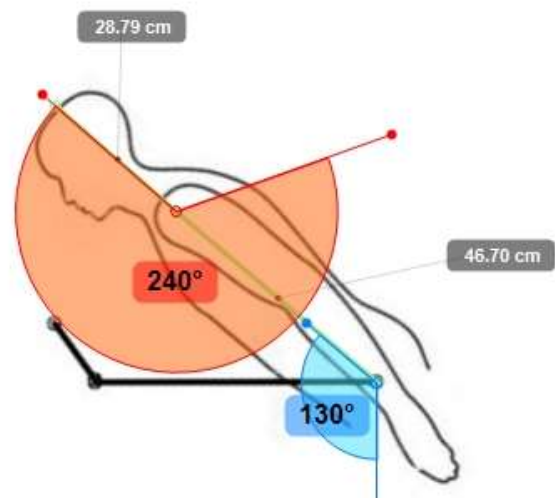
Reach envelope kind 6 t/m 8 p2.5 frontaal



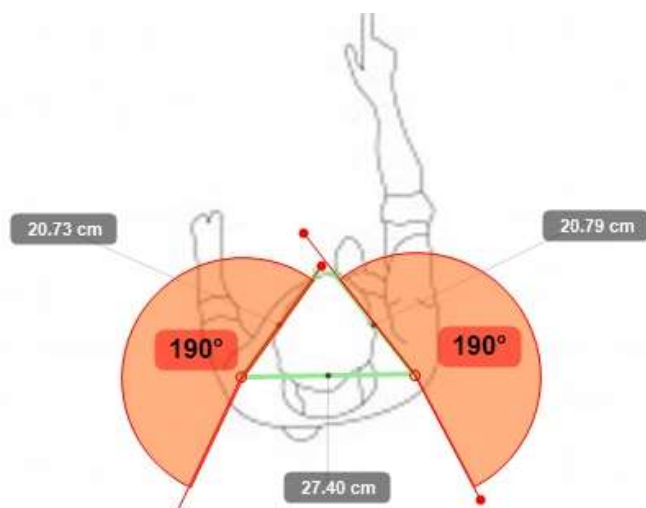
Reach envelope kind 6 t/m 8 p97.5 frontaal



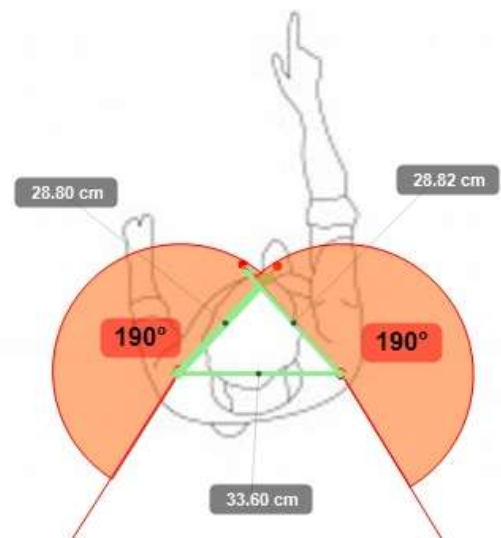
Reach envelope kind 6 t/m 8 p2.5 sagitaal



Reach envelope kind 6 t/m 8 p97.5 sagitaal



Reach envelope kind 6 t/m 8 p2.5 transversaal

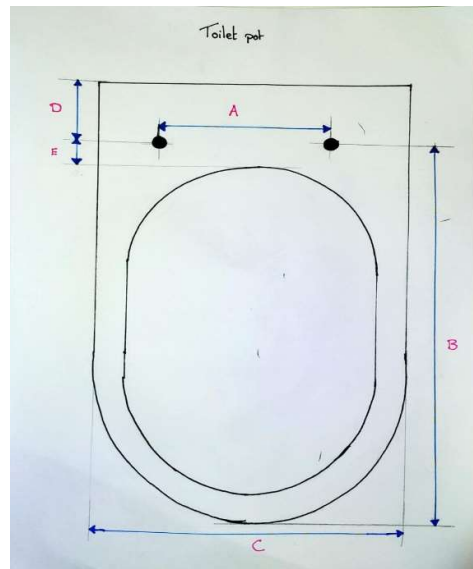


Reach envelope kind 6 t/m 8 p97.5 transversaal

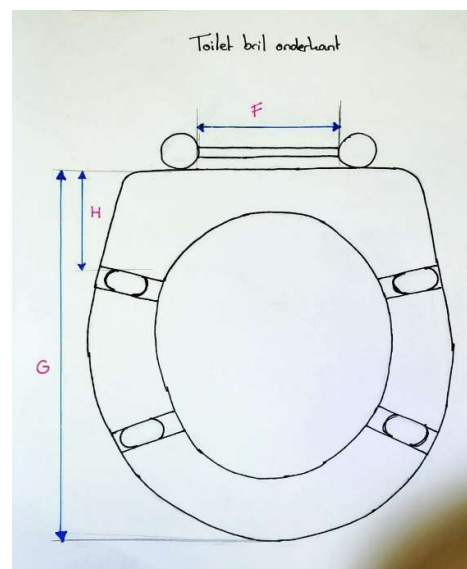
10.3 Bijlage 3: Toiletmaten

A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	J (mm)	Product
120	409	354	80	35						Inbouwreservoir set Design
135	447	357	60+20*	30						Inbouwreservoir set Serel
160	470	355	20	50						Inbouwreservoir set Iris
160	424	347	80	40						Toiletreservoir Wisa
140	410	350	60+50**	50						OK hangwc
140	420	370	90	50						Atlantie hampton hangwc
140	410	350	80	50						OK duoblopack AO
140	410	350	90	40						Atlantie axel duoblopack AO
180	440	360	110	50						Ben Segno wandcloset
					65	410	90	18	8	Toulon duropl
					90	400	130	20	7	Capri thermopl
					90	400	110	17	7	Pedaso duropl
					100	420	110	16	11	termo mdf
					110	440	110	18	11	Reno softclose
					100	440	100	40	7	Handsnuroplats Aino
					100	420	100	18	8	Mason Pergamon
					100	430	90	18	13	Handsn Jalmani
120	409	347	20	30	65	400	90	16	7	Minimaal
180	470	370	110	50	110	440	130	40	13	Maximaal

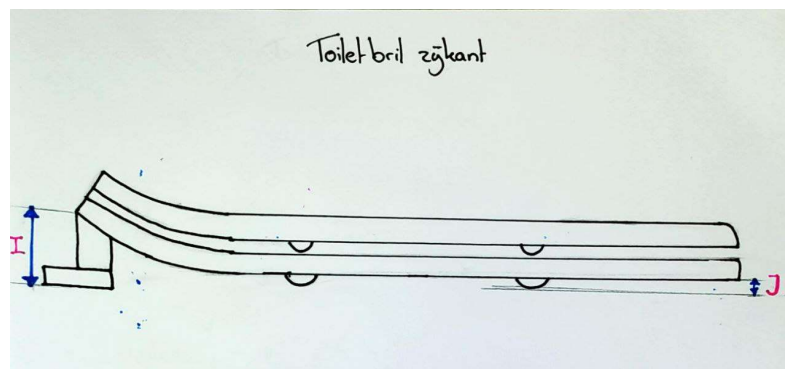
Tabel 20 toilet maten



Figuur 40 Toiletmaten toiletpot bovenkant

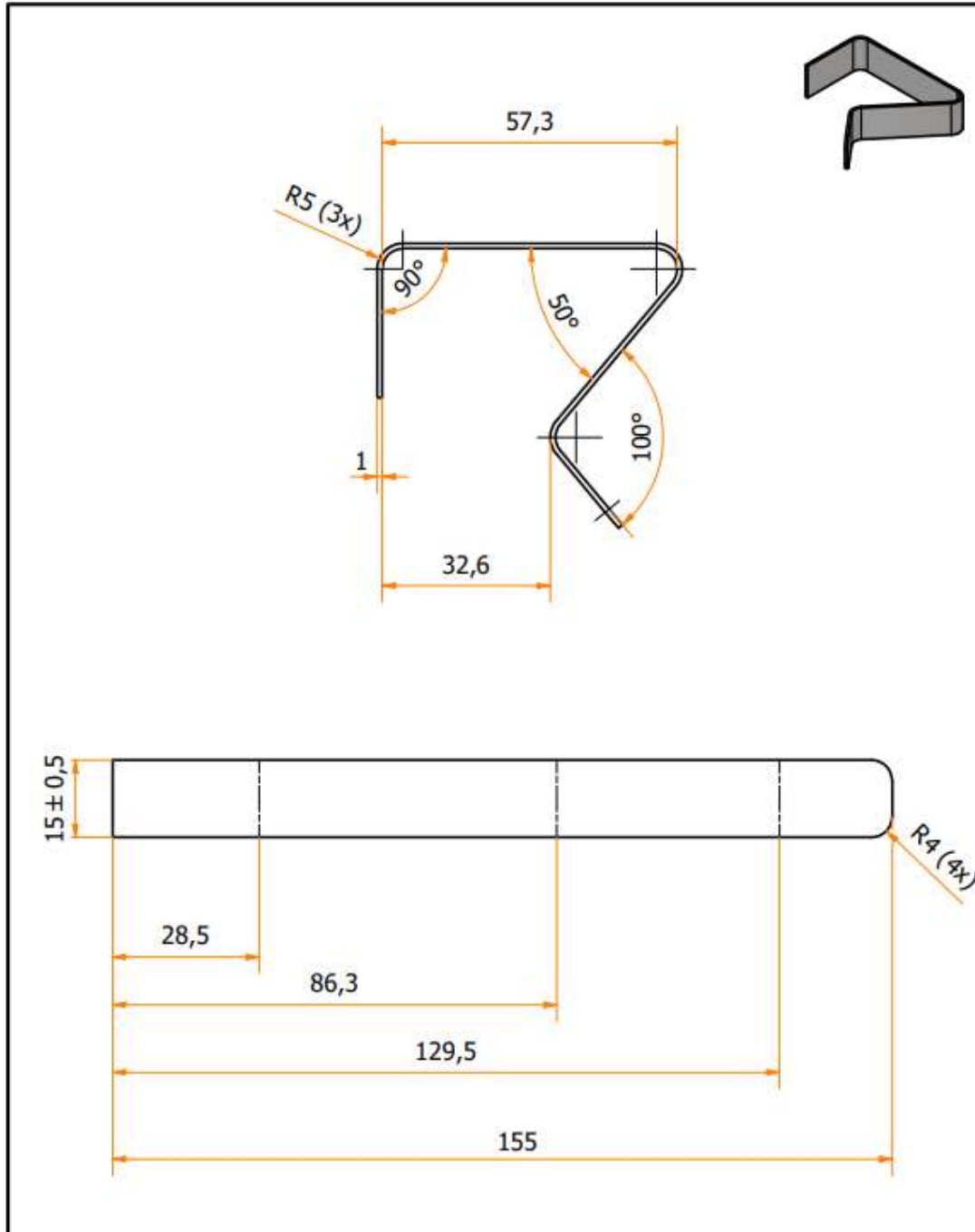


Figuur 41 toiletmaten toiletbril onderkant

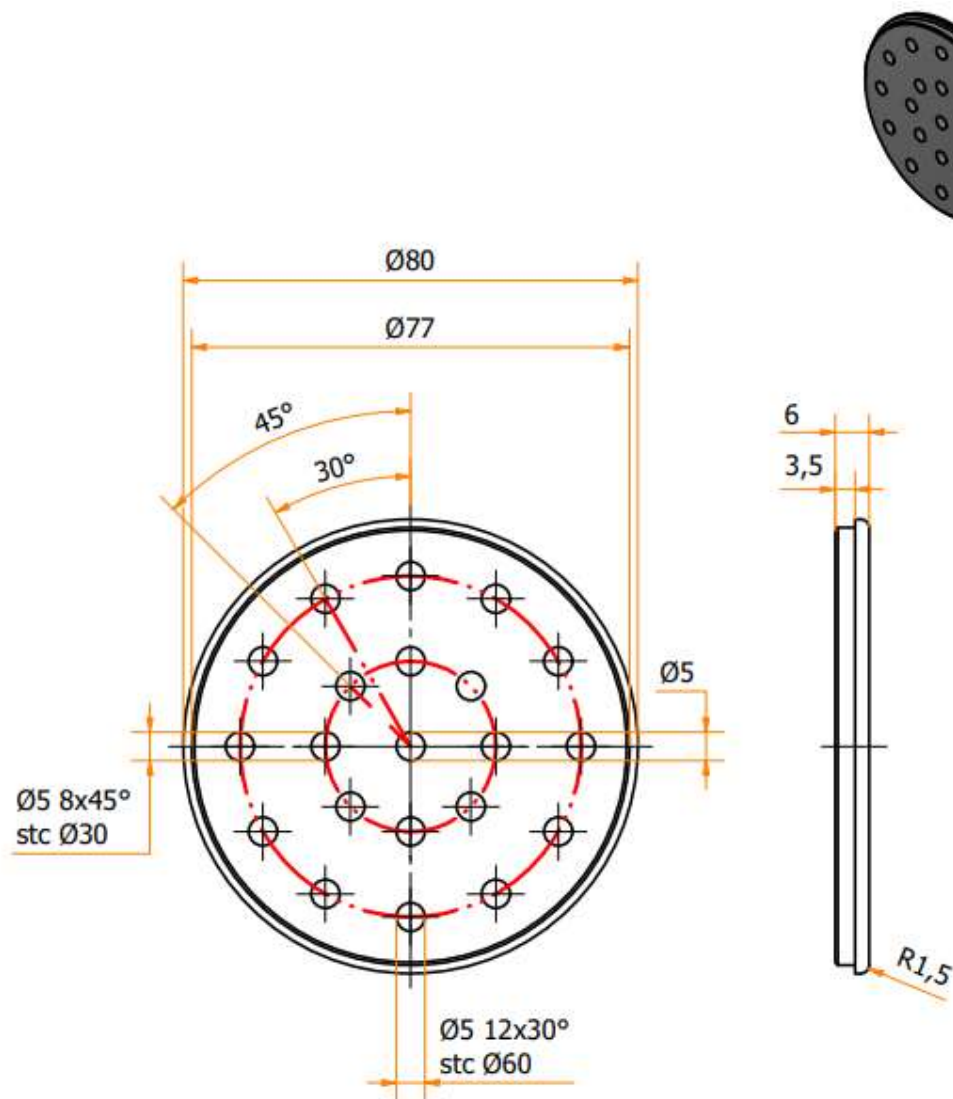


Figuur 42 Toiletmaten toiletbril zijkant

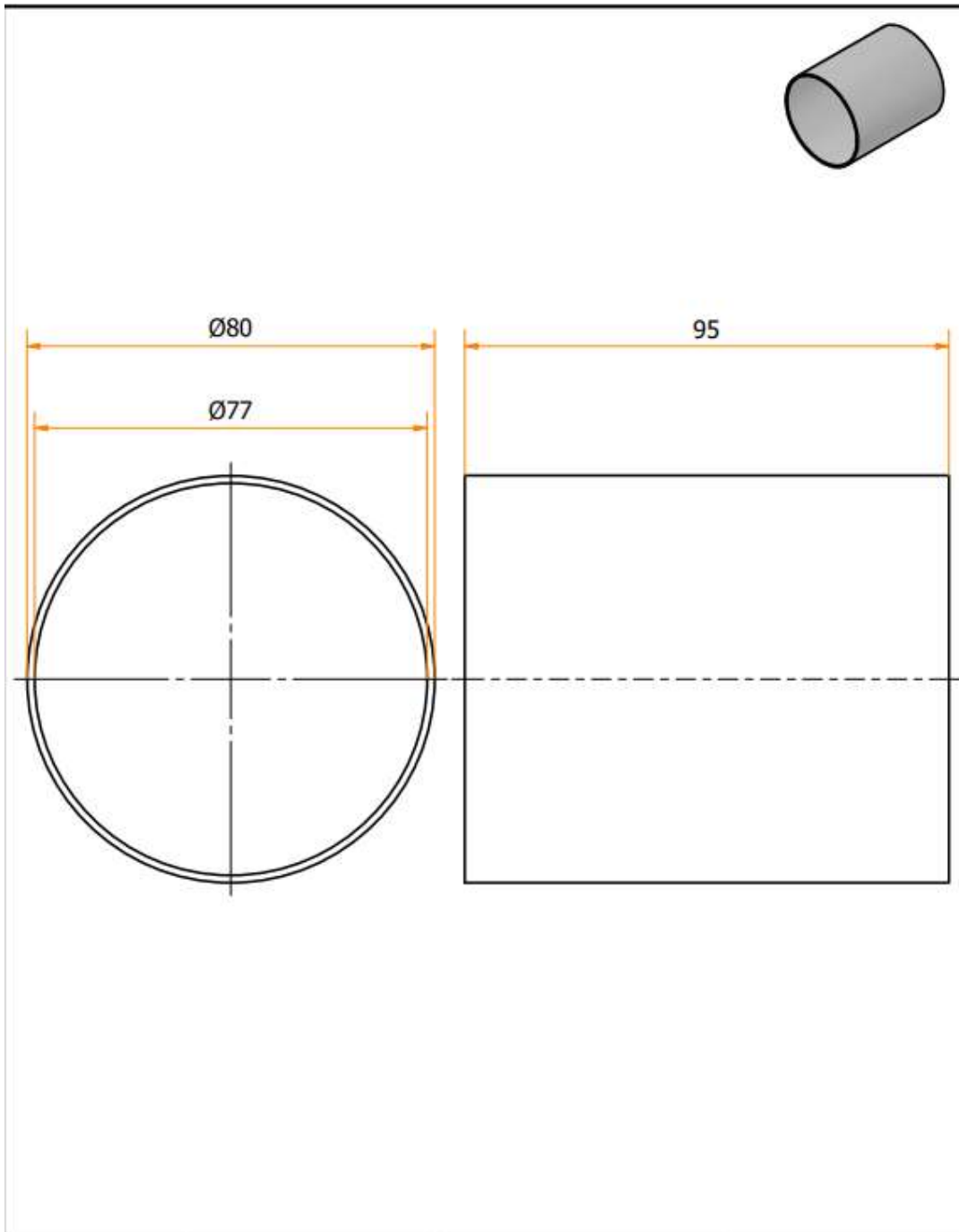
10.4 Bijlage 4: Prototype 2.0 tekeningen



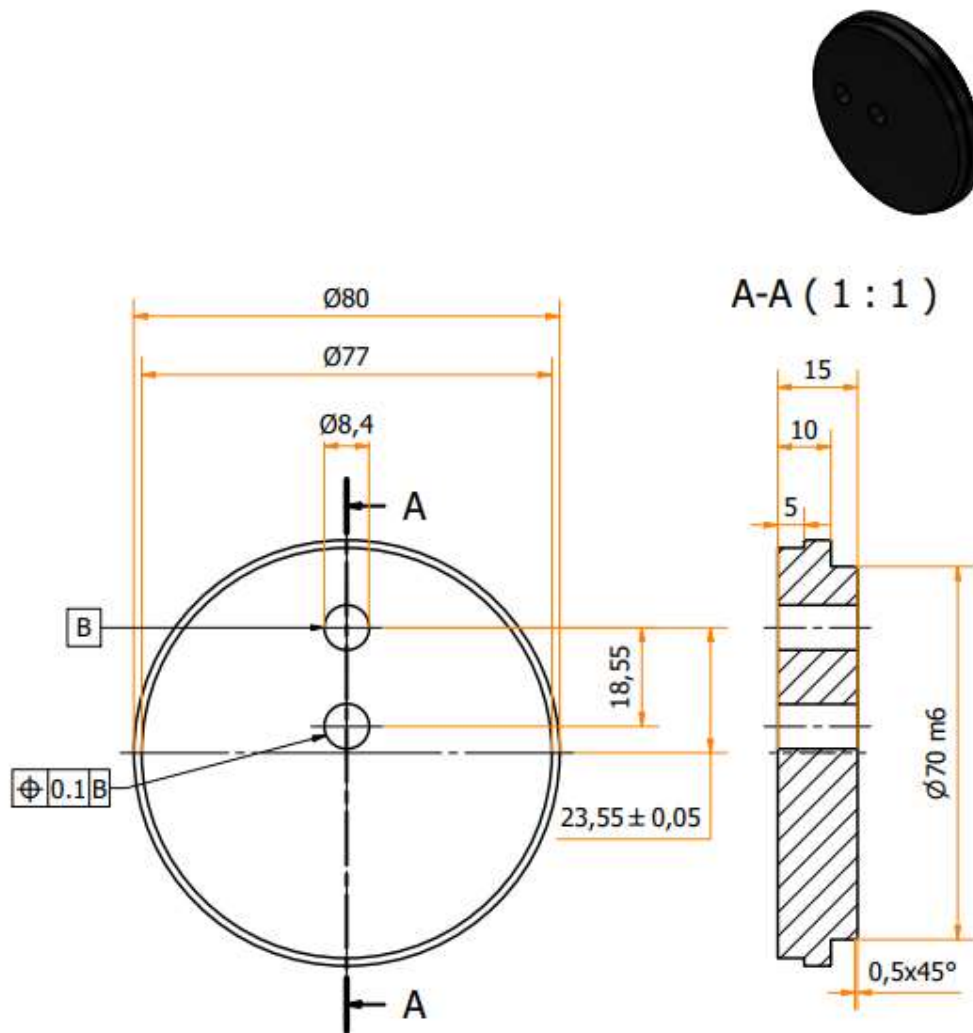
Figuur 43 Bevestiging prototype, aluminium klem haak



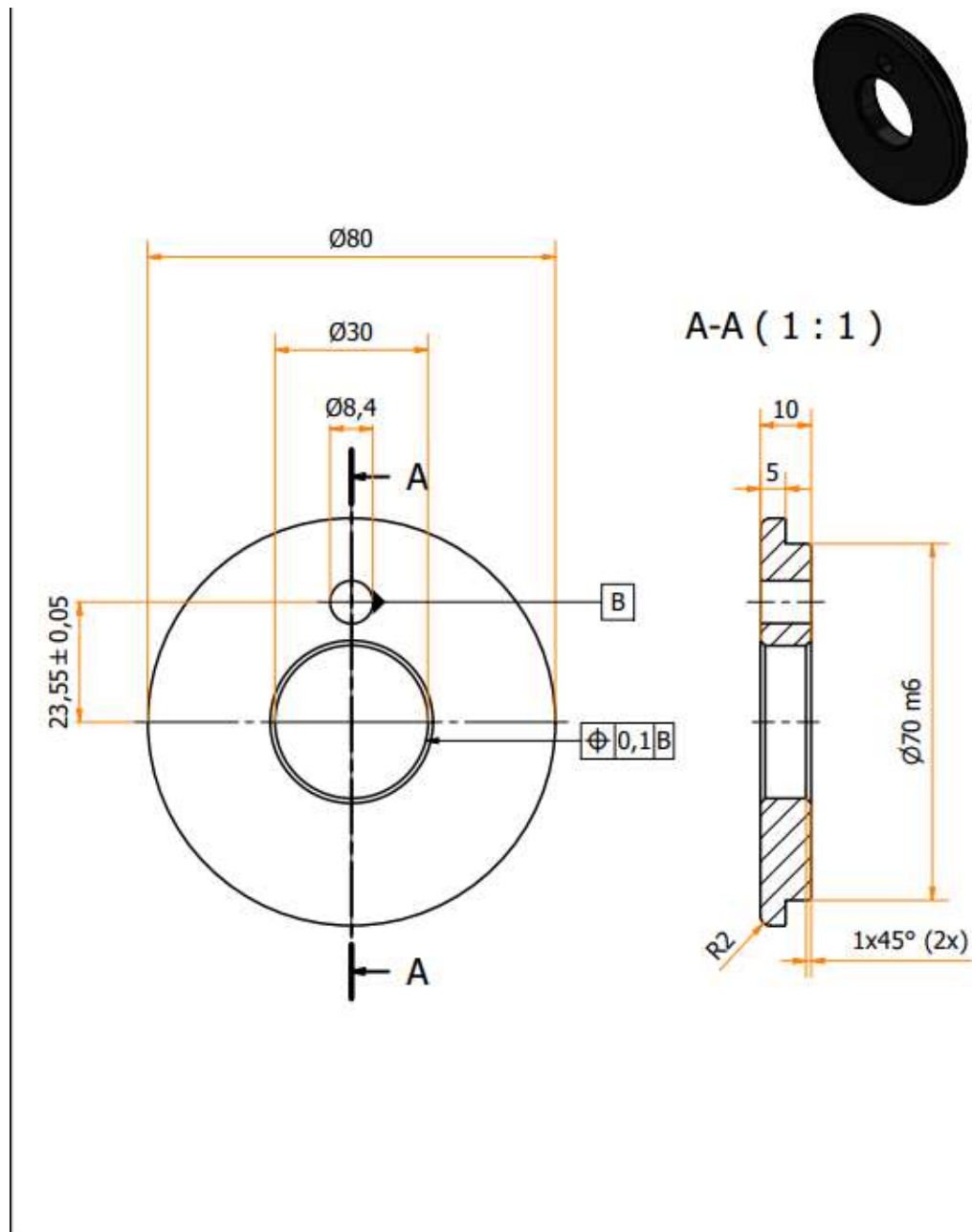
Figuur 44 reservoir prototype, onderkant



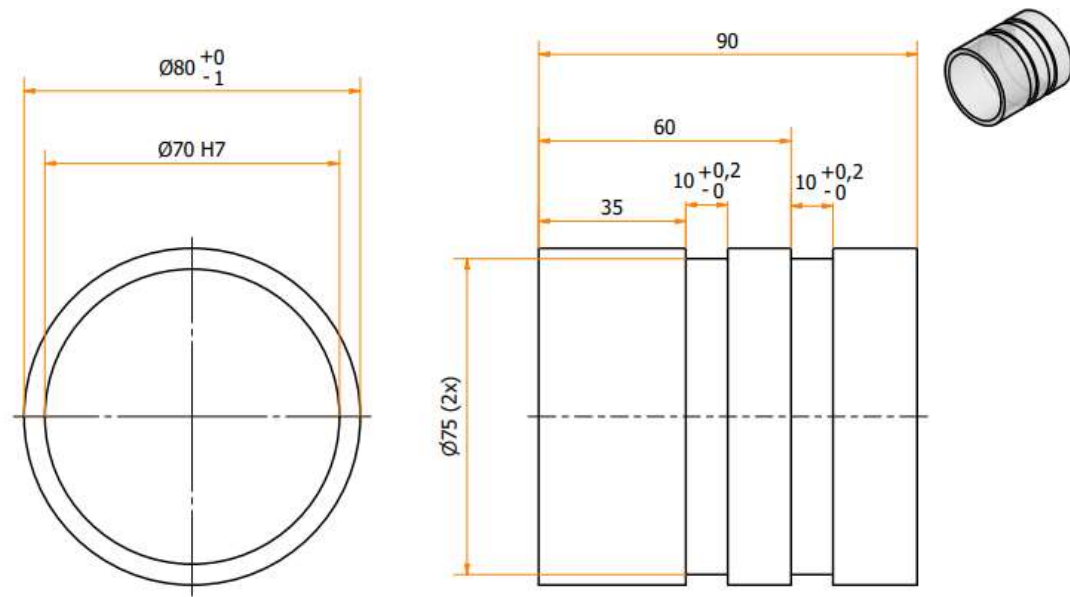
Figuur 45 reservoir prototype, opslag van batterij



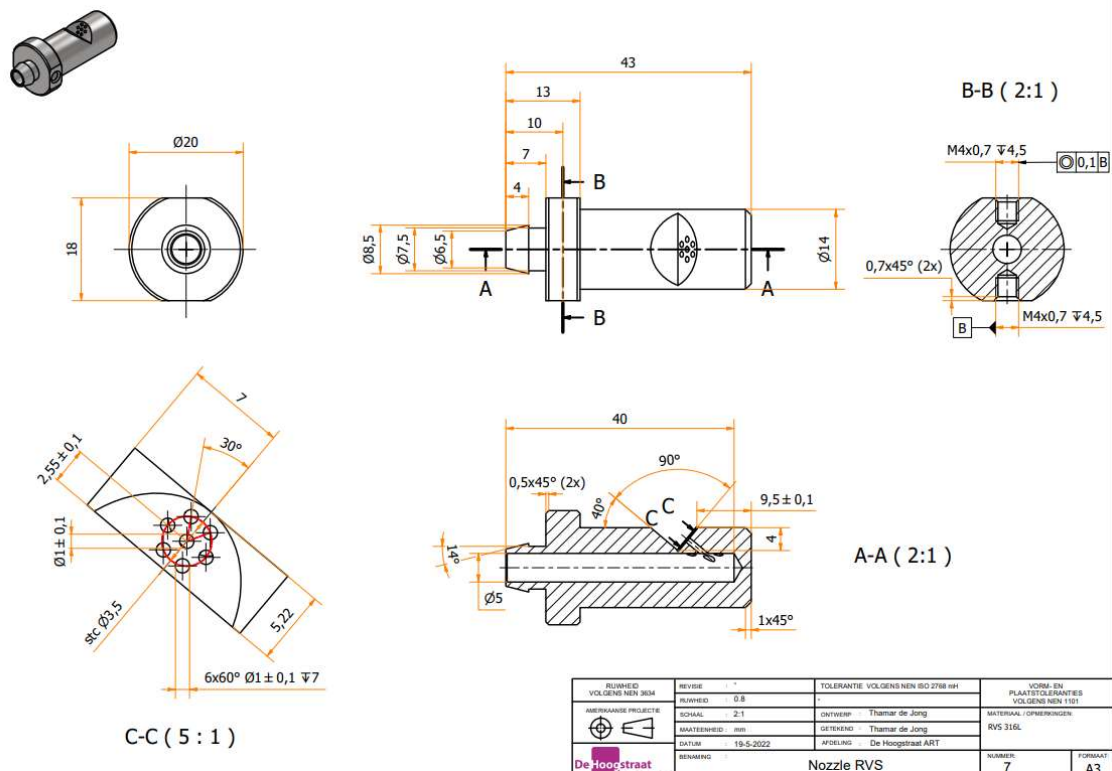
Figuur 46 reservoir prototype, midden



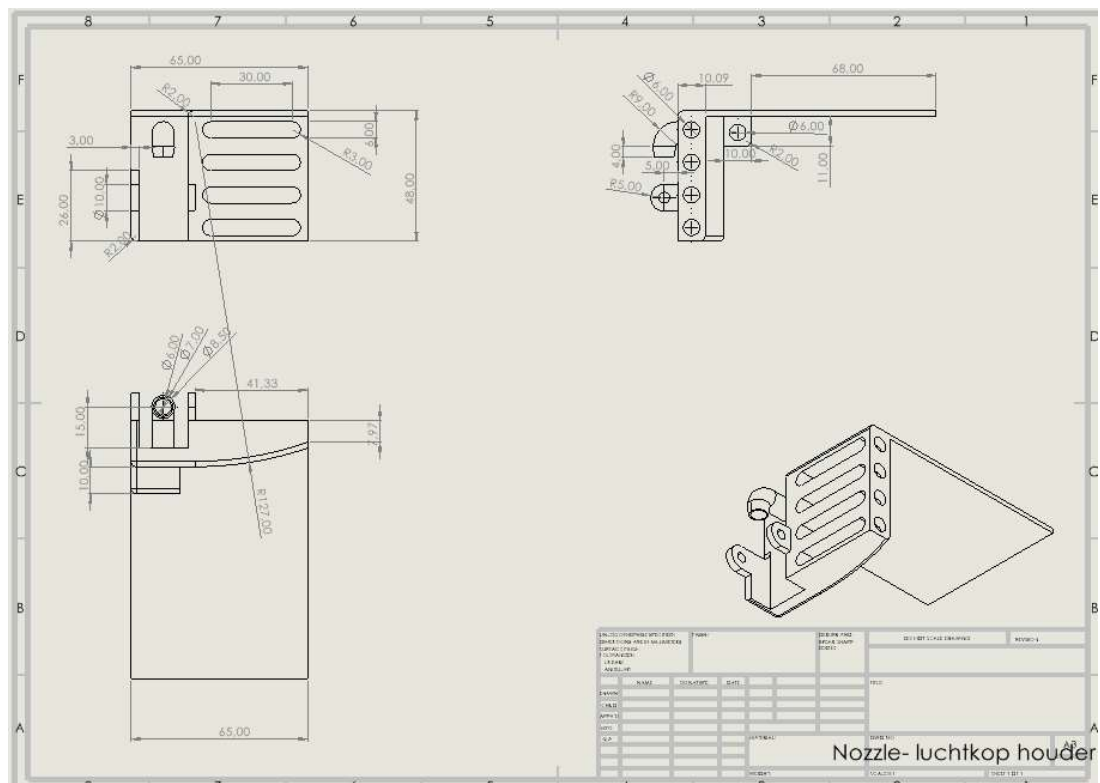
Figuur 47 reservoir prototype bovenkant



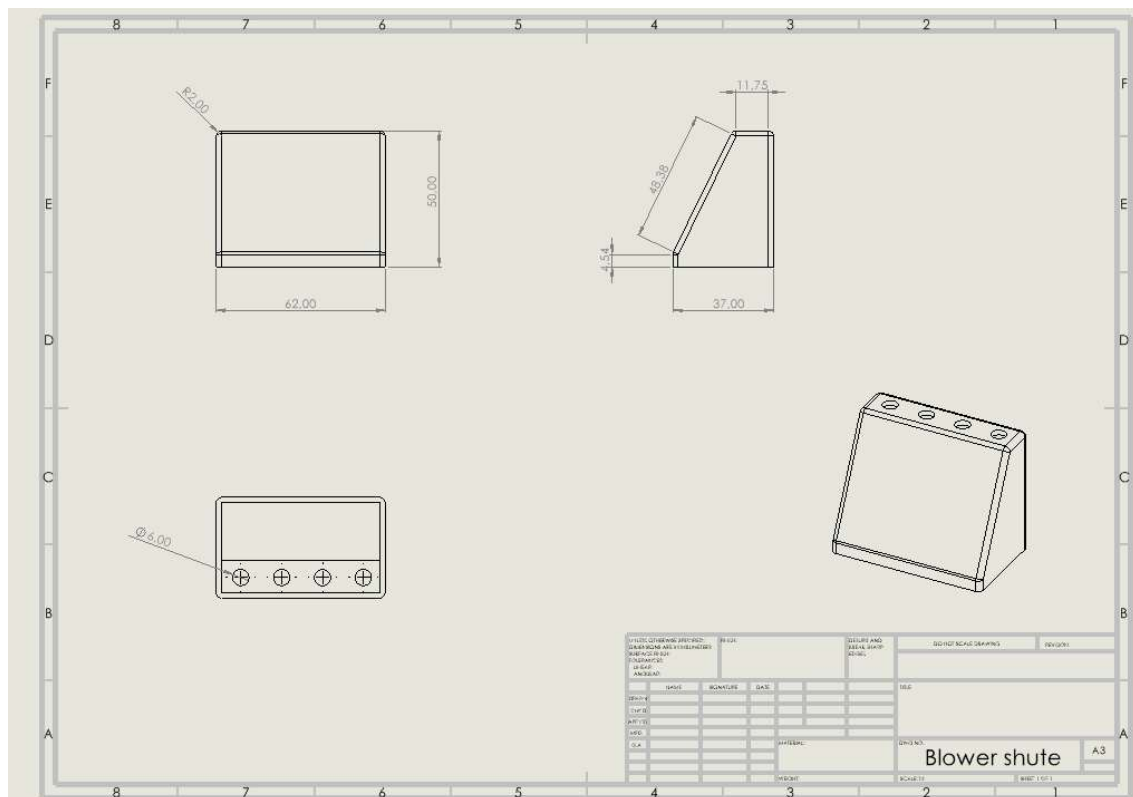
Figuur 48 reservoir prototype, water reservoir



Figuur 49 spuitkop RVS



Figuur 50 Lucht uitmonding



Figuur 51 Verlenging blower naar siliconen slangen

