

De realisering van een eenhandige loophulpmiddel

Van prototype tot productie



Naam: Thijs van Kaathoven

Datum: 13 juni 2018

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie
De Haagse Hogeschool

STUDENT:

Thijs van Kaathoven

14047160

Vierdejaars student Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

Scriptie

STAGEVERLENER:

Libra Revalidatie & Audiologie

Ir. Otten Fieldlab

Eerste begeleider: Jan Verberkt

Tweede begeleider: Ton de Lange

ONDERWIJSINSTELLING:

De Haagse Hogeschool

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

Eerste begeleider: Wytze van der Zee

Tweede begeleider: Bert Broeren

12 maart - 13 juni 2018, Den Haag

2

1) Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'De realisering van een eenhandig loophulpmiddel' welke is geschreven tussen 5 maart en 14 juni 2018. Deze scriptie is geschreven in kader van het afstudeerproject voor de opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie aan De Haagse Hogeschool te Den Haag en is uitgevoerd in het Fieldlab van Libra Revalidatie & Audiologie Eindhoven. Ten eerste wil ik Jan Verberkt, Ton de Lange, Winny Bazelmans, Wytze van der Zee en Bert Broeren bedanken voor de begeleiding die zij hebben gegeven gedurende mijn afstudeerperiode. Tevens wil ik ook Paul Steijger en Robbert Mcmeikan bedanken voor de hulp bij het vervaardigen van het prototype en uiteindelijk nog mede studenten; Sophie Jansen, Suzanne Dane, Amber Bunt en Roos Bazuin voor hun adviezen en steun.

Thijs van Kaathoven

Den Haag, 12-06-2018

2) Samenvatting

De meerderheid van mensen die een CVA hebben meegemaakt lijden aan gevolgen, zoals balansstoornis en kracht vermindering. Deze doelgroep heeft hierdoor moeite met ADL-taken. In dit project is ingegaan op de mobiliteit en zelfstandigheid binnenshuis voor deze doelgroep. Om deze aspecten te verbeteren is er op het moment een éénhandig loophulpmiddel ontworpen door Libra Revalidatie & Audiologie. Echter ervaart de doelgroep problemen tijdens het gebruik en stelt het hulpmiddel de behoeftes van de doelgroep niet tevreden. De redenen hiervoor zijn het gebrek aan een vorm van remmen en het implementeren van een dienblad met de juiste vormgeving en functionaliteit. Voor dit probleem is de volgende probleemstelling opgesteld:

"Personen met een CVA ervaren problemen tijdens het gebruik van het éénhandig loophulpmiddel, hieronder vallen het gebrek aan veiligheid, de mogelijkheid om het hulpmiddel te gebruiken in combinatie met andere taken en het gebrek aan betrouwbare steun door het ontbreken van een rem."

Het doel van dit project is het verder ontwikkelen van het huidige loophulpmiddel, met aandacht voor de remfunctie en een transportmogelijkheid voor huishoudelijke spullen (in de vorm van een dienblad). Dit hulpmiddel dient volledig geschikt te zijn voor binnenshuis gebruik met de daarbij behorende eisen

In de analysefase is onderzoek verricht naar remsystemen, wielen en dienbladen. Voor het remsysteem zijn verschillende werkmecanismen onderzocht en de mogelijke vertaling ervan naar het huidige ontwerp. Aan de hand van deze informatie zijn de mogelijke remsystemen, die vallen binnen deze criteria, onderzocht. Om te bepalen welk wiel gebruikt wordt, is onderzocht welke soorten wielen beschikbaar waren in combinatie met het remsysteem. Er is onderzoek gedaan naar de weerstand welke de band (wiel) geeft tijdens het remmen en de eigenschappen van het wiel. Voor de afmetingen is onderzoek gedaan naar het krachtspel van het wiel. Gebleken is dat een zelf lossend centraal remsysteem in combinatie met het gekozen zacht rubberen wielen het meest ideaal zijn. Enkele punten van dit remsysteem en de wielen zijn: het vaste aangrijpingspunt van het remsysteem, het synchroon activeren van de remmen, het activeren en deactiveren van het remblok kost één handeling, het materiaal van de banden heeft een hoge wrijvingskracht en de afmetingen gebruiken zorgen ervoor dat het overkomen van obstakel zo min mogelijk hinder veroorzaakt. Voor het dienblad is onderzoek gedaan naar de functies welke deze moet bezitten. Het afnemen van interviews bij de doelgroep heeft een goede basis gelegd voor de criteria waaraan het dienblad moet voldoen. Deze zijn later uitgebreid met de criteria die zijn voor gekomen uit een bespreking met de ergotherapeuten van Libra. Uit dit onderzoek is gebleken dat het dienblad grotendeels wordt gebruikt voor het meenemen van spullen. Het afneembaar maken van het dienblad wordt als een pluspunt gezien, maar is geen vereiste. Met behulp van de verkregen informatie in de analyse fase is er een pakket van eisen en wensen opgesteld, waaruit concepten zijn ontstaan. Er zijn drie concepten gemaakt, hiervan is één concept gekozen om uit te werken tot eindontwerp. Deze keuze is gemaakt door het toetsen van concepten met de kardinale methode. Het eindontwerp is geoptimaliseerd en gemodelleerd in SolidWorks. Er is begonnen met het vervaardigen van het prototype. Echter is dit proces niet volledig voltooid.

Het eindresultaat van dit project is een verbeterd éénhandig loophulpmiddel welke een bijdrage levert aan het oplossen van het probleem. Het hulpmiddel maakt gebruik van een centraal remsysteem welke de veiligheid tijdens het gebruik bevordert en een dienblad welke de zelfstandigheid tijdens het gebruik verbetert. Voor het hulpmiddel zijn de overige producten vastgesteld welke het prototype volledig functioneel maakt. Hiermee is het doel van het project grotendeels behaald.

Er zijn een aantal discussiepunten en aanbevelingen, welke in het vervolg van dit project behandelt moeten worden, zoals het adresseren van het kantelend moment richting de gebruiker en het afronden van de vervaardigingsfase om een werkend prototype te verkrijgen.

3) Inhoud

1) Voorwoord..... 3

2) Samenvatting 4

3) Inhoud 5

4) Begrippenlijst/Definities 6

5) Inleiding 7

6) Analyse 8

1) Huidige product 8

2) Marktonderzoek 9

3) Remsysteem 10

1) Centraal remsysteem 10

2) Rem activeren 11

3) Rem activering analyse 12

4) Plaatsing van de remmen 12

5) Parkeerrem 13

6) Conclusie 14

4) Wielen 15

1) Wrijving 15

2) Wielafmetingen 16

3) Conclusie 18

5) Dienblad 19

1) Gebruik en functie 19

2) Draagvermogen 19

3) Conclusie 20

6) Opzet evaluatieproces 21

7) Eisen en wensen 22

8) Ontwerp 24

1) Concepten 24

2) Kardinale methode 27

3) Eindontwerp 27

4) Materiaal- en productkeuze 28

5) Sterkte berekeningen 29

6) Technische tekeningen 30

9) Evaluatie 31

10) Discussie 32

11) Conclusie 33

12) Literatuurtijdst 34

13) Bijlage 1: Marktonderzoek 36

14) Bijlage 2: interviews CVA-patiënten 39

15) Bijlage 3: Morfologische kaart 49

16) Bijlage 4: Kardinale methode 50

17) Bijlage 5: Eindontwerp 52

18) Bijlage 6: Technische werktekeningen 55

19) Bijlage 7: SolidWorks simulatie rapport 69

20) Bijlage 8: uitkomsten evaluatiefase 76

21) Bijlage 9: Berekeningen 79

22) Bijlage 10: Krachten positionering 83

23) Bijlage 12: Projectplan 84

24) Bijlage 13: Leerdoelen 94

4) Begrippenlijst/Definities

Verklarende woordenlijst	
CVA	Cerebrovasculair accident, een storing van de bloedsomloop in de hersenen
Clearance	De ruimte die beschikbaar is
Koppel	Koppel is een maat voor het rotatie-effect van een kracht, ook wel 'torque' genoemd. Koppel wordt uitgedrukt in Newton millimeter of een andere lengte-eenheid
Dorpels	Dit is een verhoging in de vloer die vaak wordt toegepast bij een deur. Hiernaar wordt vaak verwezen als het woord drempel wordt gebruikt.
Muscle memory	Muscle memory is een fenomeen welke optreedt als een beweging zo vaak is uitgevoerd dat het maken van de beweging geen denkvermogen meer vereist. Een voorbeeld hiervan is het corrigeren van een fietsstuur om in balans te blijven.
Actuator	Een actuator is een onderdeel van een machine welke beweging overbrengt op een extern of intern onderdeel.
Servomotor	Een servomotor is een motor met daaraan een actuator bevestigd. De servomotor heeft precieze controle over de hoek of lineaire snelheid van de actuator.
Wrijvingscoëfficiënt	Een wrijvingscoëfficiënt is een getal wat de verhouding van kracht en wrijving weergeeft tussen twee objecten.
Micro-contactvlakken	Micro-contactvlakken zijn zeer kleine oppervlaktes die contact met elkaar maken.
Omgekeerd remsysteem	Dit is een remsysteem wat altijd geremd staat mits deze actief van de rem wordt gehaald
Hexagonaal	Hexagonaal is een zeshoekig figuur

5) Inleiding

Een cerebrovasculair accident (CVA) is het ontstaan van een storing van de bloedsomloop in de hersenen. In de volksmond wordt het een beroerte genoemd. Een van de gevolgen van een CVA is het verteren van een lichamelijke stroomis. Deze zit zich vaak in een (gedeeltelijke) verlamming aan één zijde van het lichaam. Dit zorgt voor problemen met balans en spierkracht (Corriveau, Hébert, Raiche, & Prince, 2004),(Nor Azlin, Aziz, Saperi, & Aljunid, 2016),(Bonita & Beaglehole, 1988). In 2016 kregen naar schatting 451.900 Nederlanders een beroerte, hiervan kregen 180.760 (40%) mensen last van een afname in balans en spierkracht (Volksgezondheidszorg.info, 2016). De verwachting is dat van deze groep, 34.2% (61.819 mensen) (Friedman, 1990), niet meer instaat zijn zich voort te bewegen zonder een loophulpmiddel.

Door de (gedeeltelijke) verlamming en/ of afname van balans en spierkracht is het uitvoeren van ADL-taken voor deze groep ernstig aangetast (Alaszewski, Alaszewski, Potter, Penhale, & Billings, 2003). Het gaan zonder ondersteuning is na genoeg onmogelijk en het combineren van het gaan met andere taken is niet haalbaar zonder hulp. Dit tast de zelfstandigheid van deze groep mensen ernstig aan. Dit resulteert in de, op één na hoogste ziekte, van Nederland op het gebied van behandeling en hulp. Libra heeft ondervonden dat de hulpmiddelen die verkrijgbaar zijn op de markt voor dit probleem niet adequaat zijn. Drie van de meest voorkomende problemen van deze hulpmiddelen zijn: het forceren van een asymmetrisch looppatroon, een te grote draaicirkel voor binnenshuis (mobiliteit) en het lichte gewicht wat wantrouw veroorzaakt in de constructie. Om toch de zelfstandigheid van deze CVA-patiënten te verbeteren heeft Libra Revalidatie & Audiologie een éénhandig loophulpmiddel ontworpen. Dit wordt voorgeschreven als een patiënt zich niet zelfstandig voort kan bewegen op het moment de patiënt een gebrek aan zelfstandigheid ervaart, welke significant te verbeteren is met het hulpmiddel.

Het hulpmiddel zorgt voor een verhoogde stabiliteit, kracht, balans en verbetert de verdeling van gewicht op de gewicht dragende structuren. Echter ontbreekt bij dit hulpmiddel een aantal componenten welke essentieel zijn voor het gebruik. Dit zijn de remmen en het dienblad.

Ten eerste ontbreekt er een functioneel doordacht dienblad wat zorgt voor een beperking van de zelfstandigheid van de patiënten tijdens het gebruik van het hulpmiddel. De functionele arm wordt gebruikt voor het hanteren van het hulpmiddel waardoor de patiënt niet in staat is andere taken uit te voeren naast het hanteren van het hulpmiddel. Een voorbeeld hiervan is het serveren van gasten of het dekken van een tafel.

Het tweede gebrek is het ontbreken van een remsysteem. Er zijn een aantal situaties waarin remmen essentieel zijn. De remmen worden gebruikt voor: het stopzetten van het hulpmiddel als deze wegrijdt bij de patiënt, in het geval dat de patiënt valt of bij het gebruik van quasi-statische loophulpmiddelen. Buiten een normale rem is de parkeerrem ook essentieel. Deze wordt gebruikt voor het totaal vastzetten van het hulpmiddel. Dit maakt het mogelijk om het hulpmiddel te gebruiken als steunpunt, voor het veilig gaan zitten en opstaan. Verder is het hulpmiddel te gebruiken als bijzettafel of als stabiel steunpunt tijdens het langdurig staan.

De gebreken die het hulpmiddel heeft maakt deze niet geschikt voor gebruik. De vraag van Libra is om de gebreken van het huidige ontwerp te verhelpen zodat deze klaar is voor officieel gebruik. Bovenstaande maakt dat de probleemstelling luidt:

“Personen met een CVA ervaren problemen tijdens het gebruik van het éénhandig loophulpmiddel, hieronder vallen het gebrek aan veiligheid, de mogelijkheid om het hulpmiddel te gebruiken in combinatie met andere taken en het gebrek aan betrouwbare steun door het ontbreken van een rem.”

Het doel van dit project is het verder ontwikkelen van het huidige loophulpmiddel om de gebreken hiervan te verhelpen. Hierdoor wordt het hulpmiddel volledig geschikt voor binnenshuis gebruik met de daarbij behorende eisen.

De uitwerking van dit probleem gebeurt aan de hand van verschillende onderzoeksfases. Er is gestart met een analysefase. Hierin is uitgelegd wat de huidige staat van het hulpmiddel is, de eisen en wensen welke zijn gesteld in het voorgaand project, een marktonderzoek en onderzoek naar remsystemen, wielen en dienbladen. Hieruit is het pakket van eisen en wensen opgesteld welke worden toegepast tijdens het verdere verloop van het proces. Vervolgens wordt de ontwerpfase begonnen waarin aan de hand van ideëschetsen, drie concepten zijn gemaakt. Aan de hand van de kardinale methode is een eindconcept gekozen welke is uitgewerkt. Dit ontwerp wordt vervaardigd en vervolgens geëvalueerd aan het pakket van eisen en wensen. Tenslotte wordt de discussie en conclusie geformuleerd, waarin het project wordt besproken en bekritiseerd.

6) Analyse

In de analysefase van dit project is de informatie opgedaan, waaruit de eisen en wensen zijn geformuleerd. Deze eisen en wensen zijn gebruikt bij het ontwerpen van het hulpmiddel in de ontwerpfase.

1) Huidige product

In dit project is het bestaande ontwerp van Libra (Steeghs, 2018)¹ verder ontwikkeld. In dit hoofdstuk wordt beknopt uitgelegd hoe het huidige hulpmiddel functioneert. Tijdens het voorgaande project is het eindontwerp niet vervaardigd (Figuur 1a), wel is er een prototype van het concept welke het hoogst heeft gescoord in de kardinale methode vervaardigd, deze is te zien in Figuur 1b. Beide representaties geven géén volledig beeld van het uiteindelijke product. Bij het eindontwerp ontbrekende de producten welke wel te zien zijn bij het prototype. De aanpassingen van het eindontwerp ten opzichte van het prototype hebben te maken met de correcte afmetingen van het hulpmiddel, de toevoeging van een plateau en het hervormen van het frame. Het eindontwerp is te beschrijven als een 'quadrair' met zwenkwielen in plaats van de rubberen doppen. De vier zwenkwielen zorgen voor optimale mobiliteit, zo is het mogelijk voor het hulpmiddel in elke richting te rijden binnen het horizontale vlak. De ergonomische handgreep is in hoogte instelbaar van 725 tot en met 935 millimeter en is uitgelijnd aan de gebruikerskant van het hulpmiddel voor maximale voetclearance. Het steunvlak bedraagt een oppervlakte van 308 bij 500 millimeter (1540 vierkante centimeter) als de wielen parallel aan de lange zijde staan. Het gehele hulpmiddel weegt negen kilogram en de hoogte van het zwaartepunt bevindt zich 159 millimeter boven de grond. Het prototype is getest door de loopgroep binnen Libra, hier waren de ervaringen positief en werd vooral aangeduid dat het gebruik van het hulpmiddel erg prettig is ten opzichte van de al bestaande hulpmiddelen. Het ontbreken van een rem of dienblad werd snel opgemerkt als nadelig, omdat dit als onveilig en onpraktisch werd ervaren.

Over het algemeen is de doelgroep positief en zien zij graag de punten, die hierboven benoemd zijn, verbeterd. In Tabel 1 zijn de voor- en nadelen van het prototype beschreven.



Figuur 1 a & b het eindontwerp (links) en het prototype (rechts) van het éénhandig loophulpmiddel ontworpen door Libra Revalidatie & Audiologie

Tabel 1 De voor- en nadelen van het huidige ontwerp van het eenhandig loophulpmiddel

Voordelen	Nadelen
Hoge stabiliteit	Niet zelfstandig te gebruiken
Hoge mobiliteit	Geen (parkeer)rem
Makkelijk in gebruik	Mogelijkheid om weg te rijden van de gebruiker (onveilig)
Relatief compact	
Hanteren kost weinig kracht	

¹ Bron afkomstig van het intranet (niet publiekelijk toegankelijk) van Libra revalidatie & audiologie

2) Marktonderzoek

In het marktonderzoek is onderzoek verricht naar oplossingen die op de markt zijn voor de gebreken die in het huidige loophulpmiddel voorkomen. Er is onderzoek gedaan naar verschillende remsystemen, wielen en dienbladen. Bij remsystemen is onderzoek welke oplossing de producten op de markt bieden voor het remmen van het zwenkwiel en de manier waarop deze remmen te activeren zijn met behulp van de hand. Voor wielen is er onderzoek gedaan naar het soort wielen die gebruikt worden in de gezondheidszorg met betrekking tot eigenschappen, materiaal en afmetingen. Voor het dienblad is onderzoek welke functie deze bezitten en naar oplossingen die voor verscheidene problemen zijn bedacht. Dit hoofdstuk geeft een samenvatting weer van de onderzonden producten en resultaten, voor meer informatie van het marktonderzoek, zie Bijlage 1.

Remsystemen

Uit het onderzoek is gebleken dat de meeste zwenkwielen een rem bezitten met een rempedaal welke mee zwenkt met het wiel. Hierdoor verandert de positie waarop de remmen worden geactiveerd, afhankelijk van de oriëntatie van het wiel. Een klein aantal zwenkwielen hebben een vaste positie waarop de rem wordt geactiveerd, dit zijn de zogenaamde 'zwenkwielen met centraal remsysteem'. Bij deze groep wielen wordt de rem geactiveerd door het roteren van een hexagonale staaf, welke loodrecht door de ophanging van het zwenkwiel is gestoken. Verder zijn er nog enkele zwenkwielen die worden geremd en bestuurd door een elektronisch systeem.

De manier waarop de remsystemen worden geactiveerd is meestal met behulp van een voetpedaal met uitzondering van het elektronisch bestuurd remsysteem. Om de remmen te activeren met behulp van de hand is er in de meeste gevallen een aanpassing nodig om dit mogelijk te maken.

Wielen

In het onderzoek naar wielen is specifiek gekeken naar wielen die worden gebruikt in de zorg. Gebleken is dat de banden van de wielen vrijwel altijd gemaakt zijn van een zacht soort rubber met kleine variaties in rubbersoort. Deze banden hebben in het algemeen een hogere wrijvingscoëfficiënt dan wielen van een hard soort rubber. Hier wordt in hoofdstuk 6.4.1 dieper op in gegaan. De zacht rubberen banden zijn slijtbestendig, waterafstotend, schok- en geluiddempend en verder zijn alle banden van de wielen massief. Een klein aantal wielen zijn gemaakt van andere materialen, maar deze worden alleen gebruikt in situaties met extreme omstandigheden, zoals omgevingen waar deze in contact komen met zuur of omgevingen waar het steriel moet blijven. De diameter van de wielen varieert sterk afhankelijk van de gebruikssituatie. Voor een ondergrond met grote oneffenheden en obstakels is de diameter groter dan voor wielen die rollen over een vlakke ondergrond. De breedte ligt gemiddeld rond de 40 à 50 millimeter. Hiervan zijn de wielen met een diameter en breedte welke aan de kleinere kant zijn, vaak bestemd voor binnen gebruik en lichte apparatuur.

Dienbladen

Voor dienbladen is onderzoek verricht naar het gebruik binnen de gezondheidszorg. Dit heeft plaats gevonden op twee locaties van het Amphia ziekenhuis in Noord-Brabant en binnen Libra in Eindhoven. Uit onderzoek blijkt dat de dienbladen binnen de zorg dezelfde functie en vormgeving bezitten als die voor een alledaags gebruik dienblad met enkele uitzonderingen. De meest voorkomende uitzondering is het gebruik van een bekerhouder, gevolgd door een antislipcoating en een uitsparing waar een bord in geplaatst wordt. In hoofdstuk 6.5 wordt verder ingegaan op dit onderwerp naar de verwachtingen van potentiële gebruikers en ergotherapeuten.

9

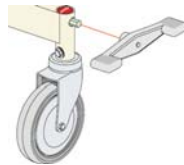
Hierdoor worden deze remsystemen niet verder besproken in dit onderdeel.

Wielen met centraal remsysteem (industrieel)

Industriële wielen met een centraal remsysteem worden gebruikt voor industriële doeleinden. Het grootste verschil tussen deze en die gebruikt worden in ziekenhuizen, is dat deze automatisch lossend zijn. Dit betekent dat de rem alleen geactiveerd is op het moment dat er een roterende kracht wordt geleverd op de hexagonale staaf. Deze zwenkwielen bezitten echter geen mogelijkheid voor het blokkeren van de zwenkfunctie.

Wielen met centraal remsysteem (ziekenhuisbedden)

Deze remmen worden ook gebruikt in ziekenhuisbedden en zijn verkrijgbaar in twee mechanische uitvoeringen, één waarbij alleen de wielrotatie in rijrichting wordt geblokkeerd bij het activeren van de rem en één waarbij de wielrotatie in rijrichting en in zwenkrichting te blokkeren is. Elk type rem wordt in werking gesteld door het roteren van de hexagonale staaf welke door het aangrijpingspunt van elk van beide remmen is gestoken. Aan de staaf is een pedaal (momentsarm) bevestigd om de rotatie met behulp van de voeten uit te voeren (Figuur 3). De richting van de rotatie bepaalt op welke stand de remmen staan. De rotatie wordt ingedeeld in drie stappen: Neutraal (0°) waarin alle wielen vrij kunnen zwenken en rollen. Een positieve rotatie van +15°, waarin de wielen in beide richtingen (rijrichting en zwenk richting) worden geblokkeerd. Een negatieve rotatie van -15°, waardoor alleen de wielen in rijrichting worden geblokkeerd. In beide laatstgenoemde situaties is het remsysteem te deactiveren door actief het pedaal in de neutrale stand te zetten.



Figuur 3 Centraal remsysteem, aangrijpingspunt van het pedaal op de hexagonale staaf

2) Rem activeren

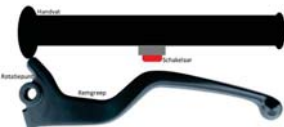
Uit voorgaand onderzoek is gesteld dat de rem te bedienen moet zijn door middel van een knijp beweging met één hand. De parkeerrem valt hier ook onder. Het is belangrijk dat de rem geactiveerd wordt door een beweging waarmee mensen bekend zijn. Hiermee wordt bedoeld dat de rem te activeren moet zijn zonder hierbij na te denken. Dit wordt ook wel 'muscle memory' genoemd. Dit is mogelijk door de beweging van de rem te laten lijken op een fiets rem, hiermee is het overgrote deel van de Nederlandse bevolking bekend. Omdat de remmen worden gemonteerd door een roterende beweging, moet deze omgezet worden naar bijvoorbeeld een lineaire knijpbeweging. Het gecontroleerd activeren van de rem is een fundamenteel onderdeel van het hulpmiddel, deze zorgt voor veiligheid en controle. Hiervoor zijn een aantal opties welke in de onderstaande koppen zijn beschreven.

Remkabel

Een remkabel is een metalen kabel welke wordt gebruikt om kracht vanaf een remgreep over te brengen op de rem. Dit betekent dat er voor de rem een scharniermechanisme ontworpen moet worden om het aangrijpingspunt van de rem binnen handbereik te plaatsen. Liggend aan de terugtrekking van de remkabel bij de knijpende beweging moet er een mechanisme ontworpen worden om de hexagonale staaf adequaat te roteren.

Elektronisch

Door middel van elektronica is het mogelijk om een rem te activeren. De interface waarmee de gebruiker communiceert met de rem is in dit soort gevallen bijvoorbeeld een knop, schakelaar of ander inputapparaat. Deze inputapparaten zijn te verwerken in conventionele remgrepen om zo gebruik te maken van de patiënt zijn muscle memory, een voorbeeld van deze situatie is geschetst in Figuur 4. Dit zorgt ervoor dat het de benodigde kracht voor het activeren, hoogstwaarschijnlijk onder de 13,8 Newton blijft. Vanaf dit inputapparaat wordt er een signaal doorgegeven aan een controller. Deze controller stuurt een servomotor aan welke met behulp van de



Figuur 4 Voorbeeld scenario voor het activeren van een elektronische rem met een bekende beweging

11

3) Remsysteem

Dit hoofdstuk geeft een concrete invulling aan het ontwerp van een remsysteem voor het éénhandig loophulpmiddel. Hierbij wordt aangenomen dat het bedoelde hulpmiddel vier zwenkwielen bevat, waarvan minimaal twee wielen gekoppeld geremd moeten worden. Dit is ter preventie van de rotatie die optreedt tijdens het remmen met een wiel welke niet precies in het verlengde ligt van de rijrichting, deze situatie is in Bijlage 9 uitgebreider beschreven. In een dergelijke situatie is er sprake van een centraal remsysteem zoals dat voorkomt bij ziekenhuisbedden en lastwagens in de industrie. Er is ingegaan op wat een centraal remsysteem inhoudt, de verschillende uitvoeringen ervan, de verschillende mogelijkheden om een rem te activeren en de plaatsing van het remmechanisme in het hulpmiddel. In het voorgaande project is er een globale analyse gedaan naar het remsysteem die nodig is voor het éénhandig loophulpmiddel. Op basis van de globale analyse is er een lijst opgesteld van eisen en wensen voor een dergelijk remsysteem. Deze zijn weergegeven in Tabel 2 en zijn mee opgenomen in het volledige pakket van eisen en wensen. Voor dat er hierop ingegaan wordt, wordt kort geschetst wanneer het remsysteem in werking moet treden tijdens gebruik.

Het al dan niet blokkeren/remmen van het hulpmiddel is afhankelijk van de uit te voeren activiteit van de gebruiker. Van een zit positie naar staan en weer terug, is een ADL-taak net zoals het lopen met het hulpmiddel. Deze laatste taak is op te splitsen in een dynamisch gedeelte en een quasi-statisch gedeelte. Tijdens het lopen wisselen dynamische en quasi-statische fasen elkaar af. In de quasi-statische fase moet het hulpmiddel gedurende een korte tijd als een statisch rustpunt functioneren dat door de gebruiker in te zetten is door het hulpmiddel kort op de rem te zetten.

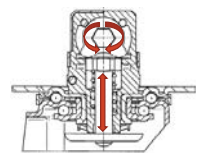
Voor het zitten naar staan en terug wordt er van het hulpmiddel verwacht dat deze gedurende het verloop van de taak niet van plaats verandert. Oftewel, minimaal twee wielen, bij voorkeur alle wielen, moeten in een volledig geblokkeerde stand verkeren.

Tabel 2 Eisen en wensen voortgekomen uit het voorgaande project van Libra (Steechgs, 2018)²

Eisen
Het loophulpmiddel moet een parkeerrem bevatten
Het loophulpmiddel moet een rem bevatten die met de hand te bedienen is, waarbij de rem in werking moet kunnen worden gesteld door een knijpbeweging van de handen
Het loophulpmiddel moet een eenhandige rem bevatten
De remgreep van het loophulpmiddel moet met maximaal 13,8 Newton te bedienen zijn
De rem moet bediend kunnen worden onder een kracht van maximaal 720 Newton
Wensen
Het is wenselijk dat er een mogelijkheid is dat de eenhandige rem in combinatie met een sleeprem wordt gebruikt

1) Centraal remsysteem

Een centraal remsysteem dat gebruikt wordt bij zwenkwielen bestaat uit een horizontaal lopende hexagonale staaf die twee verticale buizen verbindt waarin elk een zwenkwiel aanwezig is. Boven het zwenkwiel in de bus bevindt zich een remblok dat door draaiing van de hexagonale staaf naar beneden beweegt tot op het wiel en zodoende het wiel remt. Dit systeem wordt weergegeven in Figuur 2. Door een speciale veeconstructie wordt het remblok weer naar boven bewogen als de hexagonale staaf wordt teruggedraaid. De wielen kunnen in niet-geblokkeerde situatie 360 graden onafhankelijk van elkaar zwenken in het horizontale vlak. Deze remmen bezitten de mogelijkheid om het aangrijpingspunt te verplaatsen met behulp van de hexagonale staaf. Het aangrijpingspunt verandert hierdoor niet ongeacht de oriëntatie van de wielen. Dit is voordelig als het gewenst is om de rem te initiëren vanaf een statisch punt. Hierom zijn zwenkwielen met een centraal remsysteem geschikt voor het toepassen op het hulpmiddel. Er is gekeken naar andere soorten remmen, zoals een sleeprem, drukrem, omgekeerd remsysteem en meer. Echter bleken deze al in een vroeg stadium niet te voldoen en toepasbaar te zijn op het hulpmiddel. Dit kwam door een gebrek aan mobiliteit, adaptieve mogelijkheden en vormgeving.



Figuur 2 Werking van een zelf lossend centraal remsysteem (industrieel)

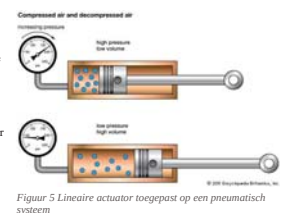
² Bron afkomstig van het intranet (niet publiekelijk toegankelijk) van Libra revalidatie & audiology

10

servoarm (momentsarm) de roterende beweging toepast om de rem te activeren. Het is belangrijk dat de servomotor voldoende koppel en snelheid produceert om de rem te activeren op een gecontroleerde manier en dat de accu het juiste voltage en stroom geeft.

Pneumatisch en hydraulisch

Het is mogelijk om de rem in werking te stellen met behulp van een pneumatisch (luchtdruk) of een hydraulisch (hydraulische vloeistoffen) systeem. Deze systemen maken gebruik van een verschil in druk om een beweging te veroorzaken in de actuator van het apparaat. Deze beweging is te gebruiken om een rotatie te creëren voor het activeren van het remsysteem. In Figuur 5 is een systeem met een lineair actuator uitgebeeld. Deze moet bevestigd worden met behulp van een scharnier om de baan van de momentsarm van het remsysteem te volgen. Echter kunnen lekkages regelmatig voor bij deze systemen waardoor de rem niet of slechter te activeren is.



Figuur 5 Lineaire actuator toegepast op een pneumatisch systeem

3) Rem activering analyse

Voor het activeren van de rem moet kracht worden gezet op de remgreep. Deze mag volgens eis 35 niet boven de 13,8 Newton uitkomen. In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan naar het krachttenspel rond het remsysteem en wat ervoor nodig is om aan de eisen te voldoen.

Remkabel aantrekken

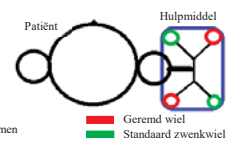
Gedurende het remmen wordt de remkabel ingetrokken door het knijpen in de remgreep. De lengte hiervan hangt af van de grootte van de rotatie in de hexagonale staaf en het pedaal (momentsarm) die hieraan is bevestigd. Volgens de berekeningen is een minimale terugtrekking van 21,4 millimeter benodigd bij het gebruiken van een pedaal van 28 millimeter en een rotatie van 45°. De berekeningen hiervoor staan in Bijlage 9.

Maximale kracht

Eis 35 stelt dat de kracht, benodigd voor het remmen, niet boven de 13,8 Newton mag uitkomen. Aan de hand van deze kracht en de bekende afmetingen van het remsysteem is berekend wat de maximale koppel (torque) is die de doelgroep produceert. Gebleken is dat de maximaal te leveren koppel 1545,6 Newton millimeter is (zie Bijlage 9). Als de koppel voor het activeren van het remsysteem hierboven valt het niet mogelijk voor de doelgroep de remmen te gebruiken.

4) Plaatsing van de remmen

De plaatsing van de remmen is erg belangrijk voor de stabiliteit van het hulpmiddel. Er wordt gebruikgemaakt van vier wielen. Het minimaal aantal remmen is twee, omdat dit voorkomt dat het hulpmiddel gaat roteren tijdens het remmen. Voor de plaatsing van de remmen is onderzoek gedaan naar de gevolgen van de mogelijke combinaties. Als de remmen parallel aan elkaar worden geplaatst, is er altijd één richting in het horizontale vlak waarin de kansen op het omkanten van het hulpmiddel vergroot is. Door de remmen diagonaal aan elkaar te plaatsen, zoals te zien is in Figuur 6, is de kans op kantelen tijdens het remmen verminderd. Op het moment dat er geremd wordt, dreigt er een kanteling te ontstaan over de as van de remwielen door de grote voorwaartse kracht die abrupt beëindigd wordt. Dit veroorzaakt een verhoogde normaalkracht op het, op dat moment, voorste wiel en een verlag van de normaalkracht op de overige wielen, aangekomen dat de bewegingsrichting voorwaarts is in deze situatie. Het verlagen van de normaalkracht op de geremde wielen als gevolg van de verhoging in het voorste wiel, verlaagt ook de wrijvingskracht en is er kans op slippen. Het slippen van de wielen zorgt ervoor dat het hulpmiddel mindersnel kantelt.



Figuur 6 Plaatsing van de geremde zwenkwielen vanuit het bovenaanzicht gezien

12

5) Parkeerrem

Het hulpmiddel moet een parkeerrem bezitten. Een parkeerrem is een rem welke geactiveerd blijft zonder constante interactie met de remgreep. Deze parkeerrem wordt gebruikt voor het vastzetten van het hulpmiddel in situaties waarin de gebruiker de rem niet vastheeft, zoals het gaan zitten of opstaan. Allereerst is er gekeken naar de bestaande relevante parkeerremmen op de markt. Dit is terug te vinden in Bijlage 1. Naar aanleiding van de in hoofdstuk 6.3.1 beschreven literatuur is gekozen voor het centraal remsysteem (industriële). Dit remsysteem vergt constante kracht op het aangrijpingspunt om de wielen te blokkeren. Dit betekent dat er een optie moet zijn waarop de rem geactiveerd blijft.

Blokkeren

Een manier om de parkeerrem te activeren is het blokkeren van de remgreep. Dit houdt in dat deze wordt vastgezet op de ingeknepen positie. Als de remgreep wordt geblokkeerd wanneer deze ingeknepen is blijft de kabel kracht uitoefenen op de rem. De remgreep is op meerdere manieren te blokkeren. Twee voorbeelden hiervan zijn het schuiven van een pin door de hendel wanneer deze is ingeknepen (Figuur 7) of met behulp van een haak die wordt bevestigd om de greep. Er zijn meer van deze soort remgrepen die gebruik maken van het blokkeren maar het principe van al deze is hetzelfde als die hierboven staan beschreven.



Figuur 7 Fietsrem welke te blokkeren is met behulp van een pin



Figuur 8 Conventionele rollatorrem met twee standen ingetrokken en omlaag gedruwd

Rollatorrem

Een conventionele rollatorrem, zoals te zien in Figuur 8, heeft twee standen: de handrem en de parkeerrem. De remgreep is zo ontworpen dat de remkabel wordt aangetrokken wanneer de greep in een van de beide posities staat (omhoog of omlaag). Het omhoog plaatsen van de rem wordt gebruikt tijdens het lopen om af te remmen. Het omlaag plaatsen van de rem is de parkeerrem. Deze blijft door het ontwerp van de greep vast staan en is van deze stand af te halen door handmatig de remgreep omhoog te trekken. Deze stand wordt gebruikt bij het opstaan of als er wordt plaatsgenomen op de zitting van de rollator.

Elektronisch

Voor een elektronische parkeerrem is het verstandig het hele remsysteem elektronisch te maken zodat er niet overbodig twee remsystemen worden gebruikt. Het integreren van een parkeerrem op een elektronisch remsysteem vergt een aanpassing in de software en hooguit een extra input. In het programma moet een optie komen om constant kracht uit te voeren op de rem. Verder is er een servomotor gebruikt welke geen energie verbruikt in een statische toestand. Dit voorkomt het ongewenst leeglopen van de accu en het plotseling vrijkomen van de rem.

13

4) Wielen

Naar aanleiding van hoofdstuk 6.3.1 is besloten om gebruik te maken van industriële wielen met een centraal remsysteem. In deze categorie is er nog keuze tussen verschillende soorten wielen. Om hier een besluit over te nemen is er in het onderstaande hoofdstuk aandacht besteed aan de verschillende aspecten van deze wielen. Er wordt stilgestaan bij het fenomeen wrijving en wielafmetingen. Deze aspecten hebben beide invloed op de prestatie van het gebruik van het hulpmiddel.

1) Wrijving

Het hulpmiddel heeft tijdens gebruik vier bewegingsomstandigheden: stilstand in geremde situatie (maximale werking rem), stilstand zonder rem, rijdend tot geremd stilstand (al rijdend remmen) en rijdend zonder het in werking stellen van de rem. In volledig geremde toestand moet het eenarmige hulpmiddel fungeren als stabiel steunpunt voor de gebruiker. De vier wielen van het hulpmiddel moeten genoeg wrijving met de ondergrond bezitten dat er geen glijbeweging (met slepende wrijving) optreedt bij een horizontale kracht. Er is dan sprake van statische wrijvingskracht. De wrijvingskracht tussen wiel en ondergrond is afhankelijk van: de materiaalkeuze van het wiel, ondergrond en eventuele aanwezigheid van vloeistoffen en vuil tussen de materialen. De grootte van het contactvlak tussen wiel en ondergrond is niet bepalend, wat wil zeggen dat de elasticiteit van het wiel materiaal, de diameter en breedte geen rol spelen.

Bij niet-geremd gebruik van de éénarmige hulpmiddel is er sprake van rolweerstand tussen de wielen en de ondergrond (ook in de lagers van de wielen). De coëfficiënt van rollende wrijving tussen twee objecten is veel lager dan glijdende wrijving. Coëfficiënten van zowel statische, glijdende en rollende wrijving tussen twee objecten, zoals een kunststof wiel en een vlakke betonnen ondergrond moeten experimenteel worden bepaald. Dit is godturende dit project niet mogelijk vanwege de beperkte tijd. Wel is een literatuuronderzoek naar deze coëfficiënten uitgevoerd.

In dit onderdeel wordt onderzocht welk wiel materiaal de grootste weerstand biedt op de drie meest voorkomende vloeren. Uit persoonlijk contact met de filiaal managers van Roobol, Gamma en Hornbach in Tilburg (persoonlijke communicatie, 21 maart 2018) is gebleken dat de volgende vloeren: parket, pvc en laminaat, het meest verkocht zijn in 2017. De banden (wielen) met centraal remsysteem zijn verkrijgbaar in twee materialen soorten, de eigenschappen hiervan zijn weergegeven in Tabel 4. Om de wrijvingskracht te berekenen van het hulpmiddel in statische toestand, wordt de volgende formule gebruikt:

$$F_w = \mu_w * F_n$$

Waarin F_w de wrijvingskracht in Newton is, F_n de normaalkracht loodrecht op het oppervlak in Newton en μ_w de wrijvingscoëfficiënt is. Niet voor alle materiaalcombinaties zijn de wrijvingscoëfficiënt bekend. In het geval dat er geen wrijvingscoëfficiënt bekend is, wordt de berekening niet uitgevoerd. De resultaten van de berekening zijn weergegeven in Tabel 5, de uitwerkingen van de berekeningen staan in Bijlage 9.

Tabel 4 materiaaleigenschappen van de zacht en hard rubberen band

	Zacht rubber	Hard rubber
Kleur	Grijs	Zwart
Hardheid van de band	Shore A 65	Shore A 80
Werktemperatuur (°C)	-20 tot 80	-20 tot 60
Dynamisch draagvermogen kg	300	300
Kenmerken	Niet strepend, schok dempend, massief, weerstand bestendig, geluiddempend	Massief, weerstand bestendig, schok dempend

Tabel 5 wrijvingsweerstand uit gedrukt in newton tussen de verschillende materialen en ondergronden

	Zacht rubber	Hard rubber
Parket	85,5 N	63 N
Pvc	70,2 N	
Laminaat	36,0 N	

15

6) Conclusie

In dit hoofdstuk is gekeken naar de verschillende aspecten voor het remsysteem. Aan de hand van de verkregen informatie zijn de volgende conclusies getrokken over het remsysteem: voor de rem is gekozen voor de zwenkwielen met centraal remsysteem welke zelf lossend zijn. Hierdoor is de rem tijdelijk te activeren met één handeling, omdat de rem automatisch terugkeert naar de ongeremde situatie. Daarnaast is onderzocht dat er minimaal twee remmen diagonaal aan elkaar geplaatst moeten worden om een veilige remsituatie te creëren. Omdat de snelheden en krachten bij het gebruik van het hulpmiddel relatief laag zijn, is het overbodig om gebruik te maken van vier geremde wielen. Vier geremde wielen maakt de constructie complexer en zwaarder dan nodig voor deze situatie. Ook zorgt dit minimaal voor een verdubbeling van de benodigde remkracht en bij het gebruik van drie of meer geremde wielen is het afstellen van het remsysteem complexer wat mogelijk tot ongelijke rem activatie leidt. Voor het activeren is gebleken dat de remkabel het meest geschikt is. Pneumatische en hydraulische systemen lekken regelmatig en vergen hierom vaker onderhoud. Eén nadeel aan het elektronisch remsysteem is dat deze werkt op stroom. Dit betekent dat er een mogelijkheid is om uit te vallen, de kans op kortsluiting vanwege vloeistoffen en dat deze periodiek opgeladen moet worden. Verder is er onderzocht dat de remgreep van een rollator het best te adapteren is voor de gewenste gebruikssituatie. Het voordeel van de rollatorrem is dat deze de (parkeer)rem activeert met een bekende beweging. In tegenstelling tot de grepen die gebruik maken van een blokkering om de parkeerrem te activeren. De eisen en wensen die zijn voortgekomen uit dit hoofdstuk, zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 eisen en wensen voor het remsysteem

Eisen
Het hulpmiddel moet minimaal twee wielen met een zelf lossend centraal remsysteem bevatten
Indien gebruik wordt gemaakt van twee remmen moeten deze diagonaal aan elkaar geplaatst zijn
Het remsysteem moet gebruik maken van een remkabel
De rem en parkeerrem wordt geactiveerd door één remgreep
Het remsysteem heeft een vast aangrijpingspunt
Wensen
Het is gewenst om de rem te activeren met een bekende beweging
Het is gewenst om een optimale verdeling van gewicht, remvermogen en stabiliteit te bereiken

14

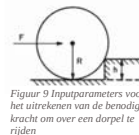
In Tabel 5 ontbreken twee resultaten in de kolom van hard rubber. Door het gebrek aan informatie is de materiaalkeuze die hieruit leidt niet betrouwbaar, mits er meer ondersteunende informatie is voor de materiaalkeuze. Buiten statische wrijving komt ook dynamische wrijving voor. Overtreft de horizontale kracht de tegengestelde wrijvingskracht onder de wielen dan ontstaat glijdende wrijving (dynamisch wrijving). Behalve de eerdergenoemde invloedfactoren, beïnvloed de snelheid van het glijden ook de wrijvingscoëfficiënt van de combinatie wiel-ondergrond. Het slip-stick fenomeen speelt hier een rol in. Dit is een fenomeen waarbij cohesie optreedt in micro-contactvlakken. Het ontstaan van deze cohesie (stick) en het weer losrekken van deze cohesie (slip) creëert de wrijvingscoëfficiënt (Dr. Ir. A., 1988). Wrijving bestaat uit slipweerstand en haakweerstand. Dit laatste is sterker wanneer het oppervlak van het ene lichaam 'zinkt' in het oppervlak van het tegenoverliggende lichaam (zoals noppen van een voetbalschoen in gras of een (al dan niet geremd) wiel in een tapijt). Zacht rubber is beter in staat zich te vormen naar de vorm van het contactoppervlak dan hard rubber. Het wiel van zacht rubber heeft hierdoor over de gehele (glijdende)remweg gemiddeld een hogere wrijvingscoëfficiënt. Verder is er in de praktijk te zien dat het overgrote deel van de medische hulpmiddelen wielen van zacht rubber gebruiken.

2) Wielafmetingen

De wielgrootte van het hulpmiddel moet passen bij de applicatie waarin deze wordt gebruikt. In dit geval wordt het hulpmiddel binnenshuis gebruikt waar de ondergrond over het algemeen vlak is. Echter komen de wielen binnenshuis obstakels tegen welke zo min mogelijk hindering moeten veroorzaken. De diameter vergroten van het wiel is een effectieve manier om deze hinderingen te verminderen. Echter resulteert dit in een grotere zwenk radius en een hoger zwaartepunt, beide aspecten zijn nadelig voor het hulpmiddel gedurende het gebruik. De obstakels zijn bijvoorbeeld: dorpels, kabels, vloerkleden, vuil en tapijt. In dit hoofdstuk is onderzocht wat de minimale wiel afmetingen moeten zijn voor veilig gebruik. Vuil is in het algemeen erg klein en wordt achterwege gelaten. Verder worden dorpels en kabels samengevoegd tot één obstakel, hetzelfde als vloerkleden en tapijt.

Dorpels en kabels

Dorpels zijn verhogingen welke geplaatst worden tussen twee verschillende ruimtes in huis. Deze zorgen voor een visuele afbakening van verschillende ruimtes. Ook zorgen deze ervoor dat een deur een goede afsluiting maakt wanneer deze gesloten is. In het Bouwbesluit van 2012 (Bepalingen, 2012) staat dat dorpels niet hoger dan twintig millimeter mogen zijn. Dorpels worden verzonden in de vloer. De diepte hiervan is afhankelijk van de ondergrond. Omdat de hoogte verschilt, afhankelijk van de montage, wordt uitgegaan van de meest ongunstige situatie waarin de dorpel twintig millimeter uitsteekt. Conventionele kabels hebben een kleinere diameter in vergelijking met dorpels (Gamma, 2018). Hierom wordt aangenomen dat de kracht hetzelfde of lager is bij het overbruggen van een dorpel. Het is wenselijk om de benodigde kracht voor het overbruggen van dorpels en kabels zo laag mogelijk te houden. Aan de hand van onderstaande vergelijking (Eberhardt, 2005),(Gottlieb, 2005b),(Gottlieb, 2005a) is in Figuur 10 een grafiek weergegeven, welke de benodigde kracht weergeeft om een dorpel te overbruggen met de daarbij behorende wioldiameter. Hierbij is geen rekening gehouden met de indrukking van het wiel.

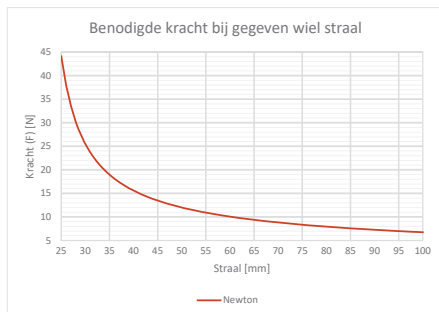


Figuur 9 Inputparameters voor het uitrekenen van de benodigde kracht om over een dorpel te rijden

$$F < W \sqrt{\frac{(2 + R - h) * R}{R - h}}$$

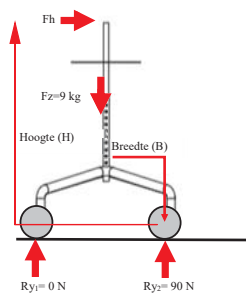
In deze vergelijking is F de benodigde kracht om het wiel over de dorpel te krijgen in Newton, R is de straal van het wiel in millimeter, H is de hoogte van de dorpel in millimeter en W de massa van het wiel in kilogram. Figuur 9 geeft een schematische weergave van de situatie.

16



Figuur 10 Benodigde kracht (F) voor het nemen van een dorpel van 20 millimeter (H) uitgezet tegen de straal (R) van het wiel

In Figuur 10 is te zien dat er sprake is van een 2^e machtsformule. Dit betekent dat een verdubbeling van wiel diameter niet resulteert in een halvering van de benodigde kracht. De kracht benodigd voor het nemen van de dorpel met een wiel diameter van 125 en 150 millimeter is respectievelijk 9,7 en 8,3 newton. In bovenstaande vergelijking is ervan uitgegaan dat kracht (F) aangrijpt bij de as van het wiel. Echter grijpt de kracht aan ter hoogte van het handvat van het hulpmiddel. Er is een mogelijkheid dat de duwkracht resulteert in een kanteling van het hulpmiddel. Met behulp van onderstaande vergelijking is uitgerekend wat de maximale duwkracht is voordat deze een kanteling veroorzaakt. In deze statische situatie rotereert het hulpmiddel om het rechterwiel (Figuur 11). Als de kracht (F) uit de vorige formule lager is dan de kracht (Fh) uit onderstaande formule vindt er geen kanteling plaats.



Figuur 11 Inputparameters voor het uitrekenen van de kracht van het kantelmoment

$$\sum M_a = 0 + 0$$

$$-F_h \cdot H + F_z \cdot B = 0$$

$$-F_h = \frac{-F_z \cdot B}{H}$$

De wielen zijn verkrijgbaar in de diameters 125 en 150 millimeter, wat zorgt voor een 12,5 millimeter verschil in hoogte en breedte. Verder is voor de positie van het zwenkwiel aangenomen dat deze in de ongunstigste situatie staat waardoor de breedte (B) verkleind. Aan de hand van deze data wordt uitgerekend of de benodigde kracht om over de dorpel te rijden haalbaar is zonder kanteling een te veroorzaken.

17

5) Dienblad

In dit hoofdstuk is onderzoek verricht naar het dienblad. Er is achterhaald welke functies het dienblad moet hebben en voor welke andere doeleinde dit dienblad te gebruiken moet zijn. Gedurende het marktonderzoek is er gekeken naar de vormgeving en materialen waarin dienbladen verkrijgbaar zijn.

1) Gebruik en functie

In deze kop is samengevat welke functie het dienblad moet bezitten en wat de wensen hiervoor zijn. Dit is onderzocht aan de hand van interviews, afgenomen bij CVA-patiënten aan het revalidatiecentrum Slotjesveste in Oosterhout. Daarnaast is met de ergotherapeuten van Libra besproken wat zij verwachten van het dienblad.

Functie verwachtingen van CVA-Patiënten

Uit de interviews gehouden met de CVA-patiënten (Bijlage 2) is gebleken dat het merendeel van de wenselijke functionaliteit geen speciaal dienblad vereist. Dit zijn taken waarbij het dienblad wordt gebruikt om spullen op te zetten als het hulpmiddel wordt verplaatst of geparkeerd staat. Gedurende deze taken was het van belang dat de objecten niet omvallen of van het dienblad afrollen. Het afneembaar maken van het dienblad werd ook als een pluspunt gezien, dit maakt het hulpmiddel compacter en minder opvallend. De, wat minder voorkomende, functionaliteiten waren veelal gericht op het verplaatsen van objecten die sneller omvallen, zoals glazen en de mogelijkheid om extra ruimte buiten het dienblad te hebben voor objecten die de personen altijd bij zich hebben.

Functie verwachtingen van de Ergotherapeuten bij Libra

In een bespreking met de ergotherapeuten van Libra in Eindhoven (persoonlijke communicatie, 14 mei 2018) is het volgende naar voren gekomen. Het dienblad moet met één hand te hanteren zijn, hiervoor is het gebruiken van een conventioneel dienblad adequaat. Het dienblad moet een antislip laag en een opstaande rand bevatten. Verder werd het aangeraden het dienblad éénhandig afneembaar te maken, hierdoor valt het hulpmiddel in een sociale setting minder op. Bij het afnemen van het dienblad van het hulpmiddel is het belangrijk dat deze goed vast te pakken is aan de breedste kant en dat het afnemen is uit te voeren met één handeling. Is het implementeren van extra functies welke het gebruik van het dienblad niet verhinderen wordt aangemoedigd, mits deze reëel zijn. Haken, magneten en opbergvake zijn genoemd als mogelijke toevoegingen.

2) Draagvermogen

In deze paragraaf is onderzocht hoeveel kracht er op het dienblad komt te staan tijdens gebruik. De doelgroep heeft aangegeven het dienblad te willen gebruiken voor het decken van de tafel en het meenemen van objecten die over het algemeen minder zwaar zijn. Zwaardere objecten worden hierdoor uitgesloten, deze zijn te vervoeren op eventuele extra opbergplaatsen.

Er is gekeken naar het gewicht van een diep bord, gemaakt van aardwerk met een diameter van 270 millimeter, glazen met een inhoud van 25 centiliter en het gemiddelde gewicht van een avondmaaltijd. Het gewicht is vervolgens afgerond naar boven. Het gewicht van een diep bord ligt tussen de 600 en 1100 gram dit is afgerond naar 1500 gram (Bol.com, 2018). Het gemiddelde gewicht van een avondmaaltijd is 500g (Mees meals, 2018) en een glas van 25 centiliter weegt tussen de 50 en 300 gram (Ikea, 2018) zonder inhoud (250 gram voor water). Omdat het gewicht voor glazen sterk varieert wordt deze ruim naar boven afgerond (750 gram). Het gewicht van deze waarden bij elkaar opgeteld komt neer op een totaal gewicht van 3000 gram. Op dit gewicht is een veiligheidsfactor van 1.67 toe gepast waarna het gewicht uitkomt op 5 kilogram.

19

125 mm

$$-F_h \cdot 1070 + 90 \cdot 258 = 0$$

$$F_h = 21,80 \text{ N}$$

150 mm

$$-F_h \cdot 1082,5 + 90 \cdot 270,5 = 0$$

$$F_h = 22,48 \text{ N}$$

Te zien in de twee bovenstaande vergelijkingen is dat de kracht Fr in horizontale richting bij beide wiel diameters niet boven de benodigde kracht F uitkomen om het wiel over de dorpel te duwen (zie Figuur 10). Beide wielen zijn dus geschikt.

Vloerkleden en tapijten

Een wiel zakt in een zacht materiaal, zoals een tapijt of vloerkleed (Newton, 2015). De rolweerstand van het wiel wordt hoger wanneer deze dieper wegzakt in het materiaal. Het is voordelig voor het hulpmiddel om de wielen zo min mogelijk te laten zakken in het materiaal. Dit wordt bereikt door het contactoppervlak zo groot mogelijk te maken door het vergroten van de wiel breedte en diameter. De weerstand wordt grotendeels bepaald door de volgende factoren van de haren: lengte, aantal per cm^2 , stijfheid, vorm en dikte. Elk tapijt is verschillend en hierdoor is er geen vaste rolweerstand te berekenen en is er geen optimale breedte vastgesteld. Omdat de exacte gegevens niet beschikbaar zijn voor het uitrekenen zijn de wielen van de hulpmiddelen binnen de revalidatiecentra Libra met eenzelfde soort functie opgemeten om zo een gemiddelde te verkrijgen. Vervolgens is er gekeken naar de verkrijgbare breedtes en is de maat gekozen welke het meest overheen komt met het gemiddelde. Dit komt neer op 40 millimeter.

3) Conclusie

In dit hoofdstuk is onderzocht welk wiel optimaal is voor het eenhandige loophulpmiddel. Er is ondervonden dat de eigenschappen van het wiel "3479UFR125P70 Q0-11" (zie Figuur 12) het meest overeen komen met de benodigde eigenschappen voor het hulpmiddel. Het wiel is gemaakt van zacht rubber, heeft een hoge wrijvingscoëfficiënt, is te gebruiken in combinatie met het remsysteem, heeft een diameter van 125 millimeter, bandbreedte van 40 millimeter, draagvermogen van 250 kilogram en een zwenk radius van 40 millimeter. Het wiel is ook te verkrijgen in grotere diameters. Echter is het gewenst het hulpmiddel zo compact en stabiel mogelijk te houden en een groter wiel resulteert in een grotere zwenk radius en een hoger zwaartepunt. De eisen en wensen van dit hoofdstuk staan beschreven in Tabel 6.

Tabel 6 eisen en wensen van het wiel

Eisen
Het hulpmiddel moet het volgende wiel bevatten: 3479UFR125P70 Q0-11
De kracht benodigd voor het nemen van een dorpel moet geen kanteling van het hulpmiddel veroorzaken
De wielen veroorzaken geen remsporen
Wensen
Het is gewenst dat het wiel een kleine diameter heeft



Figuur 12 wiel met zelf lossend centraal remsysteem 3479UFR125P70 Q0-11

18

3) Conclusie

Aan de hand van de interviews, bespreking en het onderzoek is een duidelijk beeld ontstaan over het te gebruiken dienblad. Het is belangrijk dat het dienblad afneembaar en goed te reinigen is. Het dienblad wordt gebruikt voor onder andere het decken van de tafel. Dit houdt in dat het genoeg ruimte moet bieden voor een bord en glas (bekerhouder). In Tabel 7 staan alle eisen en wensen verwerkt voor het dienblad om te voldoen aan de verwachtingen van de ergotherapeuten en de CVA-patiënten.

Tabel 7 eisen en wensen voor het dienblad

Eisen
Het dienblad moet objecten binnenshuis van A naar B transporteren
Het dienblad fungeert als een bijzettafel tijdens stilstand
Het dienblad is met één hand afneembaar van het loophulpmiddel
Het dienblad moet in staat zijn 5 kg te dragen wanneer deze bevestigd is op het hulpmiddel
De afmetingen van het dienblad moeten minimaal 270 x 370 mm zijn
Het dienblad moet voorzien zijn van een bekerhouder
Het dienblad moet voorzien zijn van een opstaande rand
Het dienblad moet een antislip laag bevatten
Het dienblad moet aan de lange zijde vast te pakken zijn tijdens het afnemen
Wensen
Het is wenselijk dat het dienblad goed te reinigen is
Het is wenselijk dat het hulpmiddel een dienblad heeft wat afneembaar is van een plateau
Het is wenselijk dat het dienblad ophang haken bevat
Het is wenselijk dat het hulpmiddel de mogelijkheid biedt om objecten op te bergen buiten het oppervlak van het dienblad zelf

20

6) Opzet evaluatieproces

In dit hoofdstuk is de manier getoond waarop het hulpmiddel getest is aan het pakket van eisen en wensen. Een groot deel van de eisen en wensen zijn met behulp van meten en visuele observatie van het hulpmiddel te evalueren zijn. Deze zijn hierom niet vertegenwoordigd in het onderstaande deel. De resterende eisen en wensen zijn gegroepeerd in categorieën om het evaluatieproces efficiënter te laten verlopen.

Krachten

De eisen welke betrekking hebben op de krachten waaronder het hulpmiddel staat welke getest moeten worden zijn genummerd en weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8 Eisen met betrekking tot krachten

Eisen
35 De remgreep van het loophulpmiddel moet met maximaal 13,8 Newton per keer te bedienen zijn
36 De rem moet bediend kunnen worden onder een kracht van maximaal 720 Newton

Methode

Gedurende het evaluatieproces is het hulpmiddel met spanbanden gefixeerd aan twee of meerdere ankerpunten. Dit zorgt voor een stabiele situatie waarin ongewenste variabele worden vermindert. Een unster wordt bevestigd aan de remgreep hiermee is de kracht uitgeoefend en gemeten. Eis 35 en 36 gaan beide over krachten toegepast op de remgreep. Deze kracht is toegepast op de knijp- en duwrichting van de remgreep (zie Bijlage 10). Het uitoefenen van de kracht wordt tien keer herhaald. Eis 35 en 36 zijn goedgekeurd wanneer het hulpmiddel ongestoord te gebruiken is na het uitvoeren van de testen.

Gebruik

De te testen eisen welke betrekking hebben op het gebruik van het hulpmiddel zijn genummerd en weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 eisen met betrekking tot gebruik

Eisen
7 De kracht benodigd voor het nemen van een dorpel moet geen kanteling van het hulpmiddel veroorzaken
11 Het dienblad is door CVA-patiënten afneembaar van het loophulpmiddel
19 Het loophulpmiddel moet zorgen voor een symmetrische positie tussen de patiënt en het loophulpmiddel
20 Het loophulpmiddel mag niet meer kunnen verplaatsen zodra de rem volledig in werking wordt gesteld
Wensen
46 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel te vervoeren is per auto of trein

Methode

De gebruikseisen en wens zijn getest met behulp van vijf CVA-patiënten met uitzondering van wens 46 deze is in verband met de veiligheid uitgevoerd door de onderzoeker. De patiënt is in de situatie geplaatst waarin de te testen eis te verrichten is. Vervolgens wordt de handeling uitgevoerd waarmee de desbetreffende eis te evalueren is. Er is geen gebruik gemaakt van beeldopnamen om de privacy van de patiënten te beschermen. De resultaten worden genoteerd in een Excelsheet en bijzonderheden krijgen een speciale notitie. De eis/ wens wordt als voldaan beschouwd als deze alle vijf de keren correct is uitgevoerd. Als er een eis/ wens als niet voldaan is beschouwd wordt er een uitzondering gemaakt als de oorzaak te maken heeft met de bijzonderheden tijdens het testen.

21

7) Eisen en wensen

Uit de verkregen informatie van de analysefase is een pakket van eisen en wensen opgesteld, deze zijn geformuleerd in Tabel 10. Dit pakket vult de eisen en wensen uit het voorgaand project aan (Zie Tabel 11). Een aantal eisen en wensen zijn aangepast aan de hand van de optimalisatiefase van het voorgaand project. Het volledige pakket is te zien in het evaluatie overzicht in Bijlage 8 hier zijn de eisen en of wensen welke met elkaar overeenkomen samengevoegd om herhaling te voorkomen.

Tabel 10 eisen en wensen voor gekomen uit dit project

Eisen
1 Het hulpmiddel moet minimaal twee wielen met een zelf lossend centraal remsysteem bevatten
2 Indien gebruik wordt gemaakt van twee remmen moeten deze diagonaal aan elkaar geplaatst zijn
3 Het remsysteem moet gebruik maken van een remkabel
4 De rem en parkeerrem wordt geactiveerd door één remgreep
5 Het remsysteem heeft een vast aangrijpingspunt
6 Het hulpmiddel moet het volgende wiel bevatten: 3489UFR125P70 Q0-11
7 De kracht benodigd voor het nemen van een dorpel moet geen kanteling van het hulpmiddel veroorzaken
8 De wielen veroorzaken geen remsporen
9 Het dienblad moet objecten binnenshuis van A naar B transporteren
10 Het dienblad fungeert als een bijzettafel tijdens stilstand
11 Het dienblad is door CVA-patiënten afneembaar van het loophulpmiddel
12 Het dienblad moet in staat zijn 5 kg te dragen wanneer deze bevestigd is op het hulpmiddel
13 Het dienblad moet voorzien zijn van een bekerhouder
14 Het dienblad moet voorzien zijn van een opstaande rand
15 Het dienblad moet een antislip laag bevatten
16 Het dienblad moet aan de lange zijde vast te pakken zijn tijdens het afnemen
Wensen
38 Het is wenselijk dat er een mogelijkheid is dat de eenhandige rem in combinatie met een sleeprem wordt gebruikt
39 Het is gewenst om een optimale verdeling van gewicht, remvermogen en stabiliteit te bereiken
40 Het is wenselijk dat het dienblad goed te reinigen is
41 Het is wenselijk dat het dienblad ophang haken bevat
42 Het is wenselijk dat het hulpmiddel de mogelijkheid biedt om objecten op te bergen buiten het oppervlak van het dienblad zelf
43 Het is wenselijk dat het hulpmiddel een dienblad heeft wat afneembaar is van een plateau

22

Tabel 11 Eisen en wensen voortgekomen uit het voorgaand project van Libra (Steeghs, 2018)³

Randvoorwaarden
17 Het loophulpmiddel moet veilig zijn
18 Het loophulpmiddel moet een goede combinatie tussen stabiliteit en wendbaarheid bevatten
19 Het loophulpmiddel moet zorgen voor een symmetrische positie tussen de patiënt en het loophulpmiddel
Eisen
20 Het loophulpmiddel mag niet meer kunnen verplaatsen zodra de rem volledig in werking wordt gesteld
21 Het loophulpmiddel moet een parkeerrem bevatten
22 Het loophulpmiddel moet een rem bevatten die met de hand te bedienen is, waarbij de rem in werking te stellen is door een knijpbeweging van de hand
23 Het loophulpmiddel is binnenshuis te gebruiken
24 Het loophulpmiddel bevat een voorziening waardoor het mogelijk is om voorwerpen mee te nemen
25 Het loophulpmiddel heeft, als het loophulpmiddel handvatten bevat, in hoogte instelbare handvatten tussen 725 en 935 mm
26 Het loophulpmiddel heeft, als het loophulpmiddel onderarmschalen bevat, in hoogte instelbare onderarmschalen tussen 948 en 1209 mm
27 Het loophulpmiddel heeft een voorziening om voorwerpen mee te nemen tussen de 510 en 715 mm hoog
28 Het loophulpmiddel moet een voorziening hebben om voorwerpen mee te kunnen nemen van minimaal 360 bij 270 mm
29 Het loophulpmiddel moet maximaal 800 m breed zijn, als de gebruiker zich binnen de afmetingen van het loophulpmiddel bevindt
30 Het loophulpmiddel moet maximaal 295 mm breed zijn, als de gebruiker zich naast het loophulpmiddel bevindt
31 Het loophulpmiddel moet ter hoogte van de grond minimaal 672 mm beenruimte naar voren en 490 mm beenruimte naar achteren hebben
32 Het loophulpmiddel moet voldoende beenruimte hebben ter hoogte van de voorziening om voorwerpen mee te nemen of om op te rusten
33 Het loophulpmiddel moet vier wielen bevatten
34 Het loophulpmiddel moet een eenhandige rem bevatten
35 De remgreep van het loophulpmiddel moet met maximaal 13,8 Newton per keer te bedienen zijn
36 De rem moet bediend kunnen worden onder een kracht van maximaal 720 Newton
37 Het loophulpmiddel heeft een gewicht van maximaal 9 kg
Wensen
44 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel buitenshuis te gebruiken is
45 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een voorziening heeft waarmee gerust kan worden
46 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel te vervoeren is per auto of trein
47 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel is voorzien van een stokhouder
48 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel voorzien is van anatomische of ergonomische handvatten
49 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een zo groot mogelijk steunvlak op de grond heeft
50 Het is wenselijk dat de afstand tussen de wielen van het loophulpmiddel zo klein mogelijk blijft, zolang dit niet ten koste gaat van de stabiliteit
51 Het is wenselijk dat de stuurbewegingen uit een gewricht met een grotere bewegingsuitslag kunnen komen, dan de sagittale as van art. radiocarpalis
52 Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een stuurmechanisme bevat waardoor het lichaam van de patiënt recht voor, achter of aan de zijkant van het loophulpmiddel komt te staan

8) Ontwerp

In de ontwerpfase zijn schetsen gemaakt van de verschillende onderdelen welke worden toegepast op het huidige ontwerp. Per categorie (dienblad, remsysteem, bekerhouder en dienbladbevestiging) zijn meerdere schetsen gemaakt. Gedurende een bespreking zijn deze schetsen getoond en besproken met verscheidene (niet-afgestudeerde) bewegingstechnologen (persoonlijke communicatie, 2 mei 2018). Met de verkregen informatie zijn er per categorie minimaal drie deelconcepten gekozen en uitgewerkt. Vervolgens zijn deze met behulp van een morfologische kaart (zie Bijlage 3) uitgewerkt tot drie volledige concepten. Deze drie concepten zijn hieronder toegelicht. De concepten zijn getoetst aan het pakket van eisen en wensen door middel van de kardinale methode (Bijlage 4). Het hoogst scorende concept is vervolgens uitgewerkt tot eindontwerp. Hierbij zijn criteria waarop de twee ander concepten significant hoger scoorde in de optimalisatie vervangen bij het eindontwerp.

1) Concepten

Overeenkomsten

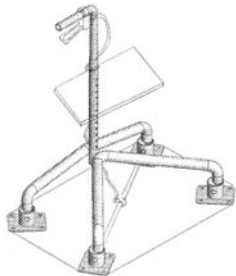
Uit de analysefase zijn een aantal eisen gekomen welke betrekking hebben op gebruikte producten. Deze producten, plus het huidige frame, moeten gebruikt worden in het eindontwerp. Om herhaling te voorkomen zijn deze in deze paragraaf genoemd. Elk concept maakt gebruik van een zelf lossend centraal remsysteem. Dit remsysteem is geschikt voor het remmen van zwenkwielen waarbij de positie van het aangrijpingspunt niet mag veranderen. Dit remsysteem is gecombineerd met een remkabel om de roterende baan om te zetten naar een lineaire beweging. Verder heeft elk concept hetzelfde ergonomische handvat en is het frame van het voorgaande project gebruikt.

Concept 1

In Figuur 13 zijn de aanpassingen welke zijn toegevoegd op het huidige frame weergegeven. Dit concept maakt gebruik van een rollator remgreep. Hiermee is zowel de parkeerrem als de normale rem te activeren. De remkabel is langs het hulpmiddel geleid richting het roterende mechanisme. Halverwege is een plateau bevestigd waarop het dienblad te plaatsen is, deze komt met een antislip laag aan boven en onderzijde. Dit plateau zit vast gelast aan het frame. Dit plateau is te gebruiken als bijzettafel als het dienblad is afgenomen. Aan de gebruikerszijde van het frame zit een ophanghaak bevestigd. De geremde zwenkwielen zijn diagonaal gemonteerd. Hierbij is de rem aan de voorkant geplaatst aan de gebruikers zijde. Tussen de vier potten van het frame is een plateau geplaatst. Hiermee zijn objecten te verplaatsen. In Tabel 12 staan de voor- en nadelen van dit concept.

Tabel 12 Voor- en nadelen concept 1

Voordelen
Het dienblad is afneembaar
Het dienblad plateau is te gebruiken als bijzettafel
De remgreep bedient beide remfuncties
Onder aan het loophulpmiddel is ruimte om objecten te vervoeren
Het hulpmiddel heeft ophang haken
Het dienblad is afneembaar met behulp van één hand
Nadelen
Het plateau is niet afneembaar
De hexagonale staaf van het remsysteem loop over het plateau onder aan het hulpmiddel
Het dienblad/plateau is niet in hoogte instelbaar
Het dienblad staat niet vast op het hulpmiddel



Figuur 13 Schets van concept 1

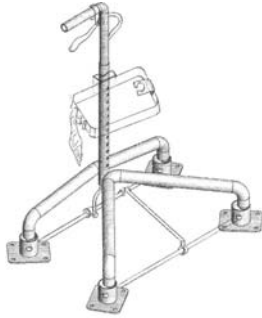
³ Bron afkomstig van het intranet (niet publiekelijk toegankelijk) van Libra revalidatie & audiologie

23

24

Concept 2

In Figuur 14 is concept twee te zien. Dit concept maakt gebruik van vier geremde wielen welke onderling verbonden zijn. Hierdoor zijn de vier remmen gelijktijdig te activeren met één remkabel. Deze remkabel is door het frame geleid en zit bevestigd aan een remgreep met blokkeerfunctie. Deze is in werking te stellen door de rem in te knijpen en met de duim de blokkeringspin in te duwen. Halverwege is de dienbladophanging bevestigd. Het dienblad is hieraf te halen op het moment dat het dienblad niet gewenst is of op schoot wordt genomen. Dit is een zelf geproduceerd aluminium dienblad. De opstaande rand geeft de mogelijkheid om een bekerhouder en ophang haken te bevestigen op het dienblad. De Bekerhouder creëert een plaats waar een glas of mok met oor neer te zetten is, zodat deze niet omvalt. In Tabel 13 staan de voor- en nadelen van dit concept.



Figuur 14 Schets van concept 2

Tabel 13 Voor- en nadelen concept 2

Voordelen
Het dienblad is afneembaar
Op het dienblad is een bekerhouder te bevestigen
De remgreep bedient beide remfuncties
Het hulpmiddel heeft ophang haken
Het concept maakt gebruik van vier geremde wielen
De remkabel zit weggewerkt in het frame
Het hulpmiddel is door het afnemen van het dienblad minder opvallend
Nadelen
Het activeren van de rem kost meer kracht in vergelijking met concept één en drie
Het activeren van de parkeerrem vergt een relatief lastige handeling
Het concept bezit geen 'extra' opberg plekken
Het dienblad is niet verkrijgbaar op de markt
Het dienblad/plateau is niet in hoogte instelbaar
Het hulpmiddel is niet te gebruiken als bijzettafel als het dienblad is afgenomen

25

2) Kardinale methode

Met behulp van de Kardinale methode zijn de drie concepten, welke beschreven zijn in hoofdstuk 8.1, getoetst aan de wensen uit hoofdstuk 7 welke van toepassing zijn om de aanpassingen in dit project. De eisen zijn niet opgenomen in deze kardinale methode omdat het concept aan de eisen moet voldoen en het toepassen van een wegingsfactor op een eis niet correct is. Wel is gecontroleerd of de eisen welke aanspraak maakte op het ontwerp voldeden. Eisen welke niet theoretisch te testen zijn, zijn hierin niet meegenomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de wensen welke belangrijk zijn en welke minder belangrijk zijn. Aan de hand hiervan is er een wegingsfactor toegewezen aan de desbetreffende wens. De wegingsfactor loopt van één tot en met drie waarbij drie is gekoppeld aan de belangrijkste wensen. Vervolgens is elk concept per wens een score van één tot vijf gegeven, hierbij is vijf de hoogste score. Deze score wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor om een totaalscore te krijgen per wens. Deze worden opgeteld tot een tussenscore. Met deze informatie is vervolgens een bijeenkomst gehouden met (niet-afgestudeerde) bewegingstechnologen (persoonlijke communicatie, 9 mei 2018) waarin er vier vragen zijn gesteld (zie Bijlage 4), na het zien van de kardinale methode. De vier vragen zijn gesteld om de meningen te krijgen (in de vorm van score) van personen die niet direct bezig zijn met het project. Er is per vraag een gezamenlijk antwoord gegeven. Deze zijn gebruikt om een score te berekenen van het onderdeel 'vakgebied' in de kardinale methode. De score van het vakgebied, plus de tussenscore van de wensen, heeft geleid tot een totaalscore per concept. Het concept met de hoogste score is vervolgens uitgewerkt tot een eindontwerp. De beknopte versie van de kardinale methode is te zien in Tabel 15. Hierin is af te lezen dat concept drie de hoogste score heeft behaald van 132 gevolgd door concept één en twee met een respectievelijke score van 117 en 112. In Bijlage 4 is de volledige versie van de kardinale methode verwerkt. Naar aanleiding van deze resultaten is concept drie verder uitgewerkt tot eindontwerp. Dit is te zien in hoofdstuk 8.3.

Tabel 15 Uitslagen van de kardinale methode

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Tussenstand wensen	88	79	98
Tussenstand Vakgebied	29	33	34
Eindstand	117	112	132

3) Eindontwerp

In dit hoofdstuk is concept drie uitgewerkt tot eindontwerp. Hierin is verduidelijkend gegeven over materiaalkeuze en producten die gebruikt zijn.

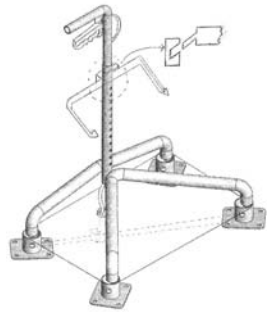
Optimalisatie

In hoofdstuk 8.2 is te zien dat concept drie het hoogste soort in de kardinale methode. Echter is in een bijeenkomst naar voren gekomen dat het concept te verbeteren is door aspecten waarop dit concept relatief laag scoort te vervangen met dat van het hoger scorende concept mits de overige aspecten niet achteruitgaan. Dit is uitgevoerd voor het dienblad, hieronder is verder ingegaan op de verbeteringen van het dienblad. Het dienblad van concept drie is niet geoptimaliseerd naar de behoeftigheden van de doelgroep. Het dienblad staat op een frame welke buiten ondersteuning bieden geen functie toevoegt. De eenvoudige manier waarop het frame afneembaar is van concept drie, wordt meegenomen en gecombineerd met het dienblad van concept twee en één. Door het toevoegen van een bodem aan het frame en het openlaten van een kant is er een plateau gecreëerd waarop een dienblad kan staan. Hierdoor dient het frame als bijzettafel wanneer het dienblad is afgenomen. De opstaande randen van het frame zijn te gebruiken voor het monteren van ophang haken en het bevestigen van een bekerhouder. Door het samenvoegen van de dienbladen zijn de positieve punten van elk concept meegenomen in eindontwerp. Het open frame van concept drie, de verbeterde vormgeving van twee met betrekking tot de plaatsing van haken en een bekerhouder en het plateau van één.

27

Concept 3

In Figuur 15 is concept drie te zien. Dit concept maakt gebruik van twee geremde zwenkwielen welke diagonaal aan elkaar geplaatst zijn zoals in concept één. Hier is ook gebruik gemaakt van een rollator remgreep. De remkabel is in het frame verwerkt. Onderaan het hulpmiddel is een plateau geplaatst voor het vervoeren van objecten. De roterende as is onder dit plateau verwerkt om de bruikbare oppervlakte te maximaliseren. Rond het midden van dit plateau zit een gat waardoor de remkabel is geleid. Halverwege het hulpmiddel zit de ophanging van het dienbladframe. Het te gebruiken dienblad is hierop te plaatsen en af te nemen. In het dienblad zit een uitsparing voor het plaatsen van glazen. Het frame is afneembaar door het optillen van het frame onder een hoek van 45°. Aan de gebruikerszijde van het hulpmiddel zit een haak bevestigd voor het ophangen van spullen. In Tabel 14 staan de voor- en nadelen van dit concept.



Figuur 15 Schets van concept 3

Tabel 14 Voor- en nadelen concept 3

Voordelen
Het dienblad is afneembaar
De remgreep bedient beide remfuncties
In het dienblad is een bekerhouder bevestigen
Onder aan het loophulpmiddel is ruimte om objecten te vervoeren
Het hulpmiddel is door het afnemen van het dienblad en dienblad frame minder opvallend
De remkabel zit weggewerkt in het frame
Het plateau heeft meer oppervlakte ruimte ten opzichte van concept één
Nadelen
De vormgeving van de bekerhouder is limiterend voor de hoeveelheid soorten glazen of mokken welke hiermee te gebruiken zijn
Het plateau onderaan biedt minder verticale ruimte in vergelijking met concept één
Het dienblad/plateau is niet in hoogte instelbaar
Het dienblad bezit geen ophanghaken

26

4) Materiaal- en productkeuze

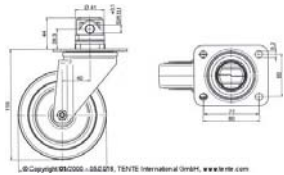
Frame

Voor het frame is onderzoek gedaan naar verscheidene materialen. De materialen die hierbij het meest overeen kwamen met de behoeftigheden van het frame, namelijk sterk en een laag gewicht per eenheid zijn aluminium en composietmaterialen. Composietmateriaal bestaat uit twee of meer materialen die door elkaar zijn verwerkt. Een veel voorkomende composiet is een vezel versterkte kunststof. De productie van deze soort materialen is intensief en kost veel energie (Llc, 2012). Hierdoor zijn de kosten van de materialen in vergelijking met aluminium veel hoger. Buiten de hoge kosten is het vervaardigen van deze materialen lastiger dan aluminium. Voor elk onderdeel moet een mal gemaakt worden, in tegenstelling tot aluminium welke verkrijgbaar is in een groot aantal profielen. Aluminium is een licht gewicht metaal. Het lichte gewicht en de sterkte, maakt het uitermate geschikt voor constructies waarbij gewicht een grote rol speelt. Ook zijn de kosten van aluminium relatief laag in vergelijking tot composieten ondanks de productie van aluminium ook veel energie kost (13 tot 17 kWh/kg) (Giorgio, 2012). Dit komt doordat aluminium veel voorkomt in aardkorst, deze bestaat voor onder andere uit 8% bauxiet erts hiervan is ongeveer 50% puur aluminium. Hierom het relatief goedkoop dat het en maakt dat de huidige prijs op 18 mei €1.933 per ton is (Aluminiumprijs.net, 2018). Een vezel versterkt kunststof zoals koolstofvezel kost daarin tegen gemiddeld €18.460 per ton in 2017 (Rao, G A, P, & Kumar V V, 2017). Aan de hand van de eigenschappen en de kosten en het verwerkingsproces is er gekozen voor aluminium voor het vervaardigen van het frame. Er is gekozen voor de aluminium legering A6061 uit de 6000 series omdat de weerstand tegen corrosie, verspaanbaarheid en lasbaarheid goed is. Deze serie wordt vooral toegepast in frames, bruggen, masten en extrusie profiel (De metaalgids, 2018).

Zwenkwielen/ remsysteem

Het hulpmiddel maakt gebruik van twee wielen van het merk Tente (product code: 3479UFR125P70 Q0-11.)

Deze wielen hebben een diameter van 125 en breedte van 40 millimeter. Het zwenkwiel heeft een hoogte van 155 millimeter en een zwenkradius van 102,5 millimeter. Het wiel wordt bevestigd aan een product door middel van vier bouten die door de bevestigingsplaat van 105 bij 85 millimeter te schuiven. Het wiel is gemaakt van zacht rubber en heeft een draagcapaciteit van 250 kilogram. In Figuur 16 staan de afmetingen van het zwenkwiel (Tente, 2018). Voor de twee niet geremde wielen zijn de: ALPHA 3470UFR125P62 wielen gebruikt. Deze zijn met uitzondering van de rem integratie exact hetzelfde als de geremde wielen.



Figuur 16 Afmetingen van het zwenkwiel 3479UFR125P70 Q0-11.

Dienblad

Er is gekozen voor een zwart dienblad met rubberen antislip laag, de afmetingen van dit dienblad zijn 255 bij 355 millimeter. Dit maakt het dienblad adequaat voor het verplaatsen van een bord, beker en bestek. Het dienblad is schok- en scheurbestendig en is te reinigen met een water en zeep. Het is af te raden dit dienblad in de vaatwasser te stopen. De hoge temperaturen zorgen voor afbrokkeling van de antislip coating.

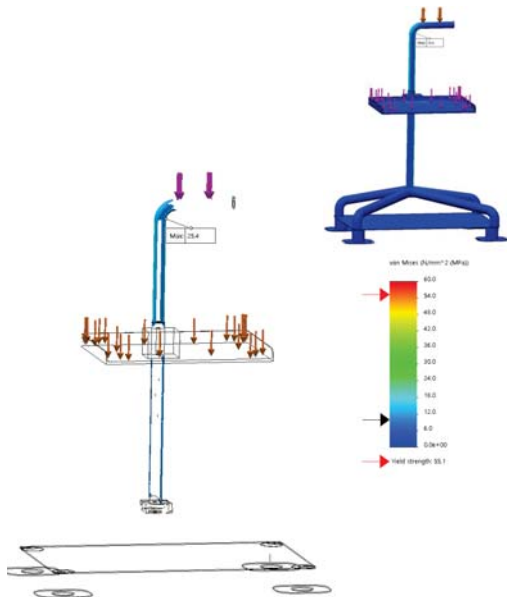
Handvat en remgreep

Er is gekozen voor een anatomisch gevormd handvat voor een optimale grip. Voor de remgreep is gekozen voor een rollatorrem met binnen en buiten remkabel welke een dubbele functie heeft. Het einde van de buitenkabel wordt bevestigd aan het tapeinde boven op het onder plateau en de binnenkabel aan het pedaal van de rem. Het inknippen trekt de binnenkabel terug welke de rem activeert en het naar beneden duwen van de remgreep trekt de kabel terug tot deze weer actief omhoog wordt geteet.

28

5) Sterkte berekeningen

Met SolidWorks is een model gemaakt van het eindontwerp. Een krachten simulatie is uitgevoerd welke weergeeft of het hulpmiddel in staat is de kracht te weerstaan welke is vastgesteld in hoofdstuk 6.5.2. In Figuur 17 is te zien dat de maximale spanning niet boven de 25.4 Newton per vierkante millimeter uitkomt dit is onder de maximale toegelaten spanning van 55.1 Newton per vierkante millimeter. Voor het volledige rapport van de simulatie zie Bijlage 7.



Figuur 17 Visuele representatie van de spanning naar aanleiding van de toegepaste belasting. Links onder is gebruik gemaakt van ISO-clipping op 10 N/mm², rechtsboven geeft een representatie van alle spanning in het hulpmiddel

29

9) Evaluatie

In dit hoofdstuk is het eindontwerp geëvalueerd aan de eisen en wensen beschreven in hoofdstuk 7 met behulp van het 3D-SolidWorks model. Een deel van de eisen en wensen is niet te evalueren in SolidWorks, deze worden getest op het moment dat het prototype vervaardigd is. In Bijlage 8 zijn de resultaten te zien van de evaluatiefase. Hierin is per eis en wens te zien of het eindontwerp wel of niet voldoet gepaard met een toelichting op het resultaat.

Door het eindontwerp te evalueren is ondervonden dat zeven van de 52 eisen en wensen niet aan de hand van het SolidWorks model te evalueren zijn. De opzet van de evaluatie voor deze is beschreven in hoofdstuk 6.6. Eis 26 en 29 zijn niet van toepassing deze zijn hierom buiten beschouwing gehouden. Van de overige 43 eisen en wensen zijn er twee eisen en vijf wensen niet voldaan. De twee eisen die niet voldaan zijn hebben betrekking op de afmetingen van het eindontwerp. Eis 28 stelt dat het dienblad een afmeting heeft van 360 bij 270 millimeter. Het gekozen dienblad heeft daarentegen een afmeting van 355 bij 255 millimeter. Echter is deze eis niet correct geformuleerd, hier is verder op ingegaan in hoofdstuk 10. Verder is gesteld in eis 30 dat het hulpmiddel een maximale breedte heeft van 295 millimeter. Echter heeft het eindontwerp een breedte van 335 millimeter. Dit wordt veroorzaakt door de bevestigingsplaten van de zwenkwieken die aan beide kanten 20 millimeter uitsteken. Het gevolg hiervan is dat het niet mogelijk is voor breedste percentiel van de doelgroep zich door een deuropening te verplaatsen.

Niet voldane wensen 38, 45 en 47 hebben betrekking op de toevoeging van een sleeprem, rust voorziening en een stokhouder welke het eindontwerp niet bezit. In wens 51 staat dat het gewenst is dat de stuurbeweging niet uit de sagittale as komt van het art. radiocarpalis. In het eindontwerp komt de stuurbeweging mede voor uit deze sagittale as. Echter wordt de stuurbeweging ondersteund door pro- en supinatiebeweging in de onderarm. Tot slot wens 44, deze heeft betrekking op het buitengebruik van het hulpmiddel. Hieraan voldoet het hulpmiddel niet vanwege twee redenen. Het dienblad zit niet 'vast' aan het frame en door de trillingen die een oneven ondergrond veroorzaakt is de kans groot dat het dienblad van het hulpmiddel valt. Daarnaast is ondervonden dat het steunvlak van het hulpmiddel verkleind als een van de zwenkwieken naar binnen zwenkt. Deze situatie is gevaarlijk op het moment dat het steunvlak van het hulpmiddel niet meer onder het steunpunt van het handvat zit. In het eindontwerp is dit niet het geval. Echter is naar aanleiding hiervan berekend hoeveel kracht geleverd moet worden voor het omkantelen in deze situatie. De kracht benodigd voor het omkantelen in de hierboven geschilderde situatie, is 11.36 Newton (Bijlage 9) als het hulpmiddel op de maximaal verlengde stand staat ingesteld. Dit in combinatie met een oneven ondergrond zorgt voor een grote kans op omkantelen.

31

6) Technische tekeningen

In Figuur 18 is een model van het eindontwerp te zien welke is gemodelleerd in SolidWorks. In Bijlage 5 zijn meer aanzichten van het eindontwerp te zien. De technische tekeningen van het ontwerp zijn te zien in Bijlage 6. Aan de hand van deze tekeningen is het prototype te vervaardigen.



Figuur 18 3D SolidWorks model van het eindontwerp van het éénhandig loophulpmiddel

30

10) Discussie

De probleemstelling van dit afstudeerproject luidt:

“Personen met een CVA ervaren problemen tijdens het gebruik van het éénhandig loophulpmiddel, hieronder vallen het gebrek aan veiligheid, de mogelijkheid om het hulpmiddel te gebruiken in combinatie met andere taken en het gebrek aan betrouwbare steun door het ontbreken van een rem.”

Het doel van dit project naar aanleiding van de probleemstelling is, het verder ontwikkelen van het huidige loophulpmiddel, met aandacht voor de remfunctie en een transportmogelijkheid voor huiselijke spullen (in de vorm van een dienblad). Dit hulpmiddel dient volledig geschikt te zijn voor binnenshuis gebruik met de daarbij behorende eisen

De randvoorwaarden voor dit hulpmiddel zijn gesteld aan het begin van het voorgaande project. Hierin staat dat het hulpmiddel veilig in gebruik moet zijn en dat er een optimale combinatie tussen stabiliteit en wendbaarheid is. Verder is er gesteld dat het hulpmiddel een symmetrische positie moet stimuleren tussen het hulpmiddel en de gebruiker. Dit voorkomt dat de gebruiker tegen het hulpmiddel aanstoet.

Het resultaat van dit afstudeerproject is een vordering in het proces van het maken van het optimale éénhandige loophulpmiddel. Dit is bereikt met een 3D-model in SolidWorks en het prototype (vervaardigingsfase is nog niet beëindigd) van het hulpmiddel op basis van de analyse, ontwerpcyclus en het evaluatieonderzoek. Met uitzondering van een klein aantal punten wordt dit hulpmiddel geschikt geacht voor mensen met balans- en kracht problemen naar aanleiding van een CVA of een vergelijkbaar ongeval met dezelfde gevolgen. Het veilig gebruik van het hulpmiddel is significant toegenomen door het toevoegen van een rem. Het dienblad is één handig afneembaar van het plateau waarna het plateau te gebruiken is als bijzettafel. Onderaan het hulpmiddel is een plateau toegevoegd voor het plaatsen van zwaardere objecten.

In hoofdstuk 9 is beschreven dat het eindontwerp niet voldoet aan twee eisen en vijf wensen. Eis 28 is niet voldaan doordat de afmetingen van het dienblad 255 bij 355 zijn in plaats van 270 bij 360 millimeter. Echter wordt het dienblad gebruikt voor het plaatsen van een bord en beker welke bij elkaar 360 millimeter breed zijn. De afmetingen zijn gebaseerd op de breedte die het dienblad nodig heeft wanneer de voorwerpen in de breedte naast elkaar geplaatst zijn. Door het diagonaal plaatsen van deze voorwerpen op het dienblad is het mogelijk om het gekozen dienblad toch te gebruiken. De diagonale lengte van het dienblad is 437 millimeter, dit maakt het groot genoeg voor het plaatsen van een bord en een glas. Het is aanbevolen deze eis te herformuleren in het vervolgonderzoek. Vervolgens is er niet voldaan aan eis 30 doordat de breedte van het hulpmiddel 335 millimeter is en 295 maar is toegestaan. Het hulpmiddel is dus 40 mm te breed, dit komt door het uitsteken van de bevestigingsplaten van de zwenkwieken. Het is aan te raden in een vervolgonderzoek aandacht te besteden aan het smaller maken van het hulpmiddel. Dit door middel van het verwijderen van de bevestigingsplaten door de zwenkwieken vast te lassen aan het hulpmiddel of door de zwenkwieken meer naar binnen te plaatsen zonder dat dit ten koste gaat van de stabiliteit. De wielen, gebruikt voor het prototype hebben een zwenk radius van 40 millimeter. Dit zorgt ervoor dat het steunvlak in de meest ongunstige situatie 80 millimeter korter is in de lengte of breedte. De gevaarlijkste situatie ontstaat als het hulpmiddel richting de gebruikerszijde rolt. De wielen kunnen in deze situatie naar binnen zwenken waarbij het steunpunt van het handvat buiten het steunvlak van het hulpmiddel komt. Als dit voor komt is de kracht benodigd om het hulpmiddel om te kantelen als deze geremd staat zeer klein. In het eindontwerp is dit niet het geval, hier is het steunpunt van het handvat verder richting het middelpunt van het hulpmiddel geplaatst. Dit is echter door een rekenfout tijdens het vervaardigen van het prototype misgegaan. Hierdoor is het steunpunt van het handvat nog net (10 mm) binnen het steunvlak van het hulpmiddel gepositioneerd, maar het resulteert wel in een minder stabiel prototype. Het is aan te raden om in het vervolgonderzoek verder in te gaan op de plaatsing van het handvatsteunpunt. Om de kracht benodigd voor het kantelen te verhogen.

Terugkijkend op het gehele proces, met uitzondering van een paar onderdelen, is deze goed verlopen. De analyse fase is goed en binnen de vooraf geplande periode verlopen. Dit is ook het geval geweest bij de ontwerpfase. Echter is de vervaardiging fase minder vlekkeloos verlopen. Het binnen krijgen van de producten met uitzondering van het aluminium heeft meer tijd gekost dan ingepland. Daarnaast zijn ook rekenfouten gemaakt die verbeterd moesten worden, wat heeft geresulteerd in een verlengde vervaardigingstijd. Hierdoor is het niet mogelijk geweest het prototype tijdig te testen aan de eisen, besproken in hoofdstuk 6.6. Het is aanbevolen deze alsnog te evalueren in het vervolgonderzoek om te achterhalen of het hulpmiddel voldoet aan de eisen of dat er aanpassingen met betrekking tot deze eisen nodig zijn.

32

11) Conclusie

De probleemstelling van dit afstudeerproject luidde:

“Personen met een CVA ervaren problemen tijdens het gebruik van het éénhandig loophulpmiddel, hieronder vallen het gebrek aan veiligheid, de mogelijkheid om het hulpmiddel te gebruiken in combinatie met andere taken en het gebrek aan betrouwbare steun door het ontbreken van een rem.”

Het doel van dit project naar aanleiding van deze probleemstelling is, het verder ontwikkelen van het huidige loophulpmiddel, met aandacht voor de remfunctie en een transportmogelijkheid voor huiselijke spullen (in de vorm van een dienblad). Dit hulpmiddel dient volledig geschikt te zijn voor binnenshuis gebruik met de daarbij behorende eisen

Het resultaat van dit afstudeerproject is een vordering in het proces van het maken van het optimale éénhandige loophulpmiddel. Dit is bereikt aan de hand van een 3D-model in SolidWorks van het eindontwerp en het prototype (vervaardigingsfase is nog niet beëindigd) van het hulpmiddel. Met uitzondering van een klein aantal punten is dit hulpmiddel geschikt voor mensen met balans- en krachtproblemen naar aanleiding van een CVA of een vergelijkbaar ongeval met dezelfde gevolgen. Het hulpmiddel is te gebruiken als loopondersteuning voor binnenshuis gebruik. De aanpassingen die hiervoor zijn aangebracht op het al bestaande hulpmiddel zijn, de toevoeging van een remsysteem welke werkt in combinatie met de zwenkwielen en is te activeren door een knijpende beweging van de hand, het dienblad welke afneembaar is van het hulpmiddel en de toevoeging van producten welke het hulpmiddel klaar maakt voor gebruik.

Aanbevelingen voor het vervolg van dit project zijn het afronden van het prototype en met behulp van dit prototype, de evaluatiefase afmaken. De feedback en resultaten hiervan moeten verwerkt en toegepast worden op het hulpmiddel om deze verder te optimaliseren voor gebruik. Daarnaast is het belangrijk om aandacht te besteden aan het verhogen van de kracht benodigd voor het omkantelen van het hulpmiddel en het verwerken van de punten beschreven in hoofdstuk 10. De laatste aanbeveling voor dit project, als het hulpmiddel aan alle criteria heeft voldaan, is voor het overhandigen van het hulpmiddel aan een ontwerper om het design te verbeteren.

12) Literatuurlijst

- Adafruit. (2018). No TitleKeyfob 2-button RF Remote Control - 315MHz.
- Alaszewski, H., Alaszewski, A., Potter, J., Penhale, B., & Billings, J. (2003). Life After Stroke: Reconstructing Everyday Life Centre for Health Services Studies. Geraadpleegd van <https://core.ac.uk/download/pdf/326745.pdf>
- Aluminiumprijs.net. (2018). Aluminiumprijs. Geraadpleegd 26 mei 2018, van <http://aluminiumprijs.net/actuele-aluminium-prijs.html>
- Bepalingen, A. (2012). Tekst van het Bouwbesluit 2012 zoals dit 1 april 2012 in werking zal treden . Deze tekst is samengesteld uit de, (april).
- Bol.com. (2018). Borden. Geraadpleegd 8 juni 2018, van https://www.bol.com/nl/nl/aardewerken-borden-26-tot-28-cm/N/11868/filter_N/4287653166+12169/
- Bonita, R., & Beaglehole, R. (1988). Recovery of motor function after stroke. *Stroke*, 19(12), 1497–1500. <https://doi.org/10.1161/01.STR.19.12.1497>
- Corriveau, H., Hébert, R., Raiche, M., & Prince, F. (2004). Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(7), 1095–1101. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.09.023>
- De metaalgids. (2018). De Metaalgids | Metalen | Aluminium en aluminium legeringen | Algemeen. Geraadpleegd 26 mei 2018, van http://www.demetaalgids.nl/index.php?page=metalen&metaal=Aluminium+en+aluminium+legeringen&id=1&pagina=Algemeen&pagina_id=22
- Dr. Ir. A., de L. (1988). Een bredere kijk oprijving tussen sportschoenen en - vloeren, met verwijzing naar straitschoenen.
- Eberhardt, V. (2005). wheel and block Valentin Eberhardt ’ s Solution (using torque), 2005.
- El-Sherbiny, Y. M., Hasouna, A. T., & Ali, W. Y. (2012). Friction coefficient of rubber sliding against flooring materials. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(1), 121–126.
- Engineering ToolBox. (2004). Friction and Friction Coefficients. Geraadpleegd 5 april 2018, van https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html
- Features, S. (2005). Standard Features, 33(0), 1–5.
- Features, S. (2015). Nimbus 399.
- FietsParts.nl. (2018). Remhendel - Remgreep Rechts voor Dubbele Kabels Saccon - FietsParts.nl. Geraadpleegd 26 mei 2018, van <https://www.fietsparts.nl/fietsonderdelen/fietsremmen/remhendel-fiets/4029-remhendel-remgreep-rechts-voor-dubbele-kabels-saccon.html>
- Friedman, P. J. (1990). Gait recovery after hemiplegic stroke. *International Disability Studies*, 12(3), 119–122. <https://doi.org/10.3109/03790799009166265>
- Gamma. (2018). Verlengsnoer en stroomkabel. Geraadpleegd 9 juni 2018, van <https://www.gamma.nl/assortiment/l/elektroverlengsnoeren-stekkerdozen/verlengsnoeren>
- Geiger, R. A., Allen, J. B., Keefe, J. O., & Hicks, R. R. (2001). Balance and mobility following stroke : Effects of physical therapy intervent ..., 82(4), 995–1005.
- Giorgio. (2012). aluminium production. Geraadpleegd van https://lea-etsap.org/E-TechDS/PDF/I10_AIProduction_ER_March2012_Final_GSOK.pdf
- Gottlieb, M. A. (2005a). Wheel and 15, (1), 240.
- Gottlieb, M. A. (2005b). wheel and block Michael A. Gottlieb ’ s Solution (using forces), 2005.

33

- Ikea. (2018). Glazen. Geraadpleegd 10 mei 2018, van https://www.ikea.com/nl/nl/catalog/categories/departments/eating/18869/?cid=a1:ps%7Ca2:n%7Ca3:year_round%7Ca4:ikea+glazen%7Ca5:%7Ca6:google%7Ca7:ikea%7Ca10:Eating+%5BBR%5D+-+Glazen+%2F+Karaffen+%2F+Kannen+%5Bxact%5D%7Ca11:IKEA+-+Glazen+-+Algemeen%7Cid
- Kappelle, L., & Kruyt, N. (2017). Leven na een beroerte Leven na een beroerte. In *Leven na een beroerte* (p. 12 3). Den Haag: Hersenstichting.
- Kuan, T. S., Tsou, J. Y., & Su, F. C. (1999). Hemiplegic gait of stroke patients: The effect of using a cane. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(7), 777–784. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90227-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90227-7)
- Li, K. W., Chang, W. R., Leamon, T. B., & Chen, C. J. (2004). Floor slipperiness measurement: Friction coefficient, roughness of floors, and subjective perception under spillage conditions. *Safety Science*, 42(6), 547–565. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2003.08.006>
- Lic, O. (2012). Assessment of Carbon Fiber Manufacturing Cost Extract from a benchmarking study on Iceland as a location for Carbon Fiber Production. Geraadpleegd van https://www.invest.is/files/skjol/pdf/omnia_carbon_fiber_extract.pdf
- Mees meals. (2018). Maaltijden. Geraadpleegd 9 mei 2018, van https://meesmeals.nl/maaltijden/?gclid=CjwKCAjw9e3YBRBcEiwAzyCJunkMyj39Fo9gEkoIRzGAz9IW-bU6By17CCM8i7OWiY752F7xHWmLAxoC57AQAvD_BwE
- Newton, F. (2015). PocketLab Voyager : A Study of Rolling Resistance By Richard Born Associate Professor Emeritus Northern Illinois University, 1–3.
- Nor Azlin, M. N., Azli, N. A., Saperi, B. S., & Aljunid, S. M. (2016). Functional limitation and health-related quality of life, and associated factors among long term stroke survivors in a Malaysian community. *The Medical Journal of Malaysia*, 71(6), 313–321.
- Rao, -Shama N, G A, S. T., P. R. K., & Kumar V V, R. G. (2017). Carbon Composites Are Becoming Competitive And Cost Effective. Geraadpleegd van <https://www.infosys.com/engineering-services/white-papers/Documents/carbon-composites-cost-effective.pdf>
- Robinson, R. G., & Price, T. R. (1982). Post-stroke depressive disorders: a follow-up study of 103 patients. *Stroke*, 13(5), 635–641. <https://doi.org/10.1161/01.STR.13.5.635>
- Rollatorwinkel.com. (2018). No TitleRollator rem hendel compleet Deluxe.
- Steeghs, M. (2018). (HER) ONTWERP VAN EEN (LOOP) HULPMIDDEL VOOR ÉÉNARMIG. Eindhoven.
- Tente. (2018). Swivel Castors, ALPHA 3479UFR125P70 L0-11, Castors with Central Lock | TENTE Netherlands. Geraadpleegd 26 mei 2018, van <https://products.tente.com/nl-en/3479Ufr125p70-l0-11.html>
- Volksgezondheidszorg.info. (2016). Prevalentie en nieuwe gevallen van beroerte. Geraadpleegd 15 mei 2018, van <https://www.volksgezondheidszorg.info/onderwerp/beroerte/cijfers-context/huidige-situatie#methoden>
- Wielen en zwenkwielen. (2018). Tente.
- World, T. (2011). LINEA e - lock, 4–5.

13) Bijlage 1: Marktonderzoek

Tabel 16 een gedeelte van de producten onderzocht in het marktonderzoek

elektronisch zwenk wiel LINEA e-Lock (594E) (zie Figuur 19) (World, 2011) - geïntegreerde motor rem, - drie controller opties, - handmatig nood rem, - zwenk blokkering, - draaglast van 150 kilogram, - wiel diameter 150 millimeter, - 24 V/DC, - ingebouwde bescherming door middel van versnellingen sensor, - handmatige besturing.	
De LINEA e-Lock is een elektronisch zwenkwiel welke door middel van een externe controller de wielen laat remmen en het zwenken kan blokkeren. De kosten van dit wiel zijn hierdoor hoger dan een traditioneel zwenkwiel met een centraal remsysteem.	
Zwenkwiel met dubbele rem mogelijkheid (zie Figuur 20) (Features, 2005) - voldoet aan de standaard ISO eisen 22882, - handmatig rem initiëring ingebouwd, - onderhoudsvrij, - zwenk blokkering, - draag last van 119 kilogram, - wiel diameter 152 millimeter, - polyurethaan wiel, - besturing via voetpedaal.	
Dit is een traditioneel zwenkwiel met centraal remsysteem. Deze vorm wordt het meest gebruikt in medische omgevingen. Hierdoor is bekend dat dit soort wielen robuust en betrouwbaar zijn.	
Nimbus 399 zwenkwiel (zie Figuur 21) (Features, 2015) - handmatig rem initiëring ingebouwd, - modern design, - polyurethaan wiel, - zwenk blokkering, - draag last van 149 kilogram, - wiel diameter 152 millimeter, - besturing via voet pedaal.	
Dit is een variatie op het traditionele zwenkwiel met centraal remsysteem. Het gebruikte design geeft een moderne uitstraling maar vormt eventuele problemen bij onderhoud en langdurig gebruik.	
Zwenkwiel met automatisch terugkerende rem (zie Figuur 22) (“Wielen en zwenkwielen”, 2018) - handmatig rem initiëring ingebouwd, - automatische rem vrijlating, - onderhoudsvrij, - polyamide wiel, - draag last van 250 kilogram, - wiel diameter 125 millimeter, - besturing via voet pedaal.	

35

36

Dit is een zwenkwiel met centraal remsysteem maar zonder rotatie blokkering. De rem op dit wiel is zelf lossend wat deze geschikt maakt voor doeleinde waarbij niet altijd de handrem gebruikt hoeft te worden.	
Fiets rem met blokkeer functie (zie Figuur 23) (FietsParts.nl, 2018) - zwart/zilver, - constructie staal, - blokkeer functie, - sturingsdiameter van 22 millimeter, - exclusief Remkabel.	
Dit is een remgreep met dubbele kabelbediening. Hierdoor kan de rem worden geblokkeerd als dit nodig is.	
Rollatorrem met parkeerrem (zie Figuur 24)(Rollatorwinkel.com, 2018) - Zwart, - Kunststof, - afmetingen 100x80x25 millimeter, - gewicht: 0.2 kilogram, - prijs: € 17,-, - twee remstanden, - ABS kunststof.	
Dit is een rollatorrem met parkeerrem functie dit betekent dat de rem vast kan worden gezet door deze naar beneden te positioneren.	
Afstandsbediening (zie Figuur 25)(Adafruit, 2018) - zwart met grijs, - twee knoppen, - Gewicht: 22.21 gram, - Batterij: CR2016, - prijs: € 5.64, - bluetooth mogelijkheden.	
Dit is een afstandsbediening met twee knoppen. Hiermee worden signalen gestuurd richting een ontvanger welke deze kan omzetten tot acties.	
Zacht rubber wiel (zie Figuur 26)(“Wielen en zwenkwielen”, 2018) - grijs, - massief, - niet strepend, - geluiddempend, - schok dempend, - precisie kogellager, - elastisch loopoppervlak.	
Dit is een zacht rubberen wiel welke wordt gebruikt in de medische industrie vanwege zijn lage impact op de omgeving.	

37

Hard rubber wiel (zie Figuur 27)(“Wielen en zwenkwielen”, 2018) - zwart, - massief, - niet strepend, - schok dempend, - kunststof kogellager, - hard loopoppervlak.	
Dit is een hard rubberen wiel welke voornamelijk wordt gebruikt in transport binnen gezondheids instellingen.	
	
Elektrisch geleiden TENTEprene wiel(zie Figuur 28) (“Wielen en zwenkwielen”, 2018) - grijs, - massief, - nietstrepnd, - bestendig van tempraturen van -20 tot +60 graden, - elektrisch geleidend, - TENTEprene (thermoplastisch rubber) loopoppervlak.	
Dit is een zacht rubberen wiel welke wordt gebruikt voor producten waarover een periode statische elektriciteit kan opbouwen	
	

38

14) Bijlage 2: interviews CVA-patiënten

In deze Bijlage staan de aantekeningen welke gemaakt zijn tijdens de interviews met de CVA-patiënten op het revalidatiecentrum Slotjesveste.

Tabel 17 notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	P. van Duin
Leeftijd	62
Geslacht	Vrouw
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topic lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar wordt een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Een dienblad is een vlak blad met opstaande randen waarmee eten wordt rondgebracht.
Functie	- Het dienblad moet de functie vervangen die normaal wordt uitgevoerd met de arm die nu gebruikt wordt voor het hulpmiddel. - Mevrouw wil graag voorwerpen kunnen verplaatsen rond het huis. - Mevrouw zou graag het dienblad gebruiken om haar boek op te zetten tijdens het lezen.
Gewoontes	- Mevrouw is veel bezig met haken als er geen bezoek over de vloer komt.
Serveren	- Het dienblad moet genoeg kopjes kunnen verplaatsen voor het bezoek (gemiddeld 2 à 3). - De voorwerpen die mevrouw binnenshuis verplaats zijn meestal licht en niet al te

39

	groot. Omdat ze bang is dat er iets misgaat bij het verplaatsen bij grotere/ zwaardere dingen.
Nadelen	- Tijdens het gebruik van het loophulpmiddel kan mevrouw niet iemand een hand geven. - Mevrouw zou het dienblad niet gebruiken bij het verplaatsen van papiertjes of pennen. Vanwege de toch denk ze dat deze wegwaaien of van het blad af rollen.
Problemen	- Mevrouw heeft moeite met het reiken naar de wc rol.

Tabel 18 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	B. Richt
Leeftijd	36
Geslacht	Man
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topic lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar wordt een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Een dienblad wordt gebruikt voor het rondbrengen van koekjes of thee.
Functie	- Meneer wilt het dienblad gebruiken als muismat al hij op de bank zit. - Het dienblad moet grote waterkanen kunnen verplaatsen zonder dat deze omvallen.

40

	- Meneer wilt graag de optie hebben dat het dienblad afneembaar is. - Meneer zou niet meer gebruik kunnen maken van zijn telefoon tijdens het gebruik van het loophulpmiddel.
Gewoontes	- Meneer speelt veel computerspellen en maakt model treinen. - Meneer gaat op de bank onderuit liggen als hij tv gaat kijken.
Serveren	- Meneer heeft niet veel bezoek maar serveert wel veel voor zichzelf. - De dingen die meneer vervoert kunnen vetig zijn of laten vlekken achter en deze zou hij graag makkelijk schoonmaken. - Tijdens het bouwen van modeltreintjes verplaatst meneer veel kleine potjes en kwastjes.
Nadelen	- Meneer zou het dienblad niet gebruiken als deze te zwaar is. - Meneer heeft geen negatieve ervaringen met een dienblad.
Problemen	- Op het moment heeft meneer geen goede oplossing voor het vasthouden van zijn cavia tijdens het lopen omdat hij bang is voor omvallen.

Tabel 19 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	T. Bastiaans
Leeftijd	28
Geslacht	Man
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topie lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar woord een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken?

41

	- Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Met een dienblad wordt drinken op festivals of barretjes rondgebracht.
Functie	- Meneer zou het dienblad gebruiken voor het verplaatsen van objecten in zijn huis. Hierbij noemde hij het volgende: pannen, bestek, bakers, borden, mobiele/ tablet, ballesjes, eten, bier en zijn laptop. - Meneer zou willen dat hij zijn laptop kan gebruiken op het dienblad. - Meneer gebruikt tijdens het eten een theedoek omdat hij regelmatig morst en deze zou hij niet graag op een haakje hangen.
Gewoontes	- Meneer kijkt veel voetbal met zijn vrienden, hierbij wordt veel bier en bittergarnituur genuttigd. - Grotendeels van de dag is meneer rond bij de voetbal kantine achter de bar.
Serveren	- Meneer eet meestal alleen en nooit met meer dan vier mensen maar die helpen hem met tafel dekken. - Meneer zou alleen borden, bestek, bakers en sauzen verplaatsen al hij gaat eten. - Het verplaatsen van de meeste voorwerpen doet hij nu in een buidel om zijn nek, deze buidel was ter grootte van een handbal. - Meneer zou geen rare dingen verplaatsen wat ook niet op een normaal dienblad zou worden verplaatst.
Nadelen	- Het dienblad zou meneer niet gebruiken op het moment als hij zijn spullen kan vervoeren in de buidel. - Het dienblad moet goed schoon te maken zijn zodat hij niet gaat plakken van het bier. - Het dienblad moet goed vast te houden te zijn als deze afneembaar is.
Problemen	- Meneer heeft moeite met het openen van bier door gebrek in kracht. - Meneer heeft stuip trekkingen rond zijn elleboog.

Tabel 20 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	H. Kuipers
Leeftijd	56
Geslacht	Man
Datum	24-04-2018

42

Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topie lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar woord een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Een dienblad wordt gebruikt om te serveren en voor het rondbrengen van een groot aantal kleine dingen die lastig met twee handen rondgebracht kunnen worden.
Functie	- Meneer zegt zelf dat het dienblad niet meer functies heeft te bezitten dan een standaard dienblad.
Gewoontes	- Meneer is veel actief in het buurt centrum hier geeft hij les in schilderen. - Als meneer thuis is leest hij veel boeken op zijn E-reader. - Meneer heeft op vrijdagmiddag een werkhorel waar het te krap is voor zijn huidige hulpmiddel waardoor hij in een hoek wordt weg gedrukt.
Serveren	- Meneer wil alleen zijn gezin drinken en snack kunnen brengen in de avond. - Tafeldekken wordt gedaan door zijn kinderen welke als beloning daarvoor een beloning krijgen.
Nadelen	- Meneer denkt dat het dienblad snel vol raakt met spullen die hij niet meteen weg zet. - Meneer zou het dienblad niet gebruiken als deze niet goed schoon te houden is of als dingen eraf vallen.

43

Problemen	- Meneer heeft diabetes en verliest vaak zijn medicijnen hiervoor.
------------------	--

Tabel 21 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	C. Simons
Leeftijd	34
Geslacht	Vrouw
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topie lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar woord een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Een dienblad wordt gebruik voor het serveren van mensen.
Functie	- Mevrouw wil graag wijnglazen kunnen serveren. - Mevrouw wilt een plek hebben waar dingen ingestopt kunnen worden buiten het dienblad om (zakjes). - Het dienblad moet kunnen inklappen omdat het hulpmiddel dan minder opvalt.
Gewoontes	- Mevrouw gaat vaak eten bij de Hema in de stad. - Mevrouw heeft als nagellakken als hobby.

44

	- Mevrouw is als ze thuis is vaak bezig met tekenen. - Mevrouw doet aan origami met beide handen om haar aangedane hand beter te kunnen controleren.
Serveren	- Mevrouw wilt haar tafel kunnen dekken dit is inclusief tafelkleed en pannen. - Mevrouw wil spullen van haar hobby van de kast naar haar knutsel tafel kunnen verplaatsen zonder dat deze vallen.
Nadelen	- Mevrouw denk dat ze minder gebruik gaat maken van haar aangedane hand door het hebben van een dienblad. - Mevrouw vindt dienbladen niet mooi en wilt die van haar persoonlijk maken.
Problemen	- Mevrouw zeg geen noemenswaardige problemen te hebben.

Tabel 22 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	T. Gebbink
Leeftijd	79
Geslacht	Vrouw
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topic lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar woord een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?
Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

45

Dienblad	- Een dienblad wordt gebruikt voor het rondbrengen van eten, drinken en medicijnen.
Functie	- Mevrouw wilt het dienblad kunnen gebruiken als tafel. - Mevrouw wilt dat het dienblad het mogelijk maakt om de afstandsbediening en de tv-gids binnen handbereik te hebben. - Mevrouw wilt het dienblad kunnen afnemen om op schoot te zetten.
Gewoontes	- Mevrouw zit grotendeels van de dag voor de tv met een schrijfblok om mee te spelen met spel shows. - Mevrouw heeft een speciale plek voor het raam ingericht om mensen te bekijken in het park om later ruwe schetsen te maken van die dag.
Serveren	- Mevrouw wilt haar eten vanuit de kantine mee kunnen nemen naar een tafel waar ze zit met medebewoners. - In haar eigen huis wilt ze wat kleine spulletjes verplaatsen naar waar zij zich op dat moment bevindt.
Nadelen	- Mevrouw denk dat het dienblad geen nadelen zal geven. Later gaf ze wel aan het lastig te vinden om weer een nieuwe gewoonte aan te leren.
Problemen	- Mevrouw heeft beperkte knijpkracht.

Tabel 23 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

Naam	J. Willemsen
Leeftijd	45
Geslacht	Vrouw
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

Topic lijst	Voorbeeldvragen
Dienblad	- Waar woord een dienblad normaliter voor gebruikt?
Functie	- Waarvoor zou u het dienblad gebruiken? - Wat voor taken zijn niet meer uit te voeren wanneer u gebruik zou maken van het hulpmiddel? - Wat zou u willen dat u kunt doen met het dienblad?
Gewoontes	- Hoe ziet een alledaagse dag er voor u uit? - Wat voor binnenshuis hobby's heeft u?

46

Serveren	- Wat vindt u belangrijk als u eten of drinken verplaats van de keuken naar de tafel of naar bezoek? - Wat voor soort voorwerpen verplaatst u binnenshuis?
Nadelen	- Wat zou ervoor zorgen dat u het dienblad niet wilt gebruiken? - Heeft u negatieve ervaringen met een dienblad?
Problemen	- Waar heeft u in het algemeen problemen mee welke betrekking hebben met het dienblad?

Dienblad	- Een dienblad wordt gebruikt voor het serveren van mensen, maar mevrouw denkt dat er nog veel meer mogelijkheden zijn.
Functie	- Mevrouw wilt spullen mee kunnen nemen naar haar eettafel en terug. - Mevrouw wilt graag dat het dienblad zorgt dat de spullen niet gaan schuiven.
Gewoontes	- Mevrouw is het over groten deel van de dag bezig met huishoudelijke taken, deze gaan na het ongeval slomer en koste veel tijd met een gezin van vijf. - De man van mevrouw kookt meestal, maar ze vindt leuk om hem een handje te helpen. - Over het algemeen is mevrouw veel binnen en blijft ze lang op een plaats.
Serveren	- Mevrouw wilt de tafel kunnen dekken zonder al te vaak op en neer te lopen. - Als spullen wat groter of zwaarder zijn vraagt ze meestal om hulp.
Nadelen	- Mevrouw is bang dat spullen van het dienblad afschuiven zoals handdoeken of bestek. - Mevrouw zou het dienblad niet willen als deze niet in te klappen is.
Problemen	- Mevrouw heeft moeite met het pakken van spullen van de tafel als ze in haar stoel zit.

Tabel 24 Notities van het interview bij revalidatiecentrum Slotjesveste

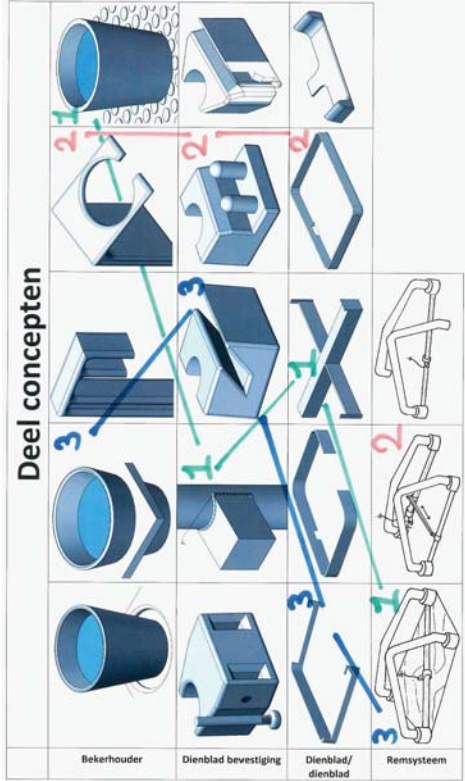
Naam	T. Rosenberg
Leeftijd	76
Geslacht	Man
Datum	24-04-2018
Plaats	Oosterhout
Interviewer	Thijs v kaathoven

47

Dienblad	- Het dienblad is ontworpen voor het meenemen van spullen welke te lastig zijn om met de handen te verplaatsen.
Functie	- Meneer wilt zijn sjeu de boule ballen kunnen meenemen. - Meneer wilt het dienblad gebruiken om spullen te verplaatsen, zoals eten en drinken. - Meneer wilt zijn bloempotten vanaf het balkon naar de keuken kunnen brengen om ze te verzorgen. (De drempel is hierin geen probleem)
Gewoontes	- Meneer is vaak te vinden bij zijn vrienden waar hij gaat sjeu de bouillen. - Als meneer thuis is zit hij vaak voor de tv. - Meneer moet zijn vrouw helpen met kleine taken die zij niet meer kan uitvoeren.
Serveren	- Meneer dekt de tafel voor het koppel. - Meneer wilt mevrouw kunnen verrassen door haar eten te serveren op bed.
Nadelen	- Meneer denk dat het dienblad tegen dingen aan gaat stoten waardoor er dingen af zullen vallen of schuiven.
Problemen	- Meneer heeft moeite met het bereiken van de tv-afstandsbediening.

48

15) Bijlage 3: Morfologische kaart



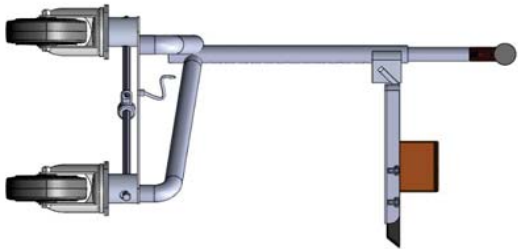
Figuur 29 Morfologische kaart

16) Bijlage 4: Kardinale methode

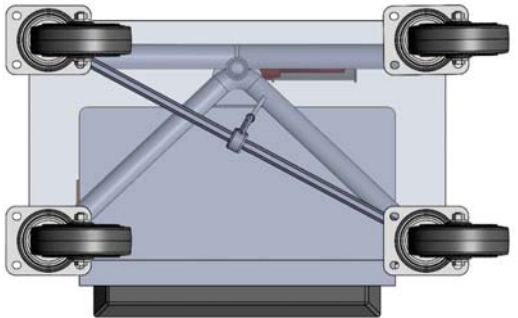
Tabel 25 Uitwerking van de kardinale methode

Wens		Wreeg-factor	Concept 1		Concept 2		Concept 3	
		Score	Score	Totaal	Score	Totaal	Score	Totaal
38	Het is wenselijk dat er een mogelijkheid is dat de eenhandige rem in combinatie met een sleeprem wordt gebruikt.	1	1	1	1	1	1	1
39	Het is gewenst om een optimale verdeling van gewicht, remvermogen en stabiliteit te bereiken	2	3	6	2	4	5	10
40	Het is wenselijk dat het dienblad goed te reinigen is	3	5	15	2	6	5	15
41	Het is wenselijk dat het dienblad ophang haken bevat	2	3	6	5	10	3	6
42	Het is wenselijk dat het hulpmiddel de mogelijkheid biedt om objecten op te bergen buiten het oppervlak van het dienblad zelf	2	3	6	1	2	4	8
43	Het is wenselijk dat het hulpmiddel een dienblad heeft wat afneembaar is van een plateau	3	5	15	4	12	5	15
44	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel buitenshuis te gebruiken is	1	2	2	5	5	4	4
45	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel te vervoeren is per auto of trein	2	2	4	3	6	3	6
46	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel voorzien is van anatomische of ergonomische handvatten	3	5	15	5	15	5	15
49	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een zo groot mogelijk steunvlak op de grond heeft	3	4	12	4	12	4	12
51	Het is wenselijk dat de stuurbewegingen uit een gewricht met een grotere bewegingsuitslag kunnen komen, dan de sagittale as van een radiocarpalis	2	3	6	3	6	3	6
Tussenstand wensen		88			79			98

17) Bijlage 5: Eindontwerp

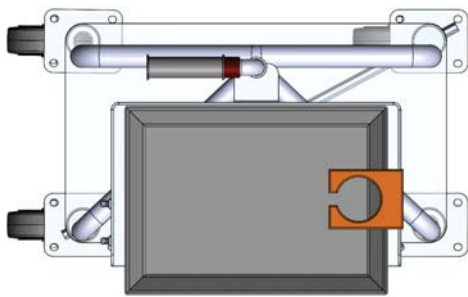


Figuur 30 Eindontwerp linker aanzicht

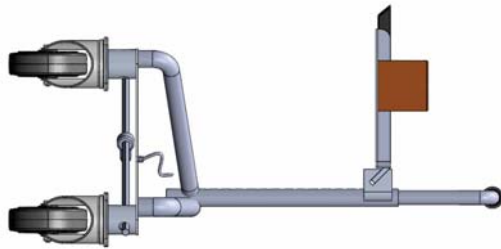


Figuur 31 Eindontwerp onder aanzicht

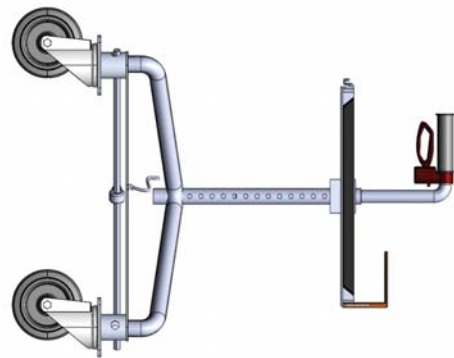
Meningen van personen uit het vakgebied								
34	Wat is de haalbaarheid van dit concept	3	5	15	3	9	4	12
35	Welk cijfer wordt het uiterlijk van dit concept gegeven (uiterlijk en vertrouwen)	2	2	4	4	8	4	8
36	Welk cijfer wordt aan de functionaliteit gegeven van dit concept	2	2	4	4	8	3	6
37	Welk cijfer wordt over het algemeen gegeven van dit concept	2	3	6	4	8	4	8
Tussenstand Vakgebied		29		33		34		
Eindstand		117		112		122		



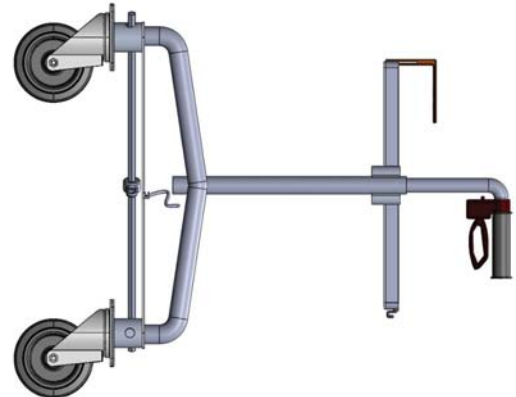
Figuur 32 Eindontwerp boven aanzicht



Figuur 33 Eindontwerp rechter aanzicht



Figuur 34 Eindontwerp voor aanzicht



Figuur 35 Eindontwerp achter aanzicht

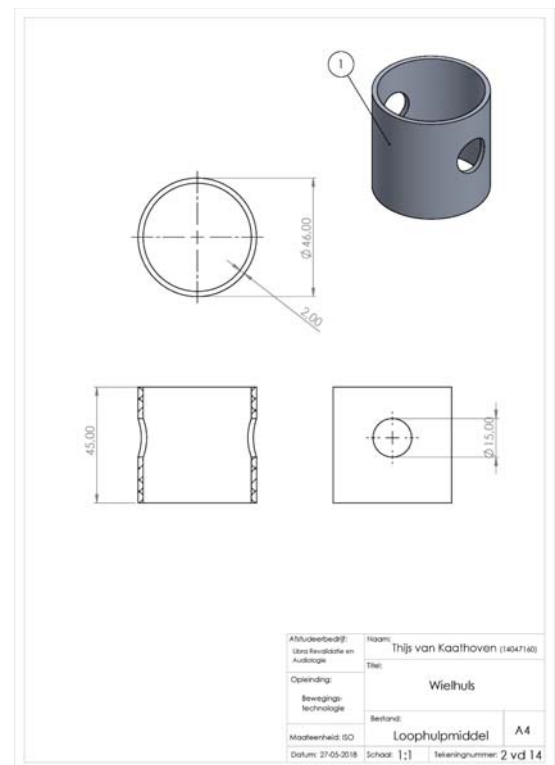
54

18) Bijlage 6: Technische werktekeningen

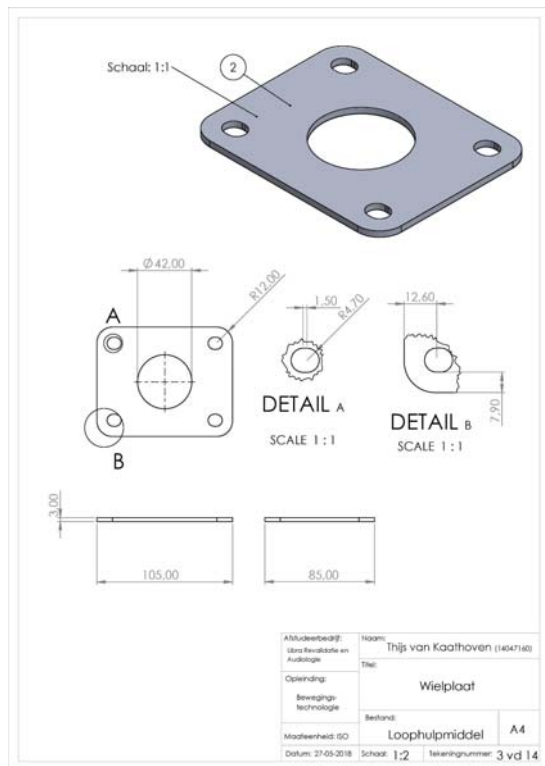
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.	material
1	Wielhuis	45 x 46 x 2	4	A6061
2	wiel plaat	105 x 85 x 3	4	A6061
3	bodemplaat	514 x 325 x 3	1	A6061
4	Verstelbuis V2	360 x 28 x 2,5	1	A6061
5	handvat buis v2	504 x 22 x 2,5	1	A6061
6	dienblad frame v2	822 x 20 x 3	1	A6061
7	dienblad ophanging	60 x 50 x 45	1	A6061
8	Dienblad ophangingshaak	60 x 35 x 8	1	A6061
9	dienblad plateau	390 x 220 x 3	1	A6061
10	ondersteunings buis 1 V4	615 x 30 x 2	1	A6061
11	ondersteunings buis 2 V4	842 x 30 x 2	1	A6061

Afleverbedrijf: Uitschakelbare en Aankleef	Naam: Thijs van Kaathoven (14047140)
Onderwerp: Bewegings- technologie	Titel: Eenhandig Loophulpmiddel
Maatstaf: ISO	Bestand: Loophulpmiddel
Datum: 27-05-2018	Schaal: 1:10 Tekeningnummer: 1 vd 14

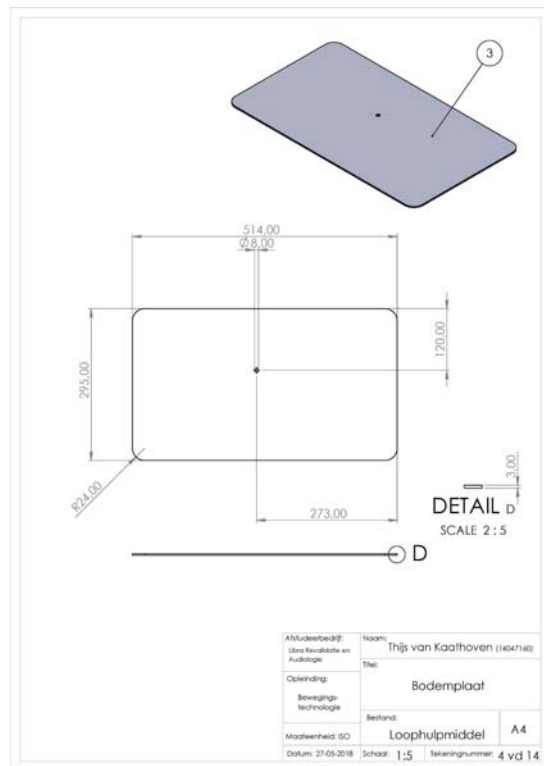
55



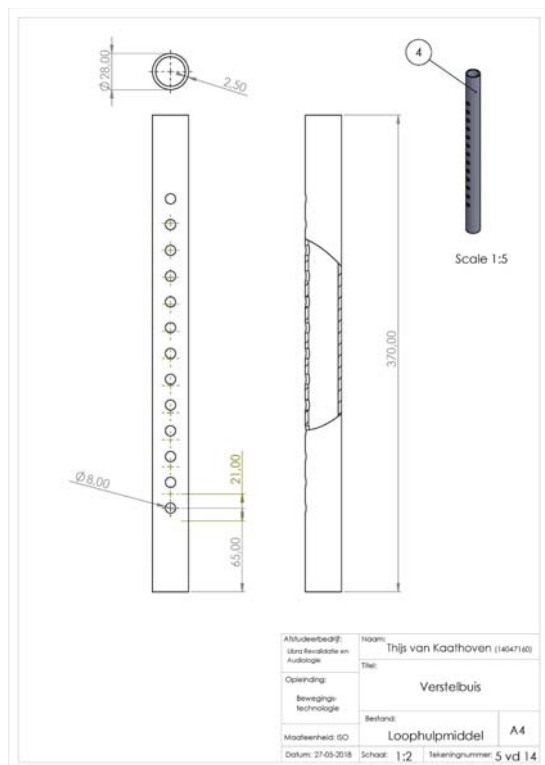
56



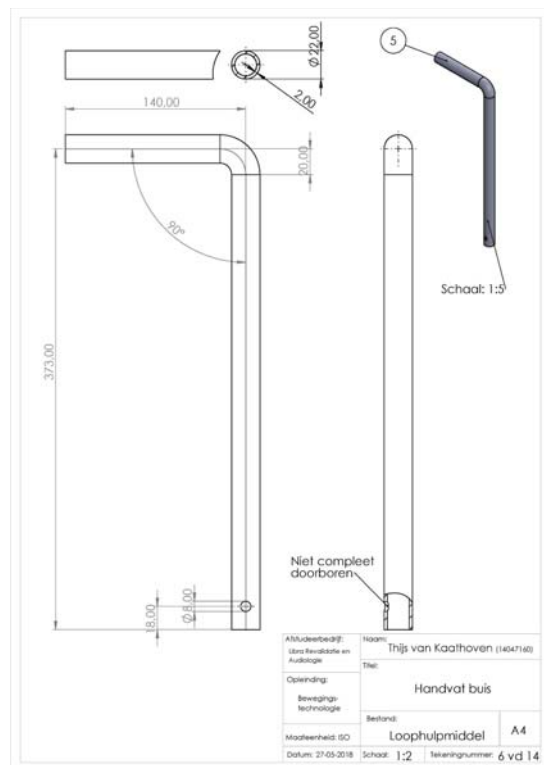
57



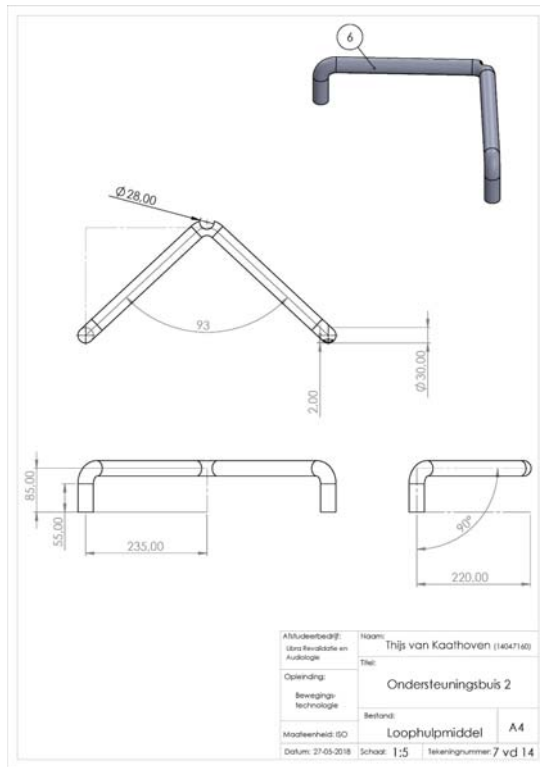
58



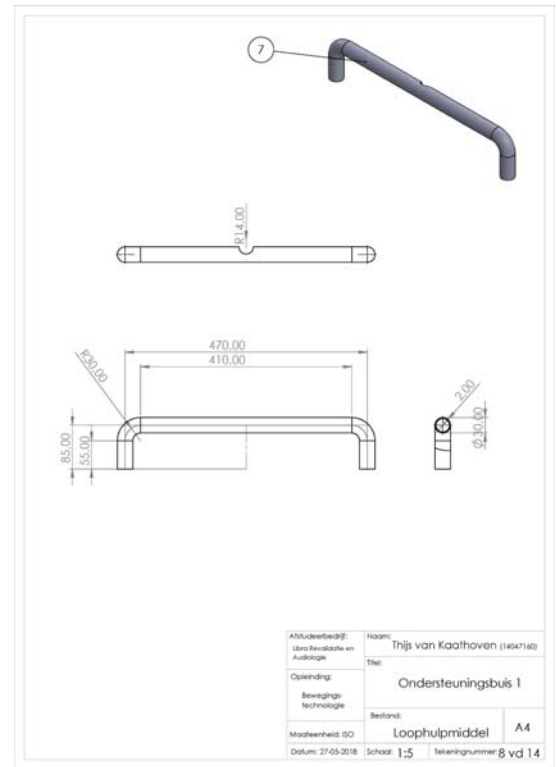
59



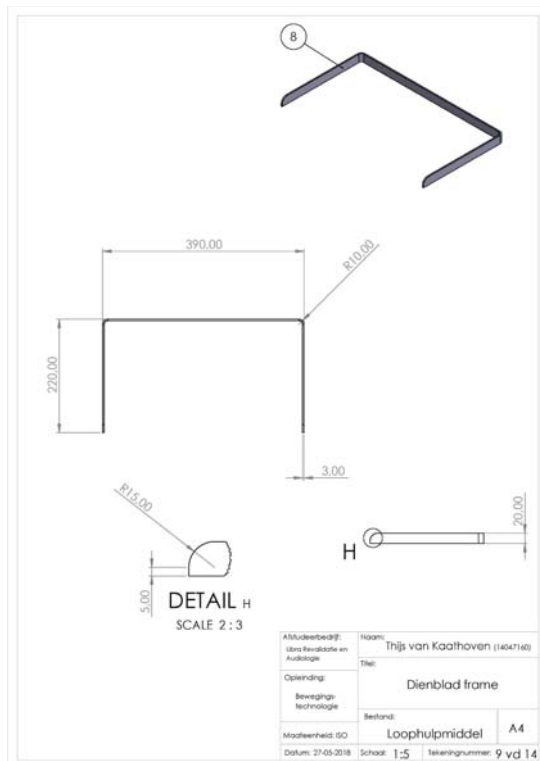
60



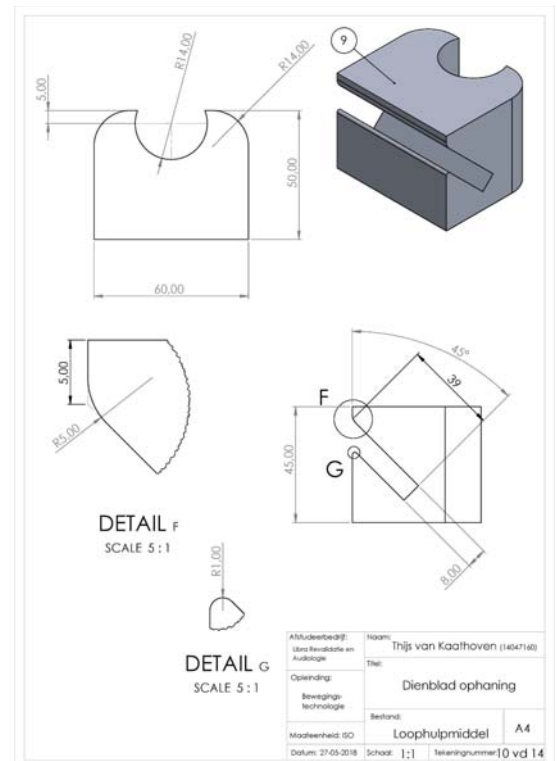
61



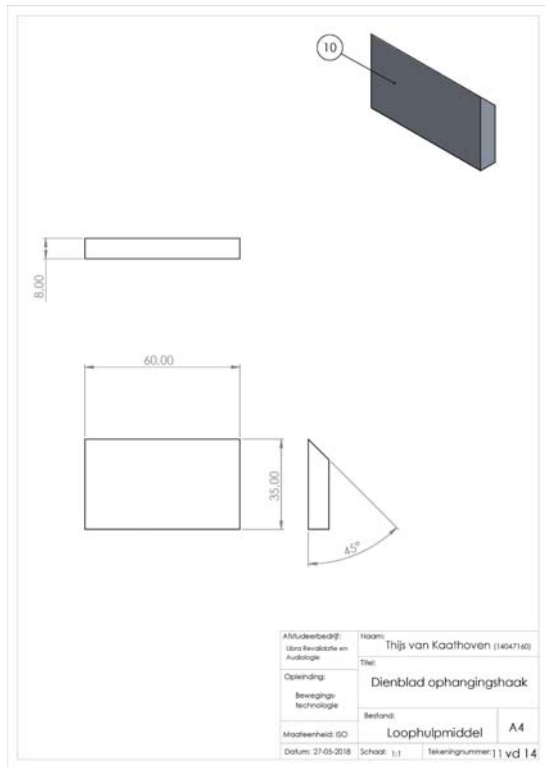
62



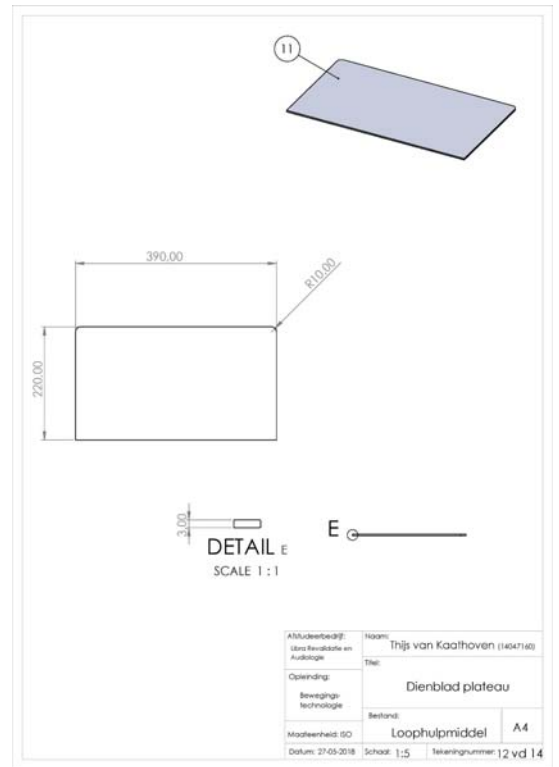
63



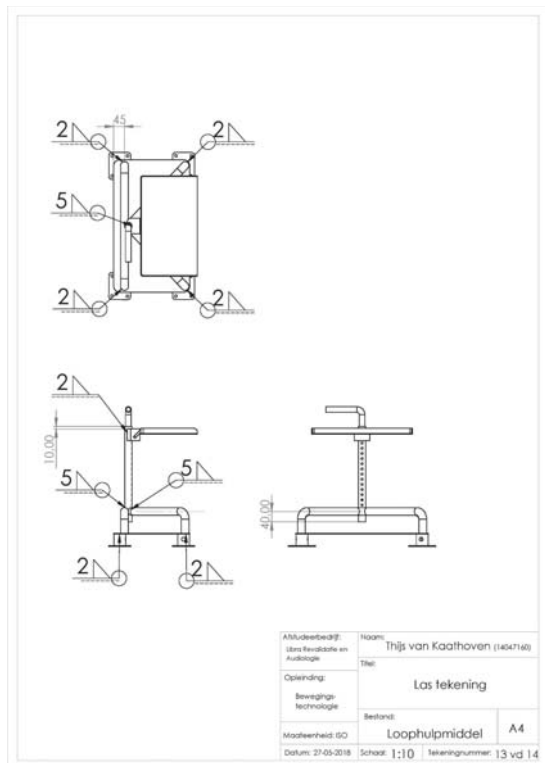
64



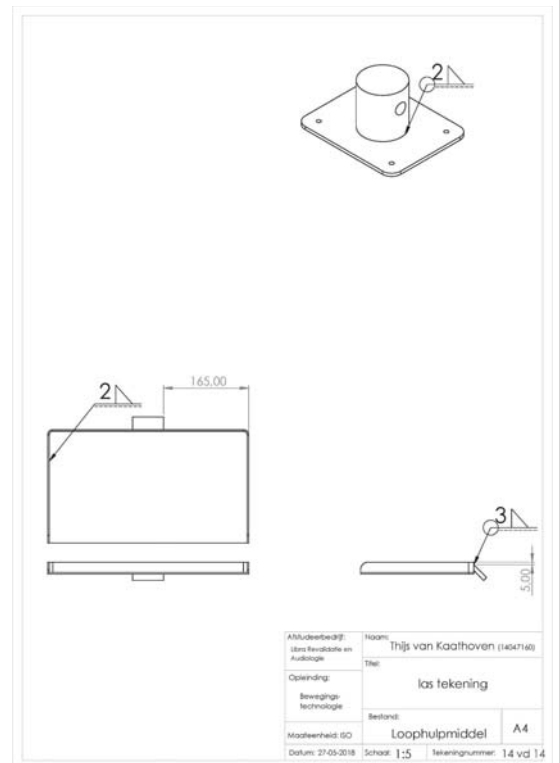
65



66



67



68

19) Bijlage 7: SolidWorks simulatie rapport

Simulation of Frame alles in 1 part

Date: zaterdag 9 juni 2018
Designer: Thijs van Kaathoven
Study name: 90N belasting
Analysis type: Static

Table of Contents	
Description	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Assumptions	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Model Information	70
Study Properties	70
Units	71
Material Properties	71
Loads and Fixtures	71
Connector Definitions	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Contact Information	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Mesh information	72
Sensor Details	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Resultant Forces	73
Beams	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Study Results	73



Model Information

Model name: Frame alles in 1 part Current Configuration: Default			
Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Boss-Extrude8	Solid Body	Mass: 5.35731 kg Volume: 0.00198419 m³ Density: 2700 kg/m³ Weight: 52.5017 N	H:\Dropbox\afstuderen\solidworks\Fram alles in 1 part-90N belasting\Fram alles in 1 part.SLDPRJT Jun 9 13:33:50 2018

Study Properties

Study name	90N belasting
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic

69

70

Large displacement	On
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (H:\Dropbox\afstuderen\solidworks\Fram alles in 1 part-90N belasting)

Units

Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m²

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
Boss-Extrude8	Name: 6061 Alloy Model type: Linear Elastic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 5.51485e+07 N/m² Tensile strength: 1.24084e+08 N/m² Elastic modulus: 6.9e+10 N/m² Poisson's ratio: 0.33 Mass density: 2700 kg/m³ Shear modulus: 2.6e+10 N/m² Thermal expansion coefficient: 2.4e-05 /Kelvin	SolidBody 1(Boss-Extrude8)(Frame alles in 1 part)
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture image	Fixture Details
Fixed-1	Fixed-1	Entities: 4 face(s) Type: Fixed Geometry

71

Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	4.27961e-05	300	-8.64267e-07	300
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-7	Force-7	Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 50 N
Force-8	Force-8	Entities: 1 face(s) Type: Apply normal force Value: 250 N

Mesh information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Blended curvature-based mesh
Jacobian points	4 Points
Maximum element size	27.845 mm
Minimum element size	5.56901 mm
Mesh Quality Plot	High

Total Nodes	42044
Total Elements	21894
Maximum Aspect Ratio	481.83
% of elements with Aspect Ratio < 3	70.6
% of elements with Aspect Ratio > 10	9.48
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:13
Computer name:	THUS

72



Resultant Forces

Reaction forces

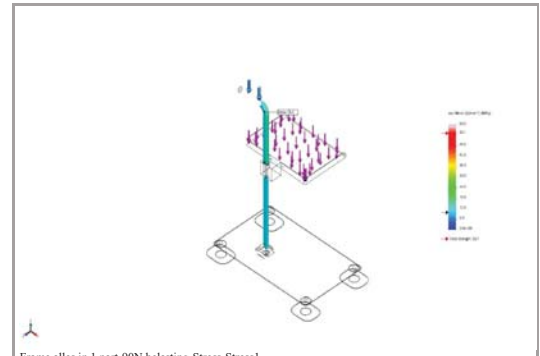
Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	4.27961e-05	300	-8.64267e-07	300

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

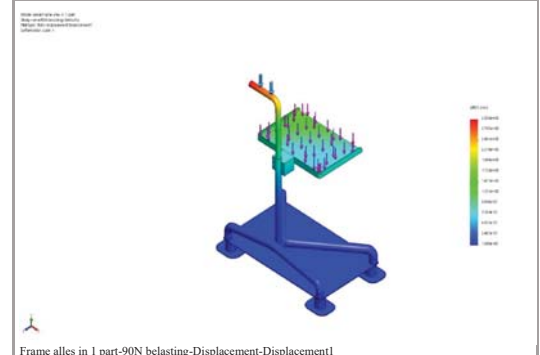
Study Results

Name	Type	Min	Max
StressI	VON: von Mises Stress	1.6e-04 N/mm ² (MPa) Node: 17654	25.4 N/mm ² (MPa) Node: 12439



Frame alles in 1 part-90N belasting-Stress-StressI

Name	Type	Min	Max
DisplacementI	URES: Resultant Displacement	0.000e+00 mm Node: 144	2.953e+00 mm Node: 8066

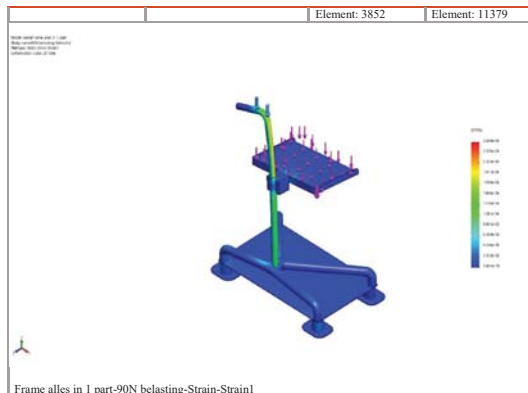


Frame alles in 1 part-90N belasting-Displacement-DisplacementI

Name	Type	Min	Max
StrainI	ESTRN: Equivalent Strain	7.401e-10	2.548e-04

73

74



Frame alles in 1 part-90N belasting-Strain-StrainI

20) Bijlage 8: uitkomsten evaluatiefase

Eisen en wensen	Beoordeling	Toelichting
1 Het hulpmiddel moet minimaal twee wielen met een zelf lossend centraal remsysteem bevatten	Voldaan	Het eindontwerp bezit twee van dit soort wielen
2 Indien gebruik wordt gemaakt van twee remmen moeten deze diagonaal aan elkaar geplaatst zijn	Voldaan	De remmen zitten diagonaal aan elkaar bevestigd. Linksvoor en rechtsachter bij gebruik aan de rechter kant.
3 Het remsysteem moet gebruik maken van een remkabel.	Voldaan	Het remsysteem maakt gebruik van een remkabel.
4 De rem en parkeerrem wordt geactiveerd door één remgreep	Voldaan	De rem en parkeerrem zijn beide te activeren met de rollator remgreep
5 Het remsysteem heeft een vast aangrijpingspunt	Voldaan	Door het gebruik van een centraal remsysteem verplaatst het aangrijpingspunt niet
6 Het hulpmiddel moet het volgende wiel bevatten: 3479UFR125P70 Q0-11	Voldaan	Het hulpmiddel bevat twee van deze wielen
7 De kracht benodigd voor het nemen van een dorpel moet geen kanteling van het hulpmiddel veroorzaken	Testen	
8 De wielen veroorzaken geen remsporen	Voldaan	Het wiel materiaal laat geen remsporen achter bij het slippen
9 Het dienblad moet objecten binnenshuis van A naar B transporteren	Voldaan	Het is mogelijk objecten binnenshuis te verplaatsen
10 Het dienblad fungeert als een bijzettafel tijdens stilstand	Voldaan	Het dienblad is te gebruiken als bijzettafel
11 Het dienblad is door CVA-patiënten afneembaar van het loophulpmiddel	Testen	
12 Het dienblad moet in staat zijn 5 kg te dragen wanneer deze bevestigd is op het hulpmiddel	Voldaan	De resultaten van de SolidWorks simulatie in geven aan dat het dienblad instaat is om een gewicht van 5 kg te verdragen
13 Het dienblad moet voorzien zijn van een bekerhouder	Voldaan	Het dienblad bevat een bekerhouder met een uitsparing voor het oor van een mok
14 Het dienblad moet voorzien zijn van een opstaande rand	Voldaan	Het dienblad heeft een opstaande rand van 20 mm
15 Het dienblad moet een antislip laag bevatten	Voldaan	Het dienblad heeft een rubberen antislip laag
16 Het dienblad moet aan de lange zijde vast te pakken zijn tijdens het afnemen	Voldaan	Door een uitsparing is het dienblad aan de lange zijde vast te pakken tijdens het afnemen
17 Het loophulpmiddel moet veilig zijn	Voldaan	
18 Het loophulpmiddel moet een goede combinatie tussen stabiliteit en wendbaarheid bevatten	Voldaan	
19 Het loophulpmiddel moet zorgen voor een symmetrische positie tussen de patiënt en het loophulpmiddel	Testen	
20 Het loophulpmiddel mag niet meer kunnen verplaatsen zodra de rem volledig in werking wordt gesteld	Testen	
21 Het loophulpmiddel moet een parkeerrem bevatten	Voldaan	Door het gebruik van een rollator rem zijn de remmen op de parkeerrem te zetten
22 Het loophulpmiddel moet een rem bevatten die met de hand te bedienen is, waarbij de rem in werking te stellen is door een knijpbeweging van de hand	Voldaan	Het hulpmiddel bevat een rem die met een knijpbeweging in werking te stellen is

75

76

23	Het loophulpmiddel is binnenshuis te gebruiken	Voldaan	
24	Het loophulpmiddel bevat een voorziening waardoor het mogelijk is om voorwerpen mee te nemen	Voldaan	Het hulpmiddel bevat een dienblad
25	Het loophulpmiddel heeft, als het loophulpmiddel handvatten bevat, in hoogte instelbare handvatten tussen 725 en 935 mm	Voldaan	Het handvat is instelbaar van 696 tot 937 mm in stappen van 20 mm
26	Het loophulpmiddel heeft, als het loophulpmiddel onderarmschalen bevat, in hoogte instelbare onderarmschalen tussen 948 en 1209 mm	N.V.T.	Het loophulpmiddel bevat geen onderarmschalen
27	Het loophulpmiddel heeft een voorziening om voorwerpen mee te nemen tussen de 510 en 715 mm hoog	Voldaan	Het hulpmiddel heeft een voorziening om voorwerpen mee te nemen op een hoogte van 600 mm
28	Het loophulpmiddel moet een voorziening hebben om voorwerpen mee te kunnen nemen van minimaal 360 bij 270 mm	Niet voldaan	Deze voorziening op het hulpmiddel heeft een afmeting van 355 bij 255 mm
29	Het loophulpmiddel moet maximaal 800 mm breed zijn, als de gebruiker zich binnen de afmetingen van het loophulpmiddel bevindt	N.V.T.	Niet van toepassing, de patiënt bevindt zich buiten de afmetingen van het eindontwerp
30	Het loophulpmiddel moet maximaal 295 mm breed zijn, als de gebruiker zich naast het loophulpmiddel bevindt	Niet voldaan	Het bevestigingssysteem van de wielen steekt uit hierdoor is het hulpmiddel 20 mm te breed
31	Het loophulpmiddel moet ter hoogte van de grond minimaal 672 mm beenruimte naar voren en 490 mm beenruimte naar achteren hebben	Voldaan	Het hulpmiddel heeft geen constructie aan de voor- en achterzijden van de gebruiker
32	Het loophulpmiddel moet voldoende beenruimte hebben ter hoogte van de voorziening om voorwerpen mee te nemen of om op te rusten	Voldaan	Het dienblad bevindt zich niet in het bewegingsveld van de benen
33	Het loophulpmiddel moet vier wielen bevatten	Voldaan	Het hulpmiddel maakt gebruik van vier wielen
34	Het loophulpmiddel moet een eenhandige rem bevatten	Voldaan	Het hulpmiddel wordt geremd door een eenhandige rem
35	De remgreep van het loophulpmiddel moet met maximaal 13,8 Newton per keer te bedienen zijn	Testen	
36	De rem moet bediend kunnen worden onder een kracht van maximaal 720 Newton	Testen	
37	Het loophulpmiddel heeft een gewicht van maximaal 9 kg	Voldaan	Het hulpmiddel weegt 8,56 kg exclusief dienblad
38	Het is wenselijk dat er een mogelijkheid is dat de eenhandige rem in combinatie met een sleeprem wordt gebruikt	Niet voldaan	Het eindontwerp bevat geen sleeprem
39	Het is gewenst om een optimale verdeling van gewicht, remvermogen en stabiliteit te berekenen	Voldaan	Door het gebruiken van twee remmen en de plaatsing van de wielen is er een optimale verdeling van het gewicht, remvermogen en stabiliteit.
40	Het is wenselijk dat het dienblad goed te reinigen is	Voldaan	Het dienblad is van plastic en bezit geen scherpe hoeken waar vuil in kan blijven vast zitten
41	Het is wenselijk dat het dienblad ophang haken bevat	Voldaan	Het dienblad bevat twee ophang haken

77

42	Het is wenselijk dat het hulpmiddel de mogelijkheid biedt om objecten op te bergen buiten het oppervlak van het dienblad zelf	Voldaan	Het hulpmiddel bevat onderaan een plateau waarop objecten te plaatsen zijn
43	Het is wenselijk dat het hulpmiddel een dienblad heeft wat afneembaar is van een plateau	Voldaan	Het dienblad staat op een plateau wat fungeert als een tweede dienblad
44	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel buitenshuis te gebruiken is	Niet voldaan	Het hulpmiddel is niet buitenshuis te gebruiken. Dit door het gebruik van twee geremde wielen en een 'los' dienblad
45	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een voorziening heeft waarmee gerust kan worden	Niet voldaan	Het hulpmiddel bevat hiervoor geen voorziening
46	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel te vervoeren is per auto of trein	Testen	
47	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel is voorzien van een stokhouder	Niet voldaan	Het hulpmiddel bevat geen stokhouder
48	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel voorzien is van anatomische of ergonomische handvatten	Voldaan	Het hulpmiddel maakt gebruik van een ergonomisch handvat
49	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een zo groot mogelijk steunvlak op de grond heeft	Voldaan	Het hulpmiddel heeft een zo groot mogelijk steunvlak
50	Het is wenselijk dat de afstand tussen de wielen van het loophulpmiddel zo klein mogelijk blijft, zolang dit niet ten koste gaat van de stabiliteit	Voldaan	De afstand tussen de wielen is zo klein mogelijk terwijl het hulpmiddel stabiel blijft
51	Het is wenselijk dat de stuurbewegingen uit een gewricht met een grotere bewegingsuitslag kunnen komen, dan de sagittale as van art. radiocarpalis	Niet voldaan	De stuur beweging wordt gemaakt door het art. radiocarpalis in het sagittale vlak
52	Het is wenselijk dat het loophulpmiddel een stuurmechanisme bevat waardoor het lichaam van de patiënt recht voor, achter of aan de zijkant van het loophulpmiddel komt te staan	Voldaan	Het stuurmechanisme zorgt ervoor dat de persoon aan de zijkant van het hulpmiddel komt te staan

78

21) Bijlage 9: Berekeningen

Maximale Koppel

Voor het uitrekenen van de maximale koppel die geleverd kan worden door de doelgroep zijn de volgende formules gebruikt.

Er is begonnen met de kracht te achterhalen waarmee aan de kabel wordt getrokken. F1 is gepositioneerd halverwege de remgreep en F2 is de positie waar de remkabel is verbonden aan de remgreep.

$$F1 = 13,8 \text{ N}$$

$$L1 = 60 \text{ mm}$$

$$L2 = 15 \text{ mm}$$

$$\sum Ma = 0 + \cup$$

$$F1 \cdot L1 = F2 \cdot L2$$

$$F2 = \frac{F1 \cdot L1}{L2}$$

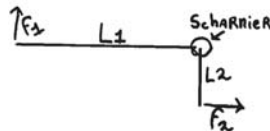
$$F2 = \frac{13,8 \cdot 60}{15} = 55,2 \text{ N}$$

Vervolgens is met de kracht F2 doorgerekend om de maximale koppel te berekenen.

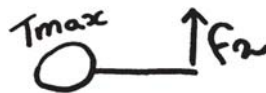
$$T_{\max} = F2 \cdot R$$

$$T_{\max} = 55,2 \cdot 28$$

$$T_{\max} = 1545,6 \text{ N/mm}$$



Figuur 36 Schematische weergaven van de rollator groep



Figuur 37 schematische weergaven van de roterende staaf en de hefboom bevestigd hieraan

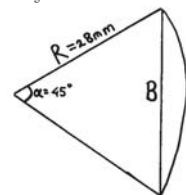
Terugtrekking remkabel

Voor de terugtrekking van de remkabel zijn de formules hieronder gebruikt. Hierin is B de uiteindelijke lengte welke de kabel moet terugtrekken.

$$B = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$B = 2 \cdot 28 \cdot \sin \frac{45}{2}$$

$$B = 21,4 \text{ mm}$$



Figuur 38 Situatieschets voor de berekening van de terugtrekking van de kabel

Kanteling richting de gebruikers zijde

In de situatie waarbij de zwenkwielen aan de gebruikerszijde naar binnen staan gericht wordt het steunvlak kleiner en is er een grotere kans op kanteling. In deze paragraaf is onderzocht welke kracht benodigd is om het hulpmiddel om te duwen. De afmetingen gebruikt in de berekeningen zijn afkomstig van het SolidWorks model.

$$\sum Ma = 0 + \cup$$

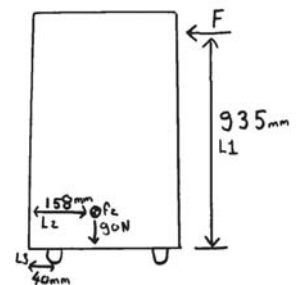
$$F \cdot L1 = fz \cdot (L2 - L3)$$

$$F = \frac{fz \cdot (L2 - L3)}{L1}$$

$$F = \frac{90 \cdot (158 - 40)}{935}$$

$$F = 11,36 \text{ N}$$

In de meest ongunstige situatie moet er met een kracht van 11,36 Newton geduwd worden tegen het hulpmiddel wanneer deze op de rem staat.



Figuur 39 Schematische schets van het hulpmiddel. Kracht F wordt uitgevoerd richting de gebruikerszijden op het moment dat de wielen zijn geremd en naar binnen zijn gewenkt

79

80

Wrijvingsweerstand berekeningen

Voor het berekenen van de wrijvingsweerstand is de volgende formule gebruikt

$$F_w = \mu_w \cdot F_n$$

Hier in staat F_w voor wrijvingsweerstand uitgedrukt in newton, F_n is de normaalkracht op het wiel en μ_w is de wrijvingscoëfficiënt. F_n is in deze situatie 90 newton. De wrijvingscoëfficiënten zijn afkomstig uit de volgende bronnen (Engineering ToolBox, 2004)(Li, Chang, Leamon, & Chen, 2004) (El-Sherbiny, Hasouna, & Ali, 2012).

Parket en zacht rubber heeft een wrijvingsweerstand van 85.5 newton.

$$F_w = 0.95 \cdot 90$$

Parket en hard rubber heeft een wrijvingsweerstand van 63 newton.

$$F_w = 0.7 \cdot 90$$

Pvc en zacht rubber heeft een wrijvingsweerstand van 70.2 newton.

$$F_w = 0.78 \cdot 90$$

Laminaat en zacht rubber heeft een wrijvingsweerstand van 36 newton.

$$F_w = 0.4 \cdot 90$$

Het gebruik van minimaal twee geremde wielen

Voor het berekenen van deze situaties is uitgegaan dat het hulpmiddel stil staat en roteert op om het steunpunt van het handvat (R). De remmen oefenen kracht (F_1 en F_2) uit op het hulpmiddel waar deze mogelijk geplaatst gaan worden. L_1 en L_2 zijn de loodrechte lengtes waar de remmen kracht uit oefenen op het rotatie punt. De afmetingen en krachten gebruikt in deze situaties komen niet overeen met het uiteindelijk ontwerp omdat deze nog niet bekend zijn.

$$F_1 = F_2 = 50 \text{ N}$$

$$L_1 = L_2 = 150 \text{ mm}$$

In situatie één (zie figuur 40a) is de situatie te zien waar geremd wordt met één rem. Kracht F_1 vermenigvuldigd met L_1 veroorzaakt een roterend moment van 7500 N/mm

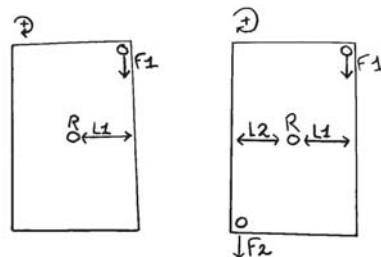
$$\sum M_a = F_1 \cdot L_1$$

$$50 \cdot 150 = 7500 \text{ N/mm}$$

In situatie twee (zie figuur 40b) is de situatie te zien waar geremd wordt met twee remmen. Hier is Kracht F_1 vermenigvuldigd met L_1 min kracht F_2 vermenigvuldigd met L_2 . Dit resulteert in een roterend moment van 0 N/mm

$$\sum M_a = F_1 \cdot L_1 - F_2 \cdot L_2$$

$$50 \cdot 150 - 50 \cdot 150 = 0 \text{ N/mm}$$



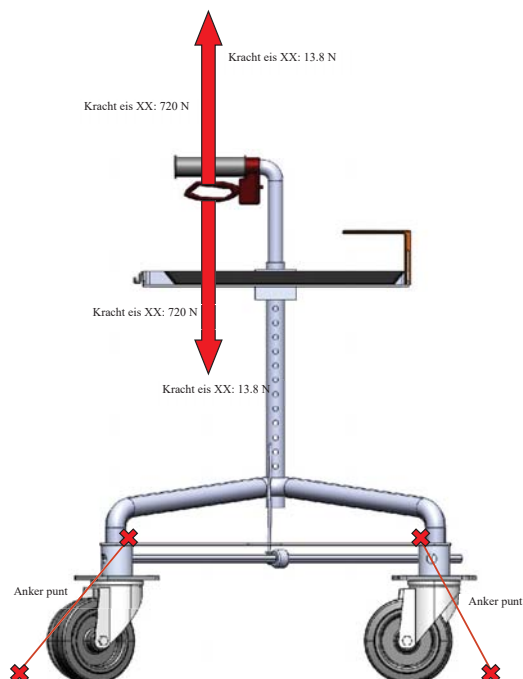
Figuur 40 a & b Het verschil in gebruikmaken van een of twee geremde wielen

Deze berekeningen geven een goede representatie van het principe, echter is de situatie in de werkelijkheid anders dan die hier geschetst is. Kracht F_1 en F_2 zijn in deze situatie gelijk aan elkaar, maar in werkelijkheid variëren deze krachten wat. De krachten representeren de wrijvingskracht tussen de ondergrond en het wiel. Het remmen van het hulpmiddel in deze situatie veroorzaakt een hogere grondreactie kracht (F_N) op het wiel bij F_1 en een verlaagt bij F_2 . Omdat de wrijvingsweerstand een product is van F_N en de wrijvingscoëfficiënt wordt kracht F_1 groter en F_2 kleiner. Echter verschillen deze niet significant genoeg om een roterend moment te veroorzaken dat niet gemakkelijk te voorkomen is door een tegenovergesteld roterend moment te creëren op het steunpunt, dit vanwege het lage gewicht van het hulpmiddel.

81

82

22) Bijlage 10: Krachten positionering



Figuur 41 Toepassing van de krachten voor de evaluatie van eis 35 en 36

83

23) Bijlage 12: Projectplan

De realisering van een eenhandige loophulpmiddel

Van prototype tot productie

Naam: Thijs van Kaathoven
 Studennummer: 14047160
 E-mail: 14047160@student.hhs.nl
 16-01-2018

Studievoortgang

Behaalde studiepunten (modules 9 t/m 11): 32

Minor: Orthopedie ✓

Stage 2 afgerond: -

Totaalaantal behaalde vrije STPs: 15

Openstaande toetsen (+ module): RT-SYST1-12 module 7

Onderwerp: eenhandige loophulpmiddel

Werkveld: Revalidatie

Beroepsrol: Ontwerpen

Extern project (I):

Naam Opdrachtgever: Libra revalidatie & audiologie

Contactpersoon: Jan Verberkt

j.verberkt@libranet.nl

Probleemstelling

Binnen Libra Revalidatie & audiologie worden patiënten behandeld naar aanleiding van een ongeval, operatie of ziekte. Een deel daarvan heeft een eenzijdige verlamming naar aanleiding van een CVA of een spierziekte. Een eenzijdige verlamming zorgt vrijwel altijd voor problemen tijdens het lopen, patiënten hebben niet genoeg kracht en/of geen (optimaal) coördinatie over een zijden van hun lichaam (Geiger, Allen, Keefe, & Hicks, 2001) dit veroorzaakt een asymmetrisch looppatroon. Om deze problemen te verminderen worden loophulpmiddelen toegevoerd. Loophulpmiddelen worden onderscheiden in statische, bijvoorbeeld een wandelstok, en dynamische, bijvoorbeeld een rollator loophulpmiddelen (Figuur 1). Statische en dynamische loophulpmiddelen zijn de meest voorkomende binnen deze patiëntengroep. Beide hulpmiddelen zijn nog niet geoptimaliseerd. Lopen met een van de statische loophulpmiddelen is traag en het gebruik van de statische hulpmiddelen hebben geen mogelijkheid voor het vervoeren van voorwerpen, zonder dat deze invloed hebben op het meedragend gewicht. Hierbij wordt vermindering van comfort geconstateerd. De dynamische loophulpmiddelen zijn sneller door dat deze vloeiender bewegen en hierbij kunnen voorwerpen vervoerd worden, waarbij de kracht nodig voor het vervoeren hiervan niet drastisch verandert. Het dynamische hulpmiddel is minder stabiel ten opzichte van de statische hulpmiddelen. Het grootste nadeel is dat mensen met een eenzijdige verlamming beperkt worden tijdens het lopen en manoeuvreren, dit is het gevolg van de wielen. Het duw punt is asymmetrisch net als de kracht op de rollator tijdens het remmen, wat resulteert in een oncomfortabel looppatroon. Hierbij moet er constant gecorrigeerd worden om in een rechte lijn te kunnen lopen, dit zorgt er ook voor dat er tijdens het lopen regelmatig tegen het achterwiel wordt gestoten aan de aangedane zijde. Er zijn dus al éénhandige loophulpmiddelen op de markt, maar deze voldoen niet aan de karakteristieken/ wensen opgesteld door Libra (zie Bijlage 1.1 Tabel 1) welke uitmaken of het hulpmiddel comfortabel en/of handig in gebruik is. Deze nadelen zorgen ervoor dat er ruimte is voor verbetering in de vorm van een nieuw



Figuur 2 eenhandige rollator van RollerMate

85

Analyse

Om tot het uiteindelijke resultaat te komen zijn er de volgende deelvragen opgesteld. Deze deelvragen worden in het kort toegelicht.

Deelvragen

Functioneert het prototype van Libra naar behoren?

Het prototype welke is ontworpen door Libra wordt zorgvuldig onderzocht op eventuele fouten/ verbeterpunten. Het hulpmiddel wordt getest door mensen met een (deels)eenzijdige verlamming hier bij Libra. Door middel van het testen wordt samen met de patiënten en behandelaren in kaart gebracht wat de gebreken zijn in het huidige ontwerp.

Wat is er voor nodig om een ontwerp productie klaar te maken?

Om dit te achterhalen wordt een literatuurstudie verricht welke licht zal schijnen op de belangrijke aspecten om een product productie klaar te maken zoals: kosten, bouwtekeningen, fabricatie processen en zakelijk contacten.

Welke karakteristieken zorgen ervoor dat het hulpmiddel als goed ervaren wordt?

Om te achterhalen welke karakteristieken belangrijk zijn voor een fijne en goede ervaring met het hulpmiddel worden er verschillende acties verricht. De eerste en tevens ook belangrijkste is een onderzoek van de doelgroep, hierbij wordt gebruik gemaakt van enquêtes, contacturen en observaties bij het gebruik van al bestaande hulpmiddelen. Daarnaast worden Belangrijke karakteristieken besproken met de therapeuten. Deze informatie kan klachten en gewoontes waarbij de doelgroep geen directe connectie mee heeft in kaart te brengen.

Ontwerpfase

Door de informatie verkregen in het onderzoek naar het prototype van Libra wordt vervolgens begonnen worden aan de ontwerpfase ter verduidelijking (figuur 4). In deze ontwerpfase wordt er niet gewerkt aan een volledig (her)ontwerp van het al bestaande prototype maar wordt er juist gefocust op de nadelen welke vervolgens worden aangepast op het huidige ontwerp.

De eerste fase van het ontwerpproces is de ideeënfase. Tijdens deze fase wordt door middel van brainstormsessies verschillende oplossingen geschetst voor de nadelen die het ontwerp veroorzaakt. Het is belangrijk om tijdens deze sessies het bekritisseren van andermans oplossingen te vermijden dit zou namelijk het vinden van gepaste oplossingen hinderen. Als het mogelijk is zou dit met meerdere mensen worden uitgevoerd dit zorgt voor een grotere variatie in schetsen. Als alle ideeën in kaart zijn gebracht wordt er per onderdeel een morfologische kaart worden gemaakt waar in de 3 oplossingen staan die de grootste kans hebben om te slagen. Voor het uitkiezen van de beste oplossingen wordt er gebruikt worden gemaakt van de kardinale methode waarin de eisen en wensen (Tabel 1) van Libra worden gebruikt.

Zodra de oplossingen zijn gekozen worden deze toegepast op het bestaande ontwerp van Libra. Het is belangrijk dat de gegevens over de gebruikte materialen en sterke berekeningen bekend zijn, dit zorgt voor een soepele overgang van papier naar SolidWorks. In SolidWorks wordt er een overzichtelijk model van het eindontwerp worden gemaakt met de bij behorende bouwtekeningen.

Vervaardigingsfase

Door middel van de bouwtekeningen gemaakt in SolidWorks wordt de eenhandige rollator vervaardigd. Dit gebeurt in de werkplaats van revalidatiecentrum Blixembosch onder leiding van het werkplaats personeel. Indien er blijkt dat gereedschap nodig is welke niet beschikbaar is hier kan er worden uitgeweken naar TU in Eindhoven of Fontys.



Figuur 5 visualisatie ontwerpproces

87

eenhandig loophulpmiddel op de markt.

De probleemstelling luidt als volgt:(Her) ontwerp en vervaardig een eenhandige loophulpmiddel welke in het dagelijks leven gebruikt kan worden.

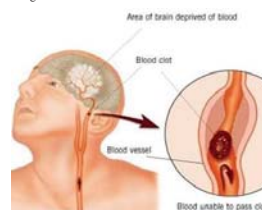
De doelstelling van dit project is het vervolgen van ontwerpproces waarmee Libra is gestart. Het resultaat wat verwacht wordt aan het einde van het afstudeerproject bestaat uit: een eenhandig loophulpmiddel welke voldoet aan de eisen en wensen gesteld door Libra. Hierbij wordt de benodigde documentatie geleverd om het hulpmiddel in productie te nemen.

Voorafgaand aan dit project heb Libra zich beziggehouden met (her)ontwerpen van een eenhandig loophulpmiddel voor mensen met een (deels)eenzijdige verlamming. Op de uitkomsten van dit project wordt verder worden gewerkt. Dit project wordt uitgevoerd bij Libra revalidatie & audiologie in het Blixembosch revalidatiecentrum te Eindhoven. De opdracht zelf zal worden uitgevoerd in het Ir. Otten Fieldlab voor aangepast sporten, hier wordt samen gewerkt met Ton de lange en Jan Verberkt. Veder is het mogelijk om afspraken te maken met verschillende afdeling binnen het revalidatiecentrum en binnen Libra is er beschikking tot revalidanten met een eenzijdige verlamming als gevolg van een CVA, hiervan kan gebruik worden gemaakt tijdens het evalueren van het hulpmiddel. Tijdens de ontwerpfase wordt gebruik gemaakt van SolidWorks en de werkplaats. Veder beschikt het revalidatiecentrum Blixembosch over de volgende faciliteiten: beweginslab (zonder 3D camerasysteem), sportcentrum, fitness, fysiologisch lab en de gebruikelijke ruimtes in een revalidatiecentrum. Mocht dit niet genoeg zijn kan er ook gebruik worden gemaakt van de voorzieningen bij de TU in Eindhoven en het Fontys waar het Ir. Otten Fieldlab in samenwerking mee is.

Vooronderzoek

Een overgroot deel van de doelgroep voor dit product heeft te maken gehad met een cerebrovasculair accident (CVA). Een CVA kan worden veroorzaakt door verschillende redenen, de meest voorkomende oorzaken zijn een herseninfarct, hersenbloeding en een TIA. 80% van de CVA aanvallen worden veroorzaakt door een herseninfarct (Kappelle & Kruij, 2017) hierbij ontstaat er een verstopping in een bloedvat waardoor de achterliggende cellen geen zuurstof meer krijgen en afsterven (Figuur 2) geeft hier een visuele voorstelling van. Een TIA is een tijdelijke doorbloedingsstoornis en is vaak een voorbode van echte beroertes. Bij elke oorzaak van een CVA ontstaat er een belemmering in de doorbloeding van de hersenen waardoor er hersencellen afsterven. Het gevolg hiervan is vrijwel altijd een eenzijdige verlamming. De ernst hiervan wordt grotendeels bepaald door de tijd tussen de aanval en de behandeling hiervan (Robinson & Price, 1982). Door deze eenzijdige verlamming wordt de stabiliteit van hen ernstig benadeeld (Corriveau e.a., 2004). Hierdoor zijn zij vaak afhankelijk van een hulpmiddel om zich voort te kunnen bewegen (Figuur 3). Uit eerdere marktonderzoeken is gebleken dat de middelen die nu op de markt te verkrijgen zijn nog niet optimaal zijn in het gebruik hiervan, gebleken is dat het overgrote deel voldoet aan de gewenste karakteristieken, maar deze laten op andere vlakken nog wat te wensen over. Een voorbeeld van een hulpmiddel is de zogenaamde 'stok' met 1 contact punt deze geeft de gebruiker wel de mogelijkheid om zich beter voort te bewegen (Kuan, Tsou, & Su, 1999), maar laat steken vallen op mobiliteit en stabiliteit door het kleine steun oppervlak.

Tijdens een gesprek met een van de fysiotherapeuten is gebleken dat patiënten het belangrijk vinden dat hun hulpmiddel mogelijkheid biedt om spullen te vervoeren, dit zodat zij zelf geen extra dingen hoeven vast te houden.



Figuur 3 visualisatie van een CVA naar aanleiding van een bloedprop



Figuur 4 asymmetrisch looppatroon met behulp van quad-cane als gevolg van een CVA

Uit het vervaardigingsproces ontstaat een nieuw prototype. Omdat dit het vervolg is op het 1^{ste} prototype wordt ervan uitgegaan dat de problemen die zich voordeden tijdens het vervaardigen minimaal blijven.

Test/evaluatiefase

Het vervaardigde prototype wordt vervolgens getest aan de eisen en wensen die alvorens zijn opgesteld. Het evaluatieproces vindt plaats bij Libra Revalidatie & Audiologie te Eindhoven in samenwerking met de behandelaar. Voor de evaluatie worden mensen gebruikt met een deels eenzijdige verlamming, deze worden samen met de behandelaar gekozen. Hierbij is het van belang dat zij al bekend zijn met het gebruik van loophulpmiddelen, dit zorgt ervoor dat de uitkomsten meer met elkaar overeen komen. De proefpersonen gaan zich tijdens de test (voor)bevegen doormiddel van de eenhandige rollator. Er wordt aan de proefpersoon gevraagd of zij een tal van ADL-taken willen uitvoeren. Door deze handelingen wordt er een goed beeld geschetst over het gebruik van het hulpmiddel. Buiten de eisen en wensen wordt er onderzoek gedaan naar de algemene prestaties van het hulpmiddel, stevigheid, stabiliteit, omvang en of het hulpmiddel handig in gebruik is. Aan het eind van deze evaluatie kan dit project 2 kanten op (Figuur 5). Optie 1, samen met het team wordt beslist dat het product nog niet voldoet en dat deze nog moet worden aangepast. Dit betekend dat de nog bestaande fouten worden aangepast waarna het evaluatieproces wordt herhaald. Optie 2, het product voldoet en kan worden klaargemaakt voor productie, deze optie wordt besproken in het volgende onderdeel.



Figuur 6 visualisatie van het vervolg proces

Afsluiting

Het eindontwerp is goed gekeurd en kan op de markt worden gebracht. Het is belangrijk dat alle aspecten voor het op de markt brengen van dit product goed bekeken worden zo dat er geen onvoorziene problemen opdoen. Als eerst wordt de bouwtekeningen aangepast om de ondervonden problemen tijdens het vervaardigen te verhelpen. Vervolgens worden de verschillende types van het vervaardigen vastgelegd deze worden gebruikt voor het zoeken van verwerkingsbedrijven. Omdat veel bedrijven zijn gespecialiseerd in één soort verwerking is het slim om de juiste bedrijven te vinden voor elk onderdeel. De prijs-kwaliteit verhouding is van groot belang hierom wordt er onderzoek verricht naar de producten die zij al leveren om een goede keuze te kunnen maken tussen verschillende bedrijven. Aan de hand van het materiaal kosten en de kosten van verwerking wordt er een prijs berekend om zo de kosten per hulpmiddel in kaart te brengen.

Voorlopige literatuurlijst

Adafrit. (2018). No TitleKeyfob 2-button RF Remote Control - 315MHz.

Alaszewski, H., Alaszewski, A., Potter, J., Penhale, B., & Billings, J. (2003). Life After Stroke: Reconstructing Everyday Life Centers for Health Services Studies. Geraadpleegd van <https://core.ac.uk/download/pdf/326745.pdf>

Aluminiumprijs.net. (2018). Aluminiumprijs. Geraadpleegd 26 mei 2018, van <http://aluminiumprijs.net/actuele-aluminium-prijs.html>

Bepalingen, A. (2012). Tekst van het Bouwbesluit 2012 zoals dit 1 april 2012 in werking zal treden . Deze tekst is samengesteld uit de, (april).

Bol.com. (2018). Borden. Geraadpleegd 8 juni 2018, van https://www.bol.com/nl/i/aardewerken-borden-26-tot-28-cm/n/11868/filter_N/4287653166+12169/

Bonita, R., & Beaglehole, R. (1988). Recovery of motor function after stroke. *Stroke*, 19(12), 1497–1500. <https://doi.org/10.1161/01.STR.19.12.1497>

88

Leerdoelen

Communicatie

Communicatie is een belangrijk punt voor mij om te verbeteren. Ik heb gemerkt dat ik mij vaak stilhoud ook al heb ik vragen die echt beantwoord moeten worden, dit zorgt ervoor dat ik een minder productieve dag heb. Ik hoop dit in mijn afstudeer periode te verminderen. Mijn project houd zich veel bezig rondom andere mensen waardoor ik gedwongen wordt om te communiceren met anderen ik hoop hier dus beter in te worden. In het later in het afstudeerproject zal ik ook contact moeten leggen met bedrijven voor het productieproces en hierdoor zal ik dus veel ervaring op te doen om beter te worden in communiceren.

Plannen

Ik ben een chaotisch mens en dit is niet altijd handig in een professionele werkomgeving. Ik vind het erg lastig om afspraken en tijden op te schrijven in een agenda waardoor ik nog wel eens wat vergeet. Tijdens dit project zal ik veel afspraken moeten maken met patiënten en therapeuten hier bij Libra ik ben daardoor genooddzaakt deze afspraken te plannen zodat ik er geen mis. Ik hoop doordat ik ga merken hoeveel rust het geeft om van tevoren te weten wat voor dingen er op die dag op de planning staan zodat ik daar later veder mee ga.

Gangbeeld analyse

Ik merk vaak dat ik tijdens een gangbeeld analyse niet genoeg concentratie heb om goed op te merken wat er nou precies mis is, dit zorgt ervoor dat de conclusies die ik trek niet altijd juist zijn. Tijdens dit project ga ik me bezighouden met onder andere gangbeeld analyse en zo hoop ik dus beter te worden in dit aspect. Gelukkig zullen deze gangbeelden worden opgenomen wat ervoor zorgt dat ik de beelden kan bekijken wanneer mijn concentratie optimaal is.

24) Bijlage 13: Leerdoelen

Communicatie

Communicatie is een belangrijk punt voor mij om te verbeteren. Ik heb gemerkt dat ik mij vaak stilhoud ook al heb ik vragen die echt beantwoord moeten worden, dit zorgt ervoor dat ik een minder productieve dag heb. Ik hoop dit in mijn afstudeer periode te verminderen. Mijn project houdt zich veel bezig rondom andere mensen waardoor ik gedwongen word om te communiceren met anderen ik hoop hier dus beter in te worden. In het later in het afstudeerproject zal ik ook contact moeten leggen met bedrijven voor het productieproces en hierdoor zal ik dus veel ervaring op te doen om beter te worden in communiceren.

Gedurende mijn afstudeer perioden heb ik veel meer initiatief genomen om te communiceren met anderen. Ik heb gemerkt dat een kleine vraag soms veel kan helpen. Echter ben ik nog niet helemaal tevreden over het communiceren over het algemeen. Persoonlijke communicatie op het kantoor is goed verlopen, maar ik heb het gevoel dat ik te weinig gebruik heb gemaakt van mijn afstudeerbegeleiders. Wel is opgevallen dat het op tijd melden van problemen waar mee je zit een grote opluchting is. De problemen worden niet plotseling opgelost en soms is er ook niks aan te doen maar het voelt goed om je gedachten te delen.

Plannen

Ik ben een chaotisch mens en dit is niet altijd handig in een professionele werkomgeving. Ik vind het erg lastig om afspraken en tijden op te schrijven in een agenda waardoor ik nog weleens wat vergeet. Tijdens dit project zal ik veel afspraken moeten maken met patiënten en therapeuten hier bij Libra ik ben daardoor genooddzaakt deze afspraken te plannen zodat ik er geen mis. Ik hoop doordat ik ga merken hoeveel rust het geeft om van tevoren te weten wat voor dingen er op die dag op de planning staan zodat ik daar later verder mee ga.

Gedurende mijn afstudeer perioden heb ik minder afspraken gehad met andere mensen dan ik had ingeschat. Echt zijn deze planningen wel allemaal goed gegaan door dat ik deze meteen heb ingevoerd in mijn digitale agenda. Verder heb ik voor het schrijven van mijn verslag wel een planning gemaakt. Hieraan heb ik mij niet kunnen houden vanwege omstandigheden waar ik zelf niks aan kon veranderen. Ik heb ook een goede structuur aan gehouden tijdens het schrijven en per dag een planning gemaakt zodat ik niet halverwege de dag niet meer weet wat ik moest gaan doen. Over het algemeen ben ik tevreden over mijn vooruitgang, maar ik zie in dat ik dit proces wel moet verbeteren zodat het efficiënter en nog meer gestructureerde gaat.

Gangbeeld analyse

Ik merk vaak dat ik tijdens een gangbeeld analyse niet genoeg concentratie heb om goed op te merken wat er nou precies mis is, dit zorgt ervoor dat de conclusies die ik trek niet altijd juist zijn. Tijdens dit project ga ik me bezighouden met onder andere gangbeeld analyse en zo hoop ik dus beter te worden in dit aspect. Gelukkig zullen deze gangbeelden worden opgenomen wat ervoor zorgt dat ik de beelden kan bekijken wanneer mijn concentratie optimaal is.

Gedurende het begin van mijn project heb ik mij minder beziggehouden met gangbeeld analyse dan gehoopt. Echter zijn de momenten die ik hier wel aan besteed heb leerzaam geweest en verliepen ook zeer soepel. Omdat Het prototypen aan het eind van dit project nog niet volledig vervaardigd is, is de evaluatie hiervan nog niet voltooid. De wil zeggen dat de hoeveelheid tijd die ik bezig wilde zij met gangbeeld analyse niet overeen is gekomen met de uiteindelijke tijd die hieraan besteed heb. Kijkende naar deze competentie ben ik niet tevreden over de progressie die ik hierin gemaakt heb, ja het gaat stukken beter dan voorheen. Maar door de beperkte tijd die ik er uiteindelijk aan besteed heb krijg ik het gevoel dat ik meer vooruitgang had kunnen boeken gedurende mijn afstudeer periode.