25-5-2015

BACHELOR SCRIPTIE

‘DE ROLSTOELTAS’

‘’De weg naar het ontwerpen van een goed functionerende en gebruiksvriendelijke rolstoeltas voor rolstoelgebruikers in het Universitair Medisch Centrum Groningen, centrum voor revalidatie locatie Beatrixoord’’

Bachelor scriptie | Begeleiders: G.J. Verkerke en G. Van Lente| Liesbeth Hols

Voorwoord

In een revalidatiecentrum wordt geleerd om zo zelfstandig mogelijk te leven. Revalidatie vindt plaats na een ongeval of operatie. De letterlijke betekenis van revalidatie is het weer valide worden. Revalidatie is niet alleen het streven naar lichamelijk herstel, maar ook psychisch herstel speelt een belangrijke rol in een revalidatie proces.

Tot vandaag de dag kunnen rolstoelpatiënten in het Universitair Medisch Centrum Groningen voor revalidatie locatie Beatrixoord niet bij hun eigendommen die zich in de tas achterop hun rolstoel bevinden. In het revalidatiecentrum Beatrixoord heeft elke patiënt een eigen multomap met persoonsgegevens, ook wel het persoonlijk dossier genoemd. Deze map dient men bij zich te dragen naar alle activiteiten en bij alle behandelaren dient men deze te kunnen laten zien. Onder behandelaren wordt onder andere de arts, fysiotherapeut, ergotherapeut, psycholoog, logopedist en bewegingspedagoog verstaan. Elke handeling en elke behandeling wordt in deze map genoteerd door de behandelaar.

Het probleem dat ontstaat uit het feit dat rolstoelpatiënten niet bij hun eigendommen kunnen is dat ze hier geen regie meer over hebben. Het streven naar psychisch herstel speelt hierbij vooral een rol. Wanneer een rolstoelgebruiker controle heeft over zijn of haar eigendommen dan zal dit een gunstig effect hebben op de psychische gesteldheid van een patiënt. Verhoging van zelfstandigheid en eigenwaarde zullen hiermee gepaard gaan.

Op de volgende vraagstelling wordt in het bachelor project (bachelor scriptie en bachelor onderzoek) een antwoord gezocht: hoe kan een rolstoelgebruiker met een niet-aangeboren hersenletsel voorwerpen uit de tas halen en weer terug stoppen zonder de functie van de rolstoel te belemmeren? Is er een aanpassing nodig voor deze patiënt?

Ten slotte de opmerking dat met de termen patiënt, rolstoelpatiënt en rolstoelgebruiker in dit document hetzelfde wordt bedoeld. Een patiënt is in dit verslag te allen tijde een rolstoelpatiënt.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5

2. Het probleem 6

2.1 Probleem definitie 6

2.2 Stakeholders 7

2.3 Oorzaak-gevolg diagram 8

2.4 Doel 9

2.5 Afbakening 10

3. Vergelijkbare concepten 11

4. Design assignment 13

5. Eisen en wensen 14

5.1 Categorisatie eisen en wensen 14

5.2 Analytic hierarchy process 16

6. Functie analyse 18

7. Mechanica van de rolstoel 19

7.1 Analyse mechanisme rolstoel 19

7.2 Analyse effect gewicht aan rolstoel 22

7.2.1 Tas aan de zijkant van het wiel 23

7.2.2 Tas aan de armleuning 24

7.2.3 Tas achterop 25

7.2.4 Tas onder de zitting 26

8. Samenvatting 27

9. Bronnen 28

10. Vooruitblik synthesefase 29

1. Inleiding

‘De regie en daarmee de zelfstandigheid en de eigenwaarde van een rolstoelgebruiker in het revalidatiecentrum Beatrixoord wordt verhoogd wanneer een patiënt zelfstandig bij zijn of haar eigendommen kan’

Dit bachelor project bestaat uit een *scriptie* en een *onderzoek*. Het tien weken durende bachelor project zal bestaan uit de onderstaande onderdelen. In de scriptie wordt de analysefase uitgevoerd. Het onderzoek dat daarop aansluit zal uit de synthesefasen en de gebruiksfase bestaan. De planning geeft de begindata aan van elke onderdeel van het project.

Start: 13 april	Analysefase *(scriptie)* Vooronderzoek van het probleem
Start: 1 mei	Synthesefase I *(onderzoek)* Pre concepten
Start: 18 mei	Synthesefase II *(onderzoek)* Selectie pre concepten
Start: 1 juni	Synthesefase II *(onderzoek)* Top 3 pre concepten
Start: 10 juni	Gebruiksfase *(onderzoek)* Testfase van eindconcept
Deadline: 24 juni	Het eindproduct *(onderzoek)*
24 juni	Presentatie *(project)*

2. Het probleem

Het probleem wordt door de volgende onderdelen vastgesteld: probleem definitie, stakeholders, oorzaak-gevolg diagram, doel en afbakening. In de probleemdefinitie wordt het algemene probleem geschetst en de doelgroep voor de oplossing ook vastgesteld. De stakeholders die daarna worden geclassificeerd zijn alle groepen die ook maar enigszins met het probleem te maken hebben. De patiënt, familie, behandelaren en de patiënt transporteurs. *Diagram 1* geeft de oorzaak en gevolg weer van het probleem. *Diagram 2* schetst het doel, middel en het gevolg van het probleem. De afbakening stelt voorwaarden van de rolstoel en van de patiënt om de oplossing zo goed mogelijk te laten werken.

2.1 Probleem definitie

Revalidatie patiënten in het revalidatiecentrum Beatrixoord dragen vandaag de dag een tas achterop hun rolstoel. (*Foto 1*) Deze tas bevat onder andere een multomap met het persoonlijk dossier. Elke behandeling wordt genoteerd door de behandelaar. Zo is elke behandeling in het revalidatie proces terug te vinden.

Foto 1: De huidige situatie in het revalidatiecentrum Beatrixoord.

Het grootste probleem is dat de rolstoelgebruiker geen regie heeft over zijn of haar eigendommen, waaronder het persoonlijk dossier. Het probleem dat omschreven is, is een intern probleem. Het doel is om een oplossing te vinden voor het type rolstoel dat aanwezig is in het Beatrixoord. (*Foto 1*) De doelgroep is rolstoelpatiënten in het Beatrixoord met een niet-aangeboren hersenletsel.

Niet-aangeboren hersenletsel (NAH) kan verschillende oorzaken hebben. Bijvoorbeeld langdurig zuurstofgebrek van de hersenen of storing in de bloedtoevoer naar de hersenen toe. Maar ook de ziektes Alzheimer of Parkinson kunnen een oorzaak zijn. Dit zijn niet-traumatische ervaringen. Echter kunnen traumatische ervaringen zoals een verkeersongeval of een hersenoperatie ook de oorzaak zijn van niet-aangeboren hersenletsel. Gevolgen van een niet-aangeboren hersenletsel kunnen onder andere zijn, dat een persoon een verminderd bewustzijn krijgt, maar ook is een halfzijdige verlamming één van de vele gevolgen. Er is sprake van een halfzijdige verlamming wanneer een deel van de hersenen niet meer goed functioneert of helemaal is uitgevallen. De motorische en/of sensorische banen van de linker- of de rechterkant van de persoon zijn dan uitgevallen. Dit uit zich in slechter horen, zien, proeven, voelen of ruiken, afhankelijk van waar het letsel plaatsvindt in de hersenen of hersenstam.

2.2 Stakeholders

De stakeholders zijn de betrokkenen bij het probleem. In *Tabel 1* staan ze op willekeurige volgorde. Maar uiteraard speelt de patiënt hierbij wel de hoofdrol.

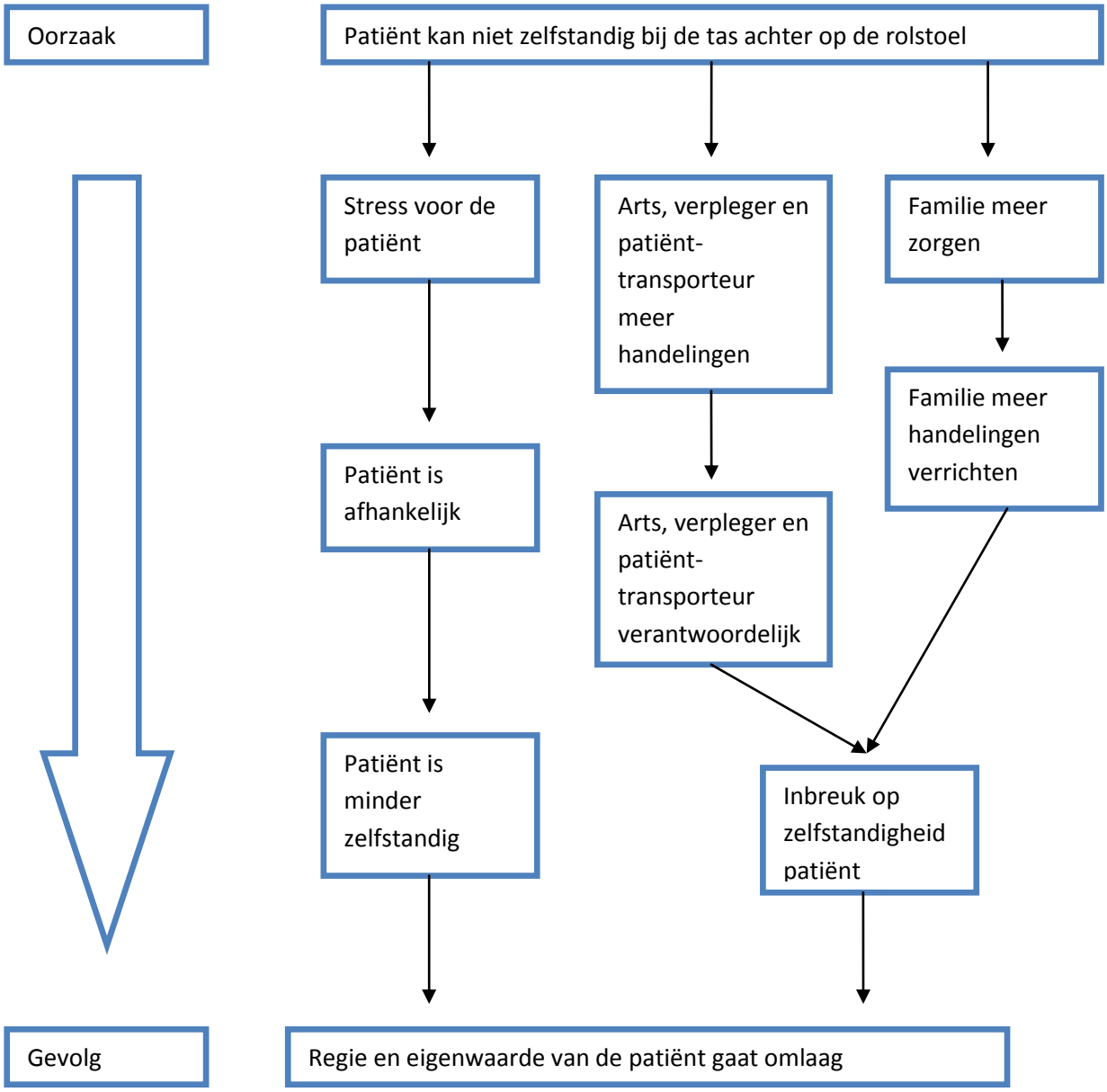
In *Tabel 1* staat bij elke stakeholder de gevolgen van het probleem en de gevolgen wanneer de oplossing is gerealiseerd. Het probleem is kortweg dat de rolstoelgebruiker niet bij de tas kan en de patiënt dus geen controle hierover heeft. De gevolgen van de oplossing zullen de resultaten zijn die de oplossing voor elke stakeholder kan opleveren. De patiënt heeft vele malen per dag te maken met het probleem. De behandelaars ervaren het probleem bij elke behandeling die ze uitvoeren van een revaliderend rolstoelpatiënt. De familie ervaart het probleem bij een bezoek. Patiënttransporteurs brengen een patiënt van de ene naar de andere locatie voor behandelingen. Lange afstanden zijn vermoeiend voor de rolstoelgebruiker en daarom worden ze bij deze afstanden geholpen. De patiënttransporteurs ervaren de gevolgen van het probleem wanneer de patiënt het persoonlijk dossier vergeet, deze zullen heen en weer moeten lopen om het dossier op te halen voor de patiënt. Maar ook wanneer de rolstoelgebruiker onderweg van locatie A naar B informatie, zoals het nummer van de behandelzaal, nodig heeft.

Tabel 1: Stakeholders

Stakeholder	Gevolgen probleem	Gevolgen oplossing
Patiënt	Beperking in zelfstandigheid Bij proberen onnodige stress	Kosten; daarom zo laag mogelijk Zelfstandig; heft in eigen handen (regie)
Behandelaars (de arts, fysiotherapeut, ergotherapeut, psycholoog, logopedist en bewegingspedagoog)	Meer handelingen verrichten Inbreuk doen op zelfstandigheid patiënt Bij ontbreken van de map geen informatie over het dossier Bij ontbreken van de map geen mogelijkheid om het dossier bij te werken	Minder handelingen Patiënt meer betrokken
Familie	Zorgen maken om beperking van patiënt Inbreuk doen op zelfstandigheid patiënt	Kosten; daarom zo laag mogelijk Baat bij een zelfstandiger familielid (patiënt)
Patiënt transporteurs (Bij patiënten met hersenletsel, deze worden van locatie A naar B gebracht)	Bij ontbreken van de map terug lopen	Minder handelingen Geen zoektochten

2.3 Oorzaak-gevolg diagram

Diagram 1: Een oorzaak gevolg van de onderliggende problemen en het gevolg

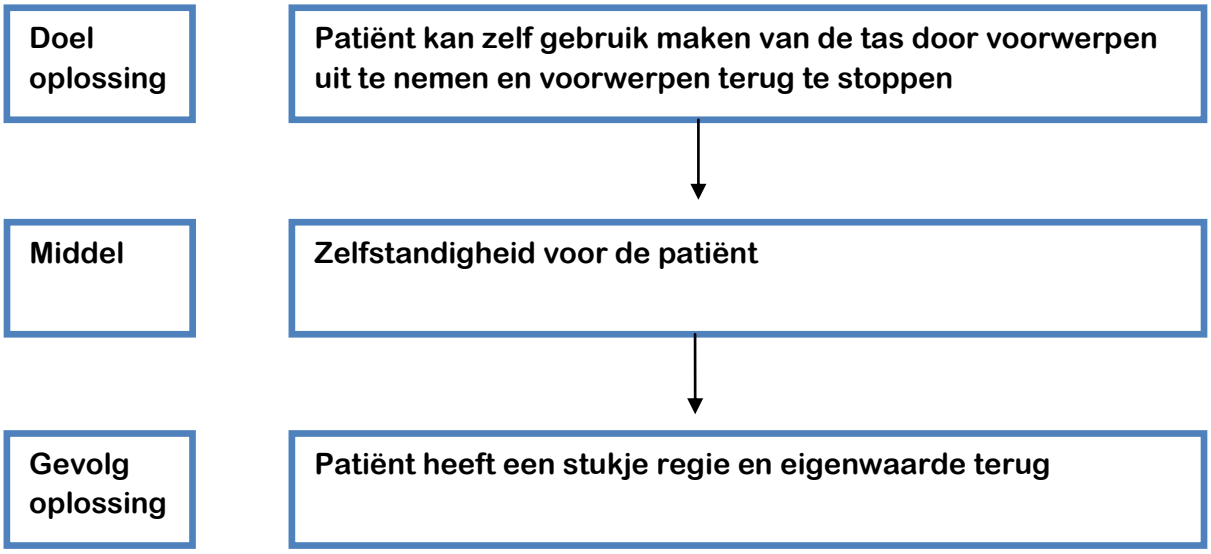


2.4 Doel

Het oorzaak-gevolg schema geeft de problemen weer die voortkomen uit de oorzaak. Er zijn naast het hoofdprobleem meerdere problemen die zich voordoen, dit zijn de subproblemen. Het hoofdprobleem is het probleem dat volgt uit de subproblemen. Het oorzaak-gevolg schema geeft aan dat alle problemen uiteindelijk leiden tot een verlaging van de regie en de eigenwaarde van de patiënt.

Hoofddoel: verhogen van de mate van regie van de patiënt.
Middel: zelfstandigheid geven aan de patiënt.

Diagram 2: Doel, middel, gevolgdiagram



2.5 Afbakening

De oplossing voor het benoemde probleem geldt, mits er aan de volgende voorwaarden wordt voldaan. Wanneer niet aan deze voorwaarden is voldaan dan zal de oplossing minder effectief zijn of helemaal niet als een oplossing dienen. Kortom, de voorwaarden waarmee de oplossing het meeste effect heeft.
De voorwaarden zijn als volgt:

Voorwaarden rolstoel:
De patiënt behoudt dezelfde rolstoel; geen andere rolstoel hoeven aanschaffen.
De patiënt behoudt dezelfde instelling van de hoogte en lengte van het zitvlak van de rolstoel; voorkeursstand behouden.

Voorwaarden patiënt:
De patiënt moet voldoende grijpvermogen hebben van de hand; voorwerpen met een dikte van 8 cm kunnen vastpakken.
De patiënt moet een voorwerp van minimaal 1 kg kunnen tillen met één hand; rolstoelgebruikers met een niet-aangeboren hersenletsel die halfzijdig verlamd zijn hebben vaak aan één zijde geen motorische functie.
De patiënt moet met de grijphand de mogelijkheid hebben tot 90° palmair flexie ten opzichte van neutraal.
De patiënt moet met de grijphand de mogelijkheid hebben tot supinatie.
De patiënt moet met klittenband of en rits overweg kunnen; al dan niet met een kleine aanpassing.

3. Vergelijkbare concepten

Drie bestaande oplossingen worden kort uitgelicht. De belangrijkste voor- en nadelen worden opgenoemd. Hoepelen is het voortbewegen van de rolstoel met de handen. Trippelen is het voortbewegen van de rolstoel met de voeten.

Positie van de tas	Analyse
1 Tas hangend bij de benen **Merk: Orthocor**	Bij dit bestaande product bevindt de tas zich achter de benen en onder de zitting van de rolstoelgebruiker. De tas is groot en loopt door tot de achterkant van de rolstoel. Er is veel opbergruimte in de tas. De afmetingen zijn: 30 x 28 x 40 cm (h x d x b). [1] **Voordelen**: Hoepelen wordt niet verhinderd Veel opbergruimte Bescherming van eigendommen **Nadelen**: Trippelen wordt verhinderd Rolstoelgebruiker moet de rug buigen om de tas te bereiken Spullen die diep weggezakt zijn moeilijk te bereiken
2 Tas aan zijde **Merk: Leeman Revalidatie Service**	De tas bevindt zich aan de armleuning van de rolstoel. De tas is klein, omdat een grote tas het wiel hindert. Daarnaast kan een patiënt het wiel niet besturen als er een tas in de weg zit. De afmetingen zijn: 15 x 8 x 20 cm (h x d x b). [2] **Voordelen**: Trippelen wordt niet verhinderd Binnen handbereik Controle op eigendom **Nadelen**: Hoepelen wordt licht verhinderd Tas steekt uit Tas is erg klein

[1] *Orthocor, Beter leven met de beste hulpmiddelen, rolstoeltas onder zitting.*

[2] *Leeman Revalidatie Service, Zelfzorgwinkel Parkstad, Rolstoel accessoire.*

3 Tas op schoot of borst 	Een rolstoelgebruiker kan de tas ook op de borst dragen. De tas kan dan leunen op de bovenbenen. De afmetingen van een gemiddelde rugtas zijn: 42 x 25 x 32 cm (h x d x b). **Voordelen**: Controle op eigendom Makkelijk tas af te doen **Nadelen**: Hoepelen wordt verhinderd Tas schuurt

Door verschillende bestaande rolstoeltassystemen te analyseren kunnen een aantal aspecten naar voren komen. Het benutten van de ruimte onder de zitting is handig omdat er veel opbergruimte is en omdat het eigendom van de rolstoelgebruiker beschermd is. Het grote nadeel is dat de rolstoelgebruiker moet bukken en vervolgens (al dan niet met een multomap in de hand) weer overeind moet komen. Daarnaast moet de rolstoelgebruiker minimaal één van de benen kunnen verplaatsen of optillen om bijvoorbeeld een multomap erlangs te krijgen. Daarbij kan de rolstoelgebruiker niet bij alle spullen in de tas. Spullen achter in de tas zullen te ver weg zijn om vanuit een zittende positie te kunnen bereiken. De rolstoelgebruiker zal hiervoor uit zijn rolstoel moeten komen of hulp inschakelen.

Een andere mogelijkheid is een tas bevestigen aan de armleuning van één van de zijden van de rolstoel. Voordelen van deze locatie is dat het binnen handbereik is en er weinig handelingen voor verricht hoeven te worden om een voorwerp uit de tas te halen. Om geen hinder voor de besturende arm te veroorzaken moet de tas klein en plat zijn. Hierdoor zou er geen volledige multomap is passen.

Een tas op schoot dragen is geen langdurige oplossing omdat het erg oncomfortabel is. De tas schuurt, het hoepelen wordt verhinderd en door de tas kan de rolstoelgebruiker het te warm krijgen. Personen die voor een lange tijd in een rolstoel zitten kunnen fysiek en mentaal discomfort ervaren door een rolstoeltas. Fysieke hinder ontstaat wanneer het hoepelen en het trippelen van een rolstoelgebruiker wordt belemmerd. De rolstoelgebruiker moet meer arbeid leveren. Mentale hinder kan ontstaan door ontevredenheid wegens de tas. Een tas op schoot veroorzaakt afstand tussen de rolstoelgebruiker en personen in de omgeving.

Kortom, het systeem moet zowel fysiek als mentaal comfortabel zijn. De tas mag geen hinder tijdens het hoepelen of trippelen veroorzaken. Daarnaast is het erg belangrijk dat de rolstoelgebruiker in dagelijks contact, zoals een gesprek houden met een arts, niet wordt gehinderd door de tas. Een tas die aan de armleuning hangt is geen goede oplossing, omdat de multomap van A4 formaat hier niet in past. Het benutten van de ruimte onder de zitting zou een goede mogelijkheid zijn.

4. Design assignment

Voordat er concepten voor de oplossing gezocht worden is het belangrijk om vanuit alle mogelijke perspectieven te kijken naar de eventuele oplossing. Door het opstellen van verschillende strategieën worden de mogelijkheden voor de oplossing vergroot. Een strategie is een manier van aanpak vanuit een bepaald perspectief. De volgende strategieën kunnen worden gebruikt voor het aanpakken van het probleem. [3]

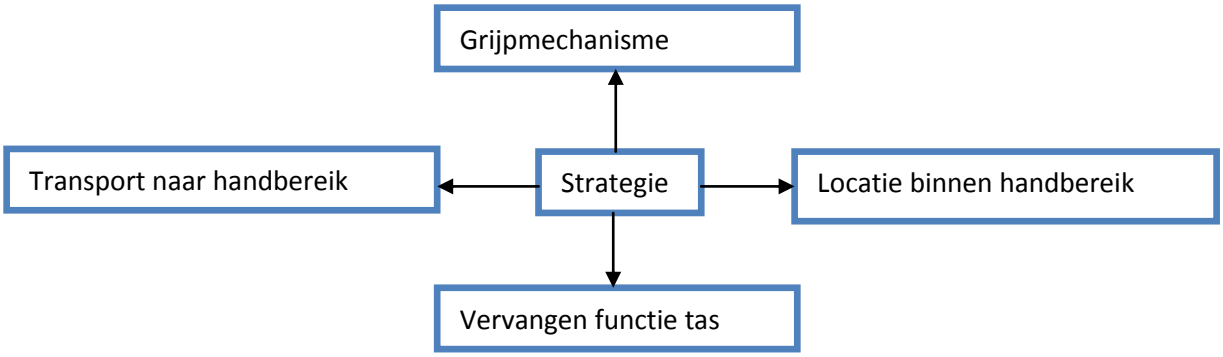
Transport van de tas: tas wordt van ene locatie buiten handbereik naar binnen handbereik geplaatst wanneer er gebruik gemaakt moet worden van de tas.

Translocatie van de tas: tas wordt op een andere locatie vastgezet.

Bereiken van de tas: bereiken van de tas door middel van een grijpmechanisme, tas blijft hierbij op dezelfde locatie.

Vervanging van de tas: tas wordt vervangen door een compleet andere oplossing voor het bijhouden van een persoonlijk dossier.

Diagram 3: Strategie



Strategieën helpen om de oplossing voor het probleem vanaf zo veel mogelijk kanten te benaderen. De verschillende strategieën bekijken de oplossing vanuit verschillende perspectieven. Naast deze vier strategieën kunnen ze ook gecombineerd worden. Zo kan de locatie van de rolstoeltas dus niet meer achterop de rolstoel zijn, maar aan de armleuning bevestigd en daarbij kan ook de functie van de multo map (A4 formaat) vervangen worden door een kleiner boekje of zelfs een tablet.

[3] *Design team, Design for everyone, 2009. Rolstoeltas2009.blogspot.nl.*

5. Eisen en wensen

Eisen en wensen zijn een middel om een concept mee te toetsen. De eisen- en wensenlijst van *Tabel 2* zullen het hele project terugkomen. Constante toetsing van concepten is nodig om doelgericht tot een oplossing te komen.

Eisen en wensen worden opgesteld om het product zo goed mogelijk te laten functioneren. Eisen geven aan waar het product in iedere geval aan moet voldoen om het desbetreffende probleem aan te pakken. Wensen kunnen minder strikt beschouwd worden. Wanneer het product hier aan voldoet dan zal de functionaliteit en gebruiksvriendelijkheid van het product omhoog gaan. Zo zal het formaat van de tas moeten voldoen aan een vastgesteld minimum. Wanneer deze hier niet aan voldoet zal het product geen oplossing zijn voor het probleem. Daarnaast is het geen hoofdzaak dat de tas niet multifunctioneel is. Maar wanneer de tas wel als fietstas of rollatortas gebruikt kan worden dan zal de functionaliteit en daarmee ook de aantrekkelijkheid van het product omhoog gaan. Eisen en wensen zijn opgesteld voor de volgende categorieën: functionaliteit, gebruiksvriendelijkheid, veiligheid, kosten, duurzaamheid en design. Om de verschillende categorieën van de eisen en wensen een prioriteit mee te geven wordt de Analytic Hierarchy Process gebruikt.

5.1 Categorisatie eisen en wensen

Tabel 2: Categorisatie eisen en wensen

	Eisen	**Wensen**
Functionaliteit	Tas moet groot genoeg zijn voor een multo map: 32 x 25 x 8 cm (h x b x d). Voortbewegen (hoepelen en trippelen) met de tas moet mogelijk blijven. Tas moet ook in open toestand stevig zijn. Tas moet beschermend zijn: inhoud van de tas mag niet beschadigd worden. Tas moet bestendig zijn tegen krachten van het wiel: het materiaal van de tas moet niet snel slijten.	Tas moet een hengsel hebben; een hengsel om de tas in de breedte en een hengsel om de tas in de lengte te dragen. Tas moet ook aan rollator bevestigd kunnen worden; als patiënt over gaat van rolstoel naar rollator. Tas moet als fietstas bevestigd kunnen worden; als patiënt geen rolstoel meer nodig heeft. Tas moet waterdicht zijn: bestand tegen regen, water, koffie en urine.

Gebruiksvriendelijkheid	Tas moet dicht kunnen; spullen moeten er niet kunnen uitvallen. Tas moet gemakkelijk open en dicht kunnen; tas moet met één hand open en dichtgemaakt kunnen worden. (Rolstoelgebruikers met een halfzijdige verlamming.) Tas moet losgehaald kunnen worden; zonder dat de patiënt hiervoor uit de rolstoel moet. Tas moet bij indeuken weer in originele positie terug kunnen; zo kan de tas compact opgeborgen worden.	Tas moet geordend zijn; vakjes moeten in de tas aanwezig zijn. Tas moet flexibel zijn; tas moet kunnen meebewegen. Tas moet niet aan klittenband blijven haken. Tas moet zelf in elkaar gezet worden wanneer deze uit de verpakking komt.
Veiligheid	Tas moet zo licht mogelijk zijn; maximaal 1 kilo wegen wanneer de tas leeg is. Gewicht van de tas moet gelijk verdeeld zijn over de rolstoel; het gewicht van de tas moet de rolstoel binnen het steunvlak. Tas moet het wiel niet belemmeren; geen wrijving met het wiel.	Tas moet met voorzien kunnen worden van reflecterende strips; verhoogd veiligheid. Tas moet bevestigd worden met twee verschillende systemen; zo stevig mogelijk maken van de tas.
Kosten	Tas moet betaalbaar zijn; kosten van tas onder de 80 euro.	Tas moet zo simpel en neutraal mogelijk zijn; beperking van de kosten.
Duurzaamheid	Materiaal van tas moet niet snel scheuren; stevig materiaal. Tas moet uit componenten bestaan; kapotte componenten moeten afzonderlijk vervangen kunnen worden.	Tas moet groter gemaakt kunnen worden; naast de normale maten een uitbreidingsmogelijkheid hebben.
Design	Tas moet universeel zijn; voor zowel man en vrouw te gebruiken.	Tas moet mooi zijn; invulling voor patiënt zal verschillen. Tas moet onopvallend zijn wanneer nodig; keuze uit verschillende designs.

5.2 Analytic hierarchy process

Een analytic hierarchy process identificeert het totale plaatje aan producteisen. Door deze methode kan een goede middenweg genomen worden tussen belangen van de verschillende stakeholders.

De stakeholders die voorheen zijn vastgesteld hebben bij de ene eis meer belang dan bij de andere eis. De stakeholders benoemd in *Tabel 1* op pagina 6 komen hier terug. De ene stakeholder heeft meer belang bij een gebruiksvriendelijk systeem dan bij lage bijkomende kosten. Elke eis is tegenover de andere eis gezet. Hiermee wordt een goed beeld geschetst van de belangrijkste eisen voor elke groep waar het uiteindelijke concept aan dient te voldoen. De kant waar de stakeholder het meest naar toe neigt wordt als belangrijker ervaren. Uiteraard is de stakeholder die het meest belang heeft bij de oplossing de rolstoelgebruiker, deze eisen worden daarom leidend. De rolstoelgebruiker wordt in dit verband als 'patiënt' aangeduid, omdat deze te maken heeft met artsen, behandelaar en patiënt transporteurs.

Tabel 3: Analytic hierarchy process

Patiënt P	**Arts** A	**Familie** F	**Behandelaars** B	**Patiënt transporteurs** T
Functionaliteit	B P A F T			Gebruiksvriendelijkheid
Functionaliteit	P	F A B T		Veiligheid
Functionaliteit	T F A B P			Kosten
Functionaliteit	T F A B P			Duurzaamheid
Functionaliteit	T A B F P			Design
Gebruiksvriendelijk		P T B A F		Veiligheid
Gebruiksvriendelijk	T B A	P F		Kosten
Gebruiksvriendelijk	T B A	P F		Duurzaamheid
Gebruiksvriendelijk	T B A F P			Design
Veiligheid	T B A F P			Kosten
Veiligheid	T B A F P			Duurzaamheid
Veiligheid	T B F A P			Design
Kosten		P F A B T		Duurzaamheid
Kosten		F A B T P		Design
Duurzaamheid		F A B T P		Design

Omdat de rolstoelgebruiker de grootste problemen ervaart van de huidige situatie, moeten de eisen van de patiënt een grotere rol spelen dan de ander stakeholders. Voor de rolstoelgebruiker is functionaliteit en gebruiksvriendelijkheid belangrijk. Het product moet een oplossing vormen. Het systeem moet functioneren en passen in het dagelijks functioneren van de rolstoelgebruiker.

Daarnaast heeft de patiënt het meeste belang bij een aantrekkelijk design. De patiënt zal dagelijks te maken krijgen met het product. Het systeem moet niet afschrikken, maar moet neutraal zijn.

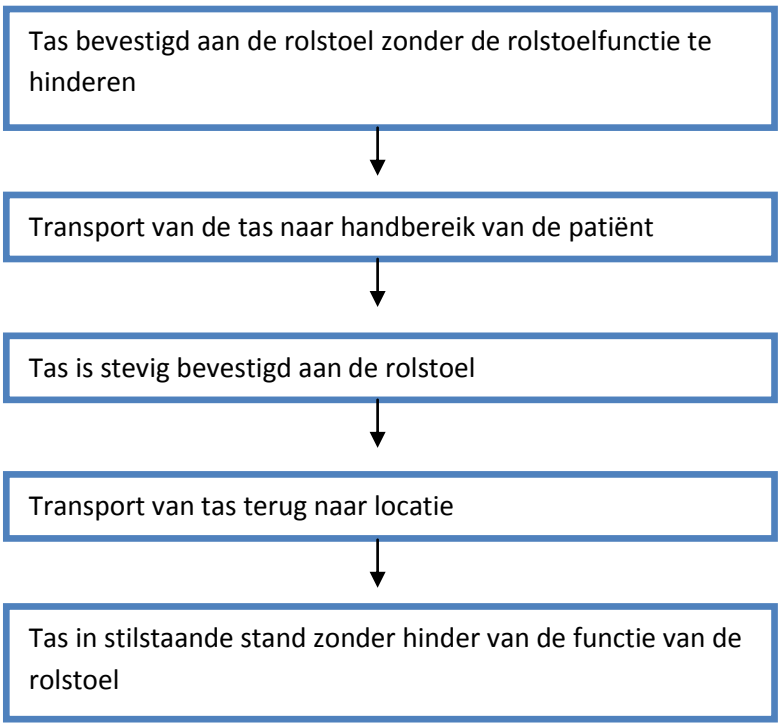
Daarnaast spelen de kosten voor de patiënt de grootste rol ten opzichte van de andere stakeholders. De patiënt zal namelijk zelf moeten betalen. Deze voorziening kan niet worden gedeclareerd bij de zorgverzekeraar.

6. Functie analyse

De stappen die een concept moet volgen om functioneel te zijn staan beschreven in de functie analyse van *Diagram 4*.

De oplossing dient de volgende functie waar te maken: de tas binnen het bereik van de patiënt brengen zonder hinder van de functie van de rolstoel. De voorwaarde van het systeem is dat de rolstoel stil staat tijdens deze handelingen. Meer voorwaarden die gesteld worden aan de rolstoel en aan de patiënt zelf staan beschreven bij de *afbakening*.

Diagram 4: Functie analyse rolstoeltas



7. Mechanica van de rolstoel

Voordat het effect van de tas op het rolstoel mechanisme wordt bekeken, wordt eerst het mechanisme van de rolstoel bekeken zonder extra krachten. De mechanica van de rolstoel wordt voor het grootste gedeelte bepaald door het contact tussen de wielen en de grond en het contact tussen de wielen en de afzetkracht. Nadat het mechanisme van de rolstoel zelf is geanalyseerd wordt er gekeken naar het effect van gewichten aan de rolstoel. Allereerst wordt kort een aantal onderdelen van de rolstoel in het revalidatiecentrum Beatrixoord toegelicht.

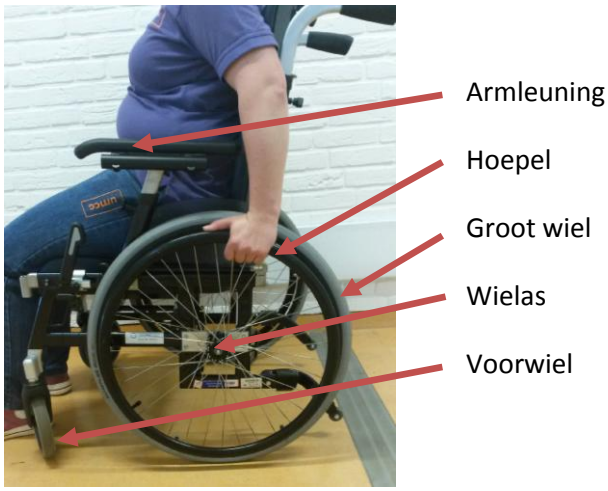


Foto 2: Onderdelen van de rolstoel.

7.1 Analyse mechanisme rolstoel

Voordat het effect van de tas op het rolstoel mechanisme worden bekeken, wordt eerst het mechanisme van de rolstoel bekeken zonder extra krachten.

De rolstoelgebruiker verplaatst zich door middel van de twee ronde stangen bevestigd aan de wielen, ook wel hoepels genoemd. De rolstoelgebruiker gebruikt zijn handen om de hoepel beet te pakken, de vingers worden om de buis heen geslagen en de duim ligt bovenop de hoepel. Naast kracht van de hand, zorgt de elleboog, de schouder en zelfs de romp ook voor voortbeweging. De romp beweegt mee wanneer er veel snelheid gemaakt moet worden, deze zorgt voor een extra voorwaartse kracht.

In deze analyse wordt beschouwd dat alleen de schouders (S), de ellebogen (E) en de handen (H) van de rolstoelgebruiker invloed hebben op het duwproces van de hoepels. Er is sprake van een mechanisch en een biomechanisch effectieve richting. Mechanisch effectief is de kracht waarin de rolstoel de meeste voorwaartse kracht heeft. Biomechanisch effectief is de kracht waarin het systeem van de schouder, elleboog en hand (S,E,H) de minste belasting moet ondervinden. [4] Mechanisch het meest effectief is de richting waarin de kracht een raaklijn is aan de hoepel van de rolstoel. Er van uitgaande dat de onderarm en de bovenarm in hetzelfde saggitale vlak liggen.

[4] *L.A. Rozendaal, H.E.J. Veeger, L.H.V. van der Woude, 2003. The push force pattern in manual wheelchair propulsion as a balance between cost and effect.*

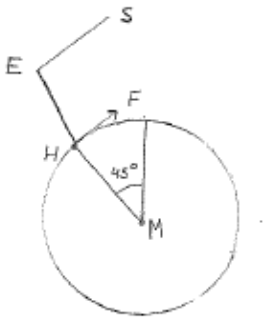
Figuur 1 laat het duwmechanisme op het wiel zien. Er wordt hier twee dimensionaal naar het duwmechanisme gekeken. Daarnaast wordt alleen het grote wiel beschouwd omdat het kleinere voorwiel ter ondersteuning is en zelf niet met een extra kracht wordt aangedreven. [5]
De aandrijving met het S, E, H systeem is verdeeld in drie fasen. Deze drie fasen zijn te zien op *Foto 3*. In *Figuur 1* en *Figuur 2* wordt de meest effectieve mechanische kracht (F) weergegeven. M is hier het middelpunt van het de hoepel.

Foto 3: Stand schouder, elleboog, hand complex. (S,E,H)

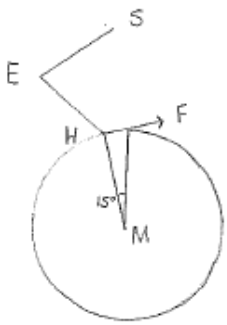
De hoeken die het contactpunt heeft ten opzichte van het wiel is in fase I ongeveer 45˚, in fase II 15˚ en in fase III gelijk aan 35˚. Per slag verplaatst de hand in totaal ongeveer 80˚. Het contactpunt met de grond ten opzichte van de as van het wiel verplaatst zich meer dan 80˚, omdat zowel verplaatsing als swing kracht vanuit de arm invloed heeft op de afgelegde afstand bij elke slag.

Figuur 1: Duwmechanisme op wiel

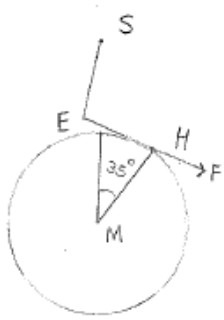
Fase I



Fase II



Fase III



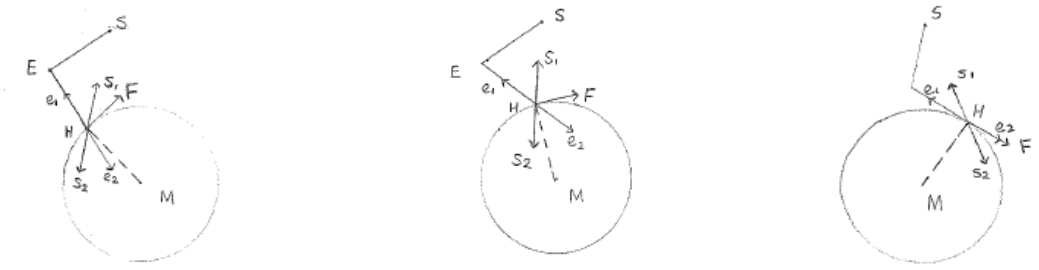
Biomechanisch is het S,E,H systeem het meest effectief wanneer het moment van zowel de elleboog als de schouder zo klein mogelijk zijn. De precieze optimale richting kan bepaald worden door het elleboogmoment op nul te stellen en ook zo het schoudermoment op nul te stellen. De optimale richting van de kracht zal tussen deze twee momenten in moeten werken om in totaal een zo klein mogelijk moment te krijgen.

[5] *H.E.J. Veeger, 1999. Biomechanics of manual wheelchair propulsion. Biomedical Aspects of Manual Wheelchair Propulsion: the state of the art II. IOS Press, Amsterdam, pp. 86-95.*

Figuur 2 laat de effectieve kracht op het wiel zien en vergelijkt deze met de bestaande momenten die op het wiel worden uitgeoefend. Door het optimale moment van het systeem van de schouder, elleboog en hand te vergelijken met de in praktijk uitgeoefende kracht, blijkt dat alleen het allerlaatste contactpunt met de hoepel de kracht in de meest effectieve richting geeft. (zie fase III)

Figuur 2: Effectieve kracht op wiel vergeleken met bestaande momenten

Fase I Fase II Fase III



De mechanische kracht is in *Figuur 2* weergegeven met F, net als in *Figuur 1*. De biomechanische momenten is in *Figuur 2* weergegeven met e1 en e2, de momenten van de elleboog ten opzichte van de hand. S1 en s2 zijn de momenten van de schouder ten opzichte van de hand.

Mechanisch gezien is het gunstig om de kracht in de richting loodrecht op de hoepel uit te oefenen. Biomechanische gezien is het gunstig om het totaal aan momenten van de elleboog en schouder zo klein mogelijk te hebben. Deze twee belangen staan recht tegenover elkaar. Omdat een rolstoelgebruiker rekening moet houden met effecten zal er een tussenweg genomen worden. Wanneer een rolstoelgebruiker niet tussen deze twee belangen in gaat werken, dan zal het nog vermoeiender zijn om zichzelf voor te bewegen. Een rolstoelgebruiker zal onbewust deze tussenweg kiezen.

7.2 Analyse effect gewicht aan rolstoel

Wanneer er een tas aan de rolstoel hangt zal deze een kracht uitoefenen op de rolstoel. Het is belangrijk om rekening te houden met deze krachten die worden uitgeoefend op de rolstoel en zo ook op de rolstoelgebruiker.

Rolstoelgebruikers in het Beatrixoord verblijven dagelijks voor een groot deel van de dag in de rolstoel. Wanneer de kracht op de rolstoel meer energie vereist van de patiënt om de rolstoel te besturen, kan dit grote gevolgen hebben voor de gezondheid van de patiënt. Om te begrijpen wat het gewicht van de tas voor effect heeft, zijn een aantal situaties geschetst en geanalyseerd. Het zwaartepunt van de rolstoel ligt tussen het grote wiel en het kleinere voorwiel in.

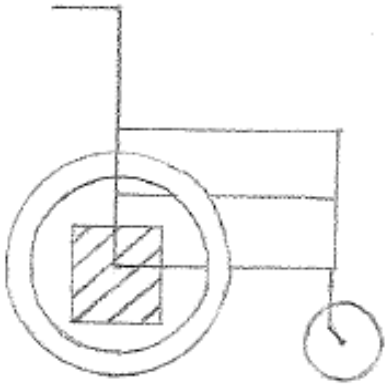
Foto 4: Steunvlak van de rolstoel

Het steunvlak van de rolstoel is weergegeven in *Foto 4*. Het vlak ligt tussen de contactpunten van de rolstoel met de grond. Wanneer het zwaartepunt van de rolstoel buiten dit steunvlak valt dan zal het voorwerp gaan kantelen. Dit is mede de reden dat de wielen van de rolstoel zo ver van elkaar vandaan staan, dit vergroot het steunvlak en daarmee de stabiliteit.

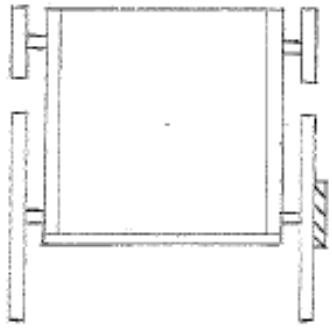
Eigen onderzoek bestond uit het testen van het effect van gewicht door een tas met een voorwerp van ongeveer drie kilogram te gebruiken. In het Beatrixoord is gebruik gemaakt van de sportzaal met een gladde ondergrond en een sportrolstoel. In deze opstelling is de invloed van andere factoren, zoals een slecht wegdek en drempels beperkt, om zo goed mogelijk te analyseren wat het effect is van een tas aan de rolstoel. Het effect van een gewicht (in een tas) is in de volgende situaties beschouwd:

1. Tas aan zijkant van het wiel
2. Tas aan de armleuning
3. Tas achterop
4. Tas onder de zitting

7.2.1 Tas aan de zijkant van het wiel



Figuur 3: Zijaanzicht van de rolstoel

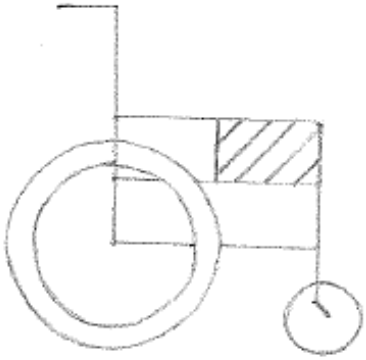


Figuur 4: Bovenaanzicht van de rolstoel

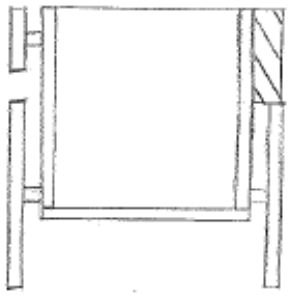
De schets in *Figuur 3* en *Figuur 4* schetst de eerste situatie. De tas is bevestigd ter hoogte van de wielas, ongeveer 50 centimeter boven de grond. De tas draait zelf niet mee wanneer het wiel draait. De tas ligt ongeveer 30 centimeter van het zwaartepunt van de rolstoel af. Doordat de tas van het zwaartepunt af ligt kan deze een kanteling veroorzaken. Echter is de tas niet heel ver boven te grond en zal de tas erg zwaar moeten zijn om daadwerkelijk de rolstoel te doen kantelen. Als de tas verder boven de grond zal zitten en dezelfde loodrechte afstand tot de wielas heeft, zal de tas bij hetzelfde aantal kilogram eerder kantelen. Het hefboomeffect vindt hier plaats met als draaipunt het contactpunt van het grote wiel met de grond. Een tas met inhoud van in totaal drie kilogram zal in het saggitale vlak (zijaanzicht) de rolstoel minder beïnvloeden wanneer deze zich zo dicht mogelijk bij het draaipunt bevindt. Een saggitale kanteling zal in deze situatie dus vrijwel afwezig zijn.

Echter zal er wel een afwijking plaatsvinden in het horizontale vlak. De kant waar de tas zich bevindt zal zich minder snel voortbewegen bij dezelfde gegeven kracht door de patiënt. De andere zijde zonder tas zal relatief sneller gaan bij dezelfde gegeven kracht. Het gevolg is dat de patiënt de afwijking bewust en onbewust gaat corrigeren om toch recht voor uit te rijden zonder naar één kant toe te roteren. Wanneer de patiënt constant hiervoor moet corrigeren door met één arm meer kracht te geven, dan zal de patiënt een vermoeide arm krijgen. Op lange termijn zullen ernstigere gevolgen optreden bij de patiënt.

7.2.2 Tas aan de armleuning



Figuur 5: Zijaanzicht van de rolstoel

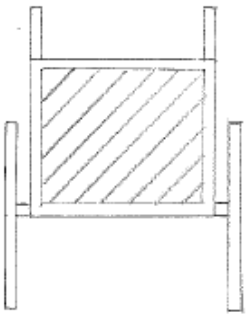


Figuur 6: Bovenaanzicht van de rolstoel

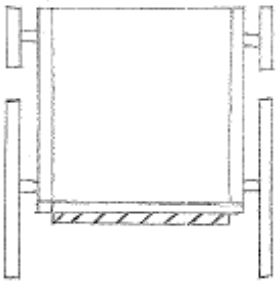
De tas in de situatie geschetst in *Figuur 5* en *Figuur 6* zit aan één zijde aan de armleuning bevestigd. Het zwaartepunt van de rolstoel ligt tussen de twee wielen in het saggitale vlak gezien. Deze tas bevindt zich helemaal tussen de twee wielen en zal daarom niet ver van het zwaartepunt af liggen. In het saggitale vlak (zijaanzicht) zal de rolstoel weinig invloed ervaren van de tas. Hoe verder de gewichtverdeling naar de voorkant toe ligt, des te meer effect zal het gewicht hebben op eventuele instabiliteit van de rolstoel.

Figuur 6 laat zien dat de tas niet erg breed kan zijn, omdat het wiel anders hinder krijgt van de tas. Omdat de rechterzijde van de rolstoel in het geval van de schets zwaarder belast wordt, zal er net als bij de tas aan het wiel een afwijking ontstaan. De patiënt moet corrigeren voor de relatieve traagheid van de rechterzijde en zal met de rechterarm meer arbeid moeten leveren. Uitputting en andere bijwerkingen kunnen de patiënt belemmeren.

7.2.3 Tas achterop



Figuur 7: Achteraanzicht van de rolstoel

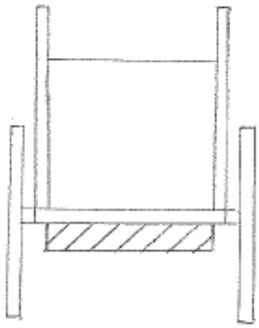


Figuur 8: Bovenaanzicht van de rolstoel

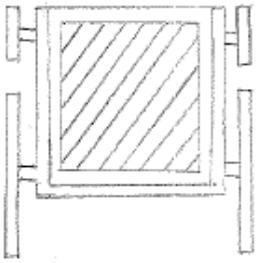
Zoals is getekend bij de schets van de tas bevestigd aan het wiel (*Figuur 3* en *Figuur 4*), heeft de tas met hetzelfde aantal kilogram meer effect op de rolstoel wanneer deze zich achter de rugleuning bevindt (*Figuur 7* en *Figuur 8*). Bij het testen van het effect van een gewicht aan de rugzijde van de rolstoel viel op dat de stoel minder stabiel werd. Meer voorwaartse kracht leek nodig te zijn om de stoel in beweging te brengen. De stoel heeft de neiging om in het saggitale vlak te kantelen. Onbewust werd deze storende gewichtsverdeling gecompenseerd door het verplaatsen van het lichaam in voorwaartse richting bij elke afzet. Deze compensatie is echter niet voor langere tijd dan enkele minuten vol te houden. Toch kan een simpele oplossing zoals een klein gewichtje bij het voorwiel een goede oplossing zijn.

Er is nauwelijks sprake van verplaatsing van voorwerpen in de tas, alle voorwerpen zullen door de zwaartekracht onder in de tas zakken en zitten vlak achter de rugleuning en daarom zal er relatief weinig schommelend effect veroorzaakt worden op deze locatie.

7.2.4 Tas onder de zitting



Figuur 9: Achteraanzicht van de rolstoel



Figuur 10: Onderaanzicht van de rolstoel

Gezien de ligging van het zwaartepunt van de rolstoel behoudt een rolstoel met de tas op de locatie in *Figuur 9* en *Figuur 10* de meeste stabiliteit. Het gewicht verzwaart de rolstoel vlak rondom het zwaartepunt. De rolstoel zal dus minder gemakkelijk kunnen kantelen.

Echter wanneer een voorwerp in de tas mee beweegt bij het voortbewegen van de rolstoel, dan brengt dit een vervelend effect teweeg. Doordat de inhoud van de tas zich kan gaan verplaatsen wanneer een slag met het wiel gemaakt wordt. Deze constante verschuiving kan een gevoel van schommeling in de rolstoel veroorzaken. Een voorwaarde is dat de tas op meerder punten vastgemaakt moet worden. Uit testen bleek dat dit minder schommeling veroorzaakt. Een andere voorwaarde die hieruit naar voren komt is het opdelen van de tas in segmenten. Door verschillende vakjes kunnen passende voorwerpen beter op hun plaats blijven liggen en kan dit effect voorkomen worden.

De analyse van het effect van gewicht op verschillende locaties aan de rolstoel kan gebruikt worden bij het ontwerpen van de oplossing. Naast dat een tas vast moet zitten aan de stoel, moet het de rolstoel en de rolstoelgebruiker op geen enkele manier hinderen. Een goede functionaliteit en een hoge gebruiksvriendelijkheid kunnen worden gewaarborgd als er rekening wordt gehouden met de uitkomsten van de gewichtsanalyse.

8. Samenvatting

Het concept moet zowel fysiek als mentaal comfortabel zijn. De tas mag geen hinder tijdens het hoepelen of trippelen veroorzaken. Daarnaast is het erg belangrijk dat de rolstoelgebruiker in dagelijks contact, zoals een gesprek houden met een arts, niet wordt gehinderd door de tas. Ook is een tas die aan de armleuning hangt geen goede oplossing, omdat de multomap van A4 formaat hier niet in past. Het benutten van de ruimte onder de zitting blijkt handig te zijn.

De oplossing die gevonden wordt voor het probleem moet er voor zorgen dat door middel van het verhogen van de zelfstandigheid van de rolstoelgebruiker daarmee een stukje regie aan de rolstoelgebruiker terug wordt gegeven. De oplossing dient de volgende functie waar te maken: de tas binnen het bereik van de patiënt brengen zonder hinder van de functie van de rolstoel.

Verschillende strategieën kunnen worden gebruikt om een oplossing te benaderen. Transport van de tas naar handbereik, de tas bereiken door middel van een grijpmechanisme, de tas binnen handbereik plaatsen en tot slot een complete vervanging van de functie van de tas. Combineren van strategieën vergroot het aantaal mogelijkheid. Strategieën helpen bij het brainstormproces.

Constante toetsing van concepten is nodig om doelgericht tot een oplossing te komen. De belangrijkste functionele eisen zijn: de tas moet minimaal 32 x 25 x 8 cm (h x b x d) zijn, waterbestendig, beschermend en tegen de wrijvingskrachten van het wiel kunnen. Voortbewegen van de rolstoel met de tas moet mogelijk blijven. De eis dat de tas met één hand open en dicht moet kunnen is belangrijk. Rolstoelgebruikers met een halfzijdige verlamming moeten gebruik kunnen maken van het systeem. De tas mag een maximaal gewicht van 1 kilo hebben in lege toestand. De tas moet betaalbaar zijn en daarom zal de tas zo simpel en neutraal mogelijk moeten worden ontworpen. Zo blijft de tas betaalbaar. Daarbij moet de tas dan ook universeel zijn, zodat mannen en vrouwen er allebei gebruik van kunnen maken. Om de tas duurzaam te maken, moet worden gekozen voor stevig materiaal. Daarnaast moeten onderdelen van de tas afzonderlijk vervangen kunnen worden.

De eisen van de rolstoelgebruiker (ook aangeduid als ‘de patiënt’) zijn leidend, want de grootste problemen worden momenteel door de rolstoelgebruiker ervaren. De rolstoelgebruiker heeft belang bij een goed functionerende, gebruiksvriendelijke, veilige en mooie oplossing. Daarnaast spelen de kosten voor de rolstoelgebruiker ook een grote rol, want deze voorziening kan niet gedeclareerd worden bij de zorgverzekeraar.

De mechanische en de biomechanische effectieve krachten staan recht tegenover elkaar. Daarom wordt er door de rolstoelgebruiker een tussenweg genomen tussen deze twee belangen. Er moet bij het ontwerp rekening gehouden worden met het effect van het gewicht op het functioneren de rolstoel.

Om terug te komen op de vraagstelling, de rolstoelgebruiker (met NAH) in het revalidatiecentrum Beatrixoord kan momenteel niet zelfstandig de eigendommen uit de tas achter op de rolstoel pakken. Een aanpassing is dus noodzakelijk voor de rolstoelgebruiker met dit probleem. In de synthesefasen wordt onderzocht welke aanpassing(en) geschikt zijn.

9. Bronnen

[1] Orthocor, Beter leven met de beste hulpmiddelen, rolstoeltas onder zitting.

[2] Leeman Revalidatie Service, Zelfzorgwinkel Parkstad, Rolstoel accessoire.

[3] Design team, Design for everyone, 2009. R*olstoeltas2009.blogspot.nl*.

[4] L.A. Rozendaal, H.E.J. Veeger, L.H.V. van der Woude, 2003. *The push force pattern in manual wheelchair propulsion as a balance between cost and effect*. Journal of Biomechanics 36, 239-247.

[5] H.E.J. Veeger, 1999. *Biomechanics of manual wheelchair propulsion*. Biomedical Aspects of Manual Wheelchair Propulsion: the state of the art II. IOS Press, Amsterdam, pp. 86-95.

10. Vooruitblik synthesefase

Strategieën die in de analysefase beschreven zijn, kunnen worden gecombineerd om tot zo veel mogelijk concepten te komen. De mechanica die geanalyseerd is in de analysefase geeft doorslag over het wel of niet functioneren van een bepaald concept. Op deze informatie kan voortborduurt worden. De volgende stap in het bachelor project zijn de synthesefasen. Tijdens de synthesefasen worden concepten uitgewerkt. Te beginnen bij alle mogelijke oplossingen in synthesefase I. Daarna wordt er een selectie van drie concepten gemaakt van de tien bedachte ontwerpen. Dit is synthesefase II. Hier worden de drie beste concepten gedetailleerder uitgewerkt. Er worden ook houtje touwtje modellen gemaakt van de drie gekozen concepten. Deze worden getest. Tijdens synthesefase III zal het meest realiseerbare concept nog beter uitgewerkt worden. Tot slot zal de gebruiksfase de kwaliteit van het eindconcept bepalen. Deze laatste fase wijst uit of het gekozen concept daadwerkelijk als oplossing dient voor het probleem.