

2012

“Het analyseren en verbeteren
van de ongewenste zithouding
van een hemiplegie patiënt in
een normale rolstoel”



Menno Lageweg
Opleiding Bewegingstechnologie,
Haagse Hogeschool
13-6-2012

Het analyseren en verbeteren van de ongewenste zithouding van een hemiplegie patiënt in een normale rolstoel

Menno Lageweg
5 Maart 2012 t/m 13 Juni 2012
Haagse Hogeschool Bewegingstechnologie, Den Haag
Heliomare Revalidatietechniek, Wijk aan Zee
Begeleider Bewegingstechnologie : Bert Broeren
Begeleider Heliomare Revalidatietechniek : René Korver

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie behorend bij de studie Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag. Mijn onderwerp is: “analyseer en verbeter de zithouding van een hemiplegie patiënt”. Door de hemiplegie kunnen de patiënten de rolstoel maar met één hand aandrijven en hierdoor ontstaan er ongewenste krachten en momenten op de patiënt en de rolstoel. Dit heeft tot gevolg dat zij niet zonder problemen in een normale rolstoel kunnen rijden. Hierdoor ontstaat een ongewenste zithouding en moet er veel gecompenseerd worden om de rolstoel recht te laten rijden. Dit project is uitgevoerd in het revalidatiecentrum Heliomare te Wijk aan Zee op de afdeling revalidatie techniek.

Deze scriptie vormt samen met mijn eindpresentatie en het product dat ik heb gemaakt mijn eindproduct.

Om een goed product te kunnen ontwerpen en te vervaardigen is begonnen met een analyse van de zithouding van de hemiplegie patiënt in de rolstoel. Tevens is ook geanalyseerd hoe de patiënt de rolstoel aanstuurt. Aan de hand van deze analyses zijn er ideeën gecreëerd. Van uit de diverse ideeën zijn selecties gemaakt en op deze manier is een eindconcept ontstaan. Van het eindconcept is vervolgens een prototype gemaakt. Met de gegevens die naar voren kwamen uit het prototype is een eindontwerp gemaakt. Aan de hand van het eindontwerp is een definitief product vervaardigd.

In deze scriptie is stap voor stap te lezen hoe dit definitieve product tot stand is gekomen.

Bij deze wil ik iedereen bedanken die mij geholpen, geadviseerd en geïnspireerd hebben tijdens het tot stand komen van dit project. In het bijzonder wil ik bedanken: René Korver en de rest van het personeel van de afdeling revalidatietechniek van Heliomare, mijn familie, mijn vriendin en mijn begeleiders van de opleiding Bewegingstechnologie.

Wijk aan Zee, juni 2012.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Inleiding	6
Probleemstelling.....	7
Doelstelling	7
Doelgroep	7
1. Analyse	8
1.1 Hoe zit een hemiplegie patiënt in een rolstoel?	8
1.2 Wat zijn de beperkingen van een hemiplegie patiënt bij het rijden in een rolstoel	11
1.3 Gebruiken hemiplegie patiënten hun voet voor het besturen van de rolstoel ? Zo ja, wat is effect hiervan ?	12
1.4 Verschillende manieren van de rolstoel aandrijven.....	15
1.5 Wat zijn de bestaande oplossing voor dit probleem.....	19
2. Ontwerp.....	21
2.1 Conclusie analyse	21
2.2 Waarom zakt de patiënt onderuit?	22
2.3 Rotatie bekken tegengaan.....	23
2.4 Hoe is de rolstoel aan te drijven.....	23
2.5 Het lateroflecteren van de romp tegengaan.....	25
2.6 Het scheef rijden tegengaan	25
2.7 Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel	26
2.8 Welke ideeën zijn er gewenst - morfologische kaart.	27
3. Ideeën	28
3.1 Aandrijving en besturing	28
3.2 Sturen	30
3.3 Onderuitzakken	30
3.4 Antropometrie.....	31
4. Pakket van eisen en wensen	32
4.1 Algemene eisen voor de rolstoel.....	32
4.2 Eisen aan de hand van de patiënt	32
4.3 Ontwerp eisen voor de houding van de patiënt in de rolstoel	32
4.4 Ontwerp eisen voor de rolstoel.....	33
4.5 Wensen.....	33
5. Concept.....	34
Detallering en materiaal keuze.....	38
Evaluatie	40
Discussie	43

Conclusie	43
Persoonlijke leerdoelen.....	44
Literatuurlijst	45
Bijlage	46
Bijlage 1	46
Bijlage 2.	47
Bijlage 3.	50
Bijlage 4	51
Bijlage 5	53
Bijlage 6	54

Samenvatting

Hemiplegie patiënten hebben grote problemen met het rijden in een normale rolstoel. Door hun handicap is één zijde van het lichaam verlamt. Door deze verlamming kunnen zij maar met één arm en één been de rolstoel aandrijven. Doordat zij beperkt zijn in het aandrijven van de rolstoel ontstaan er diverse ongewenste krachten en momenten op het lichaam van de patiënt.

Het grootste problemen waar de patiënt last van heeft is de ongewenste zithouding, de patiënt zakt onderuit in de rolstoel en lateroflecteerd met zijn romp. Doordat de rolstoel maar met één hand wordt aangedreven heeft de rolstoel een afwijking op zijn baan.

De patiënt moet gaan trippelen met zijn voet om de baan van de rolstoel te corrigeren.

De ongewenste zithouding van de patiënt heeft verschillende redenen. De patiënt zakt onderuit doordat hij trippelt met zijn voet om vooruit te komen. Om te kunnen trippelen moet de patiënt het bekken roteren ten opzichte van de zitting van de rolstoel.

Voor patiënten die de rolstoel alleen met hun arm aandrijven is het haast onmogelijk om de rolstoel gecontroleerd te besturen. De meeste patiënten moeten hierdoor met hun voet een corrigerend moment leveren ten opzichte van de baan van de rolstoel. Er is een groep patiënten die voldoende kracht heeft in het been om alleen hiermee de rolstoel aan te drijven. Deze groep heeft veel minder last van de afwijking van de baan van de rolstoel.

De conclusie die kan worden getrokken aan de hand van de analyse is dat de patiënten, doordat ze de baan van de rolstoel moeten corrigeren of de rolstoel met hun been aandrijven, ongewenste momenten en krachten creëren tijdens het rijden in de rolstoel.

Aan de hand van deze conclusie is onderzocht hoe deze ongewenste momenten en krachten verkleint kunnen worden of totaal kunnen worden opgeheven.

Er is gekozen om de aandrijving van de rolstoel te laten plaatsvinden door middel van een slinger beweging van het onderbeen waarbij alleen tijdens het extenderende moment kracht geleverd wordt. Zo drukt de patiënt zich zelf naar achteren in de rolstoel. De rolstoel wordt bestuurd door middel van een stuur welke één zwenkwiel aanstuurt. Het andere zwenkwiel zal vanzelf mee draaien in de bochten.

Het product wat is ontworpen is op de meeste type rolstoelen toepasbaar. De patiënten die de rolstoel gebruiken, die uitgerust is met dit ontwerp, glijden niet meer onderuit in hun rolstoel en hebben door middel van het stuur veel minder moeite met het corrigeren van de baan van de rolstoel.

Inleiding

Mijn afstudeerproject voor de studie Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag heb ik uitgevoerd op de afdeling revalidatietechniek in het revalidatiecentrum Heliomare te Wijk aan Zee. Op deze afdeling zijn vijf personen werkzaam. Zij zijn verantwoordelijke voor alle techniek op revalidatie gebied, dat wil zeggen dat zij de patiënten van bijvoorbeeld een rolstoel, krukken of rollators voorzien. Ook houden zij zich bezig met specifieke vragen van patiënten en/of therapeuten.

“Analyseer en verbeter de zithouding van een hemiplegie patiënt” zo luidt de titel van mijn afstudeerproject. Een hemiplegie patiënt heeft uitval van de linker- of rechter hersenhelft. Deze uitval heeft tot gevolg dat er één helft van het lichaam verlamd is. Deze verlamming heeft veel gevolgen voor de patiënt. Eén van de grootste gevolgen is dat zij vaak in een rolstoel terechtkomen omdat zij niet meer kunnen lopen.

Tijdens het uitvoeren van deze opdracht is er geanalyseerd hoe de zithouding van een patiënt is in een rolstoel en hoe hij/zij de rolstoel aanstuurt. Aan de hand van deze analyse is een oplossing bedacht en vervaardigd.

Met dit nieuwe ontwerp hoeft de patiënt niet meer met zijn voet over de grond te trippelen om vooruit te komen in zijn/haar rolstoel. Hierdoor wordt de ongewenste zithouding voor een groot deel tegengegaan.

Probleemstelling

De probleemstelling is afkomstig van de afdeling revalidatietechniek van Heliomare. Patiënten die een hemiplegie (halfzijdige verlamming) hebben, kunnen de rolstoel maar met één hand aandrijven en hierdoor ontstaan er ongewenste krachten en momenten op de patiënt en de rolstoel. Dit heeft tot gevolg dat zij niet zonder problemen in een normale rolstoel kunnen rijden. Hierdoor ontstaat een ongewenste zithouding en moet er veel gecompenseerd worden om de rolstoel recht te laten rijden.

Doelstelling

De doelstelling is om te analyseren hoe de patiënt het niet rechtdoor kunnen rijden probeert te compenseren, wat de gevolgen hiervan zijn en eventuele oplossingen hiervoor. Het is de bedoeling dat de patiënt actief bezig blijft met zijn arm en been van de niet-aangedane zijde van het lichaam.

Doelgroep

De doelgroep bestaat uit hemiplegie patiënten die in een rolstoel rijden. Deze patiënten hebben een gedeeltelijke of gehele uitval van één hersenhelft.

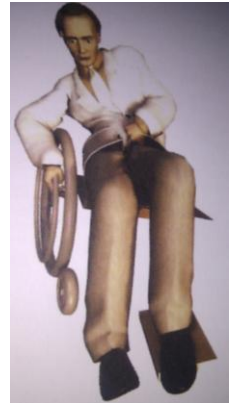
1. Analyse

1.1 Hoe zit een hemiplegie patiënt in een rolstoel?

In de zithouding van de hemiplegie patiënt zijn veel variaties. Dit omdat de ernst van de aandoening varieert. Maar in dit beeld is een kenmerkend patroon te zien, zoals wordt beschreven in dit hoofdstuk. (figuur 1)

De ongewenste zithouding van de patiënt heeft verschillende redenen. De patiënt zakt onderuit doordat hij trippelt met zijn voet om vooruit te komen. Om te kunnen trippelen moet de patiënt het bekken roteren ten opzichte van de zitting van de rolstoel.

Om precies te kunnen bekijken wat er gebeurt in deze beweging is deze opgedeeld in verschillende fases.

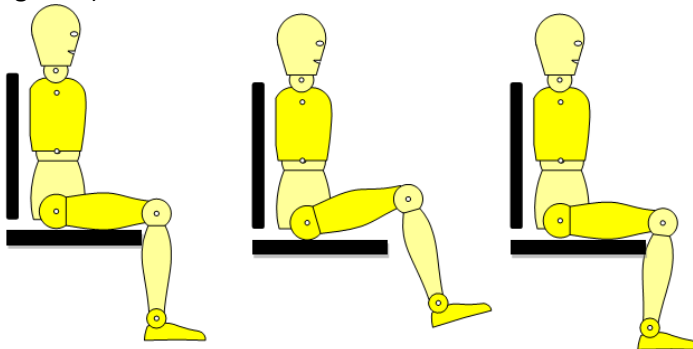


Figuur 1. Houding hemiplegie patiënt

Dit voorbeeld bespreekt een patiënt met een linker hemiplegie.

Fase 1:

Om een trippelende beweging te kunnen uitvoeren moet de voet van de patiënt naar voren worden gebracht. In de rechter art. coxae is er een anteflecterend moment om het been op te tillen. In het rechter art. genus zal een flecterend moment plaatsvinden. Vervolgens moet de patiënt afzetten met zijn voet en moet hiervoor een retroflecterend moment in het rechter art. coxae leveren en een flecterend moment in het rechter art. genus. Al deze bewegingen vinden plaats in het sagittale vlak. (figuur 2)



Figuur 2. Fase 1

Fase 2:

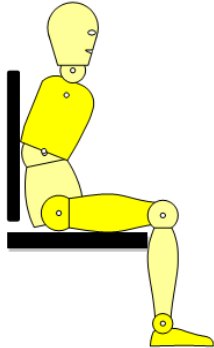
Er treedt in het rechter art. coxae horizontale abductie op, en in het linker art. coxae horizontale adductie. Dit wordt veroorzaakt omdat de patiënt zijn voet verder naar voren moet plaatsen om goed te kunnen trippelen. Door het draaien van het bekken ten opzichte van de rolstoel, creëert de patiënt de benodigde extra ruimte. De extra ruimte heeft hij nodig om zijn voet naar voren te kunnen zetten om te kunnen trippelen. Deze bewegingen vinden plaats in het transversale vlak. (figuur 3)



Figuur 3. Fase 2

Fase 3:

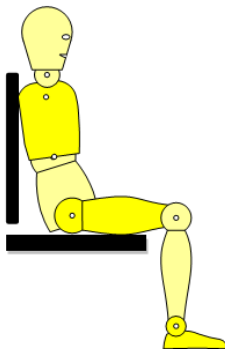
Omdat er met de voet kracht gezet moet worden op de ondergrond, moet het zwaartepunt naar voren worden gebracht. Dit gebeurt door een anteflecterend moment in het art. coxae. Het bekken kantelt voorover ten opzichte van het femur. Deze beweging vindt plaats in het sagittale vlak. (figuur 4)



Figuur 4. Fase 3

Fase 4:

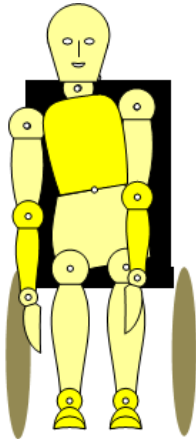
Wanneer het been weer moet worden opgetild, kantelt het bekken achterover ten opzichte van het femur. Hierdoor vindt er in de wervelkolom een kyfoserig plaats waardoor het bekken naar voren is verplaatst ten opzichte van de rolstoel. Deze verplaatsing heeft plaatsgevonden door de roterende momenten in het bekken (figuur 3). De patiënt zal wel zijn rug laten afsteunen op de rugleuning van de rolstoel en met de wervelkolom naar achteren leunen ten opzichte van het bekken. Deze beweging vindt plaats in het sagittale vlak. (figuur 5)



Figuur 5. Fase 4

Fase 5:

De patiënt zal de hoepel van de rolstoel met de arm aandrijven. In de wervelkolom zal een lateroflecterend moment plaatsvinden naar rechts. Dit gebeurt onder andere doordat de patiënt zijn romp niet kan stabiliseren. Deze beweging vindt plaats in het frontale vlak. (figuur 6)₄



Figuur 6. Fase 5

De meest voorkomende verschijnselen bij een patiënt met een linker hemiplegie zijn:

- Onderuitzakken in de stoel;
- In het linker art. coxae vindt horizontale abductie plaats;
- In het rechter art. coxae vindt horizontale abductie plaats;
- Het bekken kantelt achterover ten opzichte van het femur;
- De wervelkolom kyfoseert;
- In de wervelkolom vindt lateroflexie plaats.

Eisen en wensen

- Onderuitzakken in de stoel tegengaan.
- Rotatie van het bekken tegengaan.
- Het lateroflecteren naar rechts van de romp tegengaan.
- Achterover kantelen van het bekken tegengaan.

1.2 Wat zijn de beperkingen van een hemiplegie patiënt bij het rijden in een rolstoel

De hemiplegie patiënt heeft bij het rijden in een rolstoel diverse beperkingen. De grootste beperking is dat één helft van het lichaam verlamd is. Dit heeft tot gevolg dat de patiënt in een normale rolstoel rondjes zou rijden, omdat de patiënt maar één wiel kan aandrijven. Om dit te voorkomen gaat de patiënt zijn 'gezonde' been gebruiken om de rijrichting te corrigeren. De mate waarin het been gebruikt wordt is afhankelijk van de kracht die de patiënt hierin heeft.

Tevens zijn er nog andere problemen die een hemiplegie patiënt heeft.

Zij kunnen last hebben van:

- Neglect; hierbij wordt één lichaamshelft "vergeten". Dit houdt in dat de patiënt bijvoorbeeld zijn bord eten maar voor de helft leeg eet of indien er iemand aan de aangedane kant van het lichaam staat deze persoon totaal niet wordt opgemerkt.
- Aandacht- en concentratiestoornissen.
- Geheugenstoornissen.
- Vermoeidheid.
- Afasie; dit is een stoornis op het gebied van spreken, taalbegrip, lezen en schrijven.
- Niet kunnen leren van ervaringen en/of fouten.
- Hemianopsie; dit is uitval van een deel van het gezichtsveld.

De rolstoel moet voor het trippelen lager worden afgesteld ten opzichte van de grond, omdat één voet de grond moet raken. Nadelige gevolg hiervan is dat de voetsteun over de grond zal slepen. Hierdoor wordt deze altijd iets hoger gezet. Wat als nadelig effect heeft dat het bovenbeen van de patiënt in een geanteflecteerde houding komt.

Eisen

- De rolstoel moet rechtdoor kunnen rijden wanneer hij aangedreven wordt met de niet aangedane zijde van het lichaam.
- De rolstoel moet bestuurbaar zijn met de niet aangedane lichaamshelft.
- De besturing en aandrijving moeten aan de niet aangedane zijde van het lichaam zitten in verband met een neglect.

Wensen

- De voetstep van het aangedane been moet minimaal 5 centimeter vanaf de ondergrond zijn.

1.3 Gebruiken hemiplegie patiënten hun voet voor het besturen van de rolstoel ?

Zo ja, wat is effect hiervan ?

Hemiplegie patiënten gebruiken bijna altijd hun voet om de rolstoel te besturen of om aan te drijven. Per patiënt kan dit verschillend zijn en is afhankelijk van de kracht die zij nog hebben in hun niet-aangedane been.

Om inzicht te krijgen in de krachten die spelen op het lichaam van de patiënt is een krachten analyse gemaakt. Hiervoor is de beweging in verschillende stappen opgedeeld, om te zien welke krachten de grootste invloed hebben op de houding van de patiënt.

In onderstaande voorbeelden worden deze krachten gebruikt.
Het voorbeeld betreft een persoon met een linker hemiplegie.

F_z = zwaartekracht

F_n = normaalkracht

F_{nvoet} = normaalkracht van de voet

F_d = de kracht die de romp van de patient uitoefend op de rugleuning

F_s = schuifkracht van de patient t.o.v. de zitting

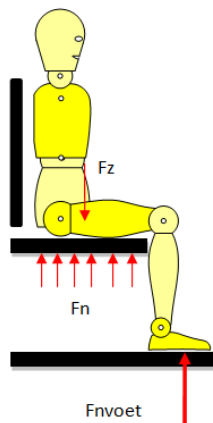
F_{w1} = rolwrijvingskracht achterwielen t.o.v. de ondergrond

F_{w2} = rolwrijvingskracht voorwielen t.o.v. de ondergrond

F_{w3} = wrijvingskracht voet t.o.v. de ondergrond

F_{w4} = wrijvingskracht bovenbeen patient t.o.v. zitting

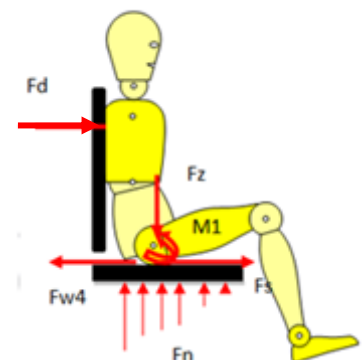
De begin positie. (Figuur 7)



Figuur 7. Begin stand

Been heffen. (Figuur 8)

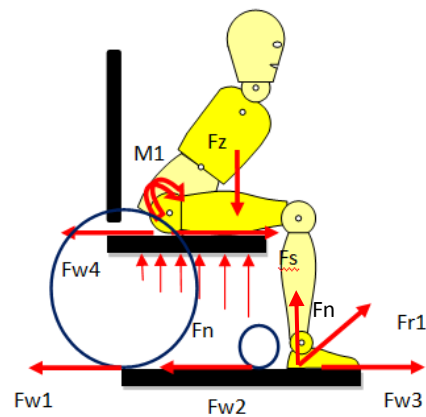
Om de eerste trippel beweging te moeten kunnen maken zal de patiënt zijn been moeten optillen. Dit betekent dat hij in het art. coxae een anteflecterend moment moet plaatsvinden (M_1). Door dit moment kantelt de romp achterover ten opzichte van het bekken. Hierdoor drukt de romp van de patiënt tegen de rugleuning van de rolstoel aan en ontstaat de kracht (F_d). Doordat de patiënt tegen de rugleuning aan drukt zal er op het zitvlak een kracht ontstaan (F_s), waardoor de patiënt uit zijn stoel glijdt.



Figuur 8. Been heffen

Neerzetten been (figuur 9)

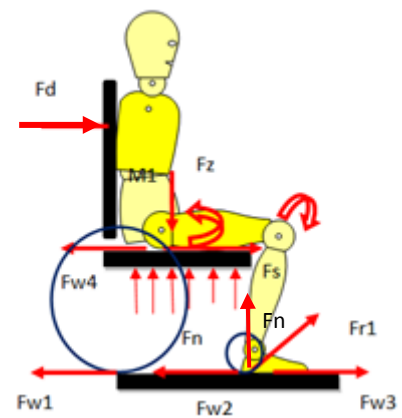
Het been wordt neergezet op de ondergrond om af te zetten. Hierdoor ontstaan de kracht (F_{r1}). Deze kracht is omhoog gericht en moet worden tegengewerkt. Dit gebeurt door de romp voorover te kantelen ten opzichte van het bekken. Hierdoor verplaatst het zwaartepunt (F_z) naar voren. De kracht die met de voet geleverd moet worden (F_{r1}) moet groter zijn dan de wrijvingskrachten ($F_{w1}, F_{w2}, F_{w3}, F_{w4}$).



Figuur 9. Neerzetten been

Afzetten (Figuur 10)

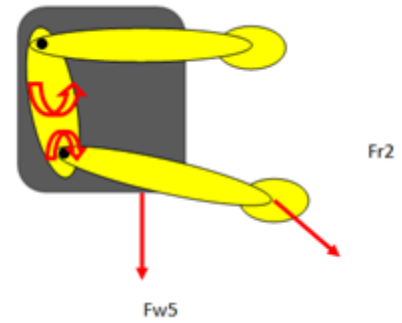
Om af te kunnen zetten moet er in het art. genus een flecterend moment plaats vinden. Hierdoor kantelt de romp achterover ten opzichte van het bekken. Door de achterover kanteling drukt de romp tegen de rugleuning aan en ontstaat de reactie kracht (F_d). Door deze kracht ontstaat er indien de weerstandcoëfficiënt tussen bovenbeen en zitting te laag is de kracht (F_s), waardoor de patiënt uit zijn stoel glijdt.



Figuur 10. Afzetten

Transversale vlak (figuur 11)

Het been wordt naar buiten toe afgezet. Om dit te kunnen doen moet er in het art. coxae een horizontale adductie plaatsvinden. Tevens vindt er een rotatie plaats in het gehele bekken. Doordat de kracht (Fr_2) schuin gericht staat, ontstaat er een weerstandskracht tussen het bovenbeen en zitting van de rolstoel (Fw_5).

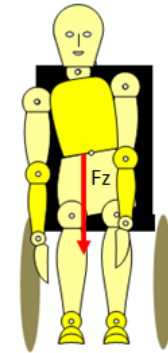


Figuur 11. Transversale vlak

De rotatie in het bekken zorgt ervoor dat de patiënt gaat kruipen over de zitting. Dit ontstaat doordat de patiënt telkens zijn voet naar voren moet zetten om vooruit te komen. Om dit te kunnen moet het bekken geroteerd worden. Dit vergroot het effect van onderuitzakken in de stoel.

Lateroflexie (figuur 12)

Indien de patiënt de hoepel gebruikt voor de aandrijving zal zijn romp lateroflecteren naar de niet aangedane zijde. Hierdoor verplaats het zwaartepunt (F_z), met als gevolg dat de belasting op de rolstoel veranderd. Deze verandering heeft invloed op de baan van de rolstoel.



Figuur 12. Lateroflexie

Eisen

- Het bovenbeen mag niet worden opgetild t.o.v. de zitting van de rolstoel.
- Het moet worden voorkomen dat de patiënt gaat kruipen over zijn stoel.

1.4 Verschillende manieren van de rolstoel aandrijven

Een hemiplegie patiënt kan de rolstoel op verschillende manieren aandrijven. Deze manieren zijn in drie groepen in te delen.

De volgende voorbeelden beschrijven een patiënt met een linker hemiplegie.

De waardes die zijn gebruikt om de vergelijkingen op te lossen zijn aannames.

1. Alleen de niet-aangedane arm gebruiken.

Wanneer de patiënt de rolstoel alleen zou voortbewegen met zijn niet aangedane arm (rechts), wordt het effect ten opzichte van de rijrichting het grootst doordat er maar één wiel aangedreven kan worden. Het aangedreven wiel (rechts) zal ten opzichte van het niet aangedreven wiel (links) meer versnellen (figuur 14).

F_p = kracht aangedreven wiel (propulsiekracht)

F_m = kracht niet aangedreven wiel = 0

F_{rwl} = rolweerstandkracht links

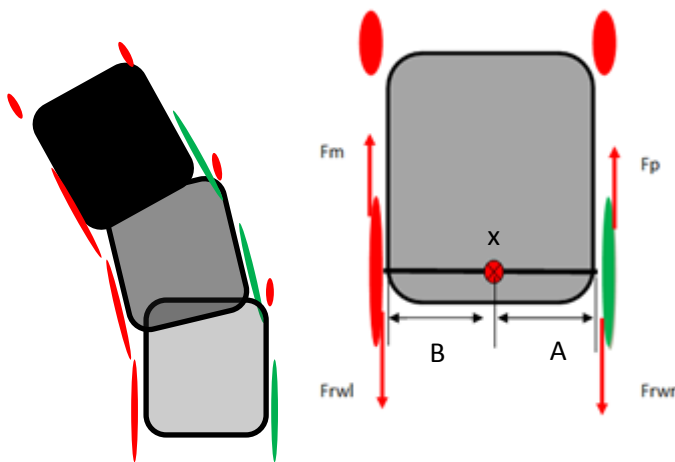
F_{rwr} = rolweerstandkracht rechts

x = middelpunt achteras rolstoel ()

De grootte en richting van dit moment is $M_x = (F_p * A) - (F_m * B) - (F_{rwr} * A) + (F_{rwl} * B)$

$F_m = 0$, $F_p \geq F_m$ en $F_{rwr} = F_{rwl}$

$F_m=0$ omdat dit wiel niet wordt aangedreven. $F_p \geq F_m$ omdat F_p wordt aangedreven. Als de vergelijking word ingevuld voor M_x zal deze aantonen dat er een moment linksom ontstaat. Op deze manier zal het haast onmogelijk zijn om normaal te kunnen rijden in een rolstoel (figuur 14).



Figuur 14. Aandrijving met een arm

De voet gebruiken in combinatie met de hand om de rolstoel aan te drijven.

De patiënt beweegt de rolstoel voort met zijn voet en hand. Door het aandrijven met de rechter hand ontstaat er een afwijking op de baan van de rolstoel. Het moment dat hierdoor ontstaat is een moment linksom. De patiënt probeert met zijn rechtervoet de baan van de rolstoel te corrigeren. Dit doet hij door een kracht te leveren met de voet op de ondergrond (figuur 16).

$$F_v = \text{kracht die de voet op de ondergrond levert}$$

Het moment dat door de voetkracht (F_v) ontstaat is: $M_v = F_v * c$

Het moment op de rolstoel is: $M_x = (F_p * A) - (F_m * B) - (F_v * c) - (F_{rwr} * A) + (F_{rwl} * B)$

De richting van F_v is afhankelijk van de ligging van het draaipunt van de rolstoel (figuur 15). Het is onmogelijk om een exacte ligging van het draaipunt te bepalen. Wel kan er een schatting worden gemaakt waar het ongeveer zal liggen. Het punt zal naar verwachting iets meer naar rechts liggen ten opzichte van het midden van de rolstoel, omdat de patiënt met zijn romp naar deze zijde lateroflecteerd. Het punt zal in de lengterichting ongeveer op de achteras liggen van de rolstoel. Tevens is de grootte van de aandrijving van het wiel en van de voet van grote invloed op het draaipunt (figuur 16).

$$F_p = F_v \cos \alpha$$

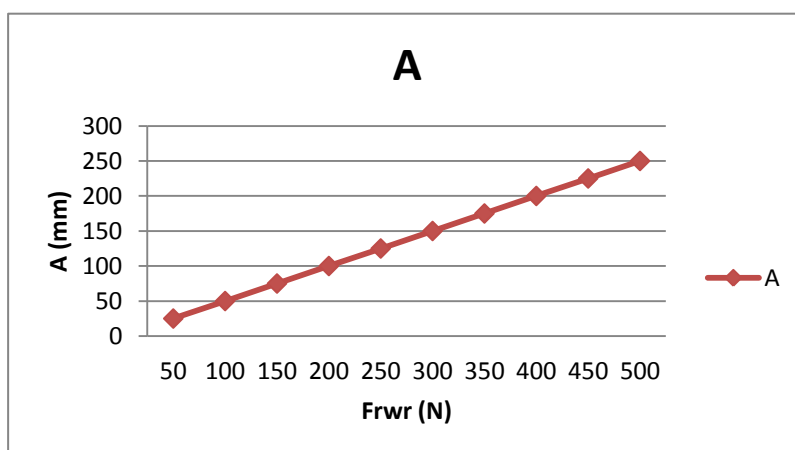
$$L = A + B$$

$$F_p = F_v \cos \alpha = F_{rwtot}$$

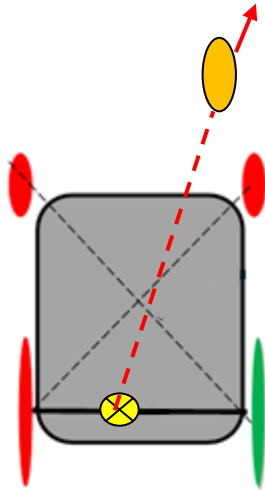
$$F_{rwtot} = F_{rwr} + F_{rwl}$$

$$A = \frac{F_{rwr}}{F_{rwtot}} * L$$

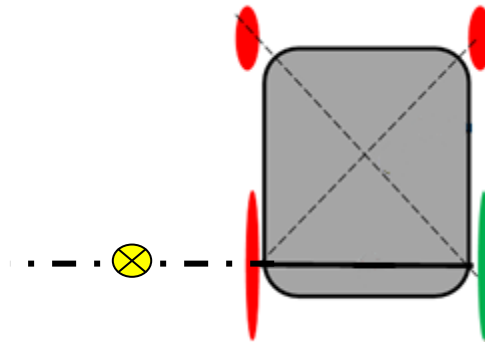
A kan uitgerekend worden voor een toenemende F_{rwr} en een constante F_{rwtot} en L. Hierbij is te zien dat wanneer F_{rwr} groter wordt, A ook groter wordt. Dat wil zeggen dat het draaipunt verplaatst naar de linkerzijde van de rolstoel (grafiek 2). Wanneer F_{rwr} dusdanig groot wordt kan het draaipunt van de rolstoel zich buiten de rolstoel bevinden (figuur 15b), het wordt dan zeer moeilijk om een corrigerend moment te leveren via de voet.



Grafiek 2. Grootte van A

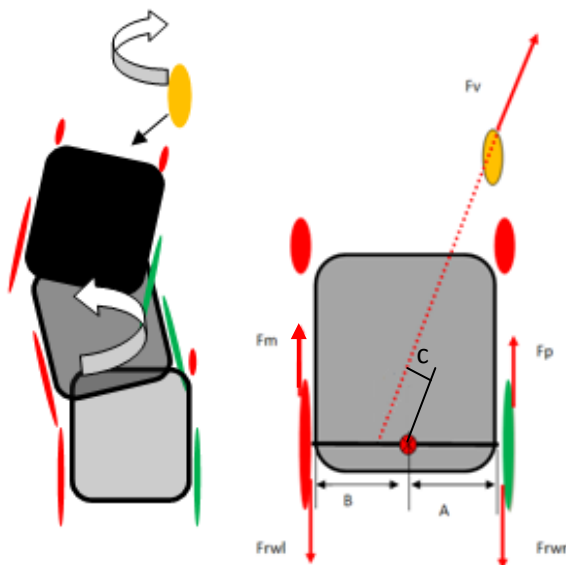


Figuur 15a.



Figuur 15b. Draaipunt.

De richting van F_v moet langs de linkerkant van het draaipunt van de rolstoel lopen (figuur 15), omdat de baan van de rolstoel gecorrigeerd moet worden door de kracht F_v . Deze kracht moet dus tegengesteld zijn aan de richting van het moment M_x (figuur 16).



Figuur 16. Aandrijving met hand en voet

De kracht die de voet moet leveren om het corrigerend moment te kunnen leveren is:

$$M_{voet} = -(F_v * c) + (F_p * A) - (F_m * B) - (F_{vwr} * A) + (F_{vwl} * B)$$

De rolstoel alleen voortbewegen met de voet.

Wanneer de patiënt de rolstoel voortbeweegt met de rechervoet is er van het moment dat ontstaat door het voortbewegen met één hand geen sprake. Hierdoor heeft de patiënt minder moeite om de rolstoel rechtdoor te laten rijden.

Omdat de wielen niet worden aangedreven is:

$$F_p = 0N$$

$$F_m = 0N$$

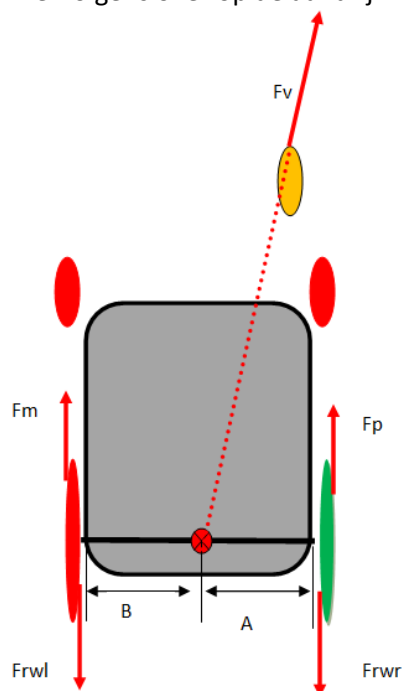
Het moment dat ontstaat is:

$$M_x = (F_p * A) - (F_m * B) - (F_v * c) - (F_{rwr} * A) + (F_{rwl} * B)$$

Om rechtdoor te kunnen rijden moet F_v exact door het draaipunt lopen (figuur 15a). Als dit gebeurt ontstaat er geen moment.

Hierdoor zal F_v lager zijn, dit omdat het alleen de aandrijvende kracht is en het tegenwerkende moment niet geleverd hoeft te worden.

Deze manier van rijden wordt de meeste patiënten aangeleerd. Voor veel patiënten is het te zwaar om op deze manier weg te kunnen rijden. Zij zetten dan de eerste beweging aan met de hand en gaan vervolgens over op de aandrijving met de voet.



Figuur 17. Aandrijving met voet

Eisen

- Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel.
- De rolstoel wordt alleen aangedreven met het been.

1.5 Wat zijn de bestaande oplossing voor dit probleem

Neater Uni-Chair

De Neater Uni-chair (figuur 18) wordt bestuurd met de voet van de patiënt en wordt aangedreven door één arm. In dit voorbeeld gebruikt de patiënt zijn rechter arm en voet.

Voordelen:

- Rechtdoor rijden en bestuurbaarheid. Dit werkt bij dit type rolstoel goed doordat de achterwielen aan elkaar zijn gekoppeld. Wanneer er met de voet wordt gestuurd, blokkeert één van de twee achterwielen (afhankelijk naar welke kant de bocht wordt gemaakt), en stuurt het kleine zwenkwieltje voor. Wanneer er rechtdoor wordt gereden, draaien de achterwielen beiden even hard.



Figuur 18. Neater uni-chair

Nadelen:

- Geen activiteit van het been van de patiënt. Doordat de patiënt de rolstoel voortbeweegt met zijn arm en stuurt met zijn voet is er niet veel activiteit van het been.

Dubbele hoepel

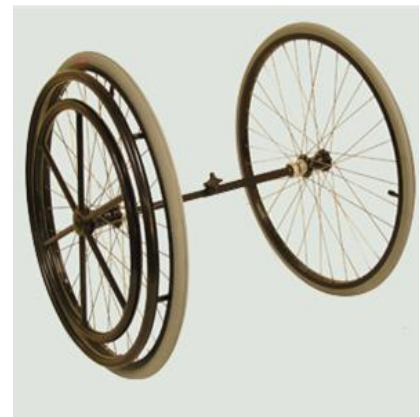
Doordat er twee hoepels zijn geplaatst op de rolstoel aan de niet-aangedane zijde van het lichaam, (figuur 19) kan het linker- en rechter wiel in theorie worden aangedreven. Echter als een hemiplegie patiënt meer beperkingen heeft is dit systeem zeer moeilijk te begrijpen.

Voordelen:

- In theorie is de rolstoel goed te besturen, omdat beide achterwielen onafhankelijk van elkaar aan te sturen zijn.

Nadelen:

- In praktijk erg moeilijk te begrijpen. Doordat de patiënten diverse beperkingen hebben, veel moeite hebben met het onthouden en leren van gebeurtenissen uit het verleden, begrijpen zij vaak niet hoe dit systeem werkt.



Figuur 19. Dubbele hoepel

Double performance hemi rolstoel

Deze rolstoel heeft een steun voor het aangedane been (figuur 20). Daarnaast zijn de grote aandrijfwielen aan de voorkant geplaatst en de (kleine) stuurwielen achter. Hierdoor is aan de voorkant veel bewegingsruimte voor het trippelen van de patiënt en wordt de rolstoel zeer wendbaar. De wendbaarheid wordt zelfs zo vergroot dat rechtdoor rijden bemoeilijkt wordt.

Voordelen

- Veel ruimte om te trippelen. Deze ruimte is gecreëerd door de grote wielen aan de voorzijde van de rolstoel te plaatsen en de kleinere zwenkwielen aan de achterzijde.

Nadelen

- Te wendbaar waardoor het moeilijk is om rechtdoor te rijden. Doordat de zwenkwielen aan de achterzijde van de rolstoel zijn geplaatst ontstaat er een onstabiele en niet bestuurbare rolstoel.
- Het aangedane been wordt in een stand gedwongen door hem achter een beenschaal te plaatsen. Hierdoor is een vergrote kans op spierverkorting.



Figuur 20. Double performance hemi rolstoel

Eisen

- De stuurwielen moeten niet achter zitten.

Wensen

- De benen moeten vrij kunnen bewegen, zij moeten niet opgesloten zitten.

2. Ontwerp

2.1 Conclusie analyse

Na de analyse kan er geconcludeerd worden dat de problemen die geconstateerd worden tijdens het rijden in een rolstoel van een hemiplegie patiënt de volgende zijn:

- Latroflexeren van de romp
- Onderuit zakken
- Rotatie van het bekken

De oorzaak hiervan ligt grotendeels aan het feit dat zij hun voet moeten gebruiken bij het aansturen van de rolstoel, omdat zij anders niet normaal kunnen rijden in een rolstoel. Het moment dat zij moeten leveren om de baan van de rolstoel te corrigeren is te groot. Hierdoor ontstaan diverse problemen.

Om het probleem op te kunnen lossen kan het worden ingedeeld in verschillende deelproblemen:

- Onderuit zaken tegen gaan.
- Hoe is de rolstoel aan te drijven.
- Roteren van het bekken ten opzichte van de zitting tegen gaan.
- Lateroflecteren van de romp tegen gaan.
- Hoe kan je de afwijking van de baan van de rolstoel tegen gaan.
- Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel.

De deelproblemen zijn voor zover nodig verder geanalyseerd en er zijn diverse oplossingen bedacht. De oplossingen zijn met elkaar vergeleken op de voor- en nadelen ervan en de haalbaarheid van deze ideeën.

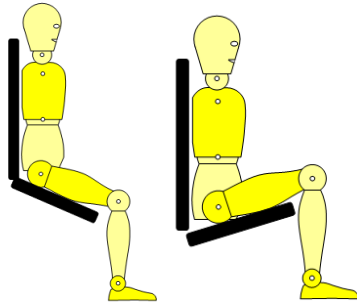
2.2 Waarom zakt de patiënt onderuit?

- De patiënt zakt onderuit omdat de wrijvingskracht van de patiënt ten opzichte van de zitting van de rolstoel te laag is.
- De patiënt moet zijn been naar voren zetten om te kunnen trippelen.

Dit probleem kan op verschillende manieren worden opgelost:

- **Wrijvingsweerstand vergroten**

Door de wrijvingscoëfficiënt van de stoel groter te maken, kan je minder makkelijk van de rolstoel afglijden. Op deze manier wordt het probleem wel tegengewerkt, maar wordt de oorzaak niet opgelost. Door de hellingshoek van de stoel te vergroten, wordt het moeilijk om van de stoel af te glijden. Echter het wordt ook moeilijker om met je voet te kunnen trippelen.



Figuur 21a. Figuur 21b. Hoek zitting stoel.

In figuur 21a is te zien dat de hoek van stoel groter is geworden. Hierdoor zal de patiënt van zijn stoel afglijden. In figuur 21b is te zien dat de hoek van de stoel kleiner is geworden. Hierdoor zal de patiënt niet meer uit zijn stoel kunnen glijden. Echter wanneer deze hoek te klein wordt, heeft dit als groot nadeel dat het haast onmogelijk wordt om het been nog te kunnen gebruiken. Het wordt namelijk lastig om het been te heffen. Daarnaast zit de zitting van de stoel in de weg bij het bewegen. De ideale hoek ligt rond de 5°.

Verkleinen van de kracht die door het trippelen wordt veroorzaakt

Profiel op schoeisel aanbrengen.

Hierdoor ontstaat een betere grip ten opzichte van de ondergrond, waardoor de kracht efficiënter kan worden geleverd. Echter de krachten die ongewenste effecten veroorzaken blijven aanwezig, maar worden wel lager.

Druk laten toenemen

Door de romp naar voren te plaatsen zal het zwaartepunt naar voren komen waardoor het meer druk geeft. Hierdoor kan er meer kracht geleverd worden met de voet. Tevens levert dit ook meer druk op de voorwielen van de rolstoel op. Groot nadeel hiervan is dat door de druk op de voorwielen de rolstoel veel zwaarder zal gaan rijden.

2.3 Rotatie bekken tegengaan

De rotatie van het bekken komt onder andere door de beperkte bewegingsvrijheid van het been. Er moet bewegingsruimte worden gemaakt voor het besturen van de rolstoel als er getrippeld wordt. Door het bekken te draaien ten opzichte van de rolstoel, kan de voet verder naar voren en opzij worden gezet. Als de patiënt dit niet doet zal hij met het voorste zwenkwiel tegen zijn eigen voet en been aanrijden.

Oplossingen

Niet meer trippelen

Door een alternatief te vinden voor het trippelen, worden de ongewenste effecten die ontstaan door het trippelen uitgesloten.

Meer bewegingsvrijheid maken op de rolstoel

Door te zorgen dat de patiënt meer bewegingsvrijheid heeft voor zijn been, zou hij zijn bekken niet meer hoeven te roteren. De kans is alleen groot dat de rolstoel hierdoor groter wordt en onhandig in gebruik zou kunnen zijn.



Figuur 22. Speciaal kussen

Speciaal kussen (figuur 22)

De houding van de patiënt blokkeren door middel van een speciaal kussen. Alleen de houding die aangenomen wordt wel nodig om goed te kunnen trippelen.

Niet meer hoeven sturen met de voet

Als op een andere manier gestuurd wordt hoeft de patiënt zijn voet hiervoor niet meer te gebruiken. Dan hoeft de voet alleen maar recht vooruit gezet te worden. Het moment dat gecorrigeerd moet worden is dan aanzienlijk lager.

2.4 Hoe is de rolstoel aan te drijven

Het trippelen veroorzaakt veel onaangename effecten voor de patiënt. Door een andere manier van bewegen te vinden kunnen deze effecten worden weggenomen.

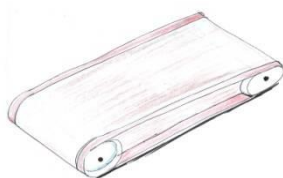
Hoe kan de voet een rolstoel aandrijven?

Steppen over een lopende band (figuur 23)

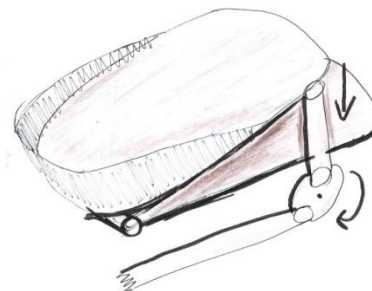
Veel weerstand om de lopende band aan te drijven. Hierdoor bestaat de kans dat de patiënt zichzelf weer onderuit zal trekken, wanneer hij achterwaarts trippelt over de lopende band.

Pedaal intrappen (met veer erachter) (figuur 24)

Er kan maar een klein moment geleverd worden.



Figuur 23.
Lopende band

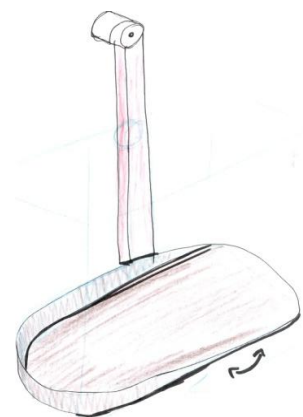


Figuur 24. Pedaal

Hoe kan je met je onderbeen een rolstoel aandrijven?

Slingerbeweging (figuur 25)

Dit kan door de voet op een voetsteun te zetten en te laten zwaaien. Door deze beweging te koppelen aan de aandrijving van de wielen, wordt de externe kracht, die veroorzaakt dat je onderuitzakt in je rolstoel, weggenomen. Verder is dit een natuurlijke beweging omdat het been alleen naar voren en achteren geslingerd hoeft te worden.

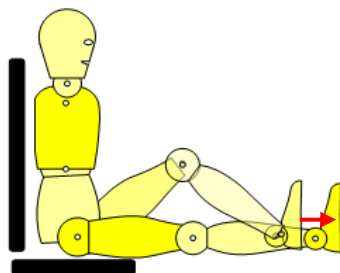


Figuur 25. Slinger

Hoe kan het bovenbeen een rolstoel aandrijven?

Roeien (figuur 26)

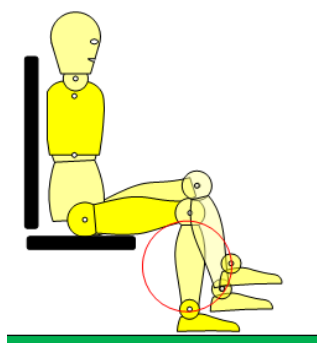
De patiënt kan met zijn gehele been kracht zetten waardoor een groot moment geleverd kan worden. Door het afzetten drukt de patiënt zichzelf tegen de leuning van de rolstoel aan en zal dus niet onderuit zakken. Echter er zit in deze beweging een doodtraject namelijk de slag terug naar achteren.



Figuur 26. Roeien

Fietsen (figuur 27)

De patiënt kan door zijn been naar beneden te drukken op één crankstel van een fiets de kracht overzetten. Echter hierbij is het probleem dat bij het omlaag trekken van het been er een doodtraject is in de beweging.

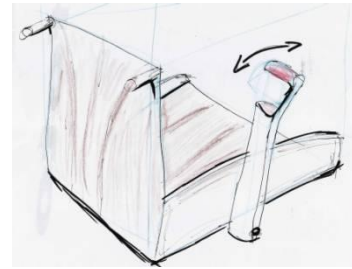


Figuur 27. Fietsen

Hoe kan de hand een rolstoel aandrijven?

De hoepel aandrijven

Beperkte bewegingsuitslag die alleen met de hand mogelijk is.
Er is een kleine arm om de kracht over te brengen.



Hoe kan je met je onderarm een rolstoel aandrijven?

Hendel/slinger (figuur 28)

De onderarm is een korte moment arm, hierdoor kan er een kleiner moment mee overgebracht worden.

Hoe kan je met je bovenarm een rolstoel aandrijven?

Arm aandrijven waarmee het wiel wordt aangedreven

Hierbij kan een groot moment geleverd worden doordat de hele arm en hand worden gebruikt bij het aandrijven van de rolstoel. Eventueel zou de arm van de rolstoel bestuurbaar gemaakt kunnen worden zodat de rolstoel hiermee ook gelijk bestuurbaar zou kunnen worden.

Figuur 28. Hendel aandrijving

2.5 Het lateroflecteren van de romp tegengaan

Door de rotaties van het bekken ten opzichte van de rolstoel lateroflecteert de romp van de patiënt. Dit komt mede omdat de helft van de romp verlamd is en dus niet gestabiliseerd kan worden.

Alleen specifiek dit probleem kan opgelost worden door:

- Steun aan zijkant
- Riem
- Speciale stoel

Met deze drie opties wordt de romp ondersteund en zorgen ze ervoor dat hij niet meer kan lateroflecteren. Echter het is de vraag of dit probleem zich nog voor zal blijven doen wanneer de rotatie van het bekken al wordt tegengegaan. Het bekken zal dan niet meer roteren ten opzichte van de stoel en de romp is minder geneigd te gaan lateroflecteren.

2.6 Het scheef rijden tegengaan

Het scheef rijden gebeurt doordat de rolstoel maar met één hand en één voet aangedreven kan worden. Hiervoor zijn diverse oplossingen mogelijk:

Vaste wielas achter

Door de achterwielen aan elkaar te verbinden is het mogelijk om één wiel aan te drijven en rechtdoor te rijden. Hierdoor is het onmogelijk om bochten te maken omdat beide wielen dezelfde rotatiesnelheid hebben.

Achteras met differentieel

Gebruik maken van een differentieel in de achteras waardoor ieder wiel voorzien wordt van een rem. Door middel van deze remmen kunnen de wielen afzonderlijk van elkaar worden geremd. Zodoende kan men tijdens het maken van een bocht één wiel remmen en het andere wiel sneller laten draaien.

Bestuurbaar voorwiel

Het voorwiel bestuurbaar maken, waardoor de patiënt met de voet en/of hand de rijrichting kan aanpassen. Op deze manier zou op ieder moment de afwijking kunnen worden gecorrigeerd en kunnen er goede bochten gemaakt worden.

Elektromotor voor sturen

Door een elektromotor de rolstoel te laten sturen. Nadelen hiervan zijn dat de elektromotoren voorzien moeten worden van stroom om ze kunnen laten werken. Dit betekent dat er een accu aanwezig moet zijn en die is vaak beperkt in zijn actieradius.

Lagers met een vrijloop

Door beide wielen tegelijk aan te drijven en gebruik te maken van lagers met een vrijloop, kan in de bocht het ene wiel een hogere rotatiesnelheid aannemen dan het andere wiel.

2.7 Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel

Wanneer de voet geen corrigerend moment hoeft over te brengen op de ondergrond ten opzichte van de baan van de rolstoel, zullen de nadelige reactiekrachten afnemen.

Dit kan door:

- De voorwielen bestuurbaar te maken zodat je het moment van corrigeren met de voorwielen kan leveren en niet met je voet.
- Bestuurbare achterwielen.

2.8 Welke ideeën zijn er gewenst - morfologische kaart.

Morfologische kaart							
Onderuit zakken	Profiel	Oppervlakte ruwheid groter maken	Gewicht aan enkel	Fz naar voren	Niet meer trippelen		
Hoe is de rolstoel aan te rijden	Pedaal in trappen	Steppen over lopende band	Slingerbewegingen	Roeien	Fietsen	Hoepel	Hendel aan rolstoel
Roteren van het bekken ten opzichte van de zitting tegen gaan	Niet meer trippelen	Meer bewegings vrijheid	Speciaal zitkussen	Niet meer sturen met de voet			
Latrofleteren van de romp tegen gaan	Steun aan zijkant	Speciale stoel	Riem				
Afwijking baan rolstoel	Vaste wiel-as achter	Bestuurbaar voorwiel	Electromotor voor sturen	Achteras met differentieel	Lagers met vrijloop		
Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel	Bestuurbaar voorwiel	Bestuurbare achterwielen					

Goedgekeurd	Afgekeurd
-------------	-----------

3. Ideeën

De ideeën waarmee verder gewerkt gaat worden zijn:

- **Het onderuit zakken tegengaan**
Profiel van schoeisel aanpassen, niet meer trippelen.
- **Hoe is de rolstoel aan te drijven**
D.m.v slingerbeweging, roeien, hendel aan rolstoel.
- **Rotatie van het bekken ten opzichte van de zitting tegengaan**
Niet meer trippelen, niet meer hoeven te sturen met de voet.
- **Lateroflecteren van de romp tegengaan**
Steun aan de zijkant.
- **Afwijking baan rolstoel.**
Bestuurbaar voorwiel, achteras met differentieel en lagers met vrijloop.
- **Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel**
Bestuurbare voor- en achterwielen.

Aan de hand van deze analyse fase zijn er diverse ideeën ontstaan, waaruit een keuze moet worden gemaakt. Dit is gedaan door de voor- en nadelen tegen elkaar uit te zetten. Op basis hiervan zijn keuzes gemaakt. Tevens zijn er aan de hand van deze ideeën drie verschillende concepten geschetst (zie bijlage 2).

3.1 Aandrijving en besturing

Omdat de rolstoel eenvoudig en gemakkelijk te besturen moet zijn, is ervoor gekozen om de besturing en de aandrijving te ontkoppelen. Zo kan er met het been worden aangedreven en met de arm worden gestuurd of andersom.

Wanneer er met het been wordt aangedreven, is het een voordeel dat de gebruiker zicht heeft op het sturen, wat met de hand gebeurd en kan er veel kracht geleverd worden met het been. Wanneer er met het been gestuurd zou moeten worden heeft de patiënt hier geen goed overzicht over wat hij moet doen. Dit maakt het sturen moeilijker. Wanneer er met de arm wordt aangedreven bestaat de kans dat de patiënt zijn romp naar voren wil brengen om meer kracht te zetten. Echter de patiënt heeft moeite om zijn romp te stabiliseren.

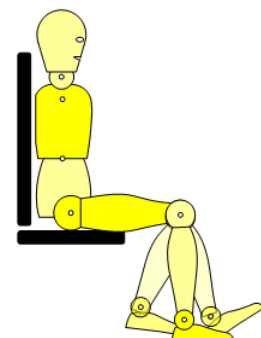
Ontwerpeis

- De rolstoel moet worden aangedreven met het been.
- De rolstoel moet bestuurd worden met de hand.

De aandrijving

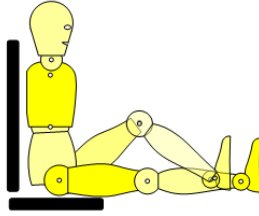
Uit de ideeënfase kwam de slingerbeweging, het roeien en de rolstoel aandrijven met een hendel naar voren.

Als wordt gekeken naar de slinger- (figuur 29) en roeibeweging (figuur 30), dan wordt dit met het been gedaan. Wanneer de rolstoel met een slingerbeweging wordt aangedreven, levert dit geen momenten op rond art. coxae. Rond art. genus levert het wel een extensie en flexie moment op. Bij een extensie moment zullen de quadriceps actief zijn en bij het flexie moment de hamstrings.



Figuur 29. Slingerbeweging

Wanneer we de roeibeweging (figuur 30) bekijken zien we dat er in het art, coxae wel een moment geleverd wordt. Dit is een retro flecterend moment. In de knie vindt een extenderend moment plaats en wordt geleverd door de quadriceps.



Figuur 30. Roeien

Kracht en bewegingen in het been

Wat is de meest efficiënte manier om een rolstoel aan te drijven met de benen? Uit onderzoek van Jaiyesimi en Jegedeja₅ blijkt dat de kracht die de hamstrings kunnen leveren 20 tot 50% lager is dan de kracht die de quadriceps kunnen leveren.

Maximaal te leveren kracht met het been.

Uit literatuurstudies blijkt dat de kracht die maximaal continu geleverd kan worden in dit geval 25N is. ⁶

Ontwerpeis

- De rolstoel moet worden aangedreven door gebruik te maken van de quadriceps.
- De rolstoel moet worden aangedreven door een slingerbeweging.
- De beweging mag niet zwaarder zijn als 25 N.

3.2 Sturen

De ideeën die er zijn om de rolstoel aan te drijven:

- Het voorwiel bestuurbaar maken door middel van een stuur op de rolstoel. Hierdoor kan de patiënt met zijn hand de rolstoel besturen en zo de afwijking die ontstaat door het aandrijven met één been te corrigeren.
Het grote *voordeel* is dat de rolstoel rechtdoor kan rijden en goed bestuurbaar wordt.
- Door middel van elektromotor de wielen bestuurbaar maken. Dit idee is gebaseerd op het bovenstaande idee. De besturing vindt nu alleen niet mechanisch plaats, maar met een elektromotor. Het grote nadeel hiervan is dat de motor voorzien moeten worden van stroom. Dit betekent dat een accu aanwezig moet zijn. Het voordeel van een mechanisch systeem is dat het niet beperkt wordt door een accu.
- De achterwielen bestuurbaar maken door de kracht die door het aandrijven opgewekt wordt te verdelen over de twee achterwielen. De verdeling van de kracht is instelbaar aan de hand van de sturbeweging. Zo kan één wiel sneller draaien dan het andere wiel.

Om uit deze drie manieren van besturen een keuze te kunnen maken zijn de voor- en nadelen tegen elkaar uitgezet. Het elektrisch besturen heeft als grootste nadeel dat de patiënt altijd beperkt is in de actieradius omdat de motor van stroom moet worden voorzien. Dit is bij een mechanisch systeem niet zo. Daarbij sturen beide systemen hetzelfde. Door de achterwielen bestuurbaar te maken kan de draaicirkel aanzienlijk verkleind worden. Uiteindelijk is gekozen om met de achterwiel aandrijving verder te werken in combinatie met het mechanisch bestuurbare voorwiel.

Ontwerpeis

- De rolstoel moet een stuur hebben om mee te kunnen sturen.
- De zwenkwielen moeten bestuurbaar zijn.
- De achterwielen moeten in snelheid variabel kunnen zijn ten opzichte van elkaar.

3.3 Onderuitzakken

Doordat er is gekozen voor de slingerbeweging als aandrijving, waarbij tijdens deze slingerbeweging alleen kracht wordt geleverd in de extenderende fase, zal de patiënt zichzelf naar achteren drukken in zijn rolstoel. Hierdoor zal van onderuitzakken geen sprake meer zijn. Tevens zal hierdoor het bekken minder roteren.

3.4 Antropometrie

	Man		Vrouw	
	P1	P99	P1	P99
Bekken hoogte	880	1165	832	1045
Onderbeen inclusief voet	417	566	375	496
Bil- voorkant knie	571	719	539	679
Bil-knie holte	450	580	435	555

Tabel 1. Antropometrie

4. Pakket van eisen en wensen

4.1 Algemene eisen voor de rolstoel

- Het ontwerp moet toepasbaar zijn op het rolstoel type Invacare Focus.
- Het moet mogelijk zijn om een werkblad te plaatsen, het werkblad mag de aandrijf- en bestuurbeweging niet hinderen.
- Hij moet gemakkelijk schoon zijn te maken.
- Hij moet makkelijk en simpel in gebruik zijn.

4.2 Eisen aan de hand van de patiënt

- De patiënt moet actief bezig zijn, dat wil zeggen zoveel mogelijk zijn voet en arm gebruiken.
- Het aandrijfsysteem moet zowel bruikbaar zijn voor linker als rechter hemiplegie patiënt.
- De rolstoel moet met de niet aangedane zijde van het lichaam kunnen worden bestuurd.
- De rolstoel moet met de niet aangedane zijde van het lichaam kunnen worden aangedreven.

4.3 Ontwerp eisen voor de houding van de patiënt in de rolstoel

- Het wegglijden in de zitting moet worden tegengegaan.
- De bekken rotatie moet tot een minimum beperkt worden.
- De stoel moet decubitus niet laten ontstaan en/of verergeren.
- Het moet worden voorkomen dat de patiënt gaat kruipen over zijn stoelzitting ten gevolge van de aandrijfbeweging.
- Het lateroflecteren van de romp moet worden tegengegaan.
- Achterover kantelen van het bekken moet worden tegengegaan.
- Het been van de patiënt mag niet worden opgetild ten opzichte van de zitting.
- Het been van de patiënt mag geen corrigerend moment leveren ten opzichte van de baan van de rolstoel.

4.4 Ontwerp eisen voor de rolstoel

- De zwenkwielen moeten aan de voorkant zitten.
- De rolstoel moet worden aangedreven met het niet aangedane been van de patiënt.
- De rolstoel moet rechtdoor kunnen rijden zonder van de baan af te wijken.
- De rolstoel moet een stuur hebben om mee te kunnen sturen.
- De zwenkwielen moeten bestuurbaar zijn.
- De achterwielen moeten in snelheid variabel kunnen zijn ten opzichte van elkaar.
- Het been levert geen corrigerend moment ten opzichte van de baan van de rolstoel.
- De rolstoel moet rechtdoor vooruit geduwd kunnen worden.
- De rolstoel moet bestuurd worden met de niet aangedane arm van de patiënt.
- De rolstoel moet worden aangedreven door gebruik te maken van de quadriceps.
- De rolstoel moet worden aangedreven door een slingerbeweging.
- De beweging mag niet zwaarder zijn als 25 N.

4.5 Wensen

- De benen moeten vrij kunnen bewegen, ze moeten niet opgesloten zitten.
- De voetstep moet minimaal 5 centimeter vanaf de ondergrond zitten.
- Het ontwerp moet op alle typen en merken rolstoelen toepasbaar zijn.

5. Concept

Aan de hand van het pakket van eisen en wensen wordt een concept ontworpen. Voor de aandrijving staat vast dat de rolstoel moet worden aangedreven met een slingerbeweging van het onderbeen. De vraag die nu overblijft is hoe de slingerbeweging kan worden overgezet naar rotatie op de wielen.

Dit kan op diverse manieren en in onderstaand tabel (tabel 2) zijn de voor- en nadelen tegen elkaar uitgezet.

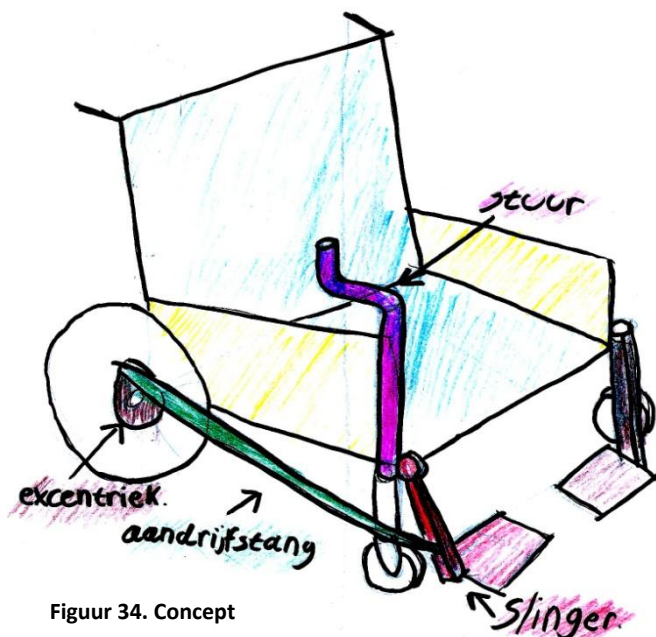
	Ketting	Riem	Cardan	Hydrauliek	Stangen	Tandwiel	Wormwiel	Kabels
Afstand overbrenging	+	+	+	+	++	--	--	+
Geen slip	+	-	+	+	+	+	+	+
Vermogens	+	-	+	+	+	+	++	+
Draairichting	-	-	-	+	+	++	-	+
Smering	-	+	-	+	+	-	-	+
Kosten	+	+	-	--	+	-	-	++
Slijtage	-	-	+	+	+	+	+	--
Flexibel	--	--	+	++	+	--	--	++
Totaal	-1	-3	+2	+6	+9	-1	-3	+7

Tabel 2. Keuze aandrijving

De drie manieren die er als beste uitkomen zijn de hydrauliek overbrenging, stangenstelsel overbrenging en kabeloverbrenging.

Hydrauliek heeft als grootste nadeel dat het erg kostbaar is. Bij een kabeloverbrenging kan er rek op de kabel ontstaan, hierdoor kan het snel aanvoelen of er speling op het systeem zit. *Hierdoor is er gekozen voor een overbrenging met een stangenstelsel.*

Ten eerste is er een concept gemaakt, vanuit dit concept is een prototype ontwikkeld. Aan de hand van het gemaakte prototype is het uiteindelijke concept ontworpen. Zowel het concept als het prototype zijn kritisch beoordeelt en op diverse punten aangepast.



Figuur 34. Concept

Concept (figuur 34)

Aan de hand van de ideeën is een concept ontworpen. Het concept wat uiteindelijk gevormd is bestaat uit een aandrijving met een slingerbeweging waarmee de kracht geleverd kan worden door het onderbeen te extenderen. Wanneer het been flecteerd is dit een vrije slag van het systeem. De aandrijving wordt door middel van een mechaniek op de twee achterwielen overgezet.

Het stuur wordt geplaatst op één voorwiel (het wiel aan de niet aangedane zijde). Het andere voorwiel blijft een vrij draaiend zwenkwiel, zodat deze mee-draait in de bochten. Het stuur wordt een rechtopstaand handvat, dit omdat het dan niet in de weg zit bij het instappen in de rolstoel.

Prototype (figuur 35)

Van dit concept is een prototype gemaakt. Uit het prototype zijn enkele verbeterpunten naar voren gekomen, namelijk:

De aandrijving; Wanneer er één wiel wordt aangedreven blijkt dat de afwijking die er op de baan van de rolstoel ontstaat minimaal is, en deze gemakkelijk gecorrigeerd kan worden met het stuur.

De overbrengingsverhouding; Aan de hand van het prototype blijkt dat de overbrengingsverhouding die een stangenstelsel biedt, niet voldoende efficiënt is. De patiënt moet zijn been zeer vaak heen en weer bewegen om een acceptabele snelheid te krijgen.

Achteruit; Door de overbrenging wordt het achteruitrijden geblokkeerd. Als er achteruit gereden moet worden draait de crank naar achteren mee. Het systeem bereikt dan zijn eindpositie en kan niet verder naar achteren draaien.



Figuur 35. Prototype

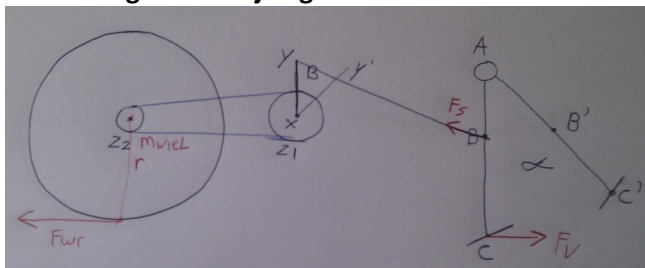
Conclusie vanuit het prototype

Uit het prototype bleek dat de afwijking van de baan van de rolstoel wanneer er maar één wiel wordt aangedreven gemakkelijk te corrigeren is met het stuur. Hierdoor is er voor gekozen om maar één wiel aan te gaan drijven. Dit omdat het een kosten besparing oplevert, het een eenvoudigere constructie is, er een gewichtsbesparing is en de storingsgevoeligheid afneemt.

De overbrengingsverhouding is nagerekend (te vinden in bijlage 3). Wanneer de patiënt met een snelheid van 4,5 km/uur wil rijden moet de patiënt de slingerbeweging 3.8 keer per seconde uitvoeren, dit is veel te hoog. Om dit te verminderen moet er een versnelling aan het systeem worden toegevoegd. Er is gekozen voor een ketting overbrenging, dit omdat er door middel van twee verschillende kettingwielen gemakkelijk een overbrengingsverhouding tot stand gebracht kan worden.

Tevens blijkt dat de achteruit blokkeert. Hiervoor is gezocht naar een oplossing. Indien er achteruit gereden moet worden zijn dit meestal kleine stukjes. Omdat het systeem zo simpel mogelijk gehouden moet worden is er voor gekozen om dit met de voet al trippelend te doen.

Berekeningen aandrijving



Figuur 36. Berekening AB

Er moet berekend worden waar de aandrijfstang bevestigd moet worden op de slinger voor de juiste kracht overbrenging. (Volledige berekeningen zie bijlage 4.)

$$Z1 = 42 \text{ tanden}$$

$$Z2 = 16 \text{ tanden}$$

$$AB = \frac{AC \cdot Fv}{Fs} = \frac{(566 \cdot 25)}{100} = 141.5 \text{ mm}$$

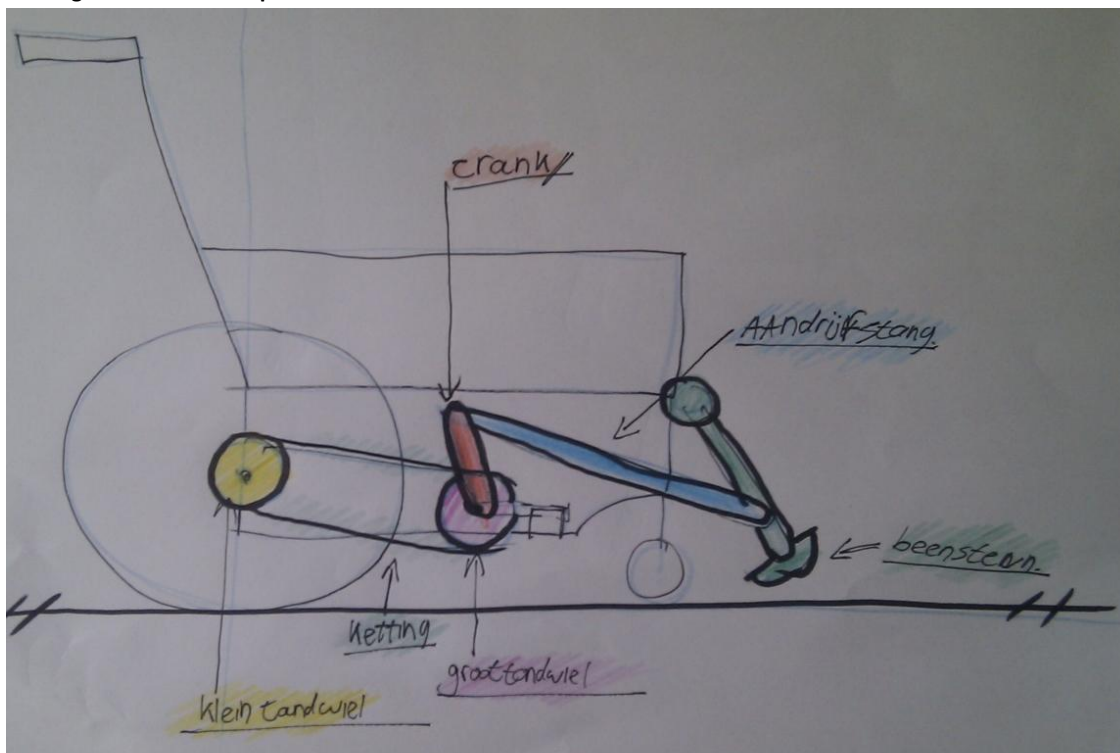
Eindconcept

Het eindconcept (figuur 37) bevat één achterwiel wat aangedreven wordt door een slingerbeweging die in voorwaartse richting kracht levert. De slag terug (naar achteren) is een vrije slag van het systeem. De aandrijfslag zit vast aan de slinger en zet via de crank het voorste kettingwiel in beweging (figuur 38). Door middel van de kettingoverbrenging wordt het achterste kettingwiel in beweging gezet. Het achterste kettingwiel is een zogenaamd vrijloop kettingwiel. Dit wil zeggen dat wanneer de patiënt de voetstep stil houdt hij vrij kan ronddraaien.

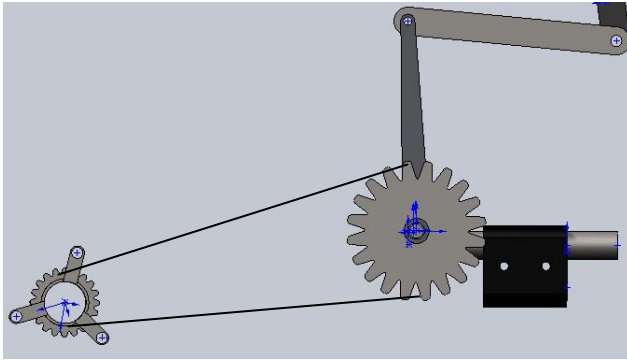
In dit ontwerp is het mogelijk alle variabele instellingen van de rolstoel te kunnen blijven benutten. De hoek van de zitting is variabel gebleven, de stoel kan in de breedte versteld worden en de lengte van de voetsteps is instelbaar.



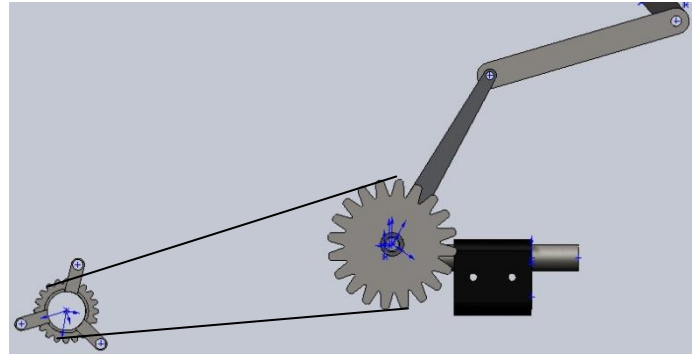
Figuur 37. Eindconcept



Figuur 38. Aandrijving eindconcept



Figuur 39a. Beginstand



Figuur 39b. Eindstand

In figuur 39a is de beginstand te zien van het systeem voor deze positie is gekozen omdat zo de grootste kracht effectief kan worden overgebracht. Op dit punt is de momentsarm het grootst.

Detaillering en materiaal keuze

De nummers verwijzen naar de nummer in figuur 40.

Slinger

Voor de voetsteun waarmee de slingerbeweging gemaakt kan worden is gekozen voor een comfort beensteun van Invacare (artikel nr. BFA0340). In deze beensteun is een gat geboord waardoor door middel van een pen de aandrijfstang op bevestigd is.

Aandrijfstang (2)

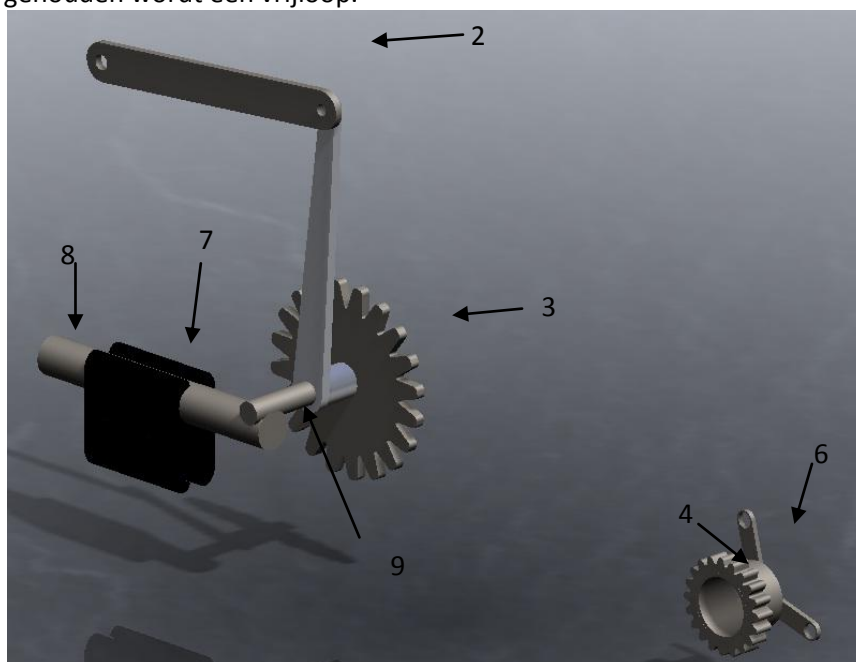
De aandrijfstang is gemaakt van 4 mm dik RVS. Dit materiaal is goed bestand tegen oxidatie en heeft een hoge treksterkte. De stang is door middel van een pen-gat verbinding verbonden met de crank en de slinger.

Voorste Kettingwiel (3)

Het voorste kettingwiel is bevestigd op staf 8 deze as staat haaks op as 9. As twee is bevestigd in een frameklem van Invacare (7), met deze frameklem wordt het geheel op de rolstoel gemonteerd. Deze as is langer dan nodig, maar dit is gedaan om de ketting op spanning te kunnen brengen.

Achterste kettingwiel (4)

Het achterste kettingwiel is bevestigd op het achterwiel door middel van een flens(6). Op deze flens is het kettingwiel bevestigd. Dit kettingwiel is een freewheel en heeft wanneer de aandrijving stil gehouden wordt een vrijloop.



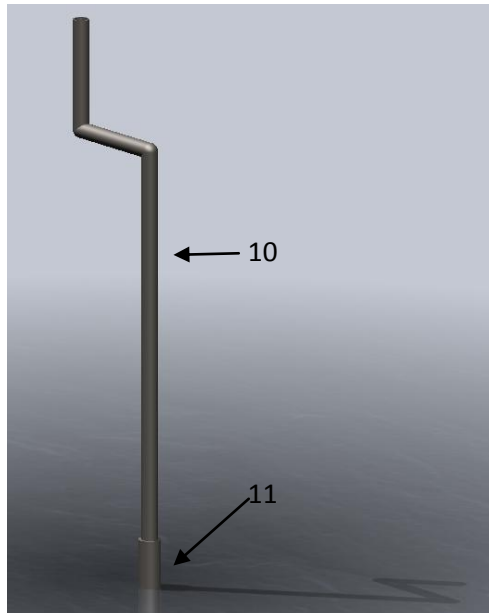
Figuur 40. Assembly

In de bijlage zijn de technische product tekeningen te vinden.

Stuur (figuur 41)

Het stuur is een gebogen buis (10) van Ø24mm staal, bekleed met schuim. Het schuim is aangebracht zodat de patiënt zich niet kan verwonden aan de stalen buis.

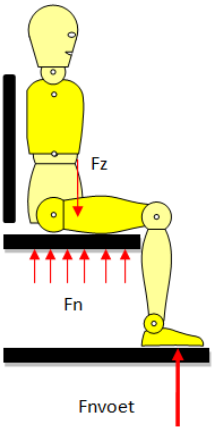
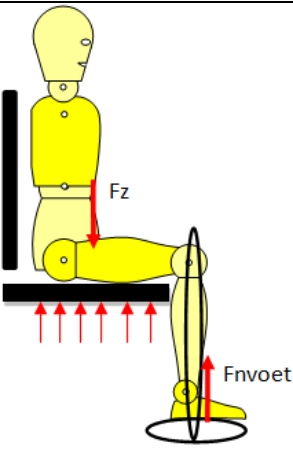
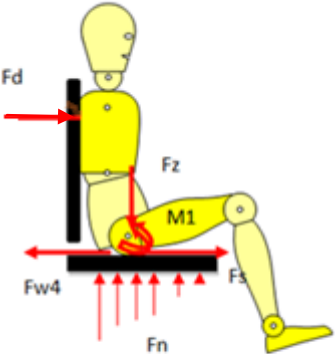
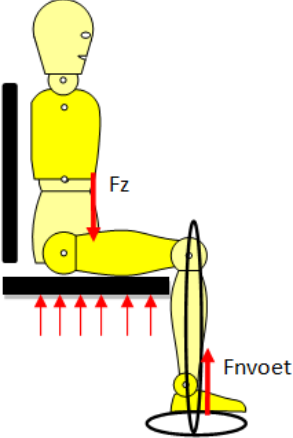
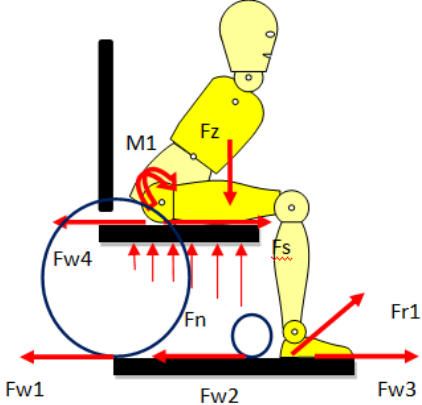
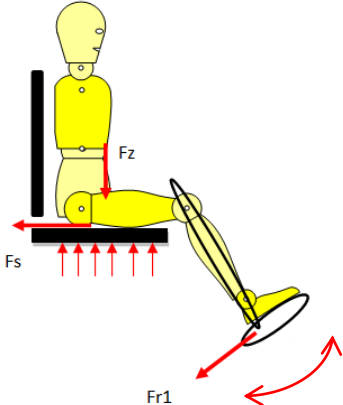
Deze stalen buis zit vast gelast op een bus (11), die precies past in het lagerhuis van het voorwiel. Aan de onderkant van deze bus zit een gat met daarin M8 schroefdraad. Dit past op de wielas van het voorwiel. Zo kan het stuur bevestigd worden op het zwenkwiel en kan de rolstoel aangestuurd worden. Tussen het handvat en de verticale buis die aan het wiel bevestigd is bevindt zich een horizontale buis. Door deze buis is er een kleiner moment nodig om te sturen.

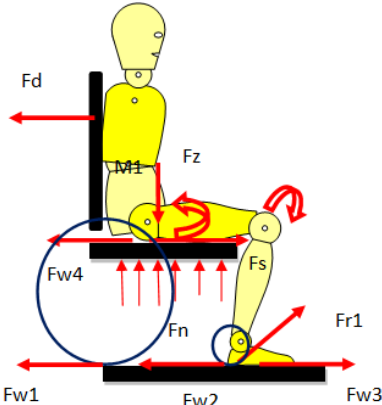
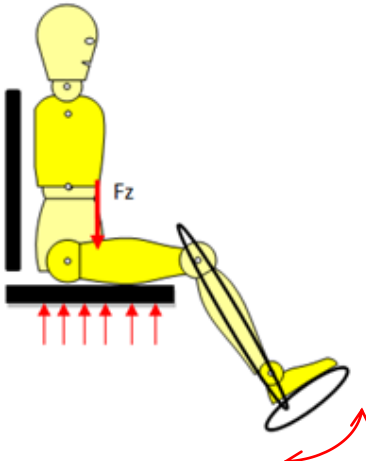
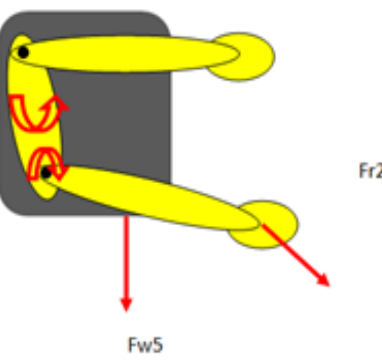
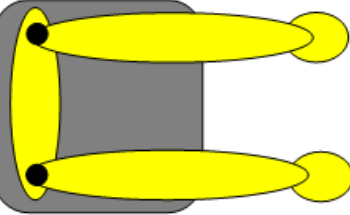
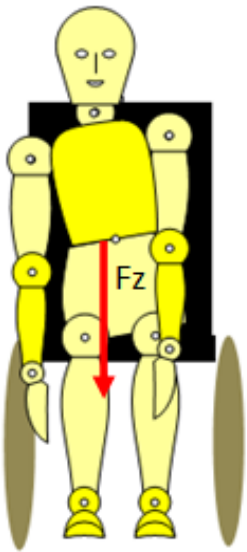
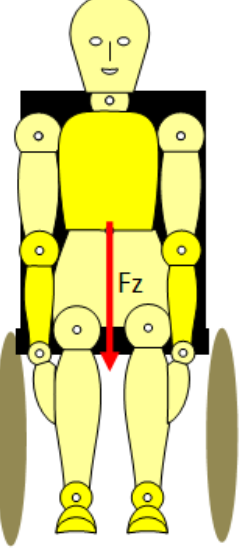


Figuur 41. Assambly stuur

Evaluatie

In onderstaand tabel wordt stap voor stap bekeken welke veranderingen er zijn door de aanpassing.

Oude situatie	Nieuwe situatie	Veranderingen
		De voet staat nu niet meer op de grond maar op de voetstep.
		Om de beweging te starten hoeft de patiënt niet zijn been op te tillen. Hierbij verdwijnen de krachten F_d en F_s wat betekent dat de patiënt niet onder uit glijdt.
		Tijdens het afzetten is er geen sprake meer van de weerstandskracht F_w3 . De kracht $Fr1$ is nu tegengesteld gericht aan hoe het was. Hierdoor is F_s ook tegengesteld. Dat wil zeggen dat de patiënt zich zelf naar achterdrukt. Tevens hoeft de patiënt zijn romp niet meer naar voren te bewegen om zijn zwaartepunt te verplaatsen.

		De flecterende fase van het been is de vrije slag van het systeem. Hierdoor komen er weinig krachten op het lichaam te werken. De krachten F_d en F_s vervallen in deze situatie.
		Van de kracht Fr_2 is geen sprake meer omdat het been niet meer naar buiten toe hoeft te worden afgezet. Hierdoor is de rotatie van het bekken ook aanzienlijk minder geworden.
		Doordat de rolstoel alleen nog wordt aangedreven met het been hoeft de patiënt niet meer met zijn romp te lateroflecteren.

Uit bovenstaande vergelijking tussen de nieuwe situatie en de oude situatie kan er geconcludeerd worden dat;

- Fd is afgenomen
- Fs is omgekeerd

Dat wil zeggen dat de patiënt zichzelf naar achterdrukt in de stoel. De patiënt hoeft zijn been niet meer naar buiten toe af te zetten wat tot gevolg heeft dat het bekken niet meer hoeft te roteren ten opzichte van de zitting van de rolstoel. Het product wat is vervaardigd verkleint hiermee de ongewenste momenten en krachten die ontstaan op het lichaam van de patiënt. De rolstoel wordt bestuurd door middel van het stuur. Hierdoor kan de rolstoel gecontroleerd bestuurd worden.

Bij wijze van proef is de rolstoel alleen getest met het stuur, zonder de aandrijving. De patiënt moet nu alleen maar met zijn voet trippelen om de rolstoel aan te drijven, er wordt met de voet geen corrigerend moment meer geleverd ten opzichten van de baan van de rolstoel. Wat betekent dat de patiënt een kleiner moment hoeft te leveren met zijn been. Door het kleinere moment wat geleverd wordt neemt de mate van onder uitglijden in de rolstoel af.

Door deze andere manier van rolstoel aandrijven hoeft de patiënt geen corrigerend moment meer te leveren ten opzichte van de baan van de rolstoel. Hierdoor wordt hun zithouding aanzienlijk verbeterd.

Wanneer de rolstoel achteruit rijdt blokkeert de aandrijving. Dit gebeurt omdat het achterste kettingwiel mee naar achter gaat draaien. Doordat de crank verbonden zit aan de aandrijfstang verplaatst deze naar zijn achterste positie en kan dan niet verder.

Aanbeveling:

In een vervolg product moet er aandacht besteed worden aan de mogelijkheid om beter achteruit te kunnen rijden. Dit zou eventueel mogelijk zijn door middel van een ontgrendeling in de aandrijfstang aan te brengen zodat de aandrijving vrij kan ronddraaien.

De huidige aandrijving wordt tot stand gebracht door middel van een combinatie van een kettingoverbrenging en aandrijfstang. De kettingaandrijving vraagt onderhoud. Voor een vervolg product is aan te bevelen om te onderzoeken of het rendabel is om de gehele aandrijving te voorzien van een hydraulisch systeem. Een andere optie op de ketting te vervangen door een riem.

De bevestiging van het achterste tandwiel op het wiel vindt nu plaats door middel van een flens. Wanneer het product in grotere oplagen geproduceerd gaat worden is het aan te bevelen om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om een wielnaaf te ontwikkelen waarop het kettingwiel op gemonteerd zit.

Aan te bevelen is om een vervolg onderzoek te starten met de vraag wat de invloed op de zithouding van de patiënt is als de rolstoel alleen uitgerust wordt met een stuur en of dit voor de doelgroep toepasbaar is.

Discussie

Terugkijkend op dit project kan gesteld worden dat aan de hand van de analyse een werkend product is gefabriceerd. Echter door het blokkeren van de aandrijving tijdens het achteruit rijden is het nog niet een product wat gebruikt kan gaan worden door de patiënt. Het product wat gemaakt is zorgt er voor dat de patiënt niet meer onderuitzakt in zijn rolstoel en deze gemakkelijk gecontroleerd kan besturen.

Het product hoe het nu vervaardigt is behaalt niet de maximale aandrijfkraft van 25N op de voet, dit kan eventueel worden opgelost door een andere kettingwiel verhouding te kiezen.

Conclusie

De doelstelling voor dit project was:

- het verbeteren van de ongewenste zithouding van de hemiplegie patiënt
- hoe probeert de patiënt het niet rechtdoor rijden te compenseren, wat zijn de gevolgen hiervan en de eventuele oplossingen
- de patiënt moet actief bezig blijven met de niet-aangedane zijde van zijn lichaam

Aan de hand van de evaluatie en de discussie kan gesteld worden dat de doelstelling voor dit project gehaald is. Door het afnemen van de ongewenste reactiekrachten, zoals besproken in de evaluatie, is de zithouding verbeterd. De patiënt kan nu de rolstoel gecontroleerd besturen en eenvoudig aandrijven.

Persoonlijke leerdoelen

Tijdens mijn afstudeerfase heb ik voor mijzelf drie persoonlijke leerdoelen opgesteld waar ik aan wilde gaan werken. Dit zijn de leerdoelen:

- Management: Mijn eigen werkzaamheden goed kunnen managen en volgens mijn planning werken.
- Communicatie: Duidelijk contact hebben met de patiënt. Goed aan de patiënt uitleggen wat de problemen zijn en hoe het eindproduct werkt.
- Reflectie: Mijn eigen werk kritisch kunnen bekijken en feedback van anderen kunnen verwerken in mijn project.

Management: Ik heb iedere week volgens de door mij van te voren opgestelde planning gewerkt en de punten die ik per week af moest hebben laten controleren door mijn begeleiders.

Communicatie: Voordat ik ben begonnen met het analyseren van de deel problemen heb ik in samenwerking met de ergotherapeut gepraat met patiënten en geluisterd naar wat zij ervaren als problemen. Tijdens deze gespreken heb ik er opgelet om rekening te houden met de problemen waar patiënten met een hemiplegie last van kunnen hebben. Dat wil zeggen een afasie, hemianopsie en neglect.

Reflectie: Wekelijks heb ik mijn werk samen met mijn begeleiders besproken, zowel het verslag als mijn werkzaamheden in de werkplaats. De feedback die ik dan van hun kreeg heb ik verwerkt in mijn werk. Voordat ik dit deed heb ik zelf mijn werk kritisch bekeken en bedacht op welke punten er aanpassingen gemaakt konden worden. Deze punten heb ik iedere keer besproken.

Literatuurlijst

1. Over cva. Cva-samenverder. Beschikbaar via: www.cva-samenverder.nl/index.php?pagina=overcva Geraadpleegd 2012 Maart 12.
2. Vak neurowetenschappen, college: Hemiplegie 1, studiejaar 2, Bewegingstechnologie; Den Haag(2009)
3. Van Cranenburgh, B.(2009) *Neurowetenschappen een overzicht*. Amsterdam: Elsevier gezondheidszorg
4. Engström, B.(2010) *Ergonomisch zitten een echte uitdaging*. Zweden: Engström concept
5. Jaiyesimi, A.O. Jegede, J.S. Adeoluwa, O.J.(2007) HAMSTRING AND QUADRICEPS STRENGTH RATIO Effect of Age and Gender. *Highland Medical Research Journal*, Vol 5, No 1, 90-95
6. Broeren, B. (2009) *Reader ergonomie antropometrie*. Den Haag: Haagse Hoge School
7. Staarink, H.A.M. Van Haaster, F.A.C. (1995) *Het zitboek*. Utrecht: De Tijdstroom

Bijlage

Bijlage 1

Hoe ontstaat een hemiplegie?

Een hemiplegie kan door verschillende oorzaken ontstaan:

- Ontsteking in de hersenen
- CVA
- Schedeltrauma
- Hersentumor

Wat is een CVA?

CVA staat voor Cerebro Vasculair Accident. Bij 80% van de CVA's is er sprake van een herseninfarct, de overige 20% zijn hersenbloedingen. Bij een herseninfarct is sprake van een afsluiting van een bloedvat. Dit kan komen door een bloedprop en hierdoor ontstaan in een deel van de hersens een zuurstof tekort. Bij een hersenbloeding ontstaat een bloeding in de hersenen zelf.

Alle oorzaken hebben tot gevolg dat een gedeelte of de gehele hersenhelft uitvalt. Hierdoor treedt schade op.^{1,2}

Wat is het verschil tussen een linker en rechter hemiplegie

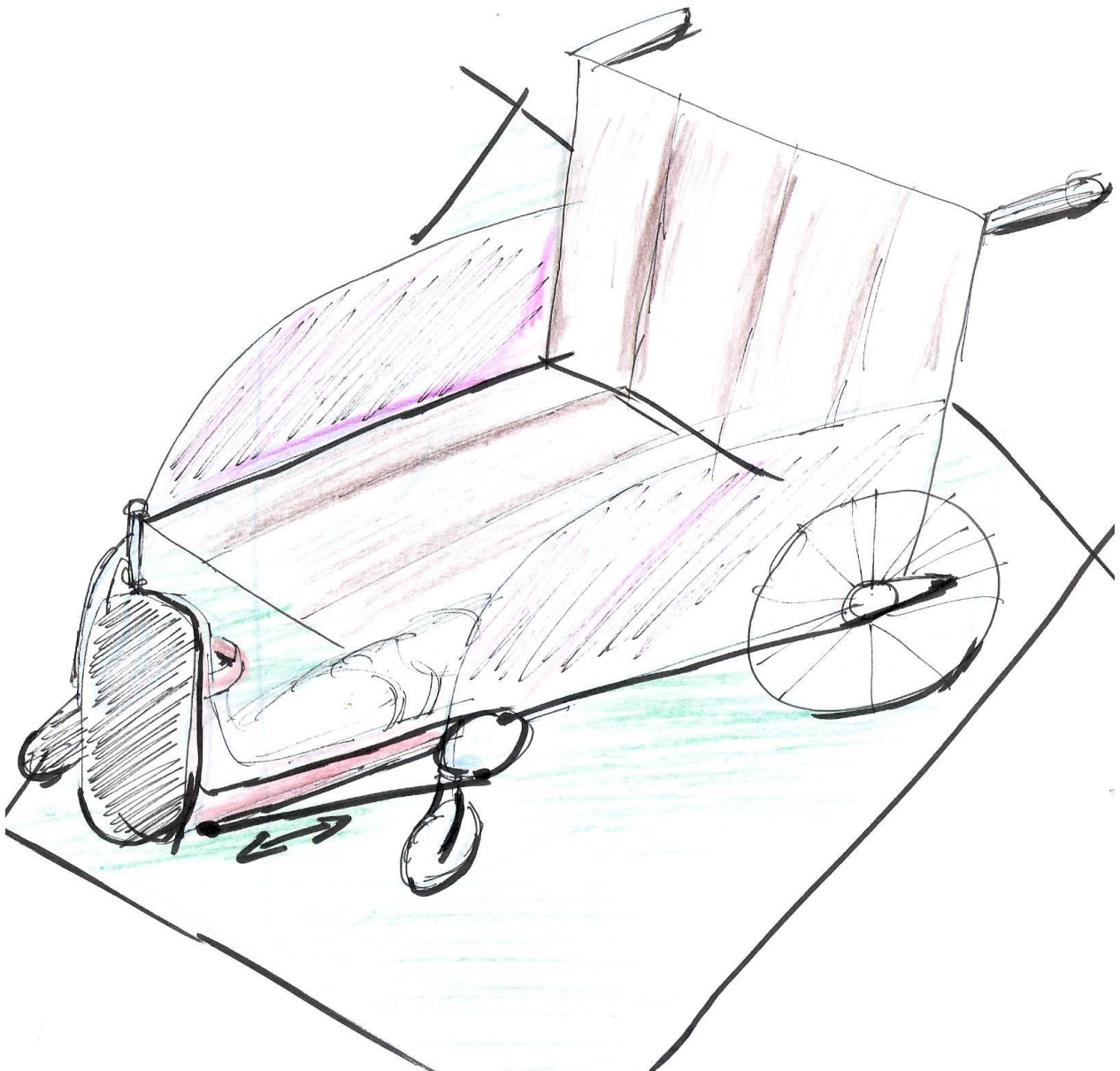
De plaats van de hemiplegie wordt bepaald door de locatie van de laesie in één van de twee hersenhelften. Als de laesie in de linker hersenhelft zit, dan is de rechter zijde van het lichaam aangedaan. Is de rechter hersenhelft aangedaan, dan heeft dit gevolgen voor de linkerzijde van het lichaam.

Daarnaast zijn er ook verschillen, aangezien beide hersenhelften specifieke functies hebben.

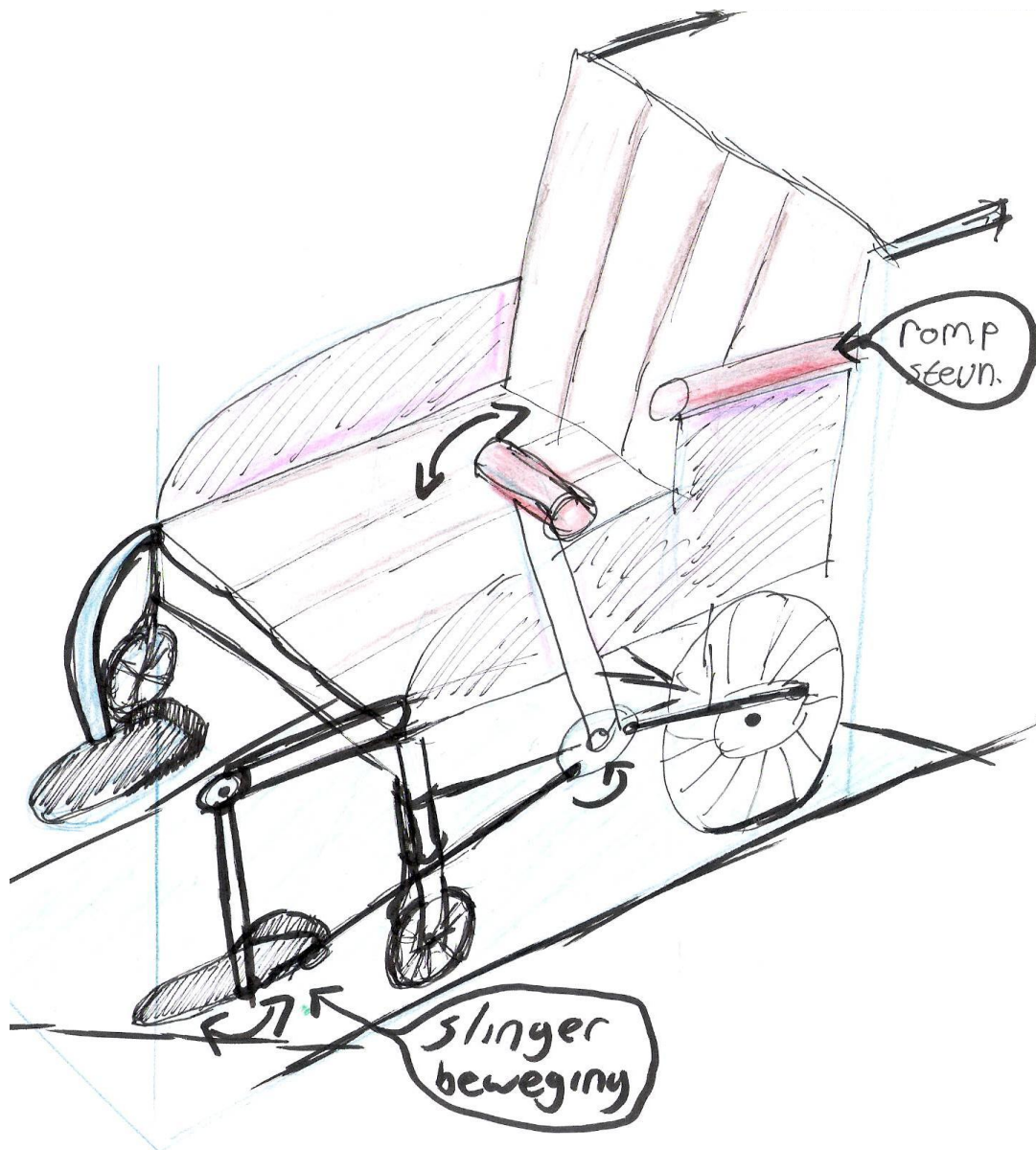
Patiënten met een rechter hemiplegie hebben veel last van afasie (taalstoornissen). Patiënten die een afasie hebben, hebben geen mentale beperkingen maar zij kunnen niet de juiste woorden bedenken die ze willen zeggen of begrijpen niet wat je zegt. Hierdoor voelt de patiënt zich sterk gehandicapt. Ze zijn beperkt in hun taalfunctie.

Patiënten met een linker hemiplegie hebben last van ruimtelijke stoornissen en neglects. Daarnaast hebben ze het moeilijk om gebaren te begrijpen.³

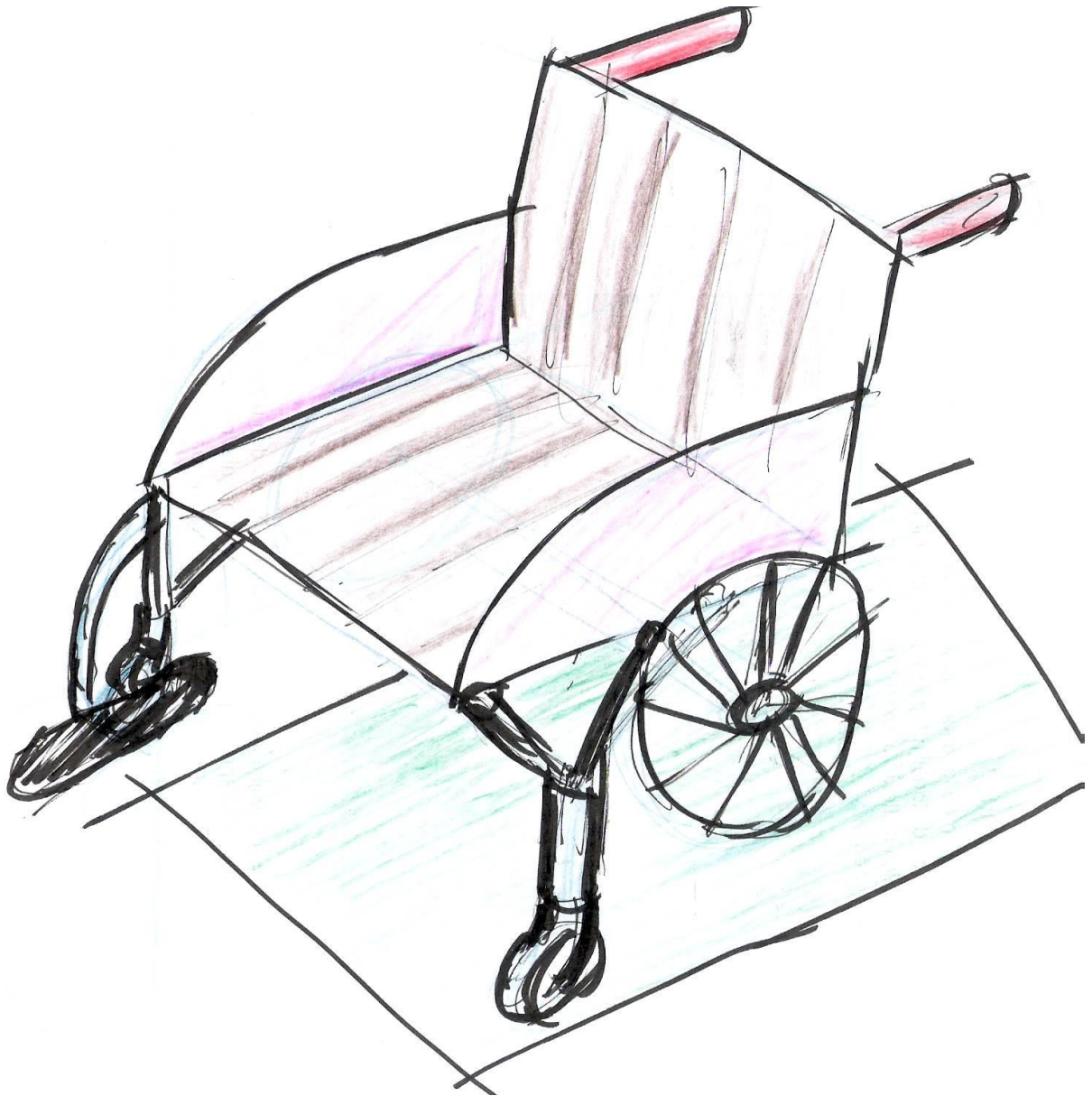
Bijlage 2.



Idee concept 1



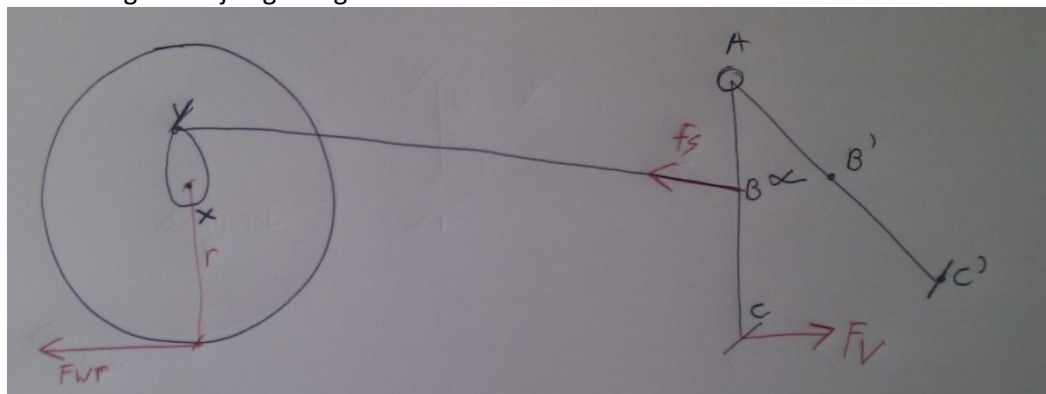
Idee concept 2



Idee concept 3

Bijlage 3.

Berekening aandrijving stangenstelsel.



Gegevens:

$$\begin{aligned}
 \text{diameter wiel} &= 24 \text{ inch} \\
 \text{omtrek wiel} &= (24 * 2,54) * 2 * \pi = 1884.96 \text{ mm} \\
 xy &= 300 \text{ mm} \\
 yy' &= bb' \\
 \beta &= 62.5^\circ \\
 V &= 4,5 \frac{\text{km}}{\text{uur}} = 1,25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 ab &= 375 \text{ mm} \\
 ac &= 566 \text{ mm} \\
 \alpha &= 60^\circ
 \end{aligned}$$

Gevraagd:

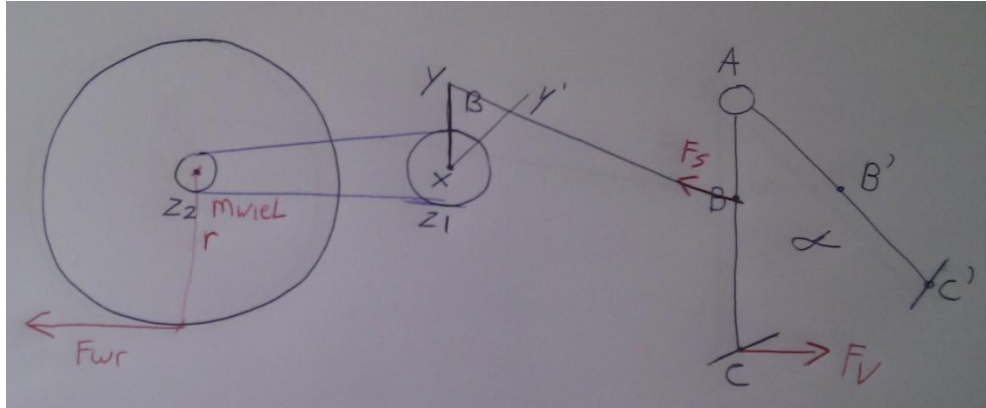
Benodigde aantal slagen per seconde.

Oplossing:

$$\begin{aligned}
 bb' &= \frac{ab * 2 * \pi}{\frac{360}{\alpha}} \\
 cc' &= \frac{ac * 2 * \pi}{\frac{360}{\alpha}} \\
 Fn &= 1000 \text{ N} \\
 f &= 0.05 \\
 Fwr &= Fn * f = 50 \text{ N} \\
 \text{afgelegde weg per slag} &= \frac{\text{omtrekwiel}}{\frac{360}{\beta}} = \frac{1884.96}{\frac{360}{62.5}} = 327.25 \text{ mm} \\
 \text{afteleggen weg per seconde} &= 1250 \text{ mm} \\
 \text{benodigde aantal slagen per seconde} &= \frac{1250}{327.25} = 3.8
 \end{aligned}$$

Bijlage 4

Berekening ketting- en stangenoverbrenging.



Gegevens:

$$\begin{aligned}
 V &= 4.5 \frac{\text{km}}{\text{uur}} = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 Z1 &= 42 \\
 Z2 &= 16 \\
 XY &= 150 \text{ mm} \\
 AC &= 566 \text{ mm} \\
 \beta &= 40^\circ \\
 &1 \text{ slag per seconde} \\
 \varnothing_{\text{wiel}} &= 24 \text{ inch} = 610 \text{ mm} \\
 r_{\text{wiel}} &= 305 \text{ mm} \\
 f_{\text{rw}} &= 0.02 \\
 F_n &= 1000 \text{ N} \\
 F_{\text{vlangduurig}} &= 25 \text{ N} \\
 F_{\text{vkortstondig}} &= 150 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Gevraagd:

Z2 en AB

Oplossing:

Deze berekening is voor op een vlakken weg ($f=0.02$)

$$\begin{aligned}
 F_p &= F_{\text{rw}} = F_n * f = 1000 * 0.02 = 20 \text{ N} \\
 M_{\text{wiel}} &= 20 * 0.3 = 6 \text{ Nm} \\
 M_{Z1} &= \frac{Z1}{Z2} * M_{\text{wiel}} = \frac{42}{16} * 6 = 15.75 \text{ Nm} \\
 \text{kracht in de aandrijfstang} &= F_s = \frac{M_w}{XY} = \frac{15.75}{0.15} = 105 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum M &= 0 \\
 F_s &= \frac{AC * F_v}{AB} \\
 AB &= \frac{AC * F_v}{F_s} = \frac{(566 * 25)}{105} = 141.5 \text{ mm} \\
 F_v &= F_s * \frac{AB}{AC} = 105 * \frac{141}{566} = 26 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dit is gelijk aan de toelaatbare kracht van $F_{\text{vlangduurig}}$.

Berekening voor de voetslag (weg)

$$YY' = 2 * \sin(20^\circ) * 150 = 102.6mm$$

$$YY' = BB'$$

$$CC' = \frac{566}{141} * 102.6 = 411mm$$

bij $f=0.02$ en een helling van 3% geeft totaal als rolweerstand $f=0.05$

$$Frw = Fn * f = 1000 * 0.05 = 50N$$

$$M_{wiel} = 50 * 0.3 = 15Nm$$

$$M_{z1} = \frac{Z1}{Z2} * M_{wiel} = \frac{42}{16} * 15 = 39.38 Nm$$

$$Fs = \frac{Mw}{XY} = \frac{39.38}{0.15} = 262.5 N$$

$$\sum M = 0$$

$$Fs = \frac{AC * Fv}{AB}$$

$$Fv = Fs * \frac{AB}{AC} = 262.5 * \frac{141}{566} = 65N$$

Dit is onder het toelaatbare van Fv kortstondig =150 N

Bijlage 5

Technische product tekeningen.

Bijlage 6

Projectplan.

Naam:	Menno Lageweg
Studentnummer:	08020329
E-mail:	MennoLageweg@gmail.com
Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 12:	48
Datum:	03-02-2012

1. Onderwerp

Het analyseren en verbeteren van de ongewenste zithouding van een hemiplegie patiënt in een normale rolstoel.

Werkveld: revalidatie

Beroepsrol: ontwerper/onderzoeker

2. Probleemstelling

Aanleiding: het 'probleem' is gekomen vanaf de afdeling revalidatie techniek van Heliomare. Mensen die een hemiplegie (halfzijdige verlamming) hebben, kunnen de rolstoel maar met één hand aandrijven en hierdoor ontstaan er ongewenste krachten en momenten op de patiënt en rolstoel. Dit heeft tot gevolg dat zij niet zonder problemen in een normale rolstoel kunnen rijden. Hierdoor ontstaat een ongewenste zithouding en moet er veel gecompenseerd worden om de rolstoel recht te laten rijden.

Doelgroep: mensen met een hemiplegie.

Doelstelling: analyseren hoe de patiënt het niet rechtdoor kunnen rijden probeert te compenseren, wat de gevolgen hiervan zijn en wat eventuele oplossingen voor dit 'probleem' zijn.

Randvoorwaarden: Er mag gebruik worden gemaakt van de faciliteiten van Heliomare.
Er mag thuis worden gewerkt.

3. Vooronderzoek

- Gesprek met René Korver, hoofd revalidatietechniek Heliomare.
In dit gesprek heeft hij aangegeven dat er nog geen goede oplossing voor het omschreven probleem is. Op de markt bestaan wel oplossingen bijv. de rolstoel met een dubbele hoepel. Dit type rolstoel is echter te ingewikkeld voor de hemiplegie patiënt.

4. Analyse

deelvragen

- Wat is een hemiplegie en wat zijn de beperkingen voor iemand met een hemiplegie bij het rijden in een rolstoel. (literatuurstudie/ observatie patiënt)
- Hoe zit een hemiplegie patiënt in een rolstoel. (observatie patiënt)
- Wat gebeurt er met een rolstoel wanneer hij wordt aangedreven met één arm. (modelanalyse)
- Gebruiken hemiplegie patiënten hun voet voor het besturen van de rolstoel? Zo ja, wat is effect hiervan? (observatie patiënt)

Aan de hand van de uitgevoerde analyse moeten er verdere deelvragen worden opgesteld om het gevonden probleem op te lossen.

5. Ontwerpfase

Analyse → idee ontwikkeling → concepten → eindconcept → detaillering → Materialisatie.

6. Vervaardigingsfase

Er wordt een model gemaakt. Hierbij zal de revalidatietechniek afdeling van Heliomare advies kunnen geven.

7. Testfase / Evaluatiefase

Is het goed afgewerkt?

Voldoet het aan de gestelde eisen?

Kan de patiënt er mee overweg?

8. Voorlopige literatuurlijst

Vancouver

9. Planning

	Weken													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Analyse	analyse													
idee ontwikkeling				idee ontwikkeling										
ontwerp schetsen						ontwerpschetsen								
concepten						concepten								
eindconcept								eind concept						
detaillering								detaillering						
materialisatie										materialisatie				
vervaardiging											vervaardiging			
test/evaluatie												test		
aanpassingen													aanpassingen	
verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag	verslag

Voorlopige hoofdstuk indeling

- Voorblad
- Titelpagina
- Voorwoord
- Inhoudsopgave
- Samenvatting
- Inleiding
- Probleemstelling
- Analyse
 - o Wat is een hemiplegie en wat zijn de beperkingen voor iemand met een hemiplegie bij het rijden in een rolstoel.
 - o Hoe zit een hemiplegie patiënt in een rolstoel.
 - o Wat gebeurt er met een rolstoel wanneer hij wordt aangedreven met één arm.
 - o Gebruiken hemiplegie patiënten hun voet voor het besturen van de rolstoel? Zo ja, wat is effect hiervan?
- Ontwerp fase
 - o Idee schetsen
 - o Morfologische kaart
 - o Concepten
 - o Eindconcept
- Evaluatie
- Conclusie
- Aanbevelingen
- Literatuurlijst
- Bijlage

10. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase

Tijdens mijn afstuderen wil ik aan de volgende persoonlijke leerdoelen werken:

- **Management**
Mijn eigen werkzaamheden goed kunnen managen en volgens mijn planning werken.
- **Communicatie**
Duidelijk contact hebben met de patiënt. Goed met hem/haar communiceren over wat de problemen zijn. En hem/haar uitleggen hoe het eindproduct werkt.
- **Reflectie**
Mijn eigen werk kritisch kunnen bekijken. Feedback van anderen kunnen verwerken in mijn project.