

# Scriptie

Ontwerp van een driewielfiets voor kinderen met balansproblemen



**MENS EN TECHNIEK**  
— BEWEGINGSTECHNOLOGIE —

# Scriptie

Ontwerp van een driewielfiets voor kinderen met balansproblemen



**MENS EN TECHNIEK**  
— BEWEGINGSTECHNOLOGIE —

Auteur: Dennis van Mil

Email: [dennis\\_van\\_mil@hotmail.com](mailto:dennis_van_mil@hotmail.com)

Studentnummer: 12075817

Plaats en Datum van afgifte: Den Haag, Oktober 2016

Onderwijsinstelling: De Haagse Hogeschool

Eerste begeleider: Antoon Dobbels

Tweede begeleider: Rochus van der Doef

Stagebedrijf: POM Revalidatietechniek

Stagebegeleider: Jaap van Egdom

Ondersteunend bedrijf: Lintech (Nijland)

## Voorwoord

Voor u ligt de scriptie “Ontwerp van een driewiel fiets voor kinderen met balansproblemen”. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Bewegingstechnologie aan De Haagse Hogeschool in Den Haag en in opdracht van het stagebedrijf POM Revalidatietechniek. Van Maart 2016 tot en met Oktober 2016 ben ik bezig geweest met het onderzoeken van de doelgroep, het ontwerpen en vervaardigen van het prototype en het schrijven van deze scriptie.

Bij het bedrijf POM Revalidatietechniek waar vraag is naar een instelbare fiets die voor kinderen met balansproblemen ingezet kan worden is de opdracht ontstaan.

Bij dezen wil ik graag mijn begeleiders, Antoon Dobbels en Jaap van Egdom bedanken voor hun begeleiding en betrokkenheid bij mijn afstudeerproject.

Tevens gaat mijn dank uit naar Gert-Jan Hallink en Bram Roberts voor hun bijdrage tijdens mijn afstuderen.

Ik wens u veel plezier toe tijdens het lezen.

Dennis van Mil

Nijmegen, Oktober 2016

## Inhoudsopgave

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Voorwoord .....                                               |    |
| Samenvatting.....                                             | 5  |
| 1. Inleiding .....                                            | 6  |
| 1.1 Aanleiding.....                                           | 6  |
| 1.2 Doelgroep .....                                           | 6  |
| 1.3 Probleemstelling.....                                     | 6  |
| 1.4 Hoofdvraag .....                                          | 6  |
| 1.5 Doelstelling .....                                        | 6  |
| 2. Analyse .....                                              | 7  |
| 2.1 Literatuuronderzoek.....                                  | 7  |
| 2.1.1 Oorzaak balansproblemen .....                           | 7  |
| 2.1.2 Specifieke oorzaken balansproblemen onder kinderen..... | 7  |
| 2.2 Doelgroep onderzoek .....                                 | 8  |
| 2.2.1 Interview.....                                          | 8  |
| 2.2.2 Antropometrie kinderen 6-12 jaar .....                  | 9  |
| 2.3 Marktverkenning .....                                     | 10 |
| 2.3.1 Bestaande producten .....                               | 10 |
| 2.4 Krachtenanalyse .....                                     | 12 |
| 2.4.1 Bepaling vermogen doelgroep .....                       | 12 |
| 2.4.2 Overbrengingsverhouding.....                            | 12 |
| 2.4.3 Draaicirkel.....                                        | 13 |
| 2.5 Materiaal .....                                           | 14 |
| 2.5.1 Aandrijvingsmechanismen .....                           | 14 |
| 2.5.2 Stuurmechanismen.....                                   | 15 |
| 2.5.3 Materiaalkeuze.....                                     | 16 |
| 3. Eisen .....                                                | 17 |
| 4. Ontwerp.....                                               | 18 |
| 4.1 Ontwerpfase deel 1 (ideefase) .....                       | 18 |
| 4.1.1 Totstandkoming concepten.....                           | 19 |
| 4.1.2 Conceptkeuze .....                                      | 20 |
| 4.2 Ontwerpfase deel 2 (vervaardigen & optimaliseren).....    | 22 |
| 4.2.1 SolidWorks model .....                                  | 22 |
| 4.2.2 Vervaardiging eindontwerp.....                          | 23 |
| 5. Evaluatie .....                                            | 25 |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Testen .....                                                        | 25 |
| 5.2 Toetsing aan eisen .....                                            | 26 |
| 6. Discussie .....                                                      | 28 |
| 7. Conclusie .....                                                      | 30 |
| Literatuurlijst .....                                                   | 31 |
| Bijlagen .....                                                          | 32 |
| Bijlage 1: Vragenlijst verzorgers van kinderen met balansproblemen..... | 32 |
| Bijlage 2: Antropometrische gegevens.....                               | 34 |
| Bijlage 3: Sterkte analyse Simulation Solidworks .....                  | 36 |
| Bijlage 4: Testprotocol.....                                            | 43 |
| Bijlage 5: Foto's specifieke onderdelen en vervaardigingsproces .....   | 44 |
| Bijlage 6: Bouwtekeningen.....                                          | 49 |
| Bijlage 7: Projectplan.....                                             | 57 |
| Bijlage 8: Persoonlijke leerdoelen en evaluatie .....                   | 66 |

## Samenvatting

De opdracht voor het ontwerpen van een driewiel fiets voor kinderen met balansproblemen is ontstaan bij het stagebedrijf POM Revalidatietechniek. Omdat kinderen vaak moeite hebben met het uitvoeren van een transfer naar de huidige fietsen die in gebruik zijn, is er vraag naar een nieuw model waarbij dit eenvoudiger is. De hoofdvraag luidt; “Kan er een stabiele fiets worden ontworpen waar kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen zelfstandig een transfer van en naar kunnen uitvoeren?”. Om de hoofdvraag te beantwoorden is een analyse gestart. In de analyse is als eerste de doelgroep onderzocht. Er is onderzocht wat de oorzaken van de balansproblemen zijn en welke huidige producten op de markt zijn die nu door de doelgroep in gebruik zijn. Vervolgens is een interview uitgevoerd met een kinderfysiotherapeut waaruit is gebleken waar de kinderen moeite mee hebben bij de huidige fietsen.

In de ontwerpfase zijn als eerste een aantal ideeschetsen gemaakt van verschillende onderdelen welke aan de hand van de eisen uit de analysefase zijn opgesteld. In een morfologische kaart zijn verschillende combinaties naast elkaar gezet. Vervolgens zijn er drie mogelijke combinaties gemaakt, waaruit de concepten zijn opgesteld. De concepten zijn aan elkaar getoetst aan de hand van de eisen in de kardinale methode. Het resultaat uit deze methode is het meest geschikte concept. Dit concept is in SolidWorks uitgewerkt tot een 3D-model.

Van dit model is een prototype ontworpen wat zo goed mogelijk voldoet aan de gestelde eisen. In het vervaardigingsproces is in verband met beschikbare materialen soms gekozen voor een andere constructie of oplossing dan in het ontwerp is aangegeven.

In de evaluatiefase is een proefrit uitgevoerd in samenwerking met een kinderfysiotherapeut en een proefpersoon van tien jaar, met CP (GMFCS III). Hier was te zien dat het kind in samenwerking met de fysiotherapeut de transfer kon uitvoeren van rolstoel naar de fiets. De transfer terug naar zijn rolstoel verliep geheel zelfstandig.

Door de verschillende aanpassingen die het prototype heeft ten opzichte van huidige fietsen die worden gebruikt, is de transfer eenvoudiger dan bij andere fietsen. Om echter geheel zelfstandig de transfer uit te kunnen voeren zijn nog een aantal aanpassingen aan het prototype noodzakelijk. De belangrijkste aanpassingen zijn het makkelijker verstelbaar maken van het zadel, het stuur kunnen fixeren voor steun en afhankelijk van de gebruiker van de fiets de fiets specifiek op de persoon instellen.

Het antwoord op de hoofdvraag, “Kan er een stabiele fiets worden ontworpen waar kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen zelfstandig een transfer van en naar kunnen uitvoeren?” luidt; Bij het prototype is het uitvoeren een transfer van rolstoel naar fiets niet geheel zelfstandig mogelijk, de transfer is mogelijk wanneer een fysiotherapeut hierbij ondersteuning biedt aan het kind. De transfer terug, vanaf fiets naar rolstoel, is geheel zelfstandig mogelijk.

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Er bestaan verschillende driewielfietsen voor kinderen die niet in staat zijn op een tweewieler te fietsen. De belangrijkste eigenschap van deze fietsen is dat ze een hogere stabiliteit bieden waardoor het kind niet zal omvallen en zelfstandig kan fietsen. Bij kinderen met balansproblemen kan een dergelijke fiets een oplossing bieden. Een balansprobleem is echter een breed aspect wat bij ieder kind een andere oorzaak kan hebben. Daarnaast gaat een balansprobleem vaak gepaard met andere aandoeningen. Wanneer een kind onvoldoende kracht heeft in zijn benen, of zijn benen beperkt kan buigen en strekken, zal een driewiel fiets welke alleen het balansprobleem verhelpt minder geschikt zijn. In dit geval zal de fiets over meerdere eigenschappen moeten beschikken om het kind tegemoet te komen.

POM Revalidatietechnieken zou een dergelijke fiets willen kunnen inzetten voor kinderen met balansproblemen. Een bestaand model voor volwassenen, de Singly, heeft enkele eigenschappen die de fiets kenmerkend maken. De instap van de fiets is laag en de draaicirkel van de fiets is klein doordat de voorvork verticaal staat terwijl het stuur bijna horizontaal staat. Een vraag vanuit de bedrijven POM Revalidatietechniek en Lintech is om deze twee eigenschappen terug te laten komen in het ontwerp voor kinderen met balansproblemen.

Bij de huidige fietsen die worden gebruikt voor kinderen met balansproblemen is het voor de kinderen moeilijk om zelfstandig op de fiets op en af te kunnen stappen.

## 1.2 Doelgroep

De doelgroep betreft kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen. Dit is een brede doelgroep die nog specifiekier moet worden ingedeeld. Binnen de doelgroep verschilt de oorzaak van het balansprobleem per kind. De oorzaak is in de meeste gevallen fysiek maar kan ook mentaal van aard zijn. De meest voorkomende oorzaken zijn de gevolgen van uitvalsverschijnselen waarbij de motoriek wordt verstoord, dit gaat ook bijna altijd gepaard met krachtsverlies.

## 1.3 Probleemstelling

Voor kinderen met balansproblemen van zes tot en met twaalf jaar die niet in staat zijn te fietsen op een tweewieler is geen voldoende instelbare driewieler beschikbaar. Met de huidige driewielers is het voor de kinderen moeilijk om zelfstandig een transfer van stoel naar de fiets uit te voeren.

## 1.4 Hoofdvraag

Kan er een stabiele fiets worden ontworpen waar kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen zelfstandig een transfer van en naar kunnen uitvoeren?

## 1.5 Doelstelling

Het doel is op 26 Oktober een prototype van een driewielfiets te leveren welke voldoet aan de eisen die vanuit de doelgroep gesteld zijn.



## 2. Analyse

### 2.1 Literatuuronderzoek

Om een beeld te krijgen welke aandoeningen onder kinderen van zes tot en met twaalf jaar de oorzaak zijn van balansproblemen wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd. Aan de hand van dit literatuuronderzoek wordt duidelijk wat de meest voorkomende aandoeningen zijn die het balansprobleem veroorzaken. Een balansprobleem ontstaat uit traumatische en niet traumatische oorzaken. Daarnaast wordt onderzocht welke beperking een aandoening tot gevolg heeft en wat dit betekent voor bewegingsbeperkingen of krachtsverlies van het kind.

#### 2.1.1 Oorzaak balansproblemen

Kinderen kunnen te maken krijgen met balansproblemen door verschillende oorzaken. Een contusio cerebri of hersenkneuzing is de meest voorkomende oorzaak ten gevolge van een trauma. Dit kan leiden tot verlamingsverschijnselen, een evenwichtsstoornis of epilepsie. Bij epilepsie, maar ook bij mentale aandoeningen moeten duidelijke afspraken met de huisarts gemaakt worden of het verantwoord is het kind alleen te laten fietsen (MC Zuiderzee, 2016). Daarnaast kan een aangeboren afwijking de oorzaak zijn voor verlamingsverschijnselen. Een veel voorkomende aangeboren afwijking die leidt tot balansproblemen is een spina bifida, oftewel een open ruggetje. Door een spina bifida kunnen zich uitvalsverschijnselen aan de heupen, benen en voeten voordoen (Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie, 2016).

Een andere veel voorkomende oorzaak van balansproblemen is cerebrale parese (CP). Bij CP geven de hersenen niet de juiste spanning door aan de spieren. De spieren werken hierdoor niet op een goede manier samen waardoor spasticiteit optreedt. CP is te herkennen aan motorische stoornissen, spasmes en krampachtige bewegingen. In veel gevallen gaat CP gepaard met een intellectuele achterstand en de kans op epileptische aanvallen is verhoogd (Schaefer, 2008).

Neuromusculaire aandoeningen zijn ziekten waarbij de spieren niet goed werken. De oorzaak van een neuromusculaire aandoening kan een afwijking aan de spiercellen, een verstoorde overdracht tussen zenuw en spier of een aandoening van de zenuwen zijn. Een groot deel van de neuromusculaire aandoeningen is erg zeldzaam. Bij een aantal aandoeningen zijn de symptomen stabiel en bij een aantal aandoeningen verergeren de symptomen geleidelijk waardoor het kind ernstig kan worden beperkt (UMCG, 2016).

#### 2.1.2 Specifieke oorzaken balansproblemen onder kinderen

Naast de meest voorkomende oorzaken zijn er ook aandoeningen die in verhouding minder vaak voorkomen. De groep neuromusculaire aandoeningen bestaat uit vele verschillende aandoeningen. De aandoeningen die het meest voorkomen in Nederland zijn in alinea 2.1.1 beschreven. Er zijn echter ook neuromusculaire aandoeningen die minder bekend zijn en minder vaak voorkomen, maar wel in veel gevallen tot een balansprobleem leiden.

Enkele van deze aandoeningen zijn:

- Tethered Cord
- CAMTA1-syndroom
- MS (op jonge leeftijd, vanaf 9 jaar)

Naast bovenstaande aandoeningen kan er bijna eindeloos worden doorgedaan over andere verschillende zeldzame neuromusculaire aandoeningen (UMCG, 2016).

\*Eisen: 1,2



## 2.2 Doelgroep onderzoek

De doelgroep wordt in kaart gebracht door lichaamsmaten van kinderen zonder beperking van zes tot en met twaalf jaar als standaard te nemen. Over andere aspecten, waaronder beperkingen van de kinderen, de veiligheid, wensen van de kinderen en eisen van de ouders zal een vragenlijst en interview worden afgenomen. Deze vragenlijst wordt bij de St. Maartensschool onder leraren, ergotherapeuten, fysiotherapeuten en ouders afgenomen zodat de kennis van betrokkenen rond de kinderen wordt meegenomen.

### 2.2.1 Interview

Met een fysiotherapeut bij de St. Maartensschool te Nijmegen is de doelgroep aan de hand van een interview besproken. Het doel van dit gesprek was de grootst voorkomende doelgroep in kaart te brengen. Daarnaast is besproken welke problemen de doelgroep ondervond met de huidige driewielerfiets en op welke manier dit probleem voorkomen kon worden. Op de St. Maartensschool is een driewielerfiets benodigd voor kinderen met CP (GMFCS 3,4), de gevolgen van spina bifida en andere neuro musculaire aandoeningen.

In de St. Maartensschool rijden de kinderen hun vervoersmiddel tot aan het klaslokaal. Hierbij levert de grote draaicirkel van een driewieler onhandigheid op omdat er bochten van 90 graden gemaakt moeten worden. Bij een driewieler die deze bochten kan nemen met een kleine draaicirkel die reeds in gebruik is levert deze kleine draaicirkel buiten het gebouw weer problemen op. Het is een aantal keer voorgekomen dat een kind met de driewieler tijdens het nemen van een bocht op een helling omsloeg. Voor de veiligheid van het kind werd de maximale stuurhoek van de driewieler begrenst wat ten koste gaat van de draaicirkel en onhandigheid oplevert tijdens het manoeuvreren in een gebouw. Voor het manoeuvreren in een gebouw is het belangrijk om de grootte van de draaicirkel zo klein mogelijk te houden. Daarnaast blijkt uit dit interview dat aanpassingen of hulpmiddelen zoals een anti-schaarplank, een draaibare zitting en meer ruimte bij het uitvoeren van een transfer oplossing kan bieden voor huidige problemen.

De transfer van een stoel naar de zitting van de driewieler levert problemen wanneer kinderen slecht ter been zijn. Kinderen moeten nu over het frame van een driewielfiets heen stappen. Wanneer kinderen een standaard pedaal gebruiken is het voor hen moeilijk hun voeten op het pedaal te houden tijdens het fietsen. Dit komt doordat ongecontroleerde bewegingen optreden.

\*Eisen: 3, 4, 5

### 2.2.2 Antropometrie kinderen 6-12 jaar

De lichaamsmaten van kinderen wordt bepaald aan de hand van antropometrische data van Nederlandse kinderen uit de antropometrische database van de TU Delft (TU Delft, 1993). In figuur 1 is aangegeven welke lengtes worden gebruikt. De lengte van de gehele arm wordt bepaald met behulp van de reikhoogte en schouderhoogte. De schouderhoogte wordt afgetrokken van de reikhoogte wat als resultaat de gehele armlengte geeft. De lichaamsmaten van de bovenarmen zijn verkregen uit een onderzoek onder kinderen in de Verenigde staten van Vital and Health Statistics (CDC, 2012). De lengtes van de onderarmen tot en met hand worden met behulp van beide onderzoeken bepaald.

De afmetingen van de fiets worden bepaald aan de hand van de lichaamsmaten van 90% van de gebruikers. In de tabellen in bijlage 2 zijn de afmetingen weergegeven van P5 tot P95.

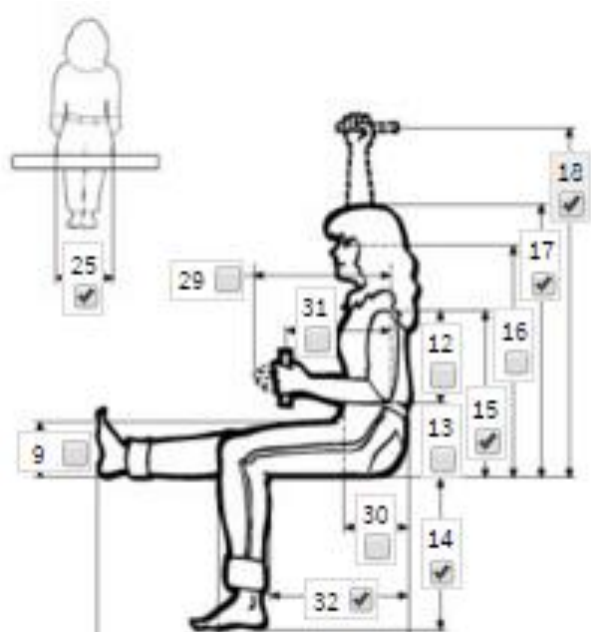
De lichaamsmaten die worden gebruikt zijn genummerd aangegeven in figuur 1. Hierin is nummer 32 de zitdiepte, nummer 14 de zithoogte, nummer 17 de lengte van zit tot de bovenkant van het hoofd, nummer 25 de heupbreedte, nummer 15 de schouderhoogte en nummer 18 de reikhoogte in zit.

De afmetingen van de bovenarm, onderarm en hand worden verkregen uit het onderzoek van Vital and Health Statistics (CDC, 2012). De bovenarm lengte wordt weergegeven in centimeters in de tabellen

in bijlage 2. De lengte van onderarm en hand wordt duidelijk doordat de lengte van de gehele arm en bovenarm nu bekend is. Uit deze tabel wordt de afstand van crank tot rugleuning afgeleid aan de hand van de boven- en onderbeenlengte .

Uit de tabellen in bijlage 2 volgt dat het stuur 15cm versteld moet kunnen worden om een kind van zes jaar (P5) en een kind van twaalf jaar (P95) het stuur te kunnen laten vasthouden. De hoek tussen onderarm en bovenarm is in deze houding ongeveer 135 graden.

\*Eisen: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12



**Figuur 1 Lichaamsmaten volgens DINEN, nummer 32; zitdiepte of bovenbeen lengte, nummer 14; zithoogte of onderbeen lengte, nummer 17; lengte van zit tot de bovenkant van het hoofd, nummer 25; heupbreedte, nummer 15; schouder hoogte, nummer 18; reikhoogte in zit (TU Delft, 1993).**

## 2.3 Marktverkenning

In dit marktonderzoek wordt ingegaan op een product van Lintech, de Singly driewieler, waaruit een aantal eisen voor het ontwerp voor kinderen zijn ontstaan vanuit POM Revalidatietechniek. De eisen hieraan zijn dat een soortgelijk stuur voor de driewieler voor kinderen met balansproblemen wordt gebruikt en dat de driewieler een lage instap heeft.

Naast het bestaande product van Lintech wordt ingegaan op wat reeds op de markt beschikbaar is voor de doelgroep.

### 2.3.1 Bestaande producten

Het bedrijf Lintech, waar de driewieler voor de doelgroep zal worden geconstrueerd, produceert een driewieler voor volwassenen. In tabel 1 zijn enkele maten weergegeven waarop een Singly driewielerfiets voor volwassenen kan worden ingesteld (Lintech, 2013). In figuur 2 is de Singly driewielerfiets voor volwassenen weergegeven.

Tabel 1 Specificaties reguliere Singly driewieler (Lintech, 2013)

| Specificaties reguliere Singly driewieler |            |
|-------------------------------------------|------------|
| Versnellingen                             | Sram 7     |
| Beenlengte                                | 68-96cm    |
| Instaphoogte                              | 18cm       |
| Afmetingen (l x b)                        | 180 x 74cm |
| Maximaal toelaatbaar gewicht              | 110kg      |



Figuur 2 Singly driewielerfiets voor volwassenen (Lintech, 2013)

Deze driewieler voor volwassenen kan worden voorzien van een aantal hulpmiddelen. De hulpmiddelen die op de Singly gemonteerd kunnen worden zijn weergegeven in tabel 2. Een armsteun en veiligheidsgordel kunnen opties zijn om de persoon in de fiets te stabiliseren wat een veilige situatie waarborgt.

Tabel 2 Accessoires en pedalen

| Accessoires                            | Pedalen                              |
|----------------------------------------|--------------------------------------|
| Kilometerteller                        | Voetbakje met click-on pedaal rechts |
| Spiegel                                | Voetbakje met click-on pedaal links  |
| Stokhouder achterop t.b.v. driewielers | Crank (17cm) verlengd rechts         |
| Veiligheidsgordel                      | Crank (17cm) verlengd links          |
| Rollatorsteun                          |                                      |
| Armsteun links en rechts               |                                      |

Bij de St. Maartensschool wordt de driewieler in figuur 3 reeds gebruikt voor een aantal kinderen.



Figuur 3 Van Raam Easy Rider driewieler (Vanraam, 2008)

### 2.3.2 Hulpmiddelen

In figuur 4 is een voorbeeld van een voetfixatie bakje weergegeven.



Figuur 4 Voetenbakje voor fixatie van de voeten (Vanraam, 2008)

## 2.4 Krachtenanalyse

De krachtenanalyse is verdeeld in het bepalen van het vermogen van de doelgroep, het bepalen van de benodigde overbrengingsverhouding en het berekenen van de grootte van de draaicirkel.

### 2.4.1 Bepaling vermogen doelgroep

In de literatuur wordt weinig gevonden over de maximale vermogens bij kinderen met een beperking in het algemeen. Gezonde kinderen van twaalf jaar kunnen tijdens fietsen op een normale fiets een langdurig vermogen leveren tot maximaal 200 Watt (Takken & Hulzebos, 2011). Omdat de doelgroep jonger is dan twaalf jaar wordt een lager vermogen aangehouden. Tevens moet er rekening gehouden worden dat kinderen met een balansprobleem een neurologische aandoening kunnen hebben met krachtsverlies in de benen, waardoor zij een lager vermogen kunnen leveren dan gezonde kinderen. Voor het vermogen dat geleverd kan worden door de doelgroep wordt daarom een correctiefactor van 50% aangehouden. Dit brengt het leverbaar vermogen van de doelgroep op 100 Watt. Voor de kinderen van zes jaar wordt een lager vermogen geschat van 75 Watt (Takken & Hulzebos, 2011).

### 2.4.2 Overbrengingsverhouding

Om de overbrengingsverhouding te bepalen moeten een aantal waarden worden geschat. Voor de snelheid wordt 10 km/u oftewel 2,8 m/s aangehouden. Enkele waarden die worden aangehouden zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3 Gegevens t.b.v. berekening max snelheid

|                                         |                          |                           |
|-----------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <b>Rolweerstandcoëfficiënt op beton</b> | $f$                      | 0,02                      |
| <b>Massa fiets + gebruiker</b>          | kg                       | 20+50                     |
| <b>Omtrek wiel</b>                      | $\pi \cdot d$            | 1570mm                    |
| <b>Normaalkracht</b>                    | $F_n = F_z$              | 20+50kg = 700N            |
| <b>Rolweerstand</b>                     | $F_{wrol} = F_n \cdot f$ | 700*0,02 = 14N            |
| <b>Vermogen (maximaal 6 jaar)</b>       | $P = F_{wrol} \cdot v$   | 75 = 14*v ( $v=5,4$ m/s)  |
| <b>Vermogen (maximaal 12 jaar)</b>      | $P = F_{wrol} \cdot v$   | 100 = 14*v ( $v=7,1$ m/s) |

Uit bovenstaande tabel blijkt dat iemand die een vermogen kan leveren van 75 Watt een snelheid van 5,4 m/s kan behalen en iemand met een vermogen van 100 Watt een snelheid van 7,1 m/s.

Er moet rekening worden gehouden met de veiligheid en deze haalbare snelheid is echter te hoog voor de doelgroep, daarom wordt een snelheid van 10 km/u oftewel 2,8 m/s aangehouden voor de ideale overbrengingsverhouding.

De omtrek van het achterwiel (20 inch) wordt berekend door  $\pi \cdot d = 1570\text{mm} = 157\text{cm}$ . Bij één omwenteling van het achterwiel wordt dus een afstand van 157cm afgelegd. Omgerekend naar omwentelingen per seconden geeft dit  $n = 1,78$  bij een snelheid van 2,8 m/s.

Een rotatie van de trapas die wordt aangehouden is maximaal 60 omwentelingen per minuut, oftewel één omwenteling per seconde. Een realistischer aantal omwentelingen dat door een groter deel van de doelgroep gemaakt kan worden ligt rond de 40 omwentelingen per minuut (Takken & Hulzebos, 2011).

Om een veilige snelheid te behouden van 10 km/u wordt voor de rotatiesnelheid van de trapas een gangbare waarde voor de doelgroep aangehouden. De waarden zijn te zien in tabel 4.

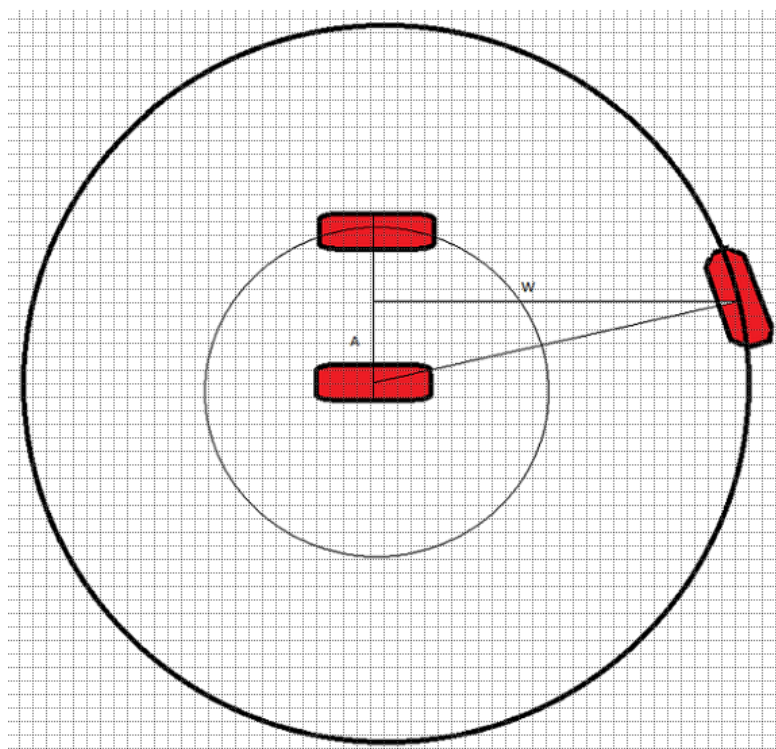
**Tabel 4 Rotatiesnelheid, aantal tanden trapas en aandrijvende as en overbrengingsverhouding**

| Rotatiesnelheid trapas (n) | Rotatiesnelheid aandrijvende as (n) | Aantal tanden trapas (z) | Aantal tanden aandrijvende as (z) | Overbrengingsverhouding (i) |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1 omw/s<br>(60 rpm)        | 1,78 omw/s                          | 23                       | 13                                | 0,56                        |
| 0,83 omw/s<br>(50 rpm)     | 1,78 omw/s                          | 28                       | 13                                | 0,47                        |
| 0,67 omw/s<br>(40 rpm)     | 1,78 omw/s                          | 35                       | 13                                | 0,37                        |

### 2.4.3 Draaicirkel

Omdat de driewielfiets stabiel moet zijn, worden de achterwielen ver uit elkaar geplaatst. Voor de afstand van het ene tot het andere achterwiel is 700mm. De lengte vanaf achteras tot de as van het voorwiel wordt geschat op 1500mm.

Er wordt vanuit gegaan dat de driewieler bijna om de as van het (binnenste) achterwiel kan draaien. De draaicirkel wordt berekend met behulp van de geschatte wielbasis (W) en de afstand tussen de twee achterwielen. De afstand vanaf één achterwiel tot het middelpunt van de achteras (A) bedraagt 350mm. De straal van de draaicirkel wordt dan:  $\sqrt{(1500^2 + 350^2)} = 1540\text{mm}$ . Hiermee wordt de diameter van de draaicirkel geschat op  $1540 \times 2 = 3080\text{mm}$ .



**Figuur 5 Illustratie draaicirkel**

\*Eisen: 13, 14

## 2.5 Materiaal

Er zijn vele keuzes mogelijk wat betreft het te gebruiken materiaal. Voor het type aandrijvingsmechanisme, stuurmechanisme en halffabricaten worden mogelijkheden beschreven.

### 2.5.1 Aandrijvingsmechanismen

Verschillende aandrijvingsmechanismen hebben ieder andere voor- en nadelen. De meest gebruikte overbrenging bij fietsen is de kettingoverbrenging. Daarnaast wordt ook regelmatig een tandriemoverbrenging of cardanoverbrenging toegepast.

Tabel 5 Type overbrengingen

| Type overbrenging    | Afbeelding                                                                          | Onderhoud             | Mogelijkheid geleiding om frame                                                               | Rendement |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Cardanoverbrenging   |    | Zeer weinig onderhoud | Geen geleiding mogelijk                                                                       | 90%       |
| Kettingoverbrenging  |   | Weinig onderhoud      | Goed te geleiden                                                                              | 98%       |
| Tandriemoverbrenging |  | Zeer weinig onderhoud | Geleiding gedeeltelijk mogelijk. Speciaal frame noodzakelijk. (kleine richtingsveranderingen) | 98%       |



### 2.5.2 Stuurmechanismen

Omdat de te ontwerpen driewielers laag moet zijn met veel ruimte voor het instappen heeft dit gevolgen voor het mogelijke stuurmechanisme. Enkele opties worden in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 6 Type stuurmechanismen

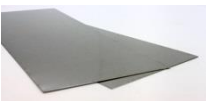
| Type stuur                                   | Afbeelding                                                                          | Voordelen                                                                                                                  | Nadelen                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Overbrenging naar voorwiel d.m.v. stuurstang |    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Stuursysteem bevindt zich dichtbij zitting</li><li>- Eenvoudig systeem</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Weinig mogelijkheid voor veel instap ruimte</li></ul>                                           |
| Knik stuur d.m.v. kruiskoppeling             |    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Stuur kan makkelijk worden versteld</li><li>- Veel ruimte voor de instap</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Kruiskoppeling kan voor extra wrijving zorgen onder een grote hoek</li></ul>                    |
| Regulier fietsstuur                          |  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Eenvoudig systeem</li></ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Geen mogelijkheid om een lage zithoogte te behouden (armen reiken niet tot het stuur)</li></ul> |

De beste optie voor het stuurmechanisme is een kruiskoppeling. Bij een te grote hoek is het een optie twee kruiskoppelingen te gebruiken om het stuur ver genoeg naar beneden te kunnen bewegen zonder dat wrijving optreedt bij een rotatie.

### 2.5.3 Materiaalkeuze

Belangrijk aan de materiaalkeuze is dat het zorgt voor een goede verhouding tussen materiaalsterkte en gewicht. Tevens moet het materiaal makkelijk te bewerken zijn. Er wordt een overzicht weergegeven van materialen die het meest worden toegepast bij het vervaardigen van fietsen. In het overzicht wordt vermeld wat de voor- en nadelen zijn per materiaalsoort.

Tabel 7 Verschillende materiaaleigenschappen

| Materiaal        | Afbeelding                                                                          | Sterkte/gewicht verhouding                                | Duurzaamheid                                               | Bewerkbaarheid      | Kosten        |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Staal            |    | Zwaar en sterk materiaal (7850 kg/m <sup>3</sup> )        | Duurzaam materiaal, geeft mee bij schokken                 | Zeergoed bewerkbaar | Laag          |
| Roest Vast Staal |    | Zwaar en sterk materiaal (7930 kg/m <sup>3</sup> )        | Zeerduurzaam materiaal, geeft mee bij schokken, geen roest | Redelijk bewerkbaar | Relatief duur |
| Aluminium        |   | Licht materiaal, redelijk sterk (2755 kg/m <sup>3</sup> ) | Redelijk duurzaam, geeft niet mee bij schokken, geen roest | Matig bewerkbaar    | Relatief duur |
| Carbon           |  | Zeerglicht en sterk materiaal (1800 kg/m <sup>3</sup> )   | Duurzaam materiaal, niet schokbestendig, geen roest        | Slecht bewerkbaar   | Zeergoog      |

\*Eisen: 15, 16, 17

### 3. Eisen

1. De zitting van de fiets kan 90 graden naar links en rechts worden gedraaid.
2. Het zwaartepunt van de fiets moet zo laag mogelijk blijven.
3. De fiets kan worden voorzien van een anti schaarplank.
4. De fiets is in staat een bocht van 90 graden te maken in een openbaar gebouw.
5. De voeten kunnen gefixeerd worden aan de pedalen.
6. De instaphoogte van de fiets bedraagt maximaal 15 cm.
7. De fiets is voorzien van een zadel dat stevigheid biedt aan de zithouding.
8. De lengte van de fiets bedraagt maximaal 170 cm.
9. De breedte van de fiets bedraagt maximaal 80 cm.
10. Het stuur van de fiets is verlengbaar van 46 cm (zitting – stuur kortste stand) tot ten minste 61 cm (zitting – stuur verste stand).
11. De afstand van het zadel (rug zitting) tot crank (verste pedaal) is instelbaar van 59 tot 98 cm.
12. Het zadel kan van 35 tot 50 cm in hoogte worden versteld.
13. De ideale overbrengingsverhouding ligt tussen de 40 tot 60 omwentelingen per minuut bij een snelheid van 10 km/u.
14. De maximale draaicirkel bedraagt ongeveer 3000 mm.
15. De fiets is voorzien van een kettingoverbrenging.
16. Het stuur kan makkelijk worden versteld en geeft veel ruimte voor de instap.
17. Het frame van de fiets wordt vervaardigd uit staal.

## 4. Ontwerp

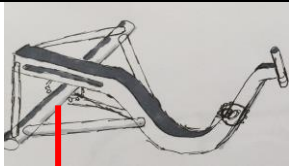
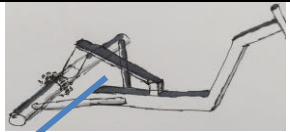
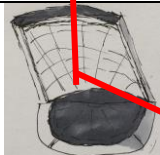
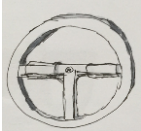
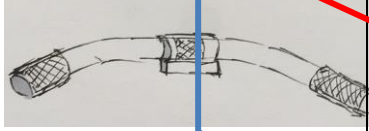
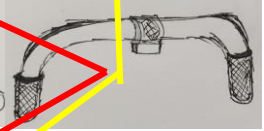
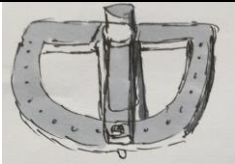
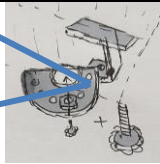
### 4.1 Ontwerpfase deel 1 (ideefase)

Tijdens het eerste deel van het ontwerpproces wordt weergegeven hoe er van verschillende ideeën tot een eindconcept is gekomen.

#### 4.1.1 Ideefase

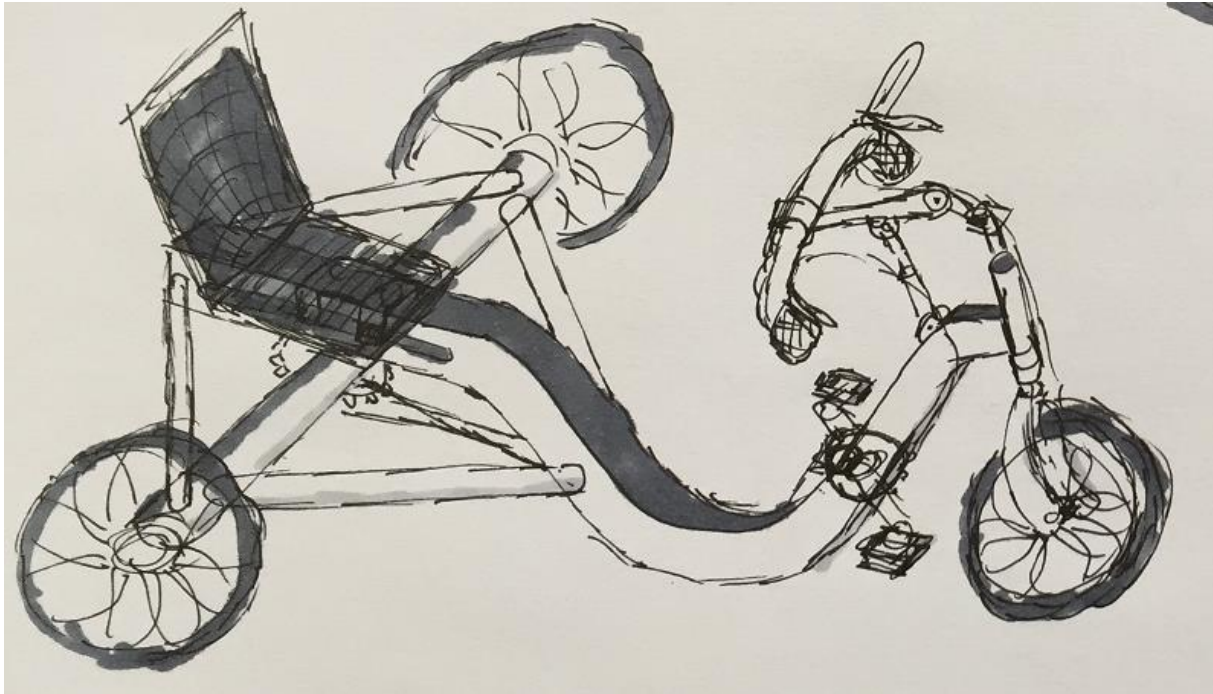
Met behulp van een morfologische kaart worden mogelijkheden voor een ontwerp die in de analyse naar voren zijn gekomen in kaart gebracht. Hierin is te zien welke opties met elkaar gecombineerd kunnen worden.

Tabel 8 Morfologische kaart

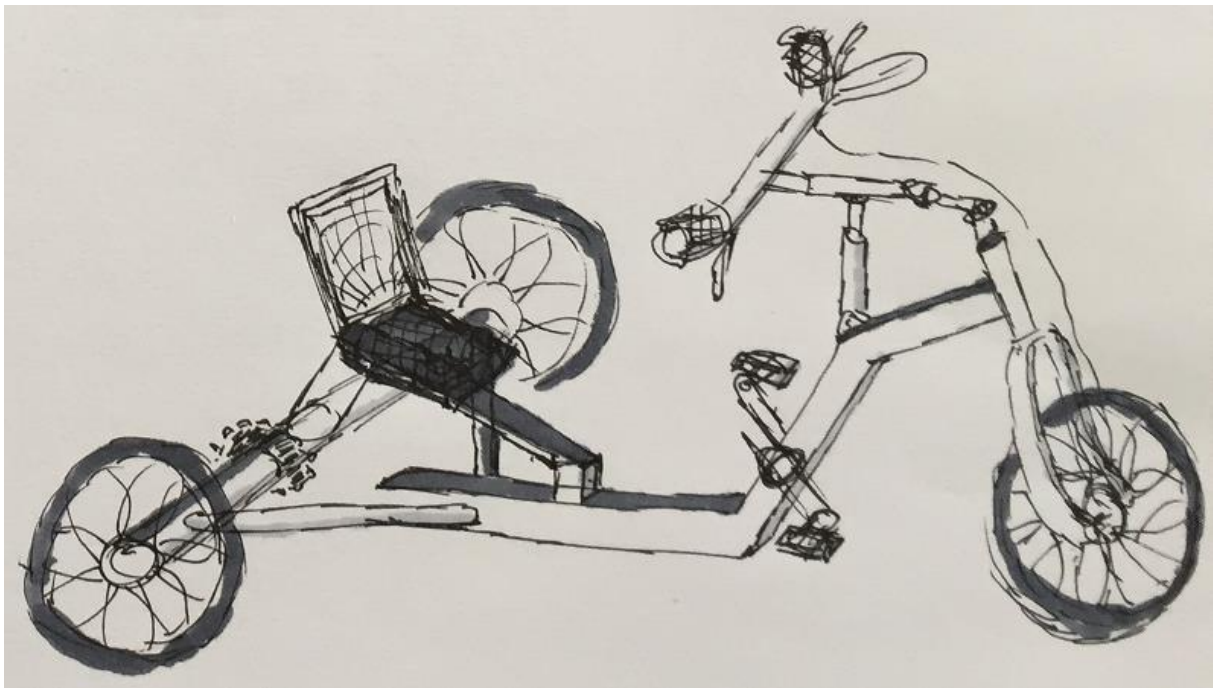
|                               |                                                                                                                            |                                                                                                                |                                                                                                               |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Frame</b>                  |                                           |                              |                            |
| <b>Stuursysteem</b>           | <br>Met behulp van stuurstang langs frame | <br>D.m.v. een kruiskoppeling | <br>Zoals een fietsstuur   |
| <b>Overbrenging</b>           | <br>Cardanoverbrenging                  | <br>Ketting overbrenging    | <br>Tandriemoverbrenging |
| <b>Zitting</b>                |                                         |                             |                          |
| <b>Handgreep stuur</b>        |                                         |                            |                          |
| <b>Draai-mechanisme zadel</b> |                                         |                             |                          |
| <b>Remmen</b>                 | Remmen aan het stuur, met handrem.                                                                                         | Terugtraprem en handrem.                                                                                       | Remmen aan het stuur (zonder handrem)                                                                         |

#### 4.1.2 Totstandkoming concepten

Van de verschillende mogelijkheden, te zien in de morfologische kaart, worden drie conceptschetsen gemaakt. De onderdelen van de conceptschetsen worden in de morfologische kaart met drie verschillende kleuren aangegeven. Rood concept één, blauw concept twee en geel concept drie. De concepten zijn in onderstaande figuren weergegeven.



Figuur 6 Concept 1 (Rood)



Figuur 7 Concept 2 (Blauw)



**Figuur 8 Concept 3 (Geel)**

#### **4.1.2 Conceptkeuze**

Om tot een definitief concept te komen worden de drie concepten aan de hand van onderstaande eisen getoetst in de Kardinale methode. Er is een weegfactor toegevoegd omdat sommige eisen meer invloed hebben dan anderen.

In onderstaande lijst zijn de eisen nogmaals weergegeven. In tabel 9 is de toetsing van de concepten met behulp van de kardinale methode weergegeven.

1. De zitting van de fiets kan 90 graden naar links en rechts worden gedraaid.
2. Het zwaartepunt van de fiets moet zo laag mogelijk blijven.
3. De fiets kan worden voorzien van een anti schaarplank
4. De fiets is in staat een bocht van 90 graden te maken in een openbaar gebouw.
5. De voeten kunnen gefixeerd worden aan de pedalen.
6. De instaphoogte van de fiets bedraagt maximaal 15 cm.
7. De fiets is voorzien van een zadel dat stevigheid biedt aan de zithouding.
8. De lengte van de fiets bedraagt maximaal 170 cm.
9. De breedte van de fiets bedraagt maximaal 80 cm.
10. Het stuur van de fiets is verlengbaar van 46 cm (zitting – stuur kortste stand) tot ten minste 61 cm (zitting – stuur verste stand).
11. De afstand van het zadel (rug zitting) tot crank (verste pedaal) is instelbaar van 59 tot 98 cm.
12. Het zadel kan van 35 tot 50 cm in hoogte worden versteld.
13. De ideale overbrengingsverhouding ligt tussen de 40 tot 60 omwentelingen per minuut bij een snelheid van 10 km/u.
14. De maximale draaicirkel bedraagt ongeveer 3000 mm.
15. De fiets is voorzien van een kettingoverbrenging.
16. Het stuur kan makkelijk worden versteld en geeft veel ruimte voor de instap.
17. Het frame van de fiets wordt vervaardigd uit staal.

Tabel 9 Kardinale methode

| Eis           | Weegfactor | Concept 1<br>(Rood) | Concept 2<br>(Blauw) | Concept 3<br>(Geel) |
|---------------|------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1             | 3          | 2                   | 2                    | 2                   |
| 2             | 1          | 1                   | 3                    | 3                   |
| 3             | 1          | 3                   | 3                    | 3                   |
| 4             | 2          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 5             | 2          | 3                   | 3                    | 3                   |
| 6             | 2          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 7             | 2          | 3                   | 3                    | 3                   |
| 8             | 1          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 9             | 1          | 3                   | 3                    | 3                   |
| 10            | 1          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 11            | 1          | 2                   | 3                    | 2                   |
| 12            | 1          | 1                   | 2                    | 3                   |
| 13            | 1          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 14            | 2          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 15            | 2          | 3                   | 3                    | 1                   |
| 16            | 3          | 2                   | 3                    | 1                   |
| 17            | 1          | 3                   | 3                    | 3                   |
|               |            |                     |                      |                     |
| <b>Totaal</b> |            | 70                  | 77                   | 49                  |

Uit de Kardinale methode volgt dat concept 2 het meest geschikte concept is.

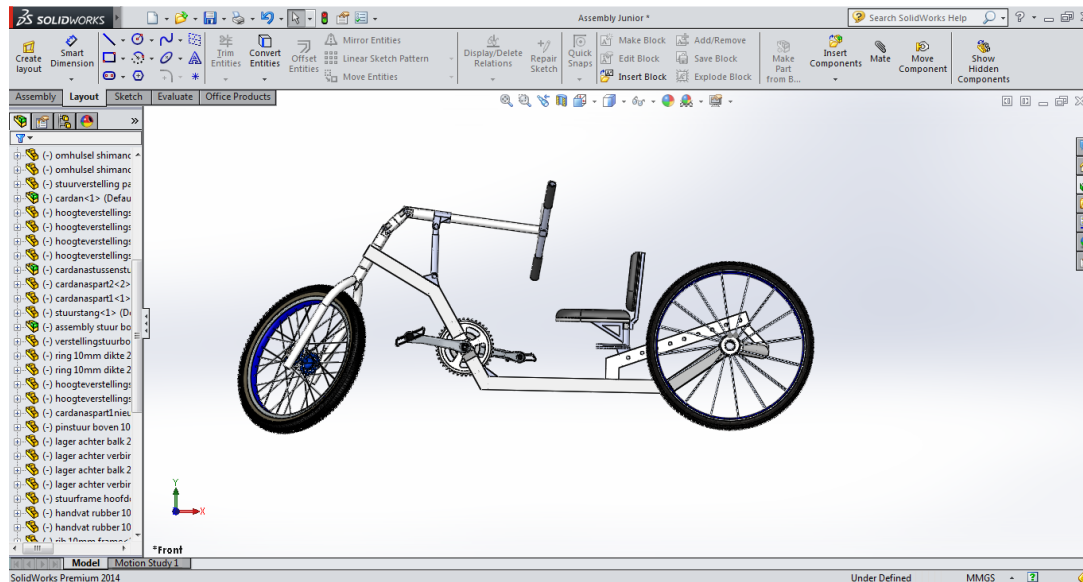


## 4.2 Ontwerpfase deel 2 (vervaardigen & optimaliseren)

Het gekozen concept wordt in deze fase uitgewerkt in een SolidWorks model. Aan de hand van dit model worden de bouwtekeningen voor het prototype gemaakt. Met behulp van deze bouwtekeningen wordt het prototype vervaardigd.

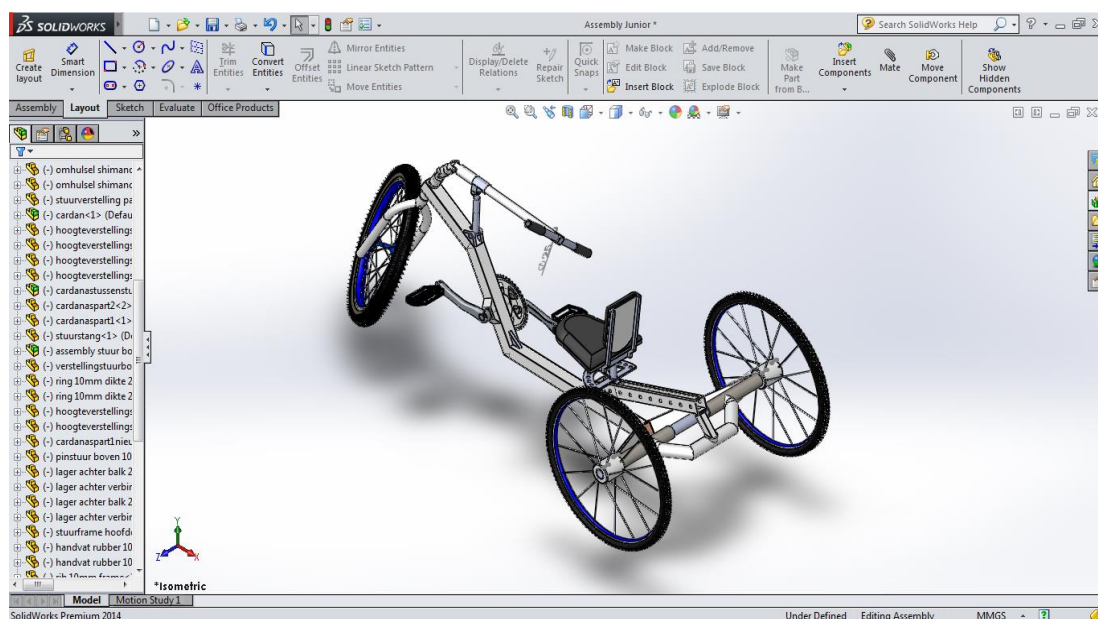
### 4.2.1 SolidWorks model

In onderstaande figuur is het gemaakte 3d-model in een zijaanzicht weergegeven.



Figuur 9 SolidWorks zijaanzicht

In onderstaande figuur staat een overzichtelijke weergave van het SolidWorks model. Het frame van het model is in SolidWorks getoetst met een sterkte analyse. Voor de kracht is een massa van 1000N genomen welke (op de plaats van de zitting) op het frame is geplaatst. Hieruit blijkt dat de knik midden op het frame onder de trapas het zwakste punt is. In onderstaande figuur is te zien dat op dit punt een strip is geplaatst. In bijlage 3 is de gehele sterkte analyse uit SolidWorks weergegeven.



Figuur 10 Solidworks 3D view



#### 4.2.2 Vervaardiging eindontwerp

Om het prototype te vervaardigen is gebruik gemaakt van onderdelen van een afgekeurde fiets. Van deze fiets zijn onder andere de lagers, het balhoofd, de wielen, de remmen en overige losse onderdelen gebruikt. Andere onderdelen zoals enkele delen van het stuursysteem en halffabricaten zijn geleverd door het bedrijf Lintech. Overige materialen van de fiets zijn geleverd door POM Revalidatietechniek.

Tevens is voor de vervaardiging van het prototype gebruik gemaakt van de werkplaats bij POM Revalidatietechniek. Een uitgebreide collage van specifieke onderdelen en van de vervaardiging van de fiets zijn te vinden in bijlage 5.

Het prototype zoals in figuur 11 te zien is geheel zelfstandig vervaardigd. Enkele onderdelen zijn wegens beschikbaarheid van materiaal anders ontworpen dan op de bouwtekeningen is aangegeven.

Een voorbeeld hiervan is het systeem waarop het zadel wordt gedraaid. Het materiaal waar de zadelpen in draait is minder stevig dan de stalen buizen (zadelpen en ontvangende buis) die volgens de tekening precies in elkaar zouden kunnen schuiven.

Dit geldt ook voor een gedeelte van het stuur, de bovenste geleiding van de stuurpen is uit een bredere buis vervaardigd. Daarnaast zijn de kruiskoppelingen kleiner dan de kruiskoppelingen in de tekeningen.

De vervaardiging is gestart met het verstek zagen van de stalen buizen waarmee het frame van het prototype is gemaakt. Nadat de buizen op maat zijn gezaagd is het frame in elkaar gelast. Voordat het balhoofd op het frame is gelast is deze op het frame geklemd en uitgelijnd met behulp van een lange stang die door het balhoofd is geplaatst.

De staven die de kruiskoppelingen in het stuursysteem met elkaar verbinden zijn in de draaibank op maat gemaakt zodat deze exact in de kruiskoppeling passen. De stuurpen zit op eenzelfde manier geklemd in de voorvork als bij een normale fiets, alleen is het systeem omgedraaid. Om de stuurpen los te halen moet eerst het voorwiel verwijderd worden om dit vervolgens los te kunnen draaien.



Figuur 11 Vervaardigd prototype



Figuur 12 Volledig frame

Het stoeltje is vervaardigd door als eerste een stalen frame te lassen. In de volgende stap is de zitting vervaardigd, hierbij is voor voldoende ondersteuning een houten plank bevestigd op het stalen frame. Op deze plank is een op maat gemaakt stuk polypreen schuim gelijmd waarover vervolgens de bekleding is getrokken.

Voor de rugleuning zijn spanbanden gemaakt welke vast te trekken zijn door middel van klittenband.

Om de ketting om het frame te geleiden, vooral bij de instap van de fiets, is gebruik gemaakt van kunststof blokjes waarin een uitsparing is gemaakt voor de ketting. In figuur 14 is te zien hoe de ketting om het frame wordt geleid.

Uiteindelijk is een open kettingkast gemaakt om te voorkomen dat de gebruiker in contact kan komen met de ketting. Voor extra grip tijdens de instap is het frame daar voorzien van een aluminium anti slip plaat.

Het gehele voltooide prototype is te zien in figuur 15.



Figuur 13 Zitting



Figuur 14 Ketting geleiding



Figuur 15 Voltooid prototype

## 5. Evaluatie

### 5.1 Testen

Het evalueren van het ontwerp is uitgevoerd in samenwerking met een kinderfysiotherapeut. Hierbij is met name aandacht besteedt aan het uitvoeren van de transfer van rolstoel naar fiets.

Een kind van negen met balansproblemen heeft onder begeleiding van een fysiotherapeut een transfer uitgevoerd van zijn rolstoel naar de driewiel fiets. Vervolgens is er een korte afstand gefietst en is er een transfer uitgevoerd vanaf driewiel fiets naar rolstoel. Het testprotocol is te vinden in bijlage 4.

Bij de transfer van rolstoel naar driewiel fiets werd door de fysiotherapeut het zadel naar de zijkant gedraaid en het stuur omhoog gezet om meer ruimte te creëren. Vervolgens voerde de proefpersoon een transfer uit van rolstoel naar de zitting van de driewiel fiets. De tweede stap is de benen op de trappers plaatsen. Het zadel werd terug gedraaid naar de middenstand en weer gefixeerd. Bij deze handeling is te zien dat de verlaagde instap zijn voordelen heeft, omdat één been nog over het frame geplaatst moet worden.

Tijdens de proefrit was duidelijk te zien dat voor deze proefpersoon tijdens het fietsen meerdere aanpassingen nodig zijn om zelfstandig te kunnen fietsen. Ondanks de toe clips die op de pedalen waren gemonteerd gaf dit onvoldoende steun om de voeten de gehele tijd op de pedalen te laten staan. Wat ook te zien was tijdens de proef was dat de benen gingen scharen, waarbij één knie de andere knie blokkeert.

Bij de transfer van driewiel fiets naar rolstoel werd de fiets eerst op de handrem gezet. Hierna volgde het zelfstandig overstappen tot de rolstoel. Er was te zien dat de proefpersoon enige stabiliteit nodig had waardoor hij gebruik maakte van het stuur van de fiets om in evenwicht te blijven.

De uitgevoerde handelingen zijn na de proefrit met de fysiotherapeut besproken. Op de feedback die in deze fase is verkregen wordt in de discussie uitgebreid ingegaan.

## 5.2 Toetsing aan eisen

In onderstaande tabel is weergegeven of het prototype voldoet aan de gestelde eisen en wensen.

Tabel 10 Toetsing aan eisen

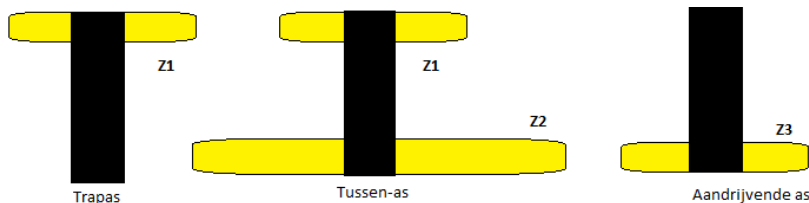
| Eisen                                                                                                                                    | Voldaan<br>(Ja/nee) | Opmerkingen                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. De zitting van de fiets kan 90 graden naar links en rechts worden gedraaid.                                                           | Ja                  |                                                                                                                            |
| 2. Het zwaartepunt van de fiets moet zo laag mogelijk blijven.                                                                           | Ja                  |                                                                                                                            |
| 3. De fiets kan worden voorzien van een anti schaarplank                                                                                 | N.v.t.              | In het prototype is de optie niet beschikbaar, in het eindproduct moet dit uiteindelijk mogelijk zijn.                     |
| 4. De fiets is in staat een bocht van 90 graden te maken in een openbaar gebouw.                                                         | Ja                  | Op een gang van twee meter breed is dit mogelijk.                                                                          |
| 5. De voeten kunnen gefixeerd worden aan de pedalen.                                                                                     | Ja                  | Fixatie is nu met behulp van toe clips, volledige fixatie is mogelijk door de toe clips voor voetenbakjes te vervangen.    |
| 6. De instaphoogte van de fiets bedraagt maximaal 15 cm.                                                                                 | Ja                  |                                                                                                                            |
| 7. De fiets is voorzien van een zadel dat stevigheid biedt aan de zithouding.                                                            | Ja                  | De stevigheid kan beter door een breder zadel en een rugleuning met zijpelotten.                                           |
| 8. De lengte van de fiets bedraagt maximaal 170 cm.                                                                                      | Ja                  |                                                                                                                            |
| 9. De breedte van de fiets bedraagt maximaal 80 cm.                                                                                      | Ja                  |                                                                                                                            |
| 10. Het stuur van de fiets is verlengbaar van 46 cm (zitting – stuur kortste stand) tot ten minste 61 cm (zitting – stuur verste stand). | Ja                  |                                                                                                                            |
| 11. De afstand van het zadel (rug zitting) tot crank (verste pedaal) is instelbaar van 59 tot 98 cm.                                     | Ja                  | De verstelling is nu afhankelijk van een aantal standen. In het uiteindelijke product moet deze verstelling traploos zijn. |
| 12. Het zadel kan van 35 tot 50 cm in hoogte worden versteld.                                                                            | Ja                  | Wanneer het zadel hoger wordt geplaatst vergroot de afstand rug zitting tot crank.                                         |

|                                                                                                                       |    |                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13. De ideale overbrengingsverhouding ligt tussen de 40 tot 60 omwentelingen per minuut bij een snelheid van 10 km/u. | Ja | In het definitieve product moeten versnellingen worden toegevoegd zodat de ideale verhouding per gebruiker is in te stellen. |
| 14. De maximale draaicirkel bedraagt ongeveer 3000 mm.                                                                | Ja | Wanneer het voorwiel haaks op de achterwielen staat, is het mogelijk de fiets om zijn eigen as te draaien                    |
| 15. De fiets is voorzien van een kettingoverbrenging.                                                                 | Ja |                                                                                                                              |
| 16. Het stuur kan makkelijk worden versteld en geeft veel ruimte voor de instap.                                      | Ja | Verstelling gebeurt d.m.v. een klem die met één handeling vast of los kan.                                                   |
| 17. Het frame van de fiets wordt vervaardigd uit staal                                                                | Ja |                                                                                                                              |



## 6. Discussie

Door de gebruikte overbrenging in het geleverde product is deels ruimte gebruikt wat ten koste gaat van de instap ruimte van de gebruiker. De ruimte zou kunnen worden vergroot door op de trapas een kleiner tandwiel aan te brengen. Om dezelfde overbrengingsverhouding te behouden worden op een as tussen de aandrijvende as en de trapas twee kettingwielen geplaatst. Door deze tussen-as wordt de gewenste overbrengingsverhouding behouden.



Figuur 16 Trapas, tussen-as, aandrijvende as

Omdat de driewielfiets een goedkope versie is van een toekomstig product zijn niet alle onderdelen van de gewenste kwaliteit die het definitieve product moet gaan hebben. Doordat er in de fiets veel mechanische onderdelen zijn, heeft dit gevolgen voor onder andere de speling die optreedt in het stuursysteem. Doordat hier gebruik is gemaakt van een dubbele kruiskoppeling is er een spelingsruimte waarneembaar tussen het stuur ten opzichte van de voorvork.

Om dezelfde reden is de stabiliteit van de zitting niet optimaal. Doordat ook het draaisysteem van de zitting, een mechanisch onderdeel, is vervaardigd uit kunststof treedt hier na vele malen draaien onder druk speling op. Deze speling treedt vooral op bij het naar links en rechts hellen. Wanneer de gebruiker op de driewielfiets zit is de zitting stabiel en is er weinig speling waarneembaar.

De volgende punten die worden besproken komen voort uit de testfase welke in samenwerking met een kinderfysiotherapeut is uitgevoerd. De meeste kinderen met balansproblemen kunnen op hun huidige fietsen niet zelfstandig een transfer uitvoeren. Hoewel het prototype is voorzien van een aantal hulpmiddelen om dit te vergemakkelijken, zijn er toch nog een aantal aanpassingen nodig om de transfers makkelijker en veilig te laten verlopen.

Hoewel het huidige stuur geschikt is voor de tienjarige proefpersoon in de testfase is het voor te stellen dat het stuur te robuust is voor jongere kinderen. Daarnaast komt het voor dat een andere handgreep nodig is welke meer grip en verschillende mogelijkheden voor het vasthouden biedt.

Een andere optie wat ondersteuning zou bieden tijdens het uitvoeren van een transfer is de mogelijkheid om het stuur in zijn geheel te fixeren. Het stuur kan dan worden gebruikt om tijdens een transfer op te steunen. Er zijn op de huidige markt voor zover bekend geen producten waarbij dit mogelijk is.

Doordat het zadel kan worden verdraaid in de richting waarvan uit het kind opstapt geeft dit enorm veel voordelen bij het uitvoeren van een transfer. Het belangrijkste punt is dat er plaats kan worden genomen op de zitting zonder dat er eerst over het frame heen gestapt moet worden. Om het zelfstandig uitvoeren van een transfer makkelijker te maken zal het verdraaiingsmechanisme van het zadel moeten worden aangepast. In het huidige systeem wordt een knop vastgedraaid wat het zadel fixeert aan het frame. Het is voor te stellen dat dit voor de gemiddelde persoon al geen gemakkelijke

handeling is. Om het verdraaien te vereenvoudigen is te denken aan een hendel die naast de zitting wordt ingeknepen waardoor de zitting kan draaien.

Een ander punt wat bij het definitieve product moet worden verbeterd is het gebruik van een zitting welke meer stabiliteit biedt. Om de stabiliteit te verbeteren moet de standaard zitting breder worden en voorzien van contouren die ondersteuning bieden aan de gebruiker. Wanneer dit onvoldoende steun biedt moet er een optie zijn om zijpelotten en een fixatieband te monteren.

De verstelling van de afstand zitting-crank en de zithoogte is in het prototype afhankelijk van een aantal trappen. De zitting kan nu in trappen van telkens ongeveer tien centimeter worden versteld. In het definitieve product moet deze verstelling traploos zijn, zodat de afstand exact op de gebruiker kan worden ingesteld. Daarnaast moet de zitting in deze richting te verstellen zijn wanneer de gebruiker op de fiets zit. Hierdoor hoeft er niet eerst een (zware) transfer te worden uitgevoerd om de zitting in de juiste positie te verstellen.

Het is voor te stellen dat ieder kind een andere mate van beperking heeft. Voor sommige kinderen zijn minder hulpmiddelen noodzakelijk dan voor anderen. Het definitieve product moet kunnen worden voorzien van een aantal hulpmiddelen waardoor de fiets specifiek voor elk kind kan worden ingesteld. De fiets moet kunnen worden voorzien van een anti-schaarplank, welke voorkomt dat de benen kruisen waardoor er niet verder kan worden gefietst. Ook uit de testfase blijkt dat voor een proefpersoon van tien jaar met CP (GMFCS III) alleen toe clips onvoldoende zijn en de voeten nog van de pedalen vielen. Dit werd mede veroorzaakt doordat de pedalen ver naar voren staan. Een oplossing hiervoor is voetenbakjes monteren waarop de voeten volledig gefixeerd zijn. Wanneer jongere kinderen de fiets gebruiken moet deze eenmalig worden voorzien van de juiste zitting, stuur en andere benodigde hulpmiddelen.

Het prototype heeft slechts één overbrengingsverhouding, gebaseerd op het gemiddelde van de doelgroep. Om elk kind eenvoudig op het eindproduct te kunnen laten fietsen moet deze worden voorzien van versnellingen. Wanneer alleen een lichtere versnelling te zwaar is, moet de fiets kunnen worden voorzien van een elektrische ondersteuning.



## 7. Conclusie

Bij de huidige fietsen die worden gebruikt voor kinderen met balansproblemen is het voor de kinderen erg moeilijk om zelfstandig op en af te stappen. Het doel is dit op en afstappen, het uitvoeren van een transfer, voor de doelgroep makkelijker te maken zodat het uiteindelijk zelfstandig mogelijk is.

De hoofdvraag luidt:

“Kan er een stabiele fiets worden ontworpen waar kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen zelfstandig een transfer van en naar kunnen uitvoeren? “.

Bij het prototype is het uitvoeren een transfer van rolstoel naar fiets niet geheel zelfstandig mogelijk, de transfer is mogelijk wanneer een fysiotherapeut hierbij ondersteuning biedt aan het kind. De transfer terug, vanaf fiets naar rolstoel, is zelfstandig mogelijk.

Om de transfer geheel zelfstandig door de doelgroep uit te kunnen laten voeren zijn nog aanpassingen nodig aan het prototype. Deze benodigde aanpassingen zijn in de discussie besproken.

## Literatuurlijst

CDC. (2012). Anthropometric Reference Data for Children and Adults, United States 2007-2010. *Vital and Health Statistics*, 25-28.

Lintech. (2013). *Linbike Singly*. Opgehaald van Lintech:

<http://www.lintech.nl/fietsen/driewielers/linbike-singly>

MC Zuiderzee. (2016, Februari 4). *Hersenkneuzing (contusio cerebri)*. Opgehaald van MC Zuiderzee:

<https://www.mczuiderzee.com/kinderen/tieners/veel-voorkomende-ziektes/hersenkneuzing-contusio-cerebri>

Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie. (2016, Februari 4). *Spina bifida (open rug)*. Opgehaald

van Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie: <http://www.nvvn.org/patienteninfo/rug-spina-bifida.php>

Schaefer, G. (2008). Genetics considerations in cerebral palsy. *Semin Pediatr Neurol*, 32:35-41.

Takken, T., & Hulzebos, H. (2011). *Inspanningsfysiologie bij kinderen*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

TU Delft. (1993). *DINED*. Opgeroepen op Maart 25, 2016, van DINED Anthropometric Database:

<http://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>

UMCG. (2016). *Zenuw en spierziekten bij kinderen*. Opgeroepen op April 3, 2016, van umcg:

[https://www.umcg.nl/NL/Zorg/ouders/zob2/Zenuw\\_en\\_spierziekten\\_bij\\_kinderen/Paginas/default.aspx](https://www.umcg.nl/NL/Zorg/ouders/zob2/Zenuw_en_spierziekten_bij_kinderen/Paginas/default.aspx)

Vanraam. (2008). *Easy rider driewieler*. Opgeroepen op April 7, 2016, van Vanraam:

<https://www.vanraam.nl/driewielfiets-driewieler-easy-rider/itm/12348>

## Bijlagen

### Bijlage 1: Vragenlijst verzorgers van kinderen met balansproblemen

**Vragenlijst** Verzorgers van kinderen met balansproblemen.

Deze vragenlijst is gericht aan de ouders en verzorgers van kinderen van zes tot en met twaalf jaar met balansproblemen, omdat zij elke dag te maken hebben met moeilijkheden die regelmatig worden ondervonden.

De doelgroep betreft kinderen die niet in staat zijn gedurende langere tijd op een normale fiets met twee wielen te fietsen, of voor wie het makkelijker is een aangepaste driewieler te gebruiken.

De vragenlijst betreft een aantal algemene vragen, vervolgens wordt specifiek gevraagd wat volgens u belangrijke aandachtspunten zijn.

1. Hoe oud is het kind? Jongen / Meisje? (Doorstrepen wat niet van toepassing is).
2. Wat is de oorzaak van het balansprobleem bij het kind?
3. Vindt u het veilig het kind op een tweewieler te laten fietsen? Waar bent u bang voor? Hoe veilig vindt u dit? (1 niet veilig, 10 zeer veilig). [ 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 ]
4. Hebt u ideeën hoe dit veiliger zou kunnen?
5. Kunt u beschrijven welke problemen u zoal terug ziet bij het kind? (bijvoorbeeld met het naar school gaan, opstappen, afstappen, omkijken).
6. Raakt het kind snel vermoeid bij het fietsen op een twee- of driewieler? Zo ja, hoe erg raakt het kind vermoeid (1 zeer weinig, 10 zeer erg). [ 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 ]
7. Zijn er verder dingen waar het kind moeite mee heeft tijdens het fietsen of moeite met de fiets zelf?
8. Hebt u zelf ideeën over hoe een (driewiel)fiets aangepast kan worden zodat deze geschikter wordt voor het kind?

9. Hebt u nog opmerkingen of overige aandachtspunten?

Een kind wil meestal net als de rest van zijn klas op een tweewieler fietsen, indien dit niet mogelijk is biedt een driewieler een goed alternatief. Buiten de functionaliteit van de fiets is het voor een kind dan ook belangrijk dat de fiets een stoer uiterlijk heeft. Ideeën over de lay out van de fiets kunnen hieronder worden aangegeven.

## Bijlage 2: Antropometrische gegevens

| Lichaamsmaten jongens en meisjes 6 tot 12 jaar, P5, P50 en P95 in cm |     |                              |                              |                                    |              |                 |                      |
|----------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|
| Jongens en meisjes, Leeftijd                                         |     | Zitdiepte / bovenbeen lengte | Zithoogte / onderbeen lengte | Lengte zitvlak tot bovenkant hoofd | Heup breedte | Schouder hoogte | Reikhoogte (zittend) |
| 6 Jaar                                                               | P5  | 30.1                         | 29.6                         | 62.0                               | 20.5         | 36.7            | 82.8                 |
|                                                                      | P50 | 33.7                         | 32.8                         | 66.4                               | 23.1         | 40.4            | 89.4                 |
|                                                                      | P95 | 37.3                         | 35.9                         | 70.8                               | 25.6         | 44.0            | 95.9                 |
| 7 Jaar                                                               | P5  | 32.2                         | 31.3                         | 64.4                               | 21.1         | 38.4            | 85.7                 |
|                                                                      | P50 | 35.9                         | 34.8                         | 68.9                               | 24.3         | 42.3            | 94.0                 |
|                                                                      | P95 | 39.5                         | 38.3                         | 73.3                               | 27.4         | 46.2            | 102.2                |
| 8 Jaar                                                               | P5  | 33.5                         | 33.4                         | 66.4                               | 21.9         | 40.1            | 90.4                 |
|                                                                      | P50 | 37.4                         | 36.7                         | 71.0                               | 25.0         | 43.9            | 97.5                 |
|                                                                      | P95 | 41.3                         | 39.9                         | 75.6                               | 28.0         | 47.6            | 104.6                |
| 9 Jaar                                                               | P5  | 35.7                         | 35.0                         | 68.4                               | 22.4         | 41.3            | 93.7                 |
|                                                                      | P50 | 39.9                         | 38.8                         | 73.6                               | 26.1         | 45.6            | 101.9                |
|                                                                      | P95 | 44.0                         | 42.6                         | 78.7                               | 29.7         | 49.8            | 110.1                |
| 10 Jaar                                                              | P5  | 37.6                         | 36.7                         | 70.3                               | 23.4         | 43.0            | 96.9                 |
|                                                                      | P50 | 42.0                         | 40.7                         | 76.0                               | 27.7         | 47.7            | 106.2                |
|                                                                      | P95 | 46.3                         | 44.7                         | 81.6                               | 32.0         | 52.3            | 115.5                |
| 11 Jaar                                                              | P5  | 39.0                         | 38.5                         | 72.0                               | 24.2         | 44.3            | 100.2                |
|                                                                      | P50 | 43.4                         | 42.6                         | 77.9                               | 28.6         | 49.0            | 109.7                |
|                                                                      | P95 | 47.8                         | 46.7                         | 83.7                               | 32.9         | 53.7            | 119.2                |
| 12 Jaar                                                              | P5  | 40.6                         | 39.2                         | 73.7                               | 24.8         | 45.6            | 102.0                |
|                                                                      | P50 | 45.2                         | 43.8                         | 80.1                               | 29.5         | 50.9            | 113.3                |
|                                                                      | P95 | 49.7                         | 48.3                         | 86.5                               | 34.2         | 56.2            | 124.6                |

| <b>Bovenarmlengte jongens 6 tot 12 jaar, P5, P50 en P95 in cm</b> |                                        |                         |                          |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Jongens,<br>Leeftijd                                              | Gemiddelde<br>bovenarm<br>lengte (P50) | Bovenarm<br>lengte (P5) | Bovenarm<br>lengte (P95) |
| 6 Jaar                                                            | 24.9                                   | 21.5                    | 27.9                     |
| 7 Jaar                                                            | 26.1                                   | 23.5                    | 28.6                     |
| 8 Jaar                                                            | 27.6                                   | 24.6                    | 30.7                     |
| 9 Jaar                                                            | 29.2                                   | 24.9                    | 33.0                     |
| 10 Jaar                                                           | 30.4                                   | 27.0                    | 33.6                     |
| 11 Jaar                                                           | 32.1                                   | 28.9                    | 35.7                     |
| 12 Jaar                                                           | 33.3                                   | 29.5                    | 37.0                     |
| <b>Bovenarmlengte meisjes 6 tot 12 jaar, P5, P50 en P95 in cm</b> |                                        |                         |                          |
| Meisjes,<br>Leeftijd                                              | Gemiddelde<br>bovenarm<br>lengte (P50) | Bovenarm lengte<br>(P5) | Bovenarm<br>lengte (P95) |
| 6 Jaar                                                            | 24.5                                   | 21.9                    | 26.8                     |
| 7 Jaar                                                            | 25.9                                   | 22.7                    | 28.6                     |
| 8 Jaar                                                            | 27.7                                   | 24.3                    | 31.3                     |
| 9 Jaar                                                            | 29.0                                   | 26.0                    | 32.2                     |
| 10 Jaar                                                           | 30.7                                   | 27.4                    | 34.2                     |
| 11 Jaar                                                           | 32.3                                   | 28.6                    | 36.0                     |
| 12 Jaar                                                           | 33.5                                   | 29.2                    | 37.0                     |

## Bijlage 3: Sterkte analyse Simulation Solidworks



### Description

Het gedeelte van het frame waarvan punten onder de hoogst mogelijke belasting komen te staan.

## Simulation of frame

**Date:** 1 September 2016

**Designer:** Solidworks

**Study name:** Static 1

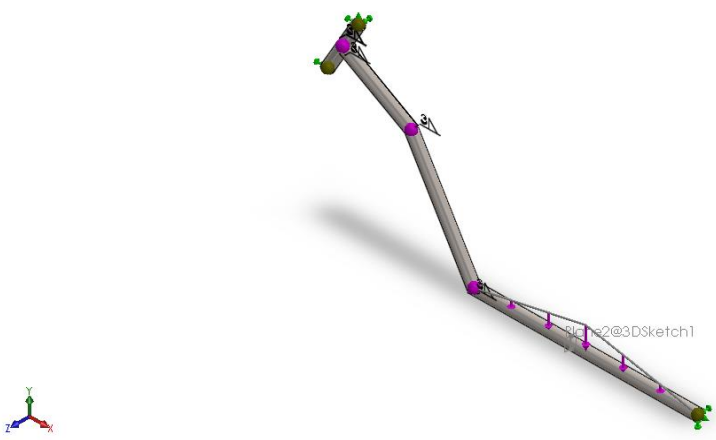
**Analysis type:** Static

### Table of Contents

|                       |                                            |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| Description           | 36                                         |
| Assumptions           | <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |
| Model Information     | 37                                         |
| Study Properties      | 39                                         |
| Units                 | 39                                         |
| Material Properties   | 40                                         |
| Loads and Fixtures    | 40                                         |
| Connector Definitions | <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |
| Contact Information   | <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |
| Mesh Information      | 41                                         |
| Sensor Details        | 41                                         |
| Resultant Forces      | 42                                         |
| Beams                 | <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |
| Study Results         | <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |
| Conclusion            | 42                                         |



Model Information



Model name: frame sm3

Current Configuration: Default<As Machined>

Beam Bodies:

| Document Name and Reference                                                                                                  | Formulation        | Properties                                                                                                                                                                                                                               | Document Path/Date Modified                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Beam-1(Structural Member5[2])</div>  | Beam – Uniform C/S | <div>Section Standard-iso/pipe/40.0 x 2.0</div> <div>Section Area: 238.258in^2</div> <div>Length:324.7mm</div> <div>Volume:7.74273e-005m^3</div> <div>Mass Density:7700kg/m^3</div> <div>Mass:0.59619kg</div> <div>Weight:5.84266N</div> | <div>D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewiel fiets\frame sm3.SLDPRT</div> <div>Sept 1 16:10:03 2016</div> |

|                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Beam-2(Structural Member5[1])</p>    | Beam – Uniform C/S | <p>Section Standard-iso/pipe/40.0 x 2.0</p> <p>Section Area:<br/>238.258in<sup>2</sup></p> <p>Length:580.033mm</p> <p>Volume:0.0001382m<sup>3</sup></p> <p>Mass<br/>Density:7700kg/m<sup>3</sup></p> <p>Mass:1.06414kg</p> <p>Weight:10.4286N</p>     | <p>D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewiel-fiets\frame sm3.SLDPRT</p> <p>Sept 1 16:10:03 2016</p> |
| <p>Beam-3(Structural Member6)</p>      | Beam – Uniform C/S | <p>Section Standard-iso/pipe/40.0 x 2.0</p> <p>Section Area:<br/>238.258in<sup>2</sup></p> <p>Length:80mm</p> <p>Volume:1.90607e-005m<sup>3</sup></p> <p>Mass<br/>Density:7700kg/m<sup>3</sup></p> <p>Mass:0.146767kg</p> <p>Weight:1.43832N</p>      | <p>D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewiel-fiets\frame sm3.SLDPRT</p> <p>Sept 1 16:10:03 2016</p> |
| <p>Beam-4(Structural Member5[4])</p>  | Beam – Uniform C/S | <p>Section Standard-iso/pipe/40.0 x 2.0</p> <p>Section Area:<br/>238.258in<sup>2</sup></p> <p>Length:79.6717mm</p> <p>Volume:1.90613e-005m<sup>3</sup></p> <p>Mass<br/>Density:7700kg/m<sup>3</sup></p> <p>Mass:0.146772kg</p> <p>Weight:1.43836N</p> | <p>D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewiel-fiets\frame sm3.SLDPRT</p> <p>Sept 1 16:10:03 2016</p> |

|                                                                                                                        |                           |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Beam-5(Structural Member5[3])</p>  | <p>Beam – Uniform C/S</p> | <p>Section Standard-iso/pipe/40.0 x 2.0</p> <p>Section Area: 238.258in<sup>2</sup></p> <p>Length:206.933mm</p> <p>Volume:4.8594e-005m<sup>3</sup></p> <p>Mass Density:7700kg/m<sup>3</sup></p> <p>Mass:0.374174kg</p> <p>Weight:3.6669N</p> | <p>D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewielfiets\frame sm3.SLDPRT</p> <p>Sept 1 16:10:03 2016</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Study Properties

|                                     |                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Study name</b>                   | Static 3                                                                  |
| <b>Analysis type</b>                | Static                                                                    |
| <b>Mesh type</b>                    | Beam Mesh                                                                 |
| <b>Solver type</b>                  | Direct sparse solver                                                      |
| <b>Inplane Effect:</b>              | Off                                                                       |
| <b>Soft Spring:</b>                 | Off                                                                       |
| <b>Inertial Relief:</b>             | Off                                                                       |
| <b>Incompatible bonding options</b> | Automatic                                                                 |
| <b>Large displacement</b>           | Off                                                                       |
| <b>Compute free body forces</b>     | On                                                                        |
| <b>Result folder</b>                | SolidWorks document<br>(D:\Bewegingstechnologie\Afstuderen\Driewielfiets) |

## Units

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| <b>Unit system:</b>        | SI (MKS) |
| <b>Length/Displacement</b> | mm       |

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| Temperature      | Kelvin           |
| Angular velocity | Rad/sec          |
| Pressure/Stress  | N/m <sup>2</sup> |

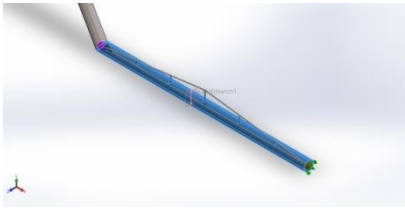
## Material Properties

| Model Reference                                                                  | Properties                                      | Components                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|  | Name: Alloy Steel                               | SolidBody 1(Structural Member5[2])(frame sm3), |
|                                                                                  | Model type: Linear Elastic Isotropic            | SolidBody 2(Structural Member5[1])(frame sm3), |
|                                                                                  | Default failure criterion: Max von Mises Stress | SolidBody 3(Structural Member6)(frame sm3),    |
|                                                                                  | Yield strength: 6.20422e+008 N/m^2              | SolidBody 4(Structural Member5[4])(frame sm3), |
|                                                                                  | Tensile strength: 7.23826e+008 N/m^2            | SolidBody 5(Structural Member5[3])(frame sm3)  |
|                                                                                  | Elastic modulus: 2.1e+011 N/m^2                 |                                                |
|                                                                                  | Poisson's ratio: 0.28                           |                                                |
|                                                                                  | Mass density: 7700 kg/m^3                       |                                                |
|                                                                                  | Shear modulus: 7.9e+010 N/m^2                   |                                                |
| Thermal expansion coefficient: 1.3e-005 /Kelvin                                  |                                                 |                                                |
| Curve Data:N/A                                                                   |                                                 |                                                |

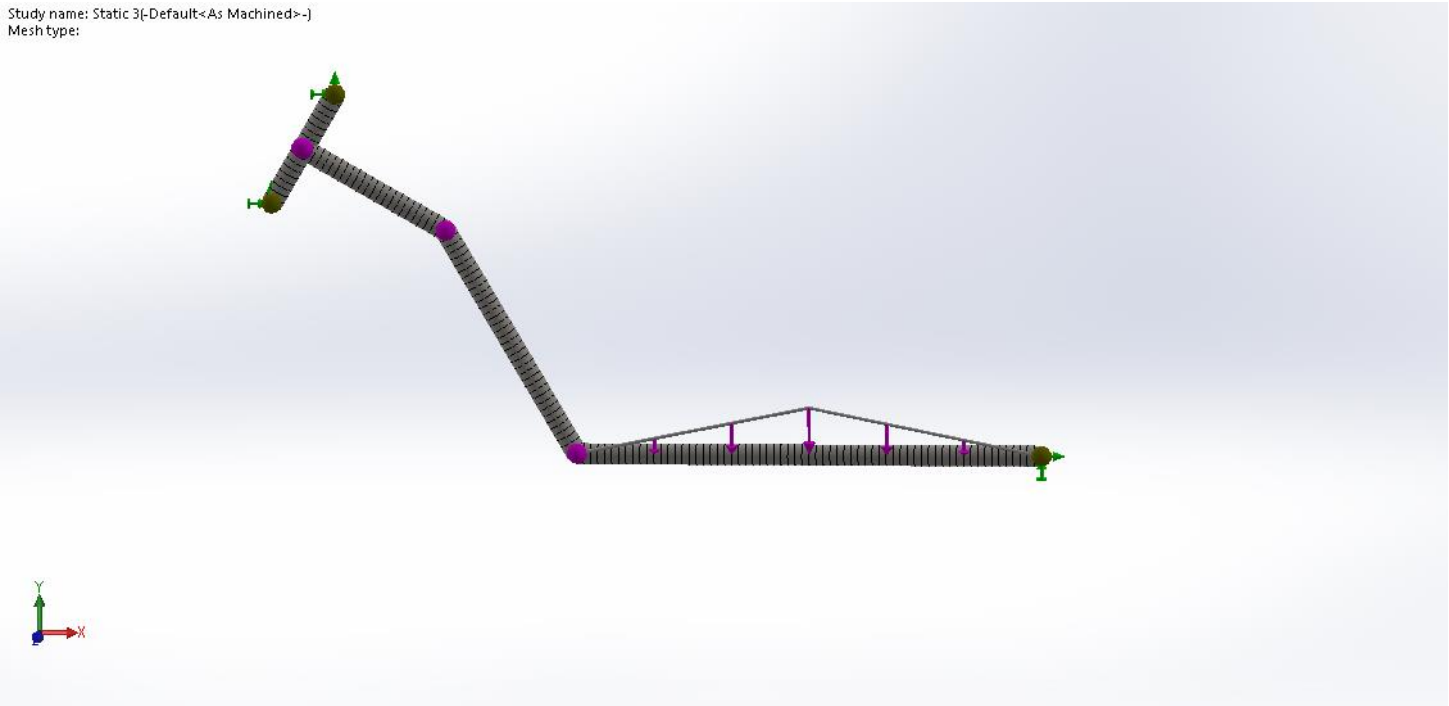
## Loads and Fixtures

| Fixture name | Fixture Image                                                                       | Fixture Details                                            |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Fixed-1      |  | <b>Entities: 3 Joint(s)</b><br><b>Type: Fixed Geometry</b> |

| Load name | Load Image | Load Details |
|-----------|------------|--------------|
|-----------|------------|--------------|

|                |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Force-1</p> |  | <p><b>Entities:</b> 1 Beam (s)</p> <p><b>Values:</b> ---, ---, 1000 N</p> <p><b>Moments:</b> ---, ---, --- N.m</p> <p><b>Non uniform load options:</b> Total Load Distribution</p> <p><b>Type:</b> Triangular distribution</p> |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Mesh Information

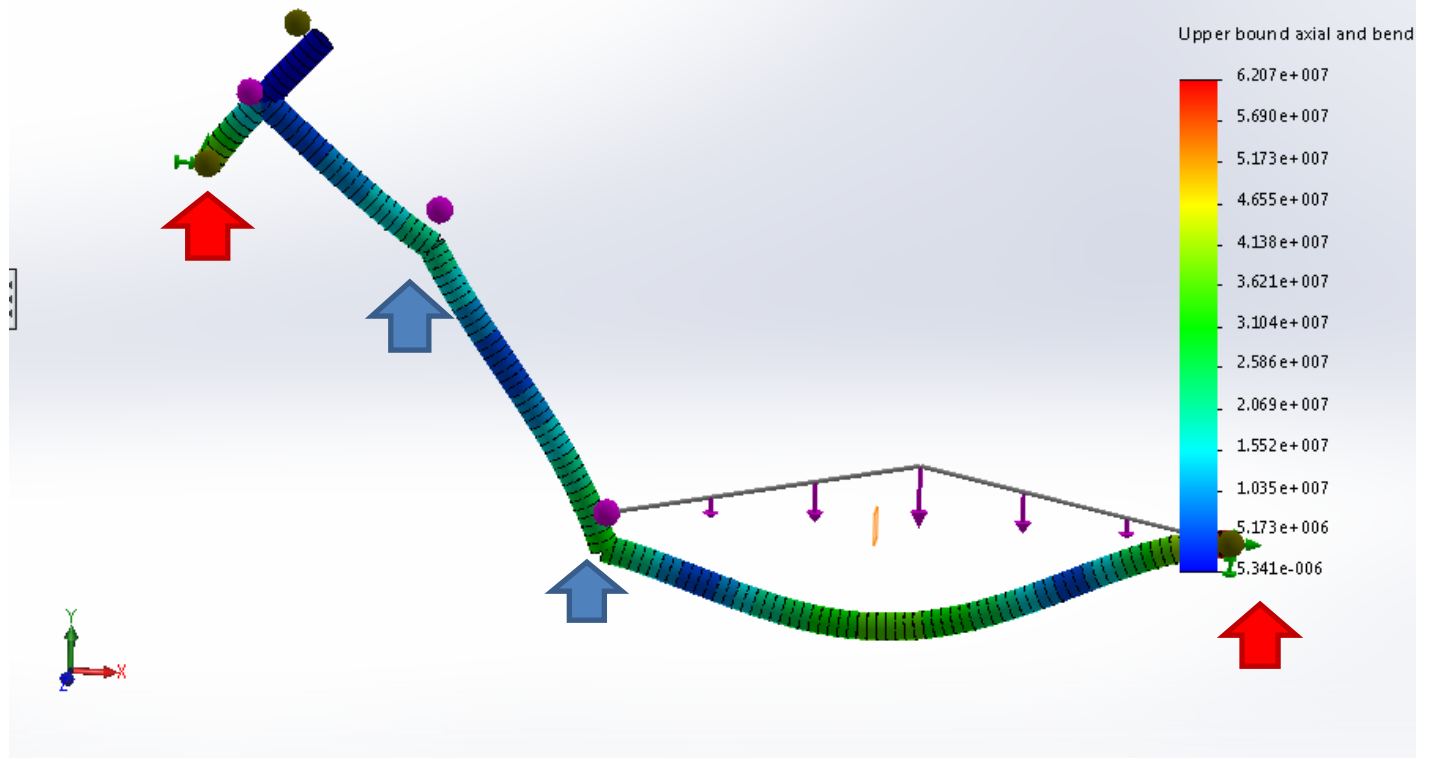


Sensor Details

| Sensor name          | Location                                                                            | Sensor Details                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Displacement1</p> |  | <p>Value :</p> <p>Entities :5 face(s)</p> <p>Result :Displacement</p> <p>Component :URES: Resultant Displacement</p> <p>Criterion :Max over Selected Entities</p> <p>Step Criterion : Across all Steps</p> <p>Step No.:1</p> <p>Alert Value: NA</p> |

## Resultant Forces

Model name: frame sm3  
Study name: Static 2(-Default<As Machined>-)  
Plot type: Upper bound axial and bending Stress1  
Deformation scale: 293.701



## Conclusion

De krachten lopen het hoogst op in twee bevestigingspunten zoals is aangegeven met blauwe pijlen in de afbeelding op de vorige pagina. Dit zijn de punten waar het ontwerp eventueel verstevigd kan worden. Met de rode pijlen zijn de fixaties aangegeven ten behoeve van de stressanalyse.

## Bijlage 4: Testprotocol

### Testprotocol

Dit protocol is opgesteld om de handelingen bij het uitvoeren van een transfer van en naar fiets stapsgewijs uit te kunnen voeren.

Transfer naar fiets:

1. Het voorwiel wordt op de handrem gezet zodat de fiets op zijn plek blijft staan tijdens de transfer. Vervolgens wordt het stuur omhoog geplaatst om meer ruimte te creëren.
2. Voordat de proefpersoon op de fiets plaatsneemt wordt eerst de zitting los gedraaid met de knop onder het zadel. Vervolgens kan de zitting naar de kan worden gedraaid waarvandaan de transfer wordt uitgevoerd.
3. De transfer wordt uitgevoerd naar de zitting van de fiets.
4. Het zadel wordt recht gedraaid en vervolgens gefixeerd met de knop onder het zadel.
5. De benen van de proefpersoon worden over het frame geplaatst en op de trappers gezet.
6. Het stuur kan naar beneden worden getrokken in de gewenste positie voor de proefpersoon. Vervolgens wordt het stuur (hoog-laag) vergrendeld met de klem op de stuurverstelling.

Transfer van fiets:

1. Het voorwiel wordt op de handrem gezet.
2. De vergrendeling wordt van het stuur gehaald en het stuur wordt omhoog geplaatst.
3. De benen van de proefpersoon worden over het frame geplaatst, vervolgens wordt het zadel gedraaid naar de kant waarheen de transfer wordt uitgevoerd.
4. De laatste stap is het uitvoeren van de transfer.



## Bijlage 5: Foto's specifieke onderdelen en vervaardigingsproces







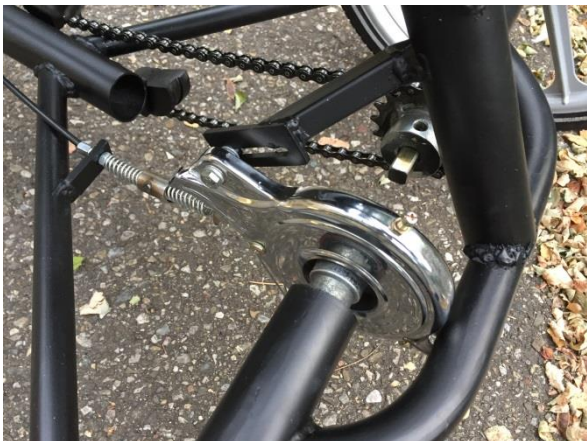






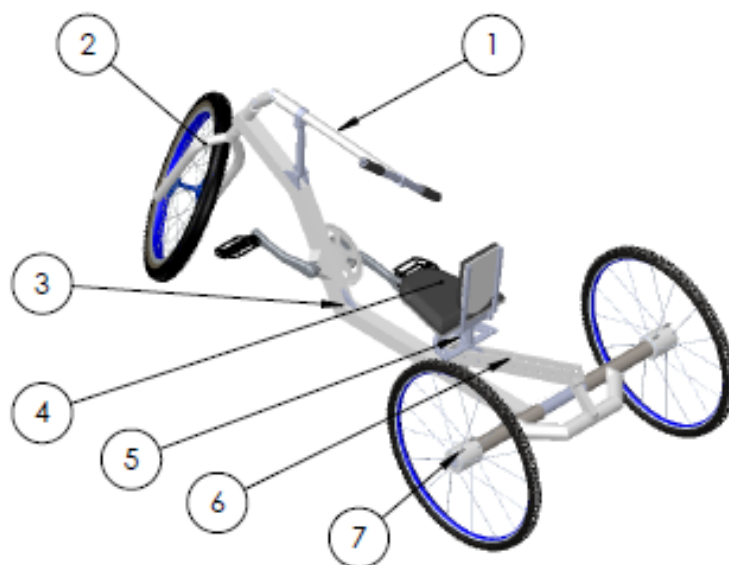








## Bijlage 6: Bouwtekeningen



| Item nr | Onderdeel                 | Beschrijving                                                              | Aantal # |
|---------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1       | Stuur                     | Stuur met rubberen handgrepen en systeem voor verstelling                 | 1        |
| 2       | Voorvork                  | Stalen voorvork                                                           | 1        |
| 3       | Frame                     | Stalen frame en achteras                                                  | 1        |
| 4       | Zitting                   | Stalen frame met beklede zitting                                          | 1        |
| 5       | Zadelverstelling          | Stalen verstellingsmechanisme van het zadel                               | 1        |
| 6       | Frame verstelling zitting | Stalen frame waarop de zitting in hoog/laag en voor/achter wordt versteld | 1        |
| 7       | Wiel                      | 20 inch wiel                                                              | 3        |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

| NAME     | SIGNATURE | DATE |  |  |  |
|----------|-----------|------|--|--|--|
| DRAWN    |           |      |  |  |  |
| CHECKED  |           |      |  |  |  |
| APPROVED |           |      |  |  |  |
| MFG      |           |      |  |  |  |
| Q.A.     |           |      |  |  |  |
|          |           |      |  |  |  |
|          |           |      |  |  |  |
|          |           |      |  |  |  |
|          |           |      |  |  |  |

TITLE:

DWG NO.

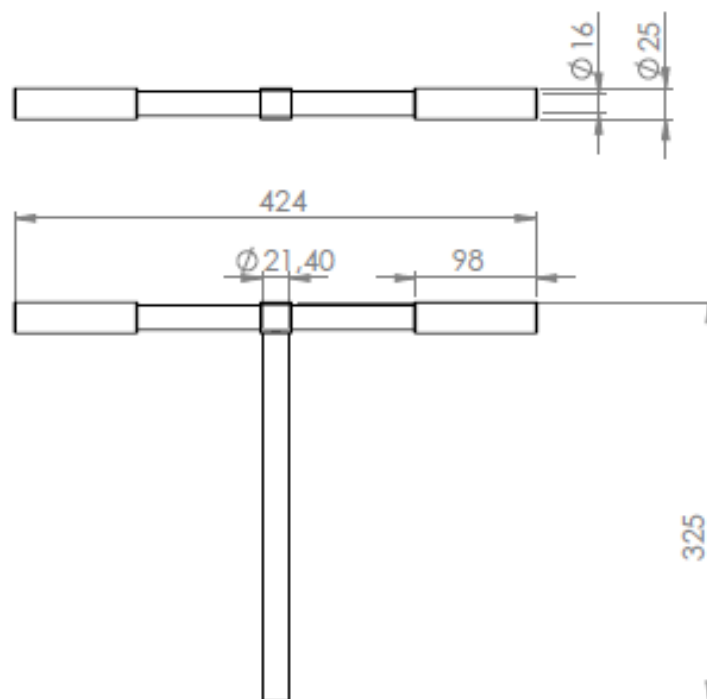
Assembly Junior

A4

SCALE:1:50

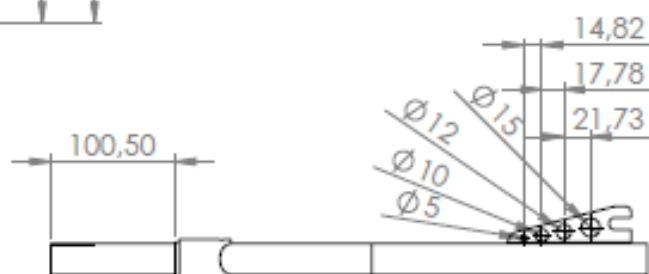
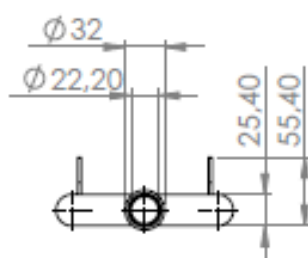
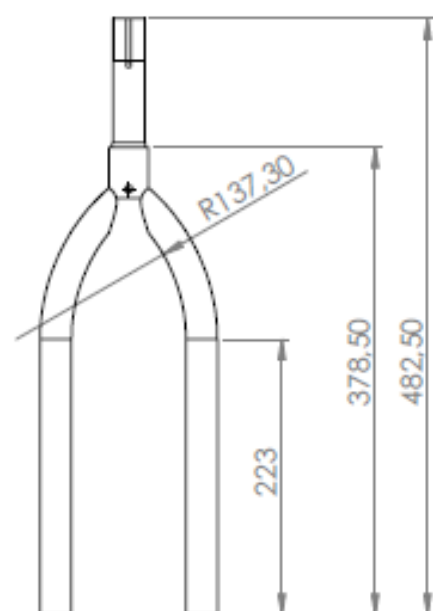
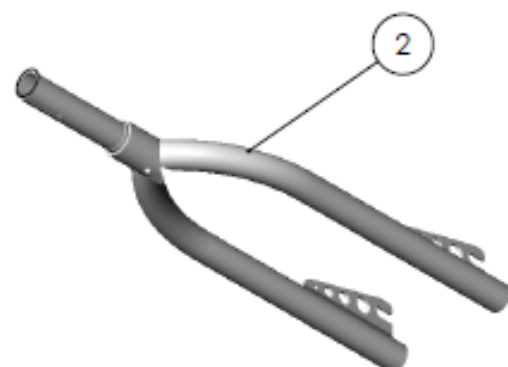
SHEET 1 OF 5



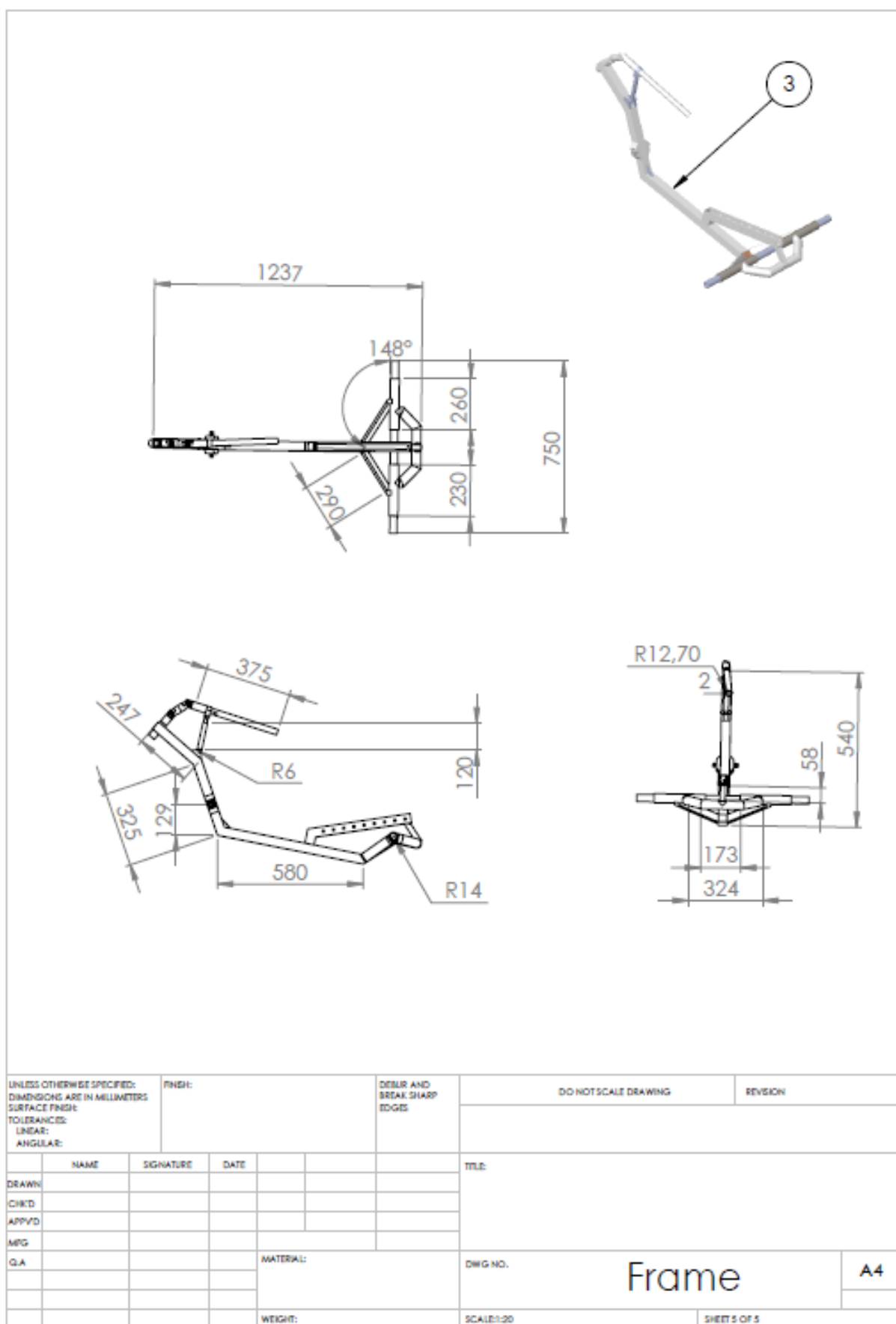


|                                                                                                                       |  |  |  |           |  |                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |          |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:<br>DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS<br>SURFACE FINISH:<br>TOLERANCES:<br>LINEAR:<br>ANGULAR: |  |  |  | FINISH:   |  | DEBUR AND<br>BREAK SHARP<br>EDGES |  | DO NOT SCALE DRAWING                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | REVISION |  |
| NAME                                                                                                                  |  |  |  | SIGNATURE |  | DATE                              |  | TITLE:                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |          |  |
| DRAWN                                                                                                                 |  |  |  |           |  |                                   |  | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>             DWG NO.             <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">Stuur</div> </div> <div>             A4             <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div> </div> </div> |  |          |  |
| CHK'D                                                                                                                 |  |  |  |           |  |                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |          |  |
| APP'VD                                                                                                                |  |  |  |           |  |                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |          |  |
| MFG                                                                                                                   |  |  |  |           |  |                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |          |  |
| Q.A.                                                                                                                  |  |  |  |           |  | MATERIAL:                         |  | SCALE: 1:10                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |          |  |
|                                                                                                                       |  |  |  |           |  |                                   |  | SHEET 3 OF 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |          |  |
|                                                                                                                       |  |  |  |           |  | WEIGHT:                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |          |  |

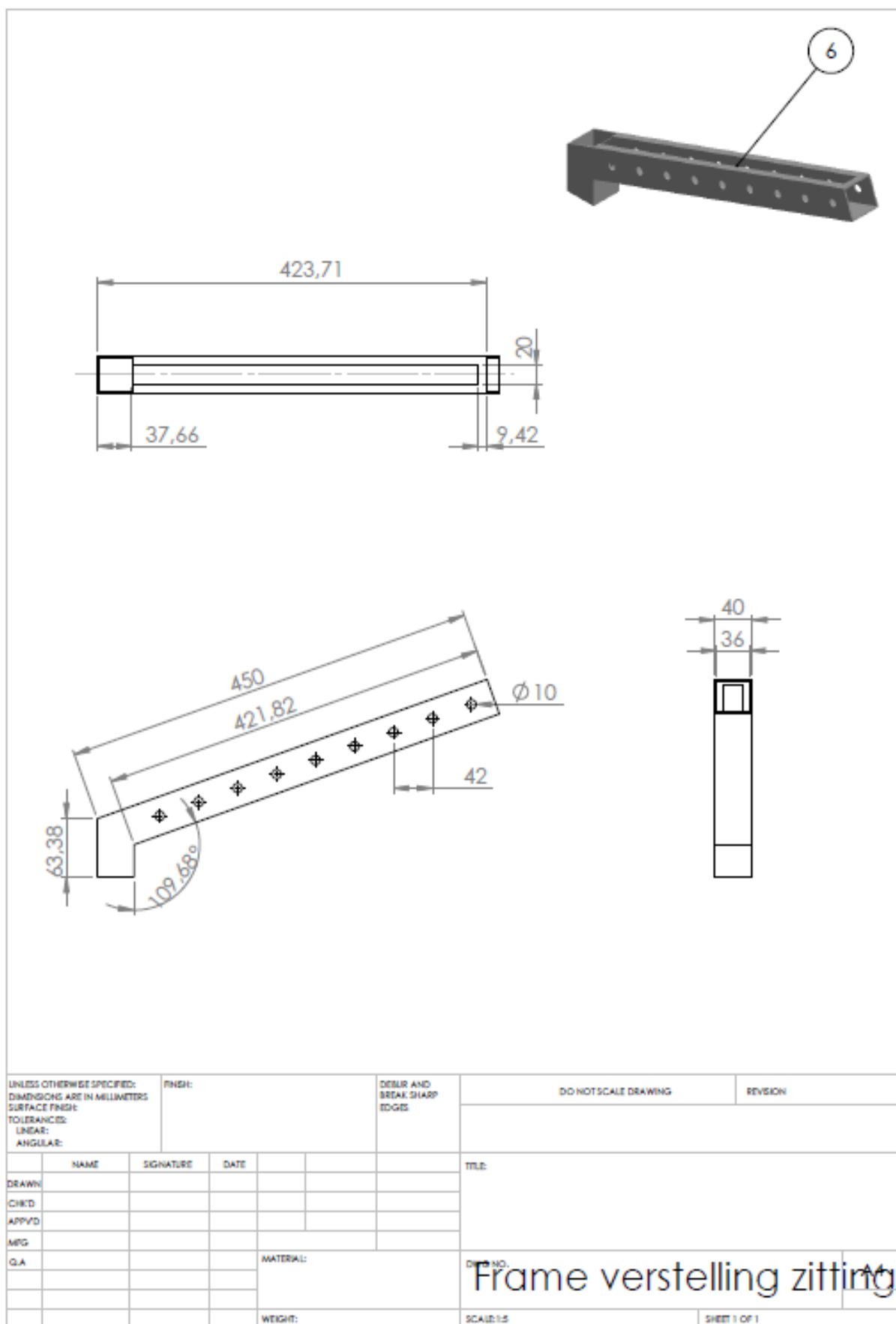


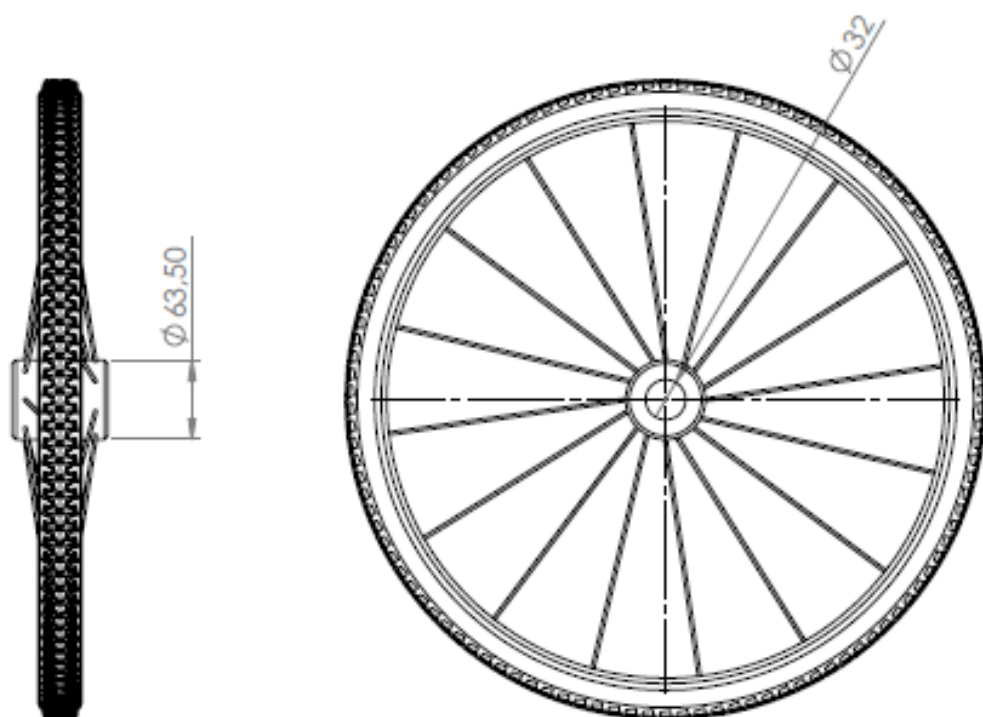


|                                                                                                                       |  |           |  |                                   |  |                      |  |              |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:<br>DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS<br>SURFACE FINISH:<br>TOLERANCES:<br>LINEAR:<br>ANGULAR: |  | FINISH:   |  | DEBUR AND<br>BREAK SHARP<br>EDGES |  | DO NOT SCALE DRAWING |  | REVISION     |  |
| NAME                                                                                                                  |  | SIGNATURE |  | DATE                              |  | TITLE:               |  |              |  |
| DRAWN                                                                                                                 |  |           |  |                                   |  |                      |  |              |  |
| CHK'D                                                                                                                 |  |           |  |                                   |  |                      |  |              |  |
| APP'D                                                                                                                 |  |           |  |                                   |  |                      |  |              |  |
| MFG                                                                                                                   |  |           |  |                                   |  |                      |  |              |  |
| Q.A                                                                                                                   |  |           |  |                                   |  | MATERIAL:            |  | DWG NO.      |  |
|                                                                                                                       |  |           |  |                                   |  |                      |  | Voorvork     |  |
|                                                                                                                       |  |           |  |                                   |  |                      |  | A4           |  |
|                                                                                                                       |  |           |  |                                   |  | WEIGHT:              |  | SCALE: 1:10  |  |
|                                                                                                                       |  |           |  |                                   |  |                      |  | SHEET 4 OF 5 |  |









|                                                                                                                       |  |      |  |           |  |                             |  |                      |  |              |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|--|-----------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:<br>DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS<br>SURFACE FINISH:<br>TOLERANCES:<br>LINEAR:<br>ANGULAR: |  |      |  | FINISH:   |  | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES |  | DO NOT SCALE DRAWING |  | REVISION     |  |
|                                                                                                                       |  | NAME |  | SIGNATURE |  | DATE                        |  |                      |  | TITLE:       |  |
| DRAWN                                                                                                                 |  |      |  |           |  |                             |  |                      |  |              |  |
| CHECKED                                                                                                               |  |      |  |           |  |                             |  |                      |  |              |  |
| APPROVED                                                                                                              |  |      |  |           |  |                             |  |                      |  |              |  |
| MPG                                                                                                                   |  |      |  |           |  |                             |  |                      |  |              |  |
| QA                                                                                                                    |  |      |  |           |  | MATERIAL:                   |  | DWG NO.              |  | A4           |  |
|                                                                                                                       |  |      |  |           |  | Material <not specified>    |  | 20 Inch wiel         |  |              |  |
|                                                                                                                       |  |      |  |           |  | WEIGHT: 2.96                |  | SCALE: 1:50          |  | SHEET 1 OF 1 |  |



Oktober '16

# Scriptie

Ontwerp van een driewielfiets voor  
kinderen met balansproblemen

Naam: Dennis van Mil  
Studentnummer: 12075817  
e-mail: dennis\_van\_mil@hotmail.com  
Behaalde studiepunten module 9 t/m 12: 51 (Exclusief vrije  
studiepunten)

## **1. Ontwerpen van een driewiel fiets voor kinderen met balansproblemen**

Werkveld: Revalidatietechniek

Beroepsrol: Ontwerpen

Extern project: Ja

Indien Extern:

Naam opdrachtgever/bedrijf: POM Revalidatietechnieken

Ondersteunend bedrijf: Nijland (Lintech)

Contactpersonen bedrijf:

Hans Phiferons, [H.phiferons@pomnijmegen.nl](mailto:H.phiferons@pomnijmegen.nl)

Jaap van Egdom, [J.vanegdom@pomnijmegen.nl](mailto:J.vanegdom@pomnijmegen.nl)

Voorlopig begeleider De Haagse Hogeschool:

Herre Faber, [H.faber@hhs.nl](mailto:H.faber@hhs.nl)

## **2. Probleemstelling**

### **2.1 Aanleiding**

Vanuit POM Revalidatietechnieken is er vraag naar een driewiel fiets die door kinderen met balans problemen van zes tot en met twaalf jaar, dagelijks gebruikt kan worden. Om deze driewiel fiets te kunnen ontwerpen zal er eerst een literatuuronderzoek naar de doelgroep verricht moeten worden. Uit dit literatuuronderzoek moet duidelijk worden welke aandoeningen met name zorgen voor deze balans problemen. Daarnaast moet duidelijk zijn wat de gevolgen hiervan zijn voor het kind en aan welke eisen de fiets moet voldoen om het kind tegemoet te komen.

De huidige driewiel fiets, de Singly, wordt geproduceerd door Lintech en is met de huidige maatvoering alleen geschikt voor volwassenen. De Singly onderscheidt zich van andere driewielers doordat de fiets een lage instap heeft, de draaicirkel klein is. Dit zijn enkele eisen die door het bedrijf aan het model gesteld worden. Ook kan de Singly worden voorzien van hulpmiddelen zoals een armsteun en veiligheidsgordel. Een nieuw ontwerp dat zowel voldoet aan de eisen voor kinderen binnen de doelgroep als aan de eisen van het bedrijf zal een oplossing bieden voor de vraag naar dit ontwerp (Lintech, 2013).

### **2.2 Doelgroep**

Het nieuwe ontwerp zal geschikt zijn voor kinderen met balans problemen van zes tot en met twaalf jaar. De exacte oorzaak van het balansprobleem verschilt per kind. De meest voorkomende oorzaken worden in het vooronderzoek in hoofdstuk 3.1 toegelicht. In het definitieve literatuuronderzoek zal duidelijk worden wat de eisen zijn aan de driewieler bij verschillende veel voorkomende aandoeningen.

### **2.3 Doelstelling**

Het eindresultaat is een prototype van een driewiel fiets die voldoet aan de eisen van de doelgroep.

### **2.4 Opdracht**

Ontwerp een driewieler voor kinderen met een balansprobleem van zes tot en met twaalf jaar die niet zelfstandig en veilig op een normale fiets kunnen fietsen.

### **2.5 Randvoorwaarden**

Er wordt een literatuurstudie uitgevoerd over de problemen waarmee de doelgroep het meest te maken krijgt en welke eisen dit stelt aan de fiets.

De antropometrie van kinderen van zes tot en met twaalf jaar moet worden geanalyseerd en uit deze maatvoering moet een nieuwe driewiel fiets worden ontworpen.

Het ontwerp moet geleverd worden met eisen die de opdrachtgever eraan stelt, een voorwaarde is dat de fiets een in hoogte en afstand verstelbaar stuur en een kleine draaicirkel heeft. De kleine draaicirkel moet voldoende zijn zodat het kind zelfstandig door een steegje of in een openbaar gebouw kan manoeuvreren. Deze kleine draaicirkel kan gevaarlijk zijn wanneer het stuur bijvoorbeeld omslaat wanneer het kind op snelheid is. De veiligheid is dan ook een belangrijk aspect. Er dient door de ouders met de huisarts te worden besproken of het verantwoord is het kind zelfstandig te laten fietsen. Er kan ook worden gedacht aan technische oplossingen zoals het begrenzen van de minimale draaicirkel vanaf een bepaalde snelheid, een veiligheidsgordel of helm. Om het geheel te realiseren is begeleiding noodzakelijk vanuit het werkveld, deze begeleiding wordt bij de POM verzorgd door Jaap van Egdom. Naast begeleiding is er tijdens het vervaardigingsproces materiaal benodigd. Tijdens het vervaardigingsproces wordt een prototype gemaakt, Lintech biedt hierin ondersteuning. Tevens worden benodigde materialen door Lintech geleverd.

Het gehele proces beslaat 14 weken exclusief de laatste twee weken waarin het afronden van de eindgesprekken en de presentaties plaatsvinden. In deze periode dient een literatuuronderzoek te

worden verricht, een ontwerp te worden gemaakt en een prototype te worden getest. Na de testfase worden de evaluatiepunten uitgewerkt in de discussie.

### 3. Vooronderzoek

#### 3.1 Literatuuronderzoek

Kinderen kunnen te maken krijgen met balansproblemen door verschillende oorzaken. Een contusio cerebri of hersenkneuzing is de meest voorkomende oorzaak ten gevolge van een trauma. Dit kan leiden tot verlamingsverschijnselen, een evenwichtsstoornis of epilepsie. Bij epilepsie, maar ook bij mentale aandoeningen moeten duidelijke afspraken met de huisarts gemaakt worden of het verantwoord is het kind alleen te laten fietsen (MC Zuiderzee, 2016). Daarnaast kunnen ook aangeboren afwijkingen de oorzaak zijn voor verlamingsverschijnselen. Een oorzaak is bijvoorbeeld spina bifida oftewel een open ruggetje. Een spina bifida kan uitvalsverschijnselen aan de heupen, benen en voeten ten gevolge hebben (Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie, 2016).

#### 3.2 Marktverkenning

In onderstaande tabel is de maatvoering te zien waarop een Singly driewielfiets voor volwassenen kan worden ingesteld (Lintech, 2013).



| Specificaties reguliere Singly driewieler |            |
|-------------------------------------------|------------|
| Versnellingen                             | Sram 7     |
| Beenlengte                                | 68-96cm    |
| Instaphoogte                              | 18cm       |
| Afmetingen (l x b)                        | 180 x 74cm |
| Maximaal toelaatbaar gewicht              | 110kg      |

De driewieler kan worden voorzien van een aantal hulpmiddelen. De hulpmiddelen die op de Singly gemonteerd kunnen worden zijn weergegeven in onderstaande tabel. Een armsteun en veiligheidsgordel kunnen opties zijn om het kind in de fiets te stabiliseren wat voor een veiligere situatie zorgt.

| Accessoires                              | Pedalen                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------|
| Kilometerteller                          | Voetbakje met click-on pedaal rechts |
| Spiegel                                  | Voetbakje met click-on pedaal links  |
| Stokhouder achterop t.b.v. driewielfiets | Crank (17cm) verlengd rechts         |
| Veiligheidsgordel                        | Crank (17cm) verlengd links          |
| Rollatorsteun                            |                                      |
| Armsteun links en rechts                 |                                      |

Het probleem van het ontbreken van een driewielfiets voor kinderen, is onderling tussen Lintech en POM Revalidatietechnieken eerder besproken. Uit gesprekken met deze betrokkenen blijkt dat er nog geen ontwerp beschikbaar is om eenzelfde soort product als de Singly driewielfiets in te kunnen zetten voor de doelgroep.

#### 4. Analyse

Bij de deelvragen die zijn geformuleerd is per deelvraag de wijze vermeld waarop de vraag wordt aangepakt.

*1. Wat zijn de lichaamsmaten van kinderen van zes tot en met twaalf jaar?*

Antropometrische gegevens worden gehaald uit de dined-tabellen. Hierop moeten de afmetingen van de driewielfiets uiteindelijk aansluiten.

*2. Wat zijn de eisen van de gebruiker?*

De eisen van de gebruiker worden duidelijk aan de hand van een literatuuronderzoek. Daarnaast worden wensen van de gebruiker en ouders of begeleiders uitgevraagd in een enquête of interview. Ook wordt tijdens de testfase een mening gevraagd voor toekomstige verbeteringsmogelijkheden.

*3. Wat zijn de afmetingen van de te ontwerpen driewielfiets?*

De afmetingen worden bepaald aan de hand van antropometrie van kinderen van zes tot en met twaalf jaar. Door middel van een literatuuronderzoek naar de doelgroep wordt rekening gehouden met beperkingen in range of motion die de kinderen mogelijk hebben. Daarnaast spelen eventuele beperkingen van de doelgroep een rol bij het bepalen van de afmetingen.

*4. Welke speciale eigenschappen dient de driewielfiets te hebben?*

Dit wordt onderzocht door een literatuuronderzoek naar de doelgroep en een marktonderzoek. Tevens vinden hierover gesprekken plaats met werkgevers en werknemers van POM Revalidatietechniek en Lintech.

*5. Welke onderdelen van de driewielfiets dienen op welke wijze instelbaar te zijn?*

Naar dit punt wordt een marktonderzoek en een literatuuronderzoek naar de doelgroep gedaan. Ook dit punt zal met de opdrachtgevers besproken worden.

*6. Hoe vindt de overbrenging plaats en wat is de optimale overbrengingsverhouding?*

Om de optimale overbrengingsverhouding te bepalen voor kinderen van zes tot en met twaalf jaar wordt een literatuurstudie uitgevoerd. Daarnaast is een marktonderzoek naar overbrengingsverhoudingen nuttig.

*7. Hoe kan de draaicirkel zo kort mogelijk worden gehouden?*

Er wordt een marktonderzoek uitgevoerd naar verschillende mogelijkheden. De veiligheid is bij de korte draaicirkel een belangrijk aspect, er wordt besproken hoe kort de draaicirkel mag zijn voor de doelgroep. Dit gebeurt mede door middel van gesprekken met de opdrachtgevers.

*8. Welk materiaal en welke constructiemethoden worden gebruikt tijdens het vervaardigen van de driewielfiets?*

Het materiaal wordt geleverd door het bedrijf Lintech en POM Revalidatietechniek. Het materiaal dat voor de Singly driewielfiets gebruikt wordt zal ook worden gebruikt voor het ontwerp voor kinderen met balans problemen. Er wordt gebruik gemaakt van constructiemethoden die beschikbaar zijn bij POM Revalidatietechniek.

*9. Welke dikte en vorm moet het materiaal hebben zodat het sterk genoeg is?*

Er wordt met behulp van SolidWorks een sterktemeting uitgevoerd op het ontwerp. Hiervoor kan de massa van een zwaar kind worden gebruikt inclusief veiligheidsmarge.

## **5. Ontwerpfase**

Verskillende mogelijke oplossingen binnen een ontwerp worden naast elkaar gezet. Drie concepten die voldoende aan de randvoorwaarden worden uitgewerkt. Het beste concept wordt door middel van de kardinale methode gekozen. Dit concept zal worden uitgewerkt in SolidWorks, vervolgens wordt van dit concept een bouwtekening gemaakt.

In deze fase kunnen docenten van De Haagse Hogeschool met expertise in SolidWorks nuttige contacten zijn. Daarnaast heeft binnen het bedrijf POM Revalidatietechniek Jaap van Egdom ervaring met het ontwerpproces en het maken van bouwtekeningen, tevens zal hij het gehele proces begeleiden.

## **6. Vervaardigingfase**

In de vervaardigingsfase zal een prototype worden vervaardigd. In deze fase zijn zowel POM Revalidatietechnieken als Lintech nuttige contacten met betrekking tot begeleiding van werkzaamheden. De originele Singly driewiel fiets voor volwassenen wordt bij Lintech vervaardigd, hierdoor zullen veel onderdelen bij dit bedrijf beschikbaar zijn voor het te vervaardigen prototype. Tevens verzorgt het bedrijf de benodigde materialen. Lintech en POM bieden in deze fase alleen ondersteuning en zijn niet direct betrokken bij het vervaardigingsproces.

Het frame zal als eerste worden vervaardigd gevolgd door het stuur. Vervolgens zullen de verstelbare onderdelen worden vervaardigd en de voor de doelgroep benodigde hulpmiddelen worden gemonteerd op het frame.

## **7. Testfase / Evaluatiefase**

Tijdens de testfase zal het ontwerp door de doelgroep gebruikt worden. Het is van belang dat de testfase het algemeen dagelijkse gebruik representeert. De gebruikers en ouders of begeleiders worden in deze fase om feedback gevraagd.

Er wordt bij verschillende kinderen van verschillende lengtes getest. Zo wordt beoordeeld of de ontworpen driewiel fiets voldoende instelbaar is. In samenwerking met POM Revalidatietechnieken en de St. Maartensschool kunnen de betreffende kinderen worden getest. Tevens komt in de testfase naar voren hoe zwaar ieder kind het fietsen ervaart. Deze gegevens kunnen door middel van een interview of enquête worden afgenomen.



## 8. Voorlopige literatuurlijst

Lintech. (2013). *Linbike Singly*. Opgehaald van Lintech:

<http://www.lintech.nl/fietsen/driewielers/linbike-singly>

MC Zuiderzee. (2016, Februari 4). *Hersenkneuzing (contusio cerebri)*. Opgehaald van MC Zuiderzee:

<https://www.mczuiderzee.com/kinderen/tieners/veel-voorkomende-ziektes/hersenkneuzing-contusio-cerebri>

Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie. (2016, Februari 4). *Spina bifida (open rug)*. Opgehaald van Nederlandse Vereniging voor Neurochirurgie: <http://www.nvvn.org/patienteninfo/rug-spina-bifida.php>

## 9. Planning

| Taak                               | Beschrijving                                                                                                                              | Deadline       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Concept projectplan                |                                                                                                                                           | Blok 2 Week 5  |
| Aanpassen concept projectplan      |                                                                                                                                           | Blok 2 Week 6  |
| Aanmelden projectplan presentatie  |                                                                                                                                           | Blok 2 Week 7  |
| Definitief projectplan             |                                                                                                                                           | Blok 2 Week 9  |
| Presentatie projectplan            |                                                                                                                                           | Blok 2 Week 10 |
| Afronden vrije studiepunten        |                                                                                                                                           | Blok 3 Week 3  |
| Start vooronderzoek                | Vooronderzoek uitvoeren en de inleiding opstellen                                                                                         | Blok 3 Week 4  |
| Start analysefase                  | Uitgebreid literatuuronderzoek en marktonderzoek. Met koppeling aan gestelde eisen.                                                       | Blok 3 Week 5  |
| Start ontwerpfase deel 1           | Ideefase en toetsen van concepten aan eisen en wensen. Keuze van 1 concept. Gekozen concept uitwerken in SW, sterktemeting, bouwtekening. | Blok 3 Week 10 |
| Start ontwerpfase deel 2           | Vervaardigen en detaillering van het prototype.                                                                                           | Blok 4 Week 4  |
| Evaluatiefase                      | Testen van het prototype onder de doelgroep en optimaliseren ontwerp.                                                                     | Blok 4 Week 6  |
| Discussie & conclusie              |                                                                                                                                           | Blok 4 Week 7  |
| Inleveren definitief afstudeerwerk |                                                                                                                                           | Blok 4 Week 8  |
| Eindpresentatie (indeling)         |                                                                                                                                           | Blok 4 Week 9  |
| Afronden eindgesprekken            |                                                                                                                                           | Blok 4 Week 10 |

## **9.1 Voorlopige hoofdstukindeling**

Voorwoord

Samenvatting

Inleiding

- Probleemstelling
- Doel
- Randvoorwaarden

Analyse

- Literatuuronderzoek
- Marktverkenning
- Eisen

Ontwerpfase deel 1 (ontwerpen)

Ontwerpfase deel 2 (vervaardigen & optimaliseren)

Evaluatiefase

Discussie

Conclusie

Literatuurlijst

Bijlagen

## **10. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase**

“De leerdoelen voor de afstudeerfase dienen in overleg met de SLB docent te worden opgesteld. Betrek hierbij nadrukkelijk de evaluaties van je twee stage-periodes.

Bij elk leerdoel dient aangegeven te worden aan welk facet van het afstudeerproject het behalen van het leerdoel afgemeten kan worden. Dit laatste houdt in dat de betreffende student voor dit concrete aspect van het afstudeerwerk tevens de primaire eindverantwoordelijkheid draagt.”

### **10.1 Beroeps specifieke competentie:**

Ontwerpen vervaardigen en uitvoeren.

De bewegingstechnoloog kan op basis van uit de analyse voortkomende eisen en wensen bewegingstechnologische producten ontwerpen en bestaande producten (her)ontwerpen. Deze producten dienen voornamelijk problemen m.b.t. de menselijke houding en beweging op te lossen. De bewegingstechnoloog kan daarnaast betrokken worden bij de vervaardiging en assemblage.

Het behalen van het leerdoel kan afgemeten worden aan het prototype dat uiteindelijk wordt geleverd.

### **10.2 Algemene beroepsgerichte competentie:**

Management.

De bewegingstechnoloog kan zijn eigen werk, projecten zelfstandig plannen, organiseren, coördineren en evalueren. Hij is flexibel en klantgericht in zijn gedrag en combineert doorzettingsvermogen en ondernemerschap om de vooraf bepaalde doelstelling(en) te bereiken.

Dit leerdoel kan afgemeten worden aan het volgens planning leveren van werk tijdens contactmomenten.

### **10.3 Algemene persoonsgebonden competentie:**

Initiatief en aanpassingsvermogen.

De bewegingstechnoloog toont initiatief, kan zich snel aanpassen aan veranderende werkomgevingen, en kan op basis van doorzettingsvermogen prestatiegericht werken.

Bovenstaande competentie kan geëvalueerd worden door gesprekken met begeleiders en begeleiding binnen het werkveld.

## Bijlage 8: Persoonlijke leerdoelen en evaluatie

### Beroeps specifieke competentie:

Ontwerpen vervaardigen en uitvoeren.

*“De bewegingstechnoloog kan op basis van uit de analyse voortkomende eisen en wensen bewegingstechnologische producten ontwerpen en bestaande producten (her)ontwerpen. Deze producten dienen voornamelijk problemen m.b.t. de menselijke houding en beweging op te lossen. De bewegingstechnoloog kan daarnaast betrokken worden bij de vervaardiging en assemblage.”*

Dit leerdoel is behaald door het volgen van het bewegingstechnologische proces, waarbij vanuit de analyse verschillende ontwerpen zijn opgesteld voor de doelgroep. Met het uiteindelijk vervaardigde prototype van de driewiel fiets is bewezen dat een probleem met het menselijke bewegen (het uitvoeren van een transfer) wordt opgelost. Daarnaast ben ik tijdens het vervaardigen en assembleren niet alleen betrokken geweest, maar heb ik dit gehele proces bijna zelfstandig uitgevoerd.

### Algemene beroepsgerichte competentie:

Management.

*“De bewegingstechnoloog kan zijn eigen werk, projecten zelfstandig plannen, organiseren, coördineren en evalueren. Hij is flexibel en klantgericht in zijn gedrag en combineert doorzettingsvermogen en ondernemerschap om de vooraf bepaalde doelstelling(en) te bereiken.”*

Wegens mijn thuissituatie is de originele planning aangepast waarbij voor een latere afstudeerperiode is gekozen. Vervolgens heb ik opnieuw een planning opgesteld met concrete deadlines met betrekking tot het verslag en uit te voeren acties zoals het ontwerpen, vervaardigen en het evalueren van het eindproduct.

### Algemene persoonsgebonden competentie:

Initiatief en aanpassingsvermogen.

*“De bewegingstechnoloog toont initiatief, kan zich snel aanpassen aan veranderende werkomgevingen, en kan op basis van doorzettingsvermogen prestatiegericht werken.”*

Bij mijn voorgaande stages heb ik de feedback meegekregen om vaker vragen te stellen voordat ik ergens zelfstandig mee aan de slag ga. Tijdens mijn afstuderen heb ik deze feedback meegenomen. In processen tijdens het afstuderen zoals de analyse en het ontwerpen van het eindproduct ben ik zelfstandiger te werk gegaan dan tijdens de vervaardiging. Tijdens de vervaardiging, welke plaatsvond bij de werkplaats van POM Revalidatietechniek was er constant de mogelijkheid vragen te stellen. Tijdens deze fase had ik zelfstandiger te werk kunnen gaan.