

# Ti-Jo Sprint Performance Test

*Ontwikkeling sprint performance test voor (monitoren van) het Nederlandse rolstoelrugbyteam op de Lode Esseda rolstoelergometer.*



De Haagse Hogeschool, Den Haag  
Mens en Techniek | Bewegingstechnologie

Afstudeerscriptie  
Job de Nijs & Timothy Roos

12/06/2019

## Ti-Jo Sprint Performance Test

*Ontwikkeling sprint performance test voor (monitoren van) het Nederlandse rolstoelrugbyteam op de Lode Esseda rolstoelergometer.*

|                                  |                                                            |                                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Auteurs:</b>                  | <b>Timothy Roos (15013294)</b><br>15013294@student.hhs.nl  | <b>Job de Nijs (15035492)</b><br>15035492@student.hhs.nl |
| <b>Werkveld:</b>                 | Aangepaste sport                                           |                                                          |
| <b>Beroepsrol:</b>               | Embedded Scientist                                         |                                                          |
| <b>Instelling:</b>               | De Haagse Hogeschool, Den Haag                             |                                                          |
| <b>Studie:</b>                   | Mens en Techniek   Bewegingstechnologie                    |                                                          |
| <b>Periode:</b>                  | 04/03/2019 – 12/06/2019                                    |                                                          |
| <b>1<sup>e</sup> begeleider:</b> | Dr. Rienk van der Slikke<br>r.m.a.vanderslikke@hhs.nl      |                                                          |
| <b>2<sup>e</sup> begeleider:</b> | Ir. Jorine Koopman<br>j.koopman@hhs.nl                     |                                                          |
| <b>Opdrachtgever:</b>            | Reade, Centrum voor Revalidatie en Reumatologie, Amsterdam |                                                          |
| <b>Externe begeleider:</b>       | MSc. Sonja de Groot<br>s.d.groot@reade.nl                  |                                                          |

*“I never lose, I either win or I learn”*

- Nelson Mandela -

## Voorwoord

Dit verslag is geschreven in het kader van ons afstuderen aan de opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool Den Haag.

Deze afstudeerscriptie is in opdracht van Reade Centrum voor Revalidatie en Reumatologie Amsterdam en in samenwerking met het Nederlandse rolstoelrugbyteam geschreven. De opdracht bestaat uit het ontwikkelen van een sprint performance test op de Lode Esseda rolstoelergometer voor het Nederlands rolstoelrugbyteam.

Wij willen graag iedereen bedanken voor de goede begeleiding bij dit onderzoek. Als eerste Sonja de Groot voor de begeleiding binnen het onderzoek in Reade. Waarbij zij snel uitstekende feedback gaf waardoor wij snel door konden werken. Alle besprekingen hebben wij als erg prettig ervaren, naast informeel ook kritisch. Ook willen wij graag Jacqueline Pot en Linda van Vliet bedanken voor de test- en evaluatiemomenten. Voor de Matlab scripts bedanken we Riemer Vegter. De begeleiding vanuit de opleiding, Rienk van der Slikke en Jorine Koopman, bedanken we voor de sturing en feedback van dit onderzoek.

Als laatste willen wij het Nederlands rolstoelrugbyteam bedanken voor hun openheid en enthousiasme voor dit project. Wij hebben ons erg welkom gevoeld bij de rolstoelrugbyers tijdens het onderzoek en de trainingen van de Terminators Amsterdam. Naast al het grappen en grollen waren ze altijd bereid de testen voor 100% uit te voeren.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Job de Nijs & Timothy Roos

## Inhoudsopgave

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting .....</b>                                                   | <b>5</b>  |
| <b>Hoofdstuk 1: Ontwikkeling van de Ti-Jo sprint performance test .....</b> | <b>6</b>  |
| Inleiding.....                                                              | 6         |
| Methode .....                                                               | 8         |
| <i>Sprint performance parameters</i> .....                                  | 8         |
| <i>Ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol</i> .....             | 9         |
| <i>Terugkoppeling Ti-Jo sprint performance test</i> .....                   | 9         |
| Resultaten sprint performance parameters .....                              | 9         |
| <i>Literatuurstudie</i> .....                                               | 9         |
| <i>Interview</i> .....                                                      | 11        |
| Discussie sprint performance parameters .....                               | 11        |
| Conclusie sprint performance parameters .....                               | 12        |
| Resultaten ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol .....         | 13        |
| Discussie ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol.....           | 14        |
| Conclusie ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol .....          | 15        |
| Van Ti-Jo testprotocol naar Lode Esseda rolstoelergometer .....             | 15        |
| <i>De LE-weerstandscoefficiënt</i> .....                                    | 15        |
| <i>Dataverwerking Matlab</i> .....                                          | 16        |
| Pilotmeting & Aanpassingen .....                                            | 18        |
| Ti-Jo test op de Lode Esseda rolstoelergometer .....                        | 18        |
| Resultaten terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test.....              | 19        |
| Discussie terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test .....              | 22        |
| Conclusie terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test.....               | 22        |
| <b>Hoofdstuk 2: Uitvoering Ti-Jo sprint performance test .....</b>          | <b>23</b> |
| Inleiding.....                                                              | 23        |
| Methode .....                                                               | 23        |
| Resultaten .....                                                            | 24        |
| Discussie.....                                                              | 25        |
| Conclusie .....                                                             | 29        |
| <b>Literatuurlijst.....</b>                                                 | <b>30</b> |
| <b>Bijlage 1: Ti-Jo Sprint performance Rapport .....</b>                    | <b>32</b> |
| <b>Bijlage 2: Toestemmingsformulier .....</b>                               | <b>38</b> |
| <b>Bijlage 3: Meetprotocol Ti-Jo sprint performance test .....</b>          | <b>39</b> |
| <b>Bijlage 4: Plan Van Aanpak .....</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>Bijlage 5: Evaluatie leerdoelen.....</b>                                 | <b>52</b> |

## Samenvatting

In deze scriptie wordt beschreven hoe een sprinttest op de Lode Esseda rolstoelergometer (LE-rolstoelergometer) is ontwikkeld voor het Nederlands rolstoelrugbyteam. Deze scriptie is in opdracht van Reade en als afstudeeronderzoek van de opleiding Mens en Techniek | Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool uitgevoerd. Op dit moment is er geen goede sprinttest beschikbaar voor de LE-rolstoelergometer waarmee de sprint performance van rolstoelrugbyers getest en gemonitord kan worden. Het doel van de ontwikkelde Ti-Jo test in dit project is om inzicht te krijgen in de effectiviteit van de trainingsmethode van de bondscoach en trainer. Met deze Ti-Jo test zijn mogelijke verbeterpunten van de rolstoelrugbyers in kaart te brengen, die niet te observeren zijn tijdens een wedstrijd.

De volgende hoofdvraag is hiervoor opgesteld:

“Ontwikkel een gestandaardiseerde sprinttest voor de Lode Esseda rolstoelergometer en welke sprint performance parameters zijn daarbij belangrijk om veranderingen binnen en tussen rolstoelrugbyers te monitoren?”

Om de hoofdvraag te beantwoorden is er gekeken naar de belangrijkste sprintparameters binnen de rolstoelsport door middel van een literatuurstudie. Vervolgens is in de literatuur gekeken naar al bekende sprinttesten op veld en rolstoelergometers. Daarnaast is een interview met de bondscoach en trainer afgenomen om de vertaalslag van literatuur naar het veld te maken. Nadat de sprint performance parameters en het sprinttestprotocol vastgesteld waren, is er onderzocht hoe dit op de LE-rolstoelergometer uitgevoerd kan worden. De Ti-Jo test is door middel van een pilotmeting getest op de LE-rolstoelergometer.

Om te bepalen of de Ti-Jo test op de LE-rolstoelergometer veranderingen binnen en verschillen tussen rolstoelrugbyers kan monitoren is de Ti-Jo test uitgevoerd bij vijf proefpersonen over een periode van vier weken met twee weken tussen elke meting. De resultaten zijn in een rapport verwerkt en teruggekoppeld aan de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers om feedback te krijgen over de duidelijkheid van het rapport. Ook is er gevraagd naar de ervaringen van de rolstoelrugbyers tijdens het afnemen van de Ti-Jo test om de uitvoerbaarheid van de test te controleren.

Uit de resultaten van de metingen is gebleken dat er een verschil in de sprint performance te zien is tussen de verschillende classificaties. Daarnaast zien de waarden er stabiel en realistisch uit en zijn er geen uitschieters te zien tussen de metingen.

Er wordt geadviseerd om de Ti-Jo test groter en met een specifiekere steekproef uit te voeren zodat er betrouwbare vergelijkingen gemaakt kunnen worden tussen de rolstoelrugbyers. De Ti-Jo test kan dan op betrouwbaarheid en validiteit getest worden.

De Ti-Jo sprint performance test heeft een meerwaarde met betrekking tot het vastleggen van de sprint performance parameters voor de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers. De rolstoelrugbyer kan met de resultaten van het Ti-Jo testrapport zien wat de topsnelheid is en welke afstand afgelegd wordt. De trainer krijgt meer informatie over de hoeveelheid vermogen die de rolstoelrugbyer kan leveren en de bondscoach heeft meer inzicht in de sprint performance van de rolstoelrugbyer.

## Hoofdstuk 1: Ontwikkeling van de Ti-Jo sprint performance test

### Inleiding

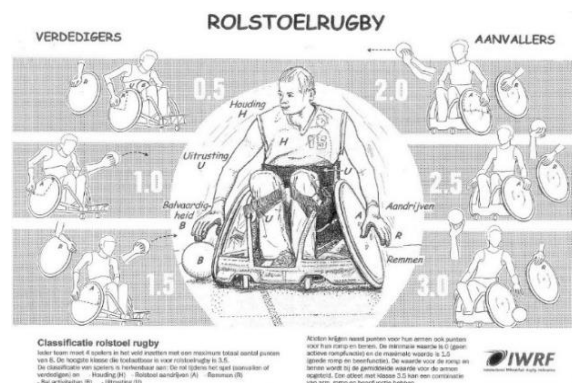
Rolstoelrugby, voorheen ook wel Murderball of Quad rugby genoemd, is een unieke en spectaculaire teamsport voor mannelijke en vrouwelijke sporters met een motorische beperking aan armen en benen. Het wordt voornamelijk beoefend door mensen met een hoge dwarslaesie, maar ook mensen met een andere beperking kunnen meedoen (rolstoel-rugby, 2019).

### Het spel rolstoelrugby

Rolstoelrugby wordt gespeeld op een veld van 28x15 meter met een key, een vak van 8x1,75 meter voor de achterlijn, waar gescoord kan worden. Beide teams hebben vier rolstoelrugbyers in het veld. Het doel van rolstoelrugby is de bal door de key over de achterlijn te rijden. Een wedstrijd duurt 4x8 minuten zuivere speeltijd. Een aanval duurt totaal 40 seconden waarin de bal binnen 12 seconden over de middenlijn moet zijn. De rolstoelrugbyer mag maar 10 seconden met de bal rijden. Hierna moet er gedribbeld of gepast worden. Rolstoelrugbyers worden geclassificeerd op basis van hun beperking. Het classificatiesysteem is een methode in de Paralympische sport om de competitie zo eerlijk mogelijk te maken. Afhankelijk van hun functionele mogelijkheden wordt de rolstoelrugbyer verdeeld in klassen (zie Figuur 1).

### Het classificatiesysteem

Om de rolstoelrugbysport te beoefenen moet elke rolstoelrugbyer geclassificeerd zijn. Dit wordt gedaan door een classificeerder. Om deel te nemen aan rolstoelrugby moet de classificatie van een rolstoelrugbyer binnen de marges vallen van 0.5 tot en met 3.5. Hierbij heeft de rolstoelrugbyer met een classificatie 0.5 de meeste beperkingen en met 3.5 de minste beperkingen. Als de rolstoelrugbyer hoger geclassificeerd wordt dan 3.5 dan mag de rolstoelrugbyer de sport rolstoelrugby niet beoefenen. De rolstoelrugbyers worden eerst geclassificeerd op functionaliteit door te kijken naar kracht, flexibiliteit en balans (IWRF, 2014). Na deze observatie wordt er een skills-test uitgevoerd. Hieronder vallen starten, dribbelen, vangen en blokken. Als laatste wordt de rolstoelrugbyer in een spelsituatie geobserveerd. De classificeerder wijst uiteindelijk een score toe aan de rolstoelrugbyer (IWRF, 2014). De totale classificatiescore van een team op het veld mag niet hoger zijn dan 8 punten.



Figuur 1 IWRF classificatie rolstoelrugby

### Rolstoelrugby in Nederland

Rolstoelrugby wordt in Nederland beoefend op internationaal niveau. Het Nederlandse rolstoelrugby team heeft de ambitie de absolute wereldtop te bereiken. De komende jaren wil het team zich verder professionaliseren en ontwikkelen met als doel aan de top van het Europees A-niveau te komen en zich te kwalificeren voor de Paralympische spelen van 2020 in Tokio. Om dit te bereiken is het belangrijk dat de bondscoach (Jacqueline Pot) en trainer (Linda van Vliet) inzicht krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers. Hierbij wordt ook geïnvesteerd in nieuwe systemen om te zien of deze meer inzicht kunnen bieden. Een van deze systemen is de Lode Esseda Rolstoelergometer (LE-rolstoelergometer) waarbij de rolstoelrugbyer in zijn eigen aangepaste rolstoel gemeten kan worden.

### **De Lode Esseda Rolstoelergometer**

In revalidatiecentrum Reade in Amsterdam worden de rolstoelrugbyers fysiek getraind door middel van fitness (kracht en uithoudingsvermogen) en wordt er getraind op de LE-rolstoelergometer. Doordat de LE-rolstoelergometer een nieuw ontwikkeld meetsysteem is, zijn er nog geen wetenschappelijke artikelen over gepubliceerd. Er wordt echter momenteel onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid en validiteit van het systeem. Hierdoor is voor vergelijking en mogelijkheden in de literatuur gezocht naar onderzoeken met vergelijkbare rolstoelergometers.

Uit onderzoek van Goosey-Tolfrey et al. (2018) over testen van rolstoelrugbyers op een rolstoelergometer is gebleken dat er duidelijk asymmetrie gemeten kan worden met een rolstoelergometer. Verder is er onderzoek gedaan bij rolstoeltennissers op een rolstoelergometer (Groot de, Bos, Koopman, Hoekstra, & Vegter, 2017). In dit onderzoek is gekeken naar de snelheid en het vermogen door middel van een submaximale test op een rolstoelergometer. Het voornaamste voordeel van een rolstoelergometer uit dit onderzoek is dat eenvoudig een gestandaardiseerde test uitgevoerd kan worden op het gebied van snelheid en geleverd vermogen. Verder is er geen gestandaardiseerde sprint performance test voor de sport rolstoelrugby gevonden in de literatuur. Hierbij kan de LE-rolstoelergometer door de mogelijkheid van het standaardiseren van de weerstand een waardevolle toevoeging zijn.

### **Waarom een Ti-Jo sprint performance test**

In het onderzoek van Spörner et al. (2009), waarin is gekeken naar de afstanden die de rolstoelrugbyers afleggen in een wedstrijd, blijkt dat de rolstoelrugbyers afstanden afleggen van 2365 meter met gemiddelde snelheden van 1,33 m/s (4,8 km/u) en starten en stoppen de rolstoelrugbyers gemiddeld 243 keer per wedstrijd, ongeveer elke 40 seconden. Door het vele stoppen, starten en de hoge snelheden die behaald worden tijdens een wedstrijd is de sprint performance (snelheid, acceleratie en vermogen) belangrijk om in een wedstrijd optimaal te presteren. Dit blijkt ook uit onderzoek van Morgulec-Adamowicz, Kosmol, Molik, Yilla, & Laskin (2011) waar de sprint performance, het overspelen van de bal en slalom een verband hebben met een verminderde VO<sub>2</sub>max onder de verschillende classificaties.

Om inzicht te krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers is een gestandaardiseerde sprinttest belangrijk voor de bondscoach en trainer. Het monitoren door middel van regelmatig testen van de rolstoelrugbyers heeft verschillende voordelen voor het verbeteren van de sportprestaties. Uit het onderzoek van Halson (2014) is gebleken dat monitoring erg belangrijk is voor het kwantificeren van de resultaten. Het is belangrijk om de rolstoelrugbyers herhaaldelijk te testen om te evalueren of de training het gewenste resultaat geeft. Als er een sprinttest ontwikkeld kan worden, is dat een waardevolle toevoeging voor de verbetering van de prestaties van de rolstoelrugbyers. Momenteel wordt de sprint performance getest door een 20 meter sprint uit te voeren op het veld. Hierbij wordt alleen de tijd door middel van een stopwatch op de 5 en 20 meter gemeten. Vanuit de ambitie van het Nederlandse rolstoelrugbyteam is door de "senior onderzoeker aangepaste sport" van Reade (Sonja de Groot) een duidelijk probleem vastgesteld. Het probleem is dat er nog geen goede sprinttest ontwikkeld is voor de LE-rolstoelergometer waarmee de sprint performance van rolstoelrugbyers getest en gemonitord kan worden.

Het doel dat vanuit dit probleem van de bondscoach en trainer ontstaat is: Inzicht krijgen of de trainingsmethoden van de bondscoach en trainer effectief zijn voor het verbeteren van de sprint performance door middel van het ontwikkelen van de Ti-Jo sprint performance test.



Vervolgens wordt de volgende hoofdvraag gesteld:

*“Ontwikkel een gestandaardiseerde sprinttest voor de Lode Esseda rolstoelergometer en welke sprint performance parameters zijn daarbij belangrijk om veranderingen binnen en tussen rolstoelrugbyers te monitoren?”*

Hierbij zijn volgende deelvragen opgesteld:

- “Welke parameters zijn nodig om inzicht te krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers?”
- “Welke sprintprotocollen zijn bekend binnen de rolstoelsport en welke onderdelen kunnen het best in het ontwikkelde Ti-Jo testprotocol worden opgenomen?”
- “Hoe kan het ontwikkelde Ti-Jo testprotocol, met de sprint performance parameters, op de Lode Esseda rolstoelergometer uitgevoerd worden?”
- “Hoe moet het Ti-Jo sprint performance rapport eruit gaan zien?”
- “Hoe zien de resultaten eruit van de Ti-Jo sprint performance test na herhaaldelijke metingen bij de rolstoelrugbyers?”
- “Zijn de testresultaten van de Ti-Jo sprint performance test stabiel bij herhaald afnemen (geen uitschieters en realistische verschillen tussen de classificaties)?”

Vanuit de hoofdvraag is de verwachting dat er een gestandaardiseerde sprinttest ontwikkeld is. Hierbij is het meetprotocol makkelijk uitvoerbaar en er snel testresultaten gegenereerd kunnen worden. Deze testresultaten geven inzicht over de sprint performance van een rolstoelrugbyer. Ook is de verwachting dat een hoog geclassificeerde rolstoelrugbyer hogere testresultaten behaalt dan een lager geclassificeerde rolstoelrugbyer.

## Methode

Om de hoofdvraag en deelvragen te beantwoorden wordt als eerste sprinten in het algemeen in een rolstoel onderzocht en daarna op de sport rolstoelrugby. De belangrijkste sprint performance parameters worden vastgesteld door middel van een literatuuronderzoek en een interview met de bondscoach en trainer (1). Vervolgens wordt er een ander literatuuronderzoek gedaan naar verschillende sprinttestprotocollen zowel op het veld als op een rolstoelergometer (2). Als de sprint performance parameters en het sprinttestprotocol vastgesteld zijn, wordt er onderzocht hoe dit op de LE-rolstoelergometer uitgevoerd kan worden. De Ti-Jo test wordt bij vijf proefpersonen drie keer afgenomen op de LE-rolstoelergometer om na te gaan of de ontwikkelde Ti-Jo test op de LE-rolstoelergometer uitgevoerd kan worden. Deze resultaten worden in een rapport verwerkt en teruggekoppeld aan de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers. Ook wordt er gevraagd naar de ervaringen van de rolstoelrugbyers tijdens het afnemen van de Ti-Jo test (3).

### *Sprint performance parameters*

De literatuurstudie en interviews worden als volgt uitgevoerd:

*Literatuurstudie.* Voor de literatuurstudie is gekeken naar welke parameters goed inzicht geven over een sprint van een rolstoelrugbyer. Alle literatuur is verkregen via PubMed, Google Scholar en HHS Library. De zoektermen die gebruikt zijn: wheelchair, sprint, rugby, performance, propulsion, activity en mogelijke combinaties hiervan.

*Interviews.* Om ervoor te zorgen dat de Ti-Jo test aan de wensen van de bondscoach en trainer voldoet, is er na de literatuurstudie een interview gehouden. Hierbij zijn de gevonden sprint performance parameters uit de literatuurstudie voorgelegd aan de bondscoach en trainer. Vervolgens is over de bruikbaarheid, leesbaarheid en sportspecificiteit van de sprint performance parameters gediscussieerd. Uiteindelijk zijn de sprint performance parameters die in de Ti-Jo test gemeten gaan worden in overleg met bondscoach en trainer vastgesteld.

### *Ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol*

Voor het bepalen van de vorm van de Ti-Jo testprotocol is er een andere literatuurstudie uitgevoerd. Het doel van dit testprotocol is om de eerder geformuleerde sprint performance parameters, die meer dan alleen tijd meten, vast te kunnen leggen. Hiervoor is met de nadruk op verschillende sprintprotocollen op het veld of op een rolstoelergometer bij verschillende rolstoelsporten gekeken. Alle literatuur is verkregen via PubMed, Google Scholar en HHS Library. De zoektermen die gebruikt zijn bij de literatuurstudie zijn: wheelchair, sprint, test, ergometer, velocity, rugby, performance, propulsion, activity en mogelijke combinaties hiervan. In de gevonden artikelen wordt in de literatuurlijst gekeken naar andere relevante onderzoeken. De gevonden testprotocollen worden vergeleken om te zien welke onderdelen het best kunnen worden opgenomen in het Ti-Jo testprotocol.

### **Pilotmeting**

Na het opstellen van het testprotocol van de Ti-Jo test is hiervan een meetprotocol opgesteld. Het meetprotocol wordt geëvalueerd bij de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers door een pilotmeting uit te voeren. De pilotmeting wordt uitgevoerd bij drie rolstoelrugbyers (classificatie 1, 2 en 3,5). Aan de rolstoelrugbyers wordt gevraagd hoe de weerstand aanvoelt, of de opbouw van het testprotocol duidelijk is en eventuele andere ervaringen van de proefpersonen. Ook wordt tijdens de pilotmeting gekeken of de Ti-Jo test op de LE-rolstoelergometer uitgevoerd kan worden en of de sprint performance parameters uit de LE-rolstoelergometer verkregen kunnen worden. De LE-rolstoelergometer is een nieuw meetsysteem en er wordt gekeken naar mogelijke meetfouten binnen de software en hardware. Na alle feedback te hebben verwerkt, wordt het meetprotocol aangepast en vastgesteld.

### *Terugkoppeling Ti-Jo sprint performance test*

Nadat het Ti-Jo testprotocol volledig getest is tijdens de pilotmeting, is deze aangepast op basis van de uitkomsten van de pilotmeting. Vervolgens is gekeken naar de terugkoppeling van de resultaten van de Ti-Jo test. Hierbij worden de resultaten vanuit Matlab naar Excel geëxporteerd en wordt er een rapport ontwikkeld vanuit het Excel sheet. In het rapport moet snel en makkelijk af te lezen zijn welke resultaten behaald zijn tijdens de Ti-Jo test. Er is feedback gevraagd aan de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers op het opgestelde rapport. De verkregen feedback is verwerkt in het definitieve rapport.

### **Resultaten sprint performance parameters**

#### *Literatuurstudie*

#### **Topsnelheid, snelheid en afstand**

De topsnelheid die bereikt kan worden door de rolstoelrugbyer is tactisch erg belangrijk. Als de rolstoelrugbyer een grotere snelheid kan bereiken dan de tegenstander, is er meer tijd om uit te rollen en andere handelingen uit te voeren zoals dribbelen, passen of manoeuvreren (Orr, K. & Malone, A.L., 2010). Ook kunnen kleine verschillen in snelheid ervoor zorgen dat een blok wel gezet kan worden of dat de snellere rolstoelrugbyer eerder bij de bal is. Daarnaast is het inzichtelijk voor de bondscoach om te zien welke afstand de rolstoelrugbyer nodig heeft om een bepaalde snelheid te bereiken.

#### **Acceleratie vanuit stilstaande positie**

In het onderzoek van Mason, Porcellato, van der Woude, & Goosey-Tolfrey (2010) zijn interviews afgenomen bij professionele rolstoelrugbyers. Tijdens deze interviews is aan de rolstoelrugbyers gevraagd wat de belangrijkste aspecten zijn tijdens een rolstoelrugbywedstrijd. Bij alle interviews met de rolstoelrugbyers kwam naar voren dat acceleratie bij de eerste paar slagen één van de belangrijkste aspecten is om goed te presteren bij rolstoelrugby. Eén van de rolstoelrugbyers zei: “....you are going

*from a starting position a lot because you are getting stopped, so you have got to be able to start again quickly...."*

Ook voor rolstoelrugbyers met een lage classificatie is het belangrijk een dominante positie te krijgen om de rolstoelrugbyers met een hoge classificatie te kunnen blokken en hinderen (Mason, Porcellato, Woude, & Goosey-tolfrey, 2010). Dit wordt ook bevestigd in een ander onderzoek waarbij gekwantificeerd is hoeveel afstand de rolstoelrugbyers afleggen tijdens een wedstrijd. Hierin is gevonden dat rolstoelrugbyers gemiddeld 242 keer stoppen en starten tijdens een wedstrijd (Spornet et al., 2009). Een wedstrijd duurt 32 minuten met vier kwarts van 8 minuten. Een rolstoelrugbyer moet dus ongeveer elke 40 seconden opnieuw opstarten om op snelheid te komen. De acceleratie vanuit stilstaande positie is zeer belangrijk tijdens rolstoelrugby en een belangrijke parameter om inzicht te krijgen in de sprint performance.

### Symmetrische en synchrone aandrijving

In het onderzoek van Faupin, Borel, Meyer, Gorce, & Watelain (2013) zijn de verschillen van synchroon (beide wielen tegelijk aandrijven) en asynchroon (om en om de wielen aandrijven) aansturen van een rolstoel onderzocht. Er is geconcludeerd dat het synchroon aansturen van een rolstoel efficiënter is om de maximale snelheid te behalen tijdens een sprint dan het asynchroon aansturen van een rolstoel. In het onderzoek van Goosey-Tolfrey et al. (2018) is onderzoek gedaan naar de aandrijf asymmetrie van rolstoelrugbyers op een rolstoelergometer. Asymmetrie is het verschil tussen de aandrijving van de linkerkant en rechterkant van een rolstoel. Uit het onderzoek is gebleken dat een symmetrische aandrijving efficiënter is dan asymmetrisch om zo snel mogelijk de topsnelheid te bereiken. Om goed inzicht te krijgen in de sprint zijn symmetrische en synchrone aandrijving belangrijke parameters voor de sprint performance.

### Aandrijvingshoek

Er is onderzoek gedaan naar de aandrijfhoeken van rolstoelrugbyers bij verschillende classificaties (Haydon, Pinder, Paul, & Robertson, 2018). Hierbij is gekeken naar de hoek die gemaakt wordt tussen begin en het einde van een slag en de verschillen tussen de classificaties (zie Figuur 2). Er is gebleken dat de hoge geclassificeerde rolstoelrugbyers (3.0-3.5) de hoepel op het hoogste punt aangrijpen en een zuivere duwbeweging naar voren maken. In tegenstelling tot de hoge geclassificeerde rolstoelrugbyers grijpen de midden (1.5-2.5) en lage (0.5-1.0) geclassificeerde rolstoelrugbyers de hoepel meer richting de dorsale zijde van het wiel aan zodat er eerst een trekbeweging en daarna een duwbeweging uitgevoerd kan worden.

Deze verschillende hoeken komen door diverse beperkingen waarbij verlies van rompfunctie en m. Triceps brachialis functie een belangrijke rol spelen. Om inzicht te krijgen in verschillende aandrijftechnieken kan de aandrijvingshoek een waardevolle parameter zijn om de sprint performance te verbeteren door na te gaan of de goede techniek wordt uitgevoerd.

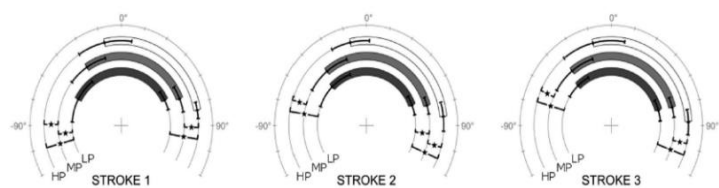
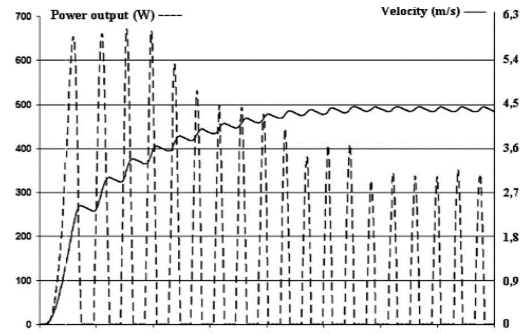


Figure 1 — Mean ( $\pm$  SD) and significance (at .05 level, shown by asterisks) across classification groups for hand position at the first instant of contact with the wheel and release angle for all strokes. The stroke direction is to the right, with values presented visually where each bar represents a classification group. Abbreviations: HP indicates high-point players; MP, midpoint players; LP, low-point players

Figuur 2 Hoek en duwlengte (Haydon et al. (2018))

### Vermogen (Watt)

Om een zo hoog mogelijke snelheid te bereiken moet een hoog vermogen worden geleverd (Faupin, Borel, Meyer, Gorce, & Watelain, 2013), (Vanlandewijck et al, (2001). Het maximale vermogen per slag kan inzicht geven over hoeveel kracht in een korte tijd geleverd kan worden door de rolstoelrugbyer (zie Figuur 3). De eerste drie slagen zijn daarbij het meest essentieel om zo snel mogelijk te accelereren en de topsnelheid te bereiken (West, Campbell, Goosey-Tolfrey, Mason, & Romer, 2013). Hierdoor is vermogen een belangrijke parameter om sneller te accelereren vanuit stilstand en wordt deze meegenomen als sprint performance parameter van de Ti-Jo test.



Figuur 3 Vermogen per slag tegen de snelheid geplott (Faupin et al. (2013))

### Interview

Om een duidelijk beeld te krijgen welke aspecten belangrijk zijn voor de bondscoach op het gebied van de sprint tijdens de een rolstoelrugbywedstrijd is een interview gehouden. Het interview is afgenomen via de Skype op 25/03/2019. Hierin zijn de gevonden sprint performance parameters besproken. Met de trainer zijn er tussentijdse evaluaties geweest gedurende het gehele project.

Tijdens het bespreken van de sprint performance parameters met de bondscoach en trainer kwam naar voren dat sommige inzichtelijker zijn voor de bondscoach dan voor de trainer en andersom. Zo waren voor de bondscoach de parameters die vertaald worden naar het veld, topsnelheid, acceleratie en afgelegde afstand, belangrijk. Voor de trainer waren vermogen en asymmetrie belangrijk om inzicht te krijgen in de kracht die de rolstoelrugbyer kan leveren in de rolstoel. In het artikel van Coutts (1990) is geconcludeerd dat rolstoelbasketballers in de eerste drie slagen op 80% van hun topsnelheid zitten en wheelers op 55%. De bondscoach was geïnteresseerd of de rolstoelrugbyers ook in de eerste drie slagen 80% van hun topsnelheid kunnen bereiken en hoeveel afstand er nodig is om de topsnelheid te bereiken. Deze parameters worden opgenomen in de Ti-Jo test. Na het uitleggen van de literatuurstudie over de parameters waren er geen andere vragen meer.

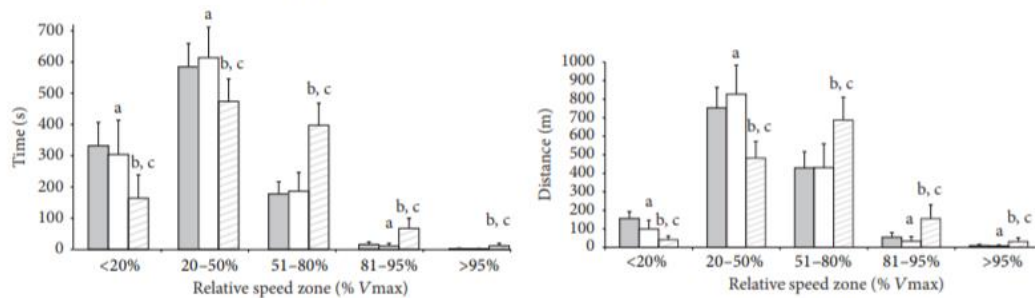
### Discussie sprint performance parameters

Door middel van de bovenstaande onderzoeken is bepaald welke parameters het meeste inzicht geven in de sprint performance. Deze zijn: snelheid, acceleratie, asymmetrie, aandrijvingshoek en afstand. Deze alleen geven niet genoeg inzicht voor de bondscoach en trainer om toepasbaar te zijn. Hierover wordt gediscussieerd met bondscoach en senior coördinator aangepast sporten om de parameters zo te vertalen naar het veld zodat het begrijpelijk is voor de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers.

Kijkend naar de snelheid blijkt de topsnelheid die bereikt kan worden een belangrijke parameter te zijn. Ook naar aanleiding van het interview met de bondscoach en het onderzoek van Courts (1990) blijkt het belangrijk te zijn dat de rolstoelbasketballerspelers in de eerste paar slagen 80% van hun topsnelheid hebben bereikt. Dit was een belangrijk punt binnen de rolstoelbasketbalsport aangezien daar na drie slagen 80% van de topsnelheid bereikt wordt. De rolstoelrugbyers moeten een zwaardere rolstoel voortstuwten door de bepantsering en daarnaast zijn de rolstoelrugbyers beperkter in hun doen dan andere rolstoelsporters. Dit komt doordat in het classificatiesysteem van rolstoelrugby de rolstoelrugbyer een arm-handfunctie moet hebben in plaats van alleen een romp- en schouderfunctie beperking. Dit wordt niet bij het classificatiesysteem van rolstoelbasketbal gedaan. Hierdoor wordt verwacht dat de rolstoelrugbyers meer slagen nodig hebben om 80% van de topsnelheid te bereiken aangezien ze met minder functie een grotere weerstand moeten overwinnen. Uit een onderzoek van

Mason, Rhodes, & Goosey-Tolfrey (2014) is ook te zien dat de meeste afstand wordt afgelegd binnen de rolstoelrugbysport in snelheden tot en met 80% van de topsnelheid (zie Figuur 4).

FIGURE 2: Bland-Altman plots demonstrating the 95% Limits of Agreement between the ITS and MDL-1 (top) and MDL-5 (bottom) for (a) distance covered, (b) mean speed, and (c) peak speed. Solid lines represent systematic bias. Dashed lines represent random error.



Figuur 4 Afstanden afgelegd in snelheid zones (Mason et al. (2014)).

Na het interview met de bondscoach is gebleken dat de hoeveelheid slagen niet veel toegevoegde waarde heeft binnen spelsituaties. Of een rolstoelrugbyer 5 meter aflegt in drie of acht slagen maakt voor het spel niet uit. Het is interessanter om te kijken naar de afstanden die per seconde worden afgelegd op het veld. Deze versimpelde weergave heeft de voorkeur met betrekking tot het terugkoppelen van de testresultaten naar de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers.

In dit onderzoek is ervoor gekozen om de acceleratie vanuit stilstaande positie te meten. Dit is realistisch, omdat dit vergelijkbaar is met een wedstrijdssituatie waarin het vele stoppen en starten een groot deel van het spel in beslag neemt. De acceleratie is de tijd die nodig is om de topsnelheid te bereiken, of in het geval van de wens van de bondscoach, de afstand die nodig is om de topsnelheid te bereiken.

Symmetrie is iets dat moeilijk met het blote oog te observeren is. Uit gesprekken met de rolstoelrugbyers is gebleken dat er al bekend is welke arm minder sterk is. Dit kan komen door de motorische beperking of oude blessures. Uit de literatuur blijkt dat een symmetrische aansturing energie efficiënter is dan een asymmetrische aansturing voor de korte sprint (Faupin et al., 2013). Het is dus van belang dat de rolstoelrugbyer zo symmetrisch mogelijk de rolstoel aanstuurt. Dit hoeft niet voor elke rolstoelrugbyer een relevante sprint performance parameter te zijn vanwege de verschillende motorische beperkingen aan één zijde. Bij dit soort gevallen kan echter wel gekeken worden of de asymmetrie afneemt of toeneemt na training. De asymmetrie wordt om deze reden wel als sprint performance parameter toegevoegd aan de Ti-Jo test.

### Conclusie sprint performance parameters

De volgende deelvraag wordt beantwoord: "Welke parameters zijn nodig om inzicht te krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers?".

Uit de resultaten is gebleken dat de belangrijkste parameters om de sprint performance te meten voor rolstoelrugbyers de topsnelheid, afgelegde afstand, tijd tot topsnelheid en tot 80% topsnelheid, afstand tot topsnelheid, afstand afgelegd per seconden, het slagvermogen van de eerste drie slagen, het maximaal en gemiddelde geleverd slagvermogen en asymmetrie links en rechts zijn. Dit zijn de sprint performance parameters die worden opgenomen in de Ti-Jo test.



## Resultaten ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol

Er is gebleken dat verschillende rolstoelsporten andere manieren van testen hebben. Deze testen zijn niet gestandaardiseerd, maar specifiek voor de rolstoelsport ontwikkeld. In Tabel 1 is een overzicht te zien van de verschillende vormen van testen, de bijbehorende rolstoelsport en waar de test heeft plaatsgevonden.

Tabel 1 Overzicht Sprinttesten

| Auteur                                                                    | Sport***             | Protocol                    | Herhalingen | Rust                   | Ondergrond                | Weerstand                | Startsnelheid          | Parameters                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Coutts1994                                                                | Basketbal            | 28 meter                    | 4           | 30 seconden            | Hout                      | -                        | stilstand              | max snelheid, gem acceleratie, gem vermogen, duwkracht                                                                |
| Vanlandewijk1999                                                          | Basketbal            | 30s wingate<br>30s sprinten | 1<br>1      | -                      | Rolstoelergometer<br>Hout | 10N p/w*                 | rollend                | gemiddelde vermogen<br>afstand                                                                                        |
| Faupin2013                                                                | Basketbal            | 4 seconden                  | 4           | 5 minuten              | Rolstoelergometer         | vloer**                  | stilstand              | gem snelheid per slag, een cycli tijd<br>tijd van contact met wiel.                                                   |
| Veeger1991                                                                | Gebruiker            | 20 seconden                 | 9           | 20 minuten             | Rolstoelergometer         | 0.8-22 Nm p/w*           | stilstand              | gem snelheid, gem vermogen, piek vermogen, gem torsie                                                                 |
| Goosley-Tolfrey2018                                                       | Rugby                | 15 seconden                 | 1           | -                      | Rolstoelergometer         | 0.5-1.12 Nm p/w*         | stilstand              | max snelheid, maxsnelheid na 3 slagen, max vermogen<br>contact hoek, frequentie, tijd,                                |
| Haydon2018                                                                | Rugby                | 5 meter                     | 5           | volledig               | Hout                      | -                        | beide                  | max acceleratie, contacthoek, tijd,                                                                                   |
| vanderSlikke2016                                                          | Basketbal            | 12 meter                    | 1           | -                      | Hout                      | -                        | stilstand              | snelheid, aantal pushes, acceleratie per push, max kracht                                                             |
| deGroot2017                                                               | Tennis               | 5 seconden                  | 6           | n.g.****               | Rolstoelergometer         | 0.25 W/kg                | rollend                | frequentie, push tijd, cycli tijd, contact hoek, max vermogen<br>gem snelheid, max snelheid, afstand, max acceleratie |
| Coutts1990                                                                | Basketbal en Afstand | 10 seconden                 | 1           | -                      | Rolstoelergometer         | 0.12 Kg / m <sup>2</sup> | stilstand              | afstand, gem snelheid, gem acceleratie van elke slag                                                                  |
| García-Fresneda2019                                                       | Rugby                | 1x maximaal                 | 3           | 15 seconden            | n.g                       | -                        | stilstand              | tijd, max snelheid, gem snelheid, tijd tot max snelheid,<br>afstand tot max snelheid, acceleratie, vermogen, kracht   |
| Ferro2016                                                                 | Basketbal            | 12 meter<br>20m             | 2<br>3      | 5 minuten<br>5 minuten | n.g<br>Hout               | -<br>-                   | stilstand<br>stilstand | max snelheid (3,5,12m), acceleratie, vermogen, kracht<br>max snelheid, gem snelheid, afstand                          |
| * Per Wiel                                                                |                      |                             |             |                        |                           |                          |                        |                                                                                                                       |
| ** Bepaald door middel van een coast down sprint test op een houten vloer |                      |                             |             |                        |                           |                          |                        |                                                                                                                       |
| *** Alle sporten zijn de rolstoelvariant                                  |                      |                             |             |                        |                           |                          |                        |                                                                                                                       |
| **** Niet gegeven                                                         |                      |                             |             |                        |                           |                          |                        |                                                                                                                       |

In de literatuur zijn in eerste instantie artikelen gezocht over algemene sprinttesten op het veld voor rolstoelsporten. Een test is dat de rolstoelerspelers een sprint van 20 meter afleggen waarbij de tijd en andere parameters (zie Tabel 1) over verschillende afstanden (3,5,12 meter) worden gemeten (Coutts, 1994), (Ferro, Villaceros, & Pérez-Tejero, 2016), (Vanlandewijck, Daly, & Theisen, 1999). Dit is de meest simpele vorm van een sprinttest en wordt ook gebruikt als trainingsprikkel bij de rolstoelerspelers.

Een vergelijkbaar protocol van deze test is een kortere afstand. Garcia-Fresneda et al. (2019) heeft een test afgenomen waarbij de rolstoelrugbyers een sprint moeten afleggen van 12 meter. Van der Slikke, Berger, Bregman, & Veeger (2016) hebben ook een 12 meter sprint gedaan bij rolstoelbasketbalspelers. Haydon et al. (2018) heeft een soortgelijk onderzoek uitgevoerd bij rolstoelrugbyers. Hierbij is gekeken naar een spelrelevante test waarbij 25 rolstoelrugbyers een sprint afgelegd hebben van vijf meter. Deze kortere afstand is gekozen om de test wedstrijdspecifiek te ontwikkelen. De rolstoelrugbyer rijdt eerst rustig richting de muur waarna er een bal naar de rolstoelrugbyer wordt gepast, deze bal wordt door gepast waarna vervolgens 180 graden gedraaid wordt om van de muur weg te sprinten. Deze test is één keer uitgevoerd en er zijn geen factoren zoals rusttijd meegenomen.

Een andere soort test is uitgevoerd door Garcia-Fresneda et al. (2019). Hierbij mochten de rolstoelrugbyers 1 maximale slag maken. Deze test is uitgevoerd bij rolstoelrugbyers om na te gaan wat de acceleratie en vermogen is tijdens een slag en afgelegde afstand na één slag.

Een ander protocol van een sprinttest is het meten van de anaerobe capaciteit van de rolstoelerspelers door middel van een Wingate anaerobic test. Dit is vergelijkbaar met een sprinttest, alleen hierbij moet de rolstoelspeler 30 seconden maximaal sprinten. Bij het onderzoek Vanlandewijck, Daly, & Theissen (1999) is een test afgenomen bij 15 rolstoelbasketbalspelers. Hierbij hebben de proefpersonen na een warming up een sprint van 40 seconden afgelegd op een rolstoelergometer. Tijdens de 40 seconden sprint is na 10 seconden de weerstand (10N tangentieel aan het wiel) op de rolstoelergometer gezet waarna de proefpersonen nog 30 seconden sprintten. Deze test is te

vergelijken met een Wingate test op een fietsergometer, van der Woude, Bakker, Elkhuisen, Veeger, Gwinn (1998) heeft een soortgelijk onderzoek uitgevoerd.

Er is specifiek gezocht op sprinttesten op een rolstoelergometer. Bij het onderzoek van Faupin et al. (2013) is onderzoek gedaan naar de efficiëntie tussen asynchroon en synchroon aandrijven van de rolstoel om de topsnelheid te bereiken. Deze test is afgenomen bij zeven rolstoelbasketballers op een rolstoelergometer. Als eerst is er een warming up op eigen tempo van 10 minuten uitgevoerd. Vervolgens hebben de proefpersonen vier keer maximaal 8 seconden gesprint met een rustperiode tussen de sprints van 5 minuten. De rolstoelergometer is ingesteld op een weerstand vergelijkbaar met een wedstrijdondergrond, deze weerstand is bepaald door een coast-down sprinttest uit te voeren op een wedstrijdondergrond waarbij de proefpersoon 4 tot 5 slagen uitvoert en daarna uitrolt.

Voor de rolstoeltennis sport is door de Groot et al. (2017) een test ontwikkeld op een rolstoelergometer. Hierbij hebben de rolstoeltennissers een sprint afgelegd van 5 seconden, alleen niet vanuit stilstand om een wedstrijdspecifieke situatie te creëren. De rolstoeltennissers waren al 30 seconden aan het rollen voordat de sprint werd ingezet.

In het onderzoek van Veeger, Lute, Roelvelde, & van der Woude (1991) is onderzoek gedaan naar sprinten op een rolstoelergometer. Hierbij zijn zes proefpersonen die wel ervaring hebben met in een rolstoel zitten, maar geen sport beoefenen onderzocht. De test die bij de proefpersonen is afgenomen bestond uit negen keer 20 seconden sprinten op een rolstoelergometer met elke sprint een andere weerstand en met 20 minuten rust tussen de sprints. Hierbij is gekeken naar het vermogen dat wordt geleverd bij verschillende weerstanden en de snelheid die daarmee bereikt wordt.

Het meest recente onderzoek is uitgevoerd door Goosey-Tolfrey et al. (2018) waarbij het verschil tussen asymmetrisch en symmetrisch aandrijven van een rolstoel is onderzocht. Hierbij is een test afgenomen bij achttien rolstoelrugbyers op een rolstoelergometer. Door de proefpersonen is een warming up van 5 minuten gehouden. Vervolgens is vijf keer 15 seconden gesprint op een weerstand die sport specifiek is. Deze weerstand wordt bepaald door het gewicht van de rolstoelrugbyer en de weerstand van de rolstoelergometer (0.5 tot 1.12 Nm). Tussen elke sprint zit een rustperiode van 3 minuten. Bij dit onderzoek is gekeken naar de efficiëntie van de eerste drie slagen tijdens het accelereren, dus in percentage hoeveel van de topsnelheid is in deze drie slagen bereikt. Hieruit blijkt dat met symmetrisch aandrijven sneller de topsnelheid bereikt wordt dan door asymmetrisch aan te drijven.

### Discussie ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol

Er is gebleken dat veel testen de bekende 30 seconden Wingate sprinttest inkorten om de test zo sportspecifiek mogelijk te maken (Goosey-Tolfrey et al. (2018), de Groot et al. (2017), Garcia-Fresneda et al. (2019), Haydon et al. (2018)).

Het onderzoek van Haydon et al. (2018) heeft een test opgezet die zo relevant mogelijk is voor een rolstoelrugby spelsituatie. In dat onderzoek is een test afgenomen waarbij de rolstoelrugbyers een sprint van vijf meter hadden afgelegd na een handeling te hebben uitgevoerd. In dit onderzoek is éénmaal een vijf meter sprint getest.

Voor het ontwikkelen van de Ti-Jo test is het niet mogelijk een handeling zoals 180 graden draaien uit te voeren. De vijf meter sprint wordt opgenomen in de test aangezien dit één van de belangrijkste punten is voor rolstoelrugby.

Het doel van de Ti-Jo test is om inzicht te krijgen in de korte sprint performance van de rolstoelrugbyers. Hierbij is het belangrijk om rolstoelrugbyers in de Ti-Jo test rust te geven die zo wedstrijdspecifiek mogelijk is. De rusttijd zal anders zijn dan in de testen van Faupin et al. (2013),

Veeger et al. (1991) en Goosey Tolfrey et al. (2018) waarbij er minimaal 3 minuten rust wordt genomen voor volledig herstel. De rusttijd in de Ti-Jo test wordt 30 seconden, omdat in een wedstrijd de rolstoelrugbyers elke 40 seconden stoppen en starten. In deze 40 seconden is er 10 seconden balbezit waarbij gereden wordt.

Uit onderzoek van Vanlandewijck et al. (2001) is geconcludeerd dat accelereren vanuit stilstand belangrijk is bij sprinten in een rolstoel. Dit geldt voor zowel rolstoelrugby als rolstoelbasketbal. De Groot et al. (2017) heeft een test afgenomen bij rolstoeltennisspelers. Hierbij zijn de rolstoeltennisspelers al rollend bezig voordat de sprint wordt ingezet. Dit is voor de rolstoeltennis sport relevant, maar in het geval van rolstoelrugby is dit minder relevant aangezien de rolstoelrugbyers veel vaker stoppen en starten vanuit stilstand doordat het blokken zorgt dat er vaak stil gestaan wordt. Hierdoor worden de sprints van de Ti-Jo vanuit stilstaande positie gestart.

De WAnT testvorm in het onderzoek van Vanlandewijck et al. (1999) is buiten beschouwing gelaten. Bij de spelregels van rolstoelrugby is gebleken dat de rolstoelrugbyers tijdens balcontact niet langer dan 10 seconden sprinten omdat de bal binnen 10 seconden overgespeeld of gedribbeld moet worden. Ook is het veld 28 meter lang, één rolstoelrugbyer sprint niet gedurende één aanval van achterlijn naar achterlijn. Als dit voorkomt duurt deze sprint niet langer dan 20 seconden. Daarnaast gebruikt een Wingate test een hoge weerstand wat niet overeenkomt met een wedstrijd situatie op het veld.

Naar aanleiding van de bovenstaande literatuur en de terugkoppeling van de verschillende punten aan de bondscoach is het volgende protocol opgesteld voor de rolstoelrugbyers. Tijdens de Ti-Jo test wordt er 8 seconden gesprint met rustperiodes van 30 seconden. De sprint wordt vijf keer herhaald. De sprint wordt niet meer dan vijf keer uitgevoerd om de Ti-Jo test kort en efficiënt te houden. De Ti-Jo test is bedoeld om inzicht te krijgen en is geen training. Er wordt vijf keer gesprint om ervoor te zorgen dat als er een meting met mislagen of andere fouten voorkomt deze geschrapt kan worden, zodat een minimum van drie analyseerbare sprints zijn uitgevoerd.

### Conclusie ontwikkeling Ti-Jo sprint performance testprotocol

De volgende deelvraag wordt beantwoord: "Welke sprintprotocollen zijn bekend binnen de rolstoelsport en welke onderdelen kunnen het best in het ontwikkelde Ti-Jo testprotocol worden opgenomen?"

Uit de resultaten van het onderzoek is gebleken dat de Ti-Jo sprint performance test gaat bestaan uit 5 minuten warm rijden, waarna vijf sprints van 8 seconden vanuit stilstand worden uitgevoerd. Tussen elke sprint is een rustperiode van 30 seconden.

### Van Ti-Jo testprotocol naar Lode Esseda rolstoelergometer

De uiteindelijke Ti-Jo sprint performance test wordt ontwikkeld voor de LE-rolstoelergometer. Dit wordt gedaan om verschillende parameters te kunnen meten zoals asymmetrie en vermogen. Deze parameters kunnen gestandaardiseerd gemeten worden op de LE-rolstoelergometer.

### De LE-weerstandcoëfficiënt

De weerstand van de LE-rolstoelergometer wordt ingesteld door middel van een coëfficiënt (LE-weerstandcoëfficiënt). De weerstandcoëfficiënten van de verschillende vloeren zijn bepaald in revalidatiecentrum Reade door van der Woude, Geurts, Winkelman, & Veeger (2003). Hierbij is met een handle bar push test de rolweerstand bepaald. Vervolgens heeft de Klerk (2018) aan de hand van dit onderzoek gekeken naar weerstandcoëfficiënt voor de LE-rolstoelergometer. Hieruit is gebleken dat de vloer waarop de rolstoelrugbyers trainen een LE-weerstandcoëfficiënt heeft van 0,020. De Ti-Jo test wordt uitgevoerd op een LE-weerstandcoëfficiënt van 0,020 om de Ti-Jo test zo



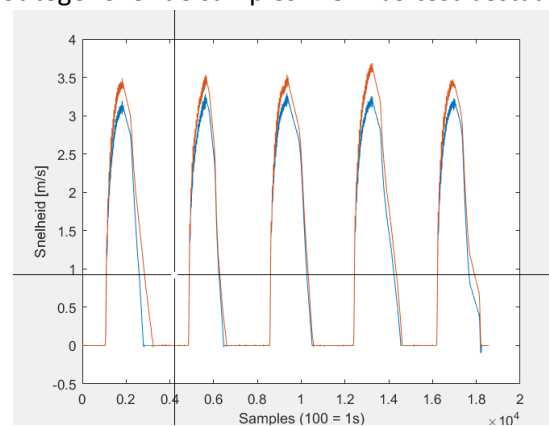
sport specifiek mogelijk te ontwikkelen. Voor de warming up wordt de helft van deze LE-weerstandcoëfficiënt (0,010) aangehouden om de rolstoelrugbyers 5 minuten goed warm te laten rijden.

### *Dataverwerking Matlab*

Voor het verwerken van alle data is gebruik gemaakt van Matlab algoritmes ontwikkeld door Riemer Vegter en Rienk van der Slikke. Deze codes zijn verkregen voor het ontwikkelen van de Ti-Jo sprint performance test. Uit de LE-rolstoelergometer komen de volgende waarden, snelheid (m/s) en kracht (N) voor linker- en rechterkant met een samplefrequentie van 100Hz met behulp van de HSB (High Speed Bus) kabel. Als eerste wordt de data uit de LE-rolstoelergometer geëxporteerd naar een .xls file door middel van de LEM software, ontwikkeld door Lode. Het HSB tabblad in het .xls wordt geselecteerd en wordt geëxporteerd naar een .csv file. In het .csv file worden alle komma's naar punten veranderd, omdat Matlab gebruik maakt van punten als scheidingstekens. Dit aangepaste .csv file wordt opgeslagen en ingeladen in Matlab.

Nadat het .csv file is ingeladen wordt de snelheid geplot tegenover de samples. De Ti-Jo test bestaat uit vijf sprints van 8 seconden met een rust periode van 30 seconden tussen elke sprint. Het signaal ziet er dan uit als vijf losse pieken binnen een signaal (zie Figuur 5).

Door middel van de ginput (graphical input) functie kan elke sprint afzonderlijk geselecteerd worden. Om het exacte begin- en eindpunt van de geselecteerde sprint te bepalen wordt er naar de snelheid gekeken. De geselecteerde sprint start wanneer de snelheid boven de 0,01 m/s is met behulp van de functie find. Het eindpunt van de sprint is 8 seconden later. Dit staat gelijk aan 800 samples na het beginpunt van de sprint. De volgende sprint performance parameters worden berekend:



*Figuur 5 Vijf sprints geplot in Matlab. Het selecteren van de sprint wordt gedaan door het zwarte kruis voor en na de sprint te klikken.*

### Sprintafstand [meters]

De LE-rolstoelergometer meet de snelheid. Nadat de begin- en eindpunt van de geselecteerde sprint is bepaald kan door middel van de snelheid te integreren tegen de tijd, de afstand worden berekend.

$$\int_{T_{start}}^{T_{eind}} v \, dt$$

### Tijd [seconden]

De LE-rolstoelergometer heeft een samplefrequentie van 100Hz. Door het aantal frames te delen door 100 kan de tijd worden berekend.

$$Tijd = \frac{Aantal \, samples}{100}$$

### Tijd tot topsnelheid [seconden]

Eerst wordt de topsnelheid bepaald door tussen het begin- en eindpunt van de geselecteerde sprint de max functie te gebruiken. Deze functie zoekt de hoogste snelheid (topsnelheid) in de 8 seconden sprint. Hierna wordt naar de sample gekeken waarin deze topsnelheid bereikt is. Er wordt gekeken naar hoeveel samples tussen het beginpunt van de sprint en de sample van de topsnelheid zit en dit

aantal wordt gedeeld door de samplefrequentie van 100. Dit bepaalt de tijd die nodig is om de topsnelheid te bereiken.

#### Afstand tot topsnelheid [meters]

Er wordt in het geïntegreerde snelheid signaal (afstand) naar de gevonden sample van de topsnelheid gekeken. Hieruit wordt de afstand tot topsnelheid bepaald.

#### Tijd tot 80% topsnelheid [seconden]

Eerst wordt de 80% van de topsnelheid bepaald door de topsnelheid met 0.8 te vermenigvuldigen. Hierna wordt naar de sample gekeken waar deze 80% van de topsnelheid bereikt is. Er wordt gekeken naar hoeveel samples tussen het beginpunt en de sample van de 80% van de topsnelheid zit en dit aantal wordt gedeeld door de samplefrequentie van 100. Dit bepaalt de tijd die nodig is om 80% van de topsnelheid te bereiken.

#### Afstand tot 80% topsnelheid [meters]

Er wordt in het geïntegreerde snelheid signaal (afstand) naar de gevonden sample van de 80% topsnelheid gekeken. Hieruit wordt de afstand tot 80% topsnelheid bepaald.

#### Maximaal vermogen [watt]

Het vermogen wordt berekend door middel van de kracht te vermenigvuldigen met de tijd:

$$Vermogen [W] = Kracht [N] * Snelheid \left[\frac{m}{s}\right]$$

Voor het maximaal vermogen wordt gebruik gemaakt van de slagdetectie ontwikkeld door Riemer Vegter. Dit script geeft de mogelijkheid elke individuele slag te detecteren. Voor het maximaal vermogen per slag wordt het begin- en eindpunt van een slag bepaald en wordt vervolgens door middel van de max functie het maximale vermogen bepaald tussen het begin- en eindpunt. Dit wordt bepaald voor alle slagen in de 8 seconden sprint en vervolgens wordt er een gemiddelde berekend voor alle slagen door middel van de mean functie.

#### Gemiddeld vermogen [meters]

Voor het gemiddelde vermogen wordt ook gebruik gemaakt van de slagdetectie ontwikkeld door Riemer Vegter. Voor het gemiddeld vermogen wordt het gemiddelde berekend tussen het begin- en eindpunt van de slag doormiddel van de mean functie. Dit wordt bepaald voor alle slagen in de 8 seconden sprint en vervolgens wordt er een gemiddelde berekend voor alle slagen door middel van de mean functie.

#### Maximaal slagvermogen 1-3 [watt]

Het maximaal slagvermogen voor slag 1 tot en met slag 3 wordt bepaald op dezelfde manier als het maximaal vermogen, maar er wordt geen gemiddelde berekend.

#### Asymmetrie [meters]

De LE-rolstoelergometer meet de snelheid en kracht zowel links als recht apart van elkaar. Om de asymmetrie in beeld te brengen wordt de afgelegde afstand rechts afgetrokken van de afgelegde afstand links. Wanneer de asymmetrie negatief is, betekent dit dat links sterker is. Als de asymmetrie positief is, betekent dit dat rechts sterker is.

$$Asymmetrie = Afstand\ rechts - Afstand\ links$$

Er wordt gevraagd om aan te geven welke sprint geselecteerd is, dit is van belang voor het automatiseren. Door middel van de functies writetable en winopen kunnen de sprintgegevens automatisch naar het goede blad van Ti-Jo\_TestReport.xls file geëxporteerd worden. Dit wordt per Ti-Jo test vijf keer uitgevoerd voor de vijf sprints. Als alle data van de vijf sprints op de juiste plek in het Ti-Jo\_TestReport.xls file staan, wordt er automatisch door celverwijzingen de gemiddelde van de vijf sprints berekend en worden de grafieken geplott.

### Pilotmeting & Aanpassingen

Nadat het testprotocol is vastgesteld, is een pilotmeting uitgevoerd. De ervaringen van de rolstoelrugbyers zijn na de pilotmeting verwerkt in de Ti-Jo test. De aanpassingen van de pilotmeting zijn te vinden in Tabel 2.

*Tabel 2 Aanpassingen meetprotocol na pilotmeting*

| Oud meetprotocol                       | Feedback                                                    | Nieuw meetprotocol                                                | Wie/Wat                     |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Coefficient 0,020                      | Te zwaar ervaren                                            | Coefficient 0,012                                                 | Rolstoelrugbyer, literatuur |
| 5 x 8 seconden                         | Goed te doen                                                | 5 x 8 seconden                                                    | Rolstoelrugbyer, trainer    |
| 30 seconden rust                       | Genoeg rust, raken wel vermoeid tegen de laatste sprint aan | 30 seconden rust                                                  | Rolstoelrugbyer             |
| Warming up 5 minuten coefficient 0,010 | Geen mogelijkheid om te stretchen                           | Standaard warming up (stretches) en 3 minuten warmrijden op 0,012 | Rolstoelrugbyer             |
| Aandrijvingshoek berekenen             | Door slagdetectie niet mogelijk                             | Aandrijvingshoek verwijderd                                       | Matlab                      |

Als eerste kwam naar voren dat de warming up het beste niet alleen kon bestaan uit warm rijden maar ook een aantal stretchoefeningen voor de schouders en armen. Dit is de normale warming up van het Nederlands rolstoelrugbyteam, de rolstoelrugbyers zijn hier dan ook bekend mee en weten hoe deze goed uitgevoerd moet worden. De standaard stretchoefeningen die bij een warming up voor een wedstrijd worden uitgevoerd zijn toegevoegd bij de warming up voor de Ti-Jo test.

Een andere ervaring van de rolstoelrugbyer was dat de LE-weerstandcoëfficiënt van 0,020 zwaarder aanvoelde dan de ondergrond waarop de rolstoelrugbyers normaal spelen. Deze ervaring kwam ook terug bij hoger geclassificeerde rolstoelrugbyers. Dit voelde zelfs zo zwaar aan dat één rolstoelrugbyer aangaf dit niet fijn te vinden in verband met overbelasting en blessures. Naar aanleiding van deze ervaring is verder onderzoek gedaan naar de LE-weerstandcoëfficiënt door nog een keer naar de literatuur te kijken. Het artikel van Van der Woude et al. (2003), waar het artikel van de Klerk (2018) op is gebaseerd, is gebleken dat dit artikel niet representatief genoeg is voor de huidige studie. De test is uitgevoerd met behulp van een aangepaste rolstoel, dus niet een sportrolstoel, waardoor de rolweerstand groter is door de andere soorten banden. Daarnaast was de bandenspanning opgepompt tot een druk van 400kPa (4bar) terwijl de rolstoelrugbyers rijden met een bandenspanning van 7 tot 12 bar. Een ander punt waardoor het zwaarder ervaren wordt op de LE-rolstoelergometer is dat de rolstoelrugbyer volledig gefixeerd is en daardoor de rugbyrolstoel niet met de romp mee kan bewegen. Vanwege bovenstaande is de LE-weerstandcoëfficiënt verlaagd naar 0,012. Deze waarde is bepaald door meerdere rolstoelrugbyers op verschillende LE-weerstandcoëfficiënten te laten rijden zonder dat de rolstoelrugbyer weet op welke die stond. Hierbij werd gevraagd aan de rolstoelrugbyers of zij de weerstand als zwaarder of lichter dan op het veld ervaarden.

De aandrijvingshoek wordt aangegeven in graden, zonder aan te geven waar deze hoek op het wiel begint en eindigt. Deze waarden is niet duidelijk zonder extra camera opstelling. Om deze reden is de aandrijvingshoek niet meegenomen in de Ti-Jo test.

### Ti-Jo test op de Lode Esseda rolstoelergometer

Het voorgaande onderzoek is uitgevoerd om het antwoord op de deelvraag: "Hoe kan het ontwikkelde Ti-Jo testprotocol, met de sprint performance parameters, op de Lode Esseda rolstoelergometer uitgevoerd worden?" te krijgen. Na de test uitgevoerd te hebben, ziet het testprotocol er als volgt uit. De Ti-Jo sprint performance test wordt op de Lode Esseda rolstoelergometer uitgevoerd. De rolstoelrugbyers stretchten eerst 2 minuten (10x lateraal abductie, 10x anteflexie, 10x retroflexie met

gebogen arm 10x retroflexie met gestrekte arm) om vervolgens 3 minuten op een LE-weerstandcoëfficiënt van 0,012 warm te rijden. Daarna moeten de rolstoelrugbyers vijf keer 8 seconden sprinten, vanuit stilstaande positie, met 30 seconden rust tussen elke sprint met een LE-weerstandcoëfficiënt van 0,012.

### Resultaten terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test

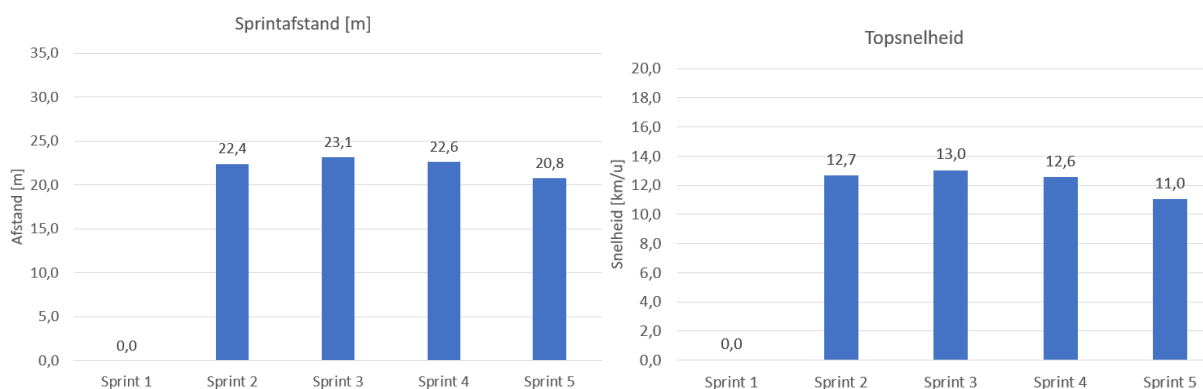
Nadat alle data van het ontwikkelde protocol uitgelezen worden naar Excel is er een rapport opgesteld om de resultaten van de Ti-Jo test terug te koppelen. Van alle data uit de pilotmeting zijn rapporten gemaakt. Deze rapporten zijn voor feedback naar de senior onderzoeker aangepast sporten, bondscoach, trainer en de rolstoelrugbyers gestuurd. De volgende feedback is gegeven over de terugkoppeling van de Ti-Jo test resultaten:

- Om de resultaten tussen de rolstoelrugbyers beter te kunnen vergelijken zijn de assen genormaliseerd (senior onderzoek aangepast sporten).
- Een vergelijkingsrapport van rolstoelrugbyer in de tijd (trainer).
- Extra sprint performance parameter toevoegen waarin de afstand per seconde gedurende een sprint wordt weergegeven (bondscoach).
- Verduidelijking van sommige parameters (rolstoelrugbyers).

Nadat alle verkregen feedback is verwerkt, is het uiteindelijke Ti-Jo testrapport ontwikkeld. Het rapport bestaat uit een voorblad met naam en datum. Vervolgens wordt het testprotocol van de Ti-Jo test weergegeven. Om snel een algemeen beeld te geven over de behaalde resultaten is er onder het testprotocol een tabel met de Ti-Jo sprint performance parameters weergegeven. Dit zijn de gemiddelde van de vijf sprints.

Om een beter inzicht te krijgen, zijn er na het voorblad de vijf sprints voor elke parameter naast elkaar weergegeven. Wegens privacy van de testresultaten van de rolstoelrugbyers is gebruik gemaakt van voorbeelddata voor het weergeven van het Ti-Jo testrapport.

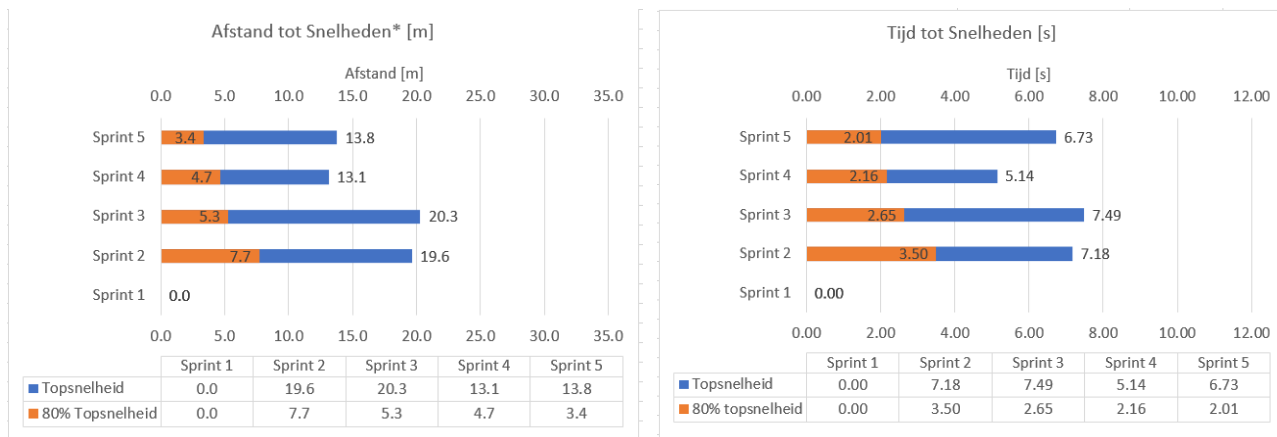
De sprintafstand en topsnelheid zijn per sprint weergegeven in staafdiagrammen. Op de x-as zijn de vijf sprints apart weergegeven en op de y-as de sprintafstand in meters en de topsnelheid in kilometer per uur (zie Figuur 6). Hierbij is een foutmeting aangegeven met 0,0.



Figuur 6 Testrapport Ti-Jo test sprintafstand in meters (links) en topsnelheid in meter per seconden (rechts)

Job de Nijs (15035492)  
 Timothy Roos (15013294)

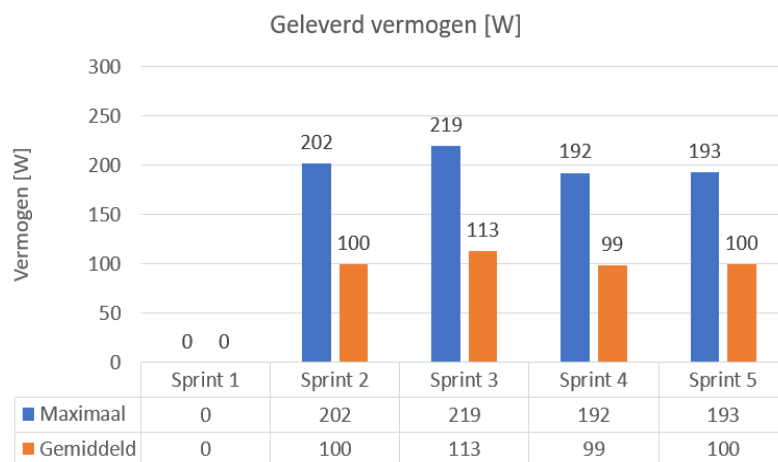
Na de sprintafstand en topsnelheid komen twee staafdiagrammen over de afstand en tijd die nodig zijn om de topsnelheid en 80% van de topsnelheid te behalen. Op de x-as staat de afstand in meters en de tijd in seconden. Op de y-as zijn de vijf sprints apart weergegeven (zie Figuur 7).



\* Afstand die nodig is om de twee snelheden te bereiken

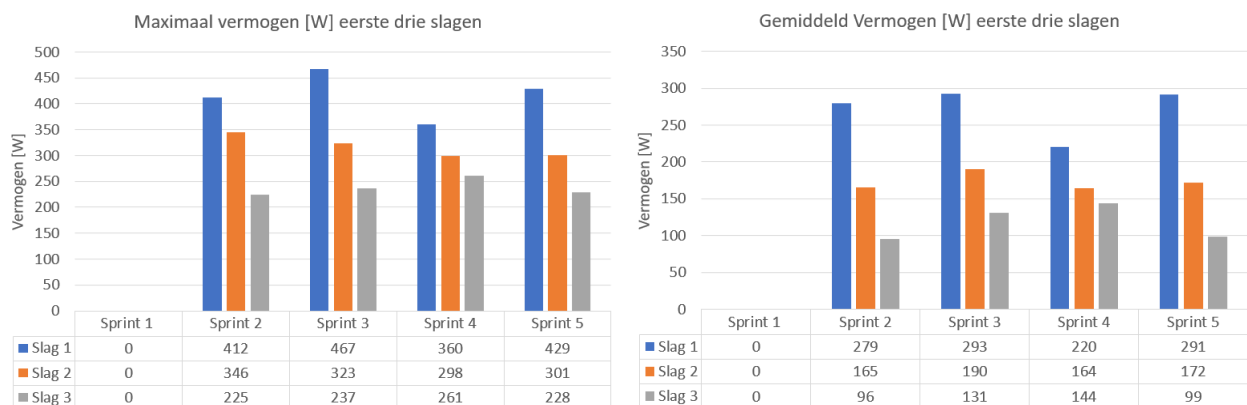
Figuur 7 Testrapport Ti-Jo test afstand tot topsnelheid en 80% topsnelheid in meters (links) en tijd tot topsnelheid en 80% topsnelheid in seconden (rechts)

Vervolgens worden het maximale slagvermogen en het gemiddelde slagvermogen weergegeven in een staafdiagram. Op de x-as zijn de vijf sprints apart weergegeven en op de y-as het vermogen in wattage (zie Figuur 8).



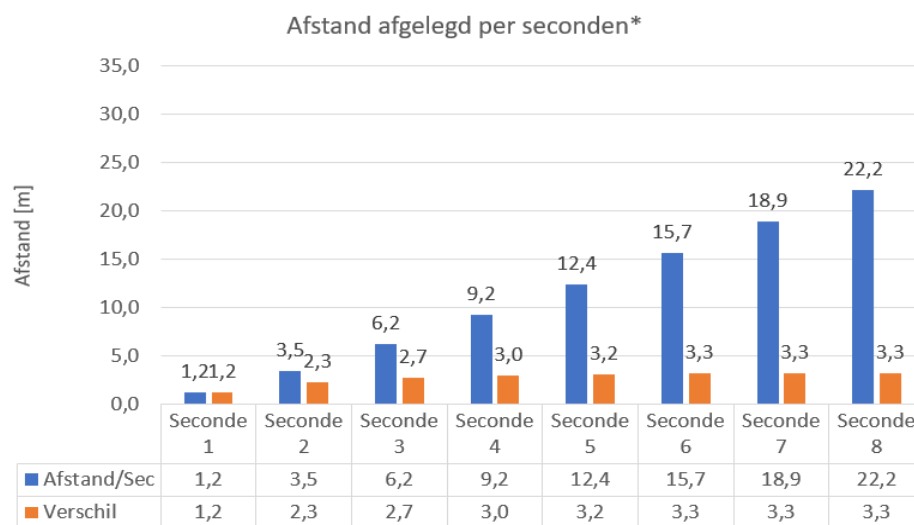
Figuur 8 Testrapport Ti-Jo test maximaal slagvermogen in watt en gemiddeld slagvermogen in watt

Ook worden van de eerste drie slagen een maximaal- en een gemiddeld slagvermogen geplott in een staafdiagram. Op de x-as zijn de vijf sprints apart weergegeven en op de y-as het vermogen in wattage (zie Figuur 9).



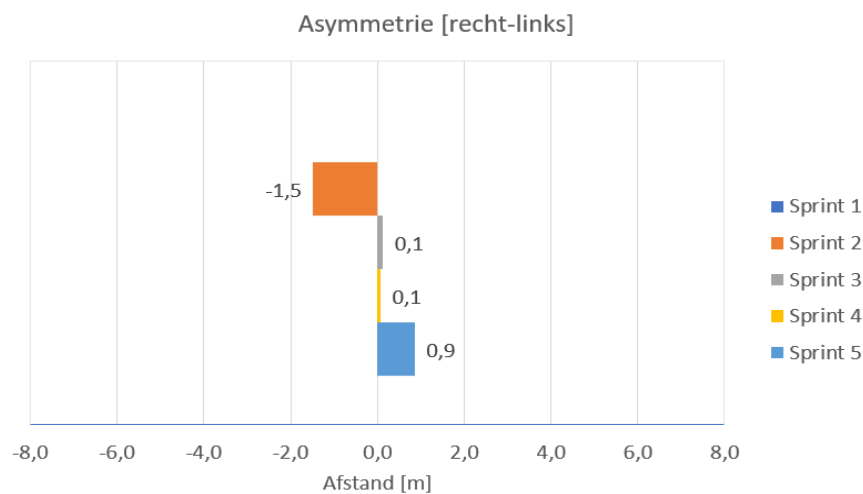
Figuur 9 Testrapport Ti-Jo test maximaal vermogen eerste drie slagen in watt (links) en gemiddeld vermogen eerste drie slagen in watt (rechts)

Hieronder wordt de totale afstand in de tijd die afgelegd is en hoeveel afstand er per seconde wordt afgelegd weergegeven. Op de x-as is elke seconden van de sprint weergegeven en op de y-as de afstand in meters (zie Figuur 10).



Figuur 10 Testrapport Ti-Jo test afstand in meters per seconden afgelegd

Als laatste wordt de asymmetrie weergegeven. Op de x-as staat de afstand in meters. Wanneer de asymmetrie negatief is, betekent dit dat het linker wiel meer afstand heeft afgelegd dan het rechter wiel. Op de y-as zijn de vijf sprints apart weergegeven (zie Figuur 11).



Figuur 11 Testrapport Ti-Jo test afstand in meters per seconden afgelegd

### Discussie terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test

Naar aanleiding van de feedback zijn de bovenstaande grafieken in een Excel rapport weergegeven. Voor een volledig rapport zie Bijlage 1. Simpele wijzingen naar aanleiding van de feedback, zoals de waarden van km/h naar km/u, zijn voor de duidelijkheid gewijzigd.

### Conclusie terugkoppelingen Ti-Jo sprint performance test

De volgende deelvraag kan worden beantwoord: "Hoe ziet de Ti-Jo sprint performance rapport eruit?". Het Ti-Jo sprint performance rapport begint met naam, datum en gevolgde testprotocol. Hierna zijn alle gemiddelde sprint performance parameters in een tabel weergegeven. Als laatste wordt elke sprint performance parameter los weergegeven in een grafiek.



## Hoofdstuk 2: Uitvoering Ti-Jo sprint performance test

### Inleiding

Om de laatste deelvraag te beantwoorden: “Zijn de testresultaten van de Ti-Jo sprint performance test stabiel bij herhaald afnemen (geen uitschieters en realistische verschillen tussen de classificaties)?” is de Ti-Jo test afgenomen bij vijf rolstoelrugbyers van het Nederlands rolstoelrugby team met een gemiddelde leeftijd van 26 jaar (range: 19-32 jaar). Alle rolstoelrugbyers hebben een officiële IWRF-classificatie tussen de 0.5 en 3.5. Voor een volledige demografie zie Tabel 3.

Tabel 3 Demografie proefpersonen

| Deelnemers | Leeftijd | Geslacht | Lichamelijke beperking                   | Classificatie | Speelervaring | Ervaring rolstoelergometer |
|------------|----------|----------|------------------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|
| PP1        | 27       | man      | Arthrogryposis multiplex congenita (AMC) | 2,5           | 4 jaar        | 1x                         |
| PP2        | 32       | man      | Dwarslaesie C6                           | 1,0           | 15 jaar       | 10 maanden wekelijks       |
| PP3        | 26       | man      | Syndroom ellis van creveld               | 3,0           | 4 jaar        | Geen                       |
| PP4        | 19       | man      | Dwarslaesie C4                           | 0,5           | 3 jaar        | 2x                         |
| PP5        | 29       | man      | Cerebrale parese                         | 2,0           | 4 jaar        | Geen                       |

### Methode

Voorafgaand aan deelname aan de Ti-Jo test hebben alle rolstoelrugbyers een toestemmingsformulier ondertekend waarin staat dat de verkregen data anoniem gebruikt mag worden voor ontwikkeling van de Ti-Jo test (zie Bijlage 2). De Ti-Jo test is uitgevoerd bij het DNS bewegingslab van Reade te Amsterdam op de Lode Esseda rolstoelergometer (988900 Esseda: S/N 20170001). Door de twee onafhankelijke modules kunnen linker- en rechterwiel afzonderlijk gemeten worden. De persoonlijke rolstoel wordt eerst door twee uitlijningsblokken op zijn plaats gehouden en vervolgens gefixeerd door vier fixatie riemen. De fixatie riemen zijn gekruist bevestigd aan de persoonlijke rolstoel voor extra stabiliteit tijdens de metingen (zie Afbeelding 1).



Afbeelding 1 Uitlijnen en fixeren rolstoel op LE-rolstoelergometer

Naast de LE-rolstoelergometer is er gebruikt gemaakt van de bijbehorende Lode Ergometry Manager (LEM) software. Hierin zijn de gegevens van de persoon en persoonlijke rolstoelafmetingen ingevoerd. Hierna wordt de kalibratie uitgevoerd waarbij de proefpersoon stilzit en de wielen op verschillende snelheden draaien. Voorafgaand aan de Ti-Jo test zijn drie stretchoefeningen voor schouders en armen uitgevoerd. Voor de specifieke stretchoefeningen zie het volledige meetprotocol in Bijlage 3. In de LEM-software wordt de LE-weerstandscoefficiënt van 0,012 geselecteerd. Na het stretchen is er 3 minuten warm gereden op de LE-rolstoelergometer. De intervaltijden voor het sprinten en rusten zijn bijgehouden door middel van de Interval Timer App versie 1.2.1 verkregen via Android Play Store. Na de 5 sprints voert de proefpersoon een cooling-down uit van 2 minuten. Na het beëindigen van het Ti-Jo test is de verkregen data geëxporteerd naar Excel door middel van de LEM software. Met behulp van Matlab versie 2018a zijn de .csv bestanden geanalyseerd en zijn de sprint performance parameters berekend. Al deze verkregen sprint performance parameters zijn in een rapport verwerkt.

## Resultaten

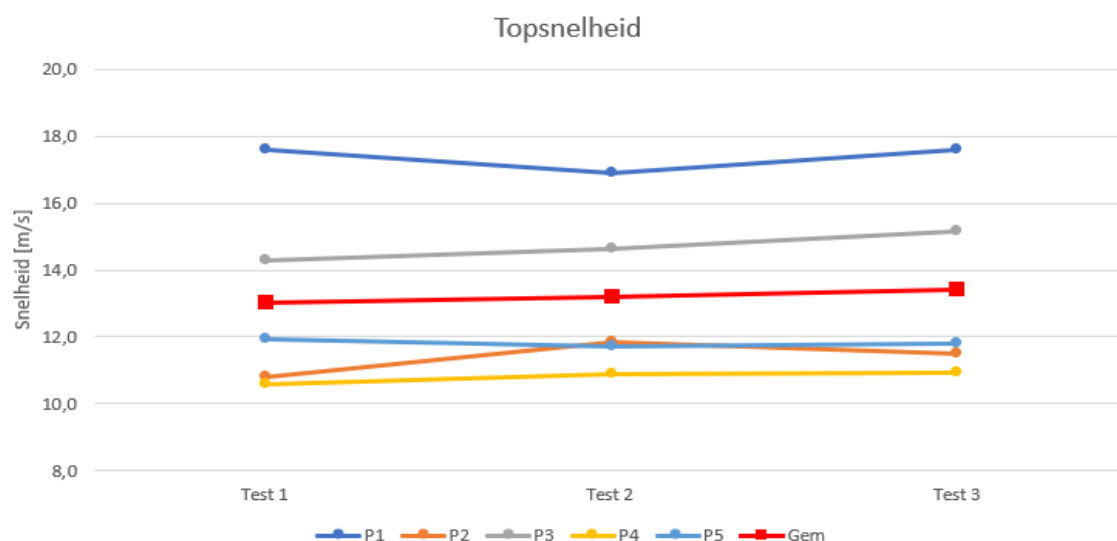
De resultaten van de Ti-Jo test zien er als volgt uit.

Tabel 4 Gemiddelde testresultaten van de Ti-Jo test met range aangegeven. Tijd tussen elke Ti-Jo test is 12 á 16 dagen

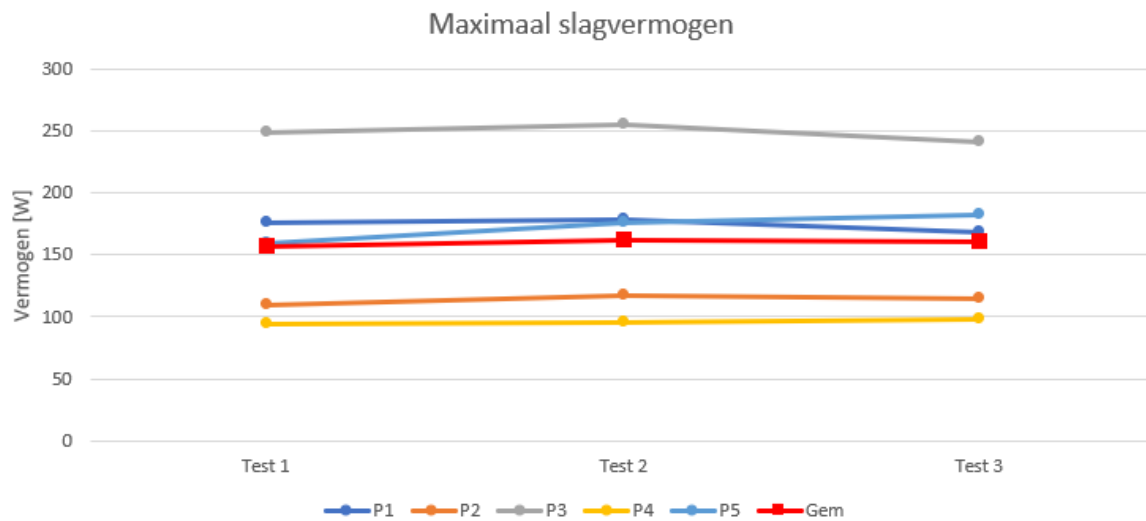
|                          | Test 1 |             | Test 2 |             | Test 3 |             |
|--------------------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
|                          | Gem    | (Min-Max)   | Gem    | (Min-Max)   | Gem    | (Min-Max)   |
| Sprintafstand            | 22,0   | (17,6-28,6) | 22,2   | (17,4-27,8) | 22,5   | (17,8-29,9) |
| Topsnelheid              | 13,1   | (10,6-17,6) | 13,2   | (10,9-16,9) | 13,4   | (10,9-17,6) |
| Tijd tot topsnelheid     | 7,72   | (7,41-7,94) | 7,77   | (7,54-7,86) | 7,85   | (7,75-7,92) |
| Afstand tot topsnelheid  | 21,2   | (16,9-28,4) | 21,4   | (16,8-26,9) | 21,6   | (17,5-28,6) |
| 80% topsnelheid afstand  | 6,8    | (5,5-8,5)   | 6,6    | (5,50-8,41) | 6,9    | (6,0-7,9)   |
| 80% topsnelheid tijd     | 3,90   | (3,28-4,35) | 3,79   | (3,15-4,86) | 3,68   | (3,13-4,60) |
| Maximaal slagvermogen    | 162    | (94-249)    | 164    | (95-255)    | 161    | (97-242)    |
| Gemiddeld slagvermogen   | 78     | (47-121)    | 76     | (45-119)    | 79     | (46-118)    |
| Slag 1 maximaal vermogen | 327    | (196-428)   | 332    | (186-405)   | 331    | (201-451)   |
| Slag 2 maximaal vermogen | 263    | (131-366)   | 265    | (134-354)   | 261    | (133-366)   |
| Slag 3 maximaal vermogen | 241    | (121-350)   | 219    | (119-315)   | 241    | (125-344)   |
| Asymmetrie               | 0,2    | (-0,3-2,3)  | 0,1    | (-1,7-1,7)  | 0,2    | (-1,3-2,3)  |

Alle vijf proefpersonen hebben de Ti-Jo test drie keer uitgevoerd met een periode tussen elke meting van 12 á 16 dagen. Hierbij is per sprint performance parameter een gemiddelde berekend over alle proefpersonen. De range is weergegeven in de kolom ernaast (zie Tabel 4). Er is te zien dat de Ti-Jo test herhaaldelijk afgenomen kan worden

Van de topsnelheid en maximaal slagvermogen is een lijn getrokken door de drie testen voor elke proefpersoon (zie Figuur 12 en Figuur 13). Hierbij is het gemiddelde over alle proefpersonen weergegeven met een rode lijn en vierkante punten. Er is te zien dat een hoog geclassificeerde rolstoelrugbyer een hogere topsnelheid en maximaal slagvermogen behaald ten opzichte van een laag geclassificeerde rolstoelrugbyer.



Figuur 12 Resultaten topsnelheid per proefpersoon



Figuur 13 Resultaten maximaal slagvermogen per proefpersoon

### Discussie

De vraag vanuit de bondscoach was inzicht te krijgen in de effectiviteit van de trainingsmethode van de bondscoach en trainer en mogelijke verbeterpunten van de rolstoelrugbyers die niet te observeren zijn tijdens het spel te meten. Deze vraag is beantwoord door middel van de Ti-Jo sprint performance test te ontwikkelen op de Lode Esseda rolstoelergometer.

### Interpreteren resultaten en kort samenvatten

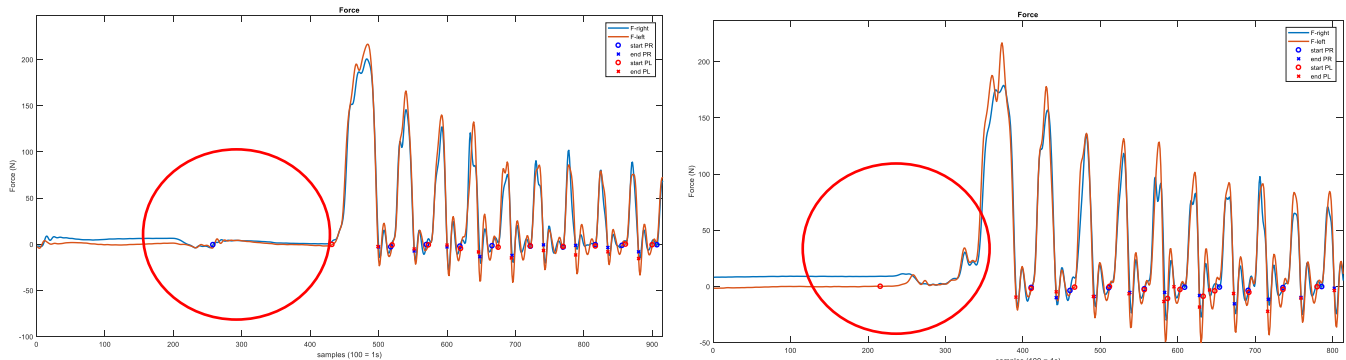
Door middel van de Ti-Jo sprint performance test kan inzicht gegeven worden in de sprint performance van de rolstoelrugbyers. Er is duidelijk te zien dat de testresultaten van een laag geclassificeerde rolstoelrugbyer lager uitvalt dan de resultaten van een hooggekwalificeerde rolstoelrugbyer. Dit was ook de verwachting, omdat een lagere gekwalificeerde rolstoelrugbyer een lagere topsnelheid bereikt doordat die meer beperkt is. Om de verschillen van de behaalde testresultaten tussen de classificaties weer te geven zijn de snelheid en vermogen in meer detail weergegeven in een grafiek. Ook is te zien dat de testresultaten stabiel zijn door de horizontale lijn tussen de metingen. Opvallend is te zien dat de proefpersoon met de hoogste maximale slagvermogen niet de hoogste topsnelheid heeft. Dit kan verklaard worden door de slagtechniek die de proefpersoon gebruikte. Hierbij zou een hogere slagfrequentie een rol kunnen spelen. Om dit te verklaren zou er een onderzoek uitgevoerd moeten worden die naar de slagtechniek van de rolstoelrugbyers kijkt.

### Beperkingen

Een voorkomende fout bij de LE-rolstoelergometer is dat de slagdetectie niet naar behoren werkt door een foute kalibratie. Hierbij is te zien dat de 0-lijn links en rechts van elkaar afwijken en niet op nul start. Een mogelijke oorzaak van deze foute kalibratie is dat de gewichtsverdeling van rolstoelrugbyer tijdens het kalibreren verschilt met de gewichtsverdeling tijdens het sprinten. De rolstoelrugbyer kan onbewust teveel op één zijde leunen of naar één zijde kijken doordat iemand, anders dan de onderzoekers, de rolstoelrugbyer aanspreekt. Hierdoor kunnen verkeerde waarden vanuit één zijde van de LE-rolstoelergometer verkregen zijn. Een mogelijke oplossing hiervoor is om tijdens de kalibratie de rolstoelrugbyer in een sprintheouding te positioneren en ervoor te zorgen dat er geen afleiding is.

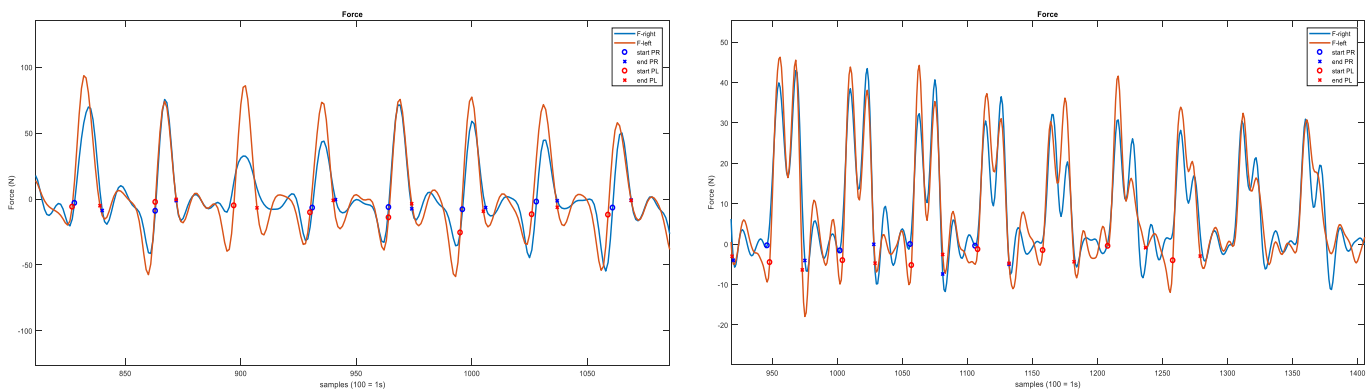
Om het gemiddelde slagvermogen te bepalen moet het Matlab programma detecteren wanneer een slag begint en wanneer deze eindigt. Het algoritme is zo gemaakt dat deze een nulpunt nodig heeft voordat deze de slag kan detecteren. Het vermoeden is dat dit ook het gevolg is van de foute kalibratie.

Een bijwerking van deze fout is dat het gemiddelde vermogen van de eerste slag lager uit kan vallen (zie Figuur 14, links) in vergelijking met de tweede en derde slag, of helemaal niet gedetecteerd wordt (zie Figuur 14, rechts). Het maximale vermogen is daarentegen wel goed te bepalen. Wanneer deze fout optrad is de meting niet meegenomen in het Ti-Jo testrapport.

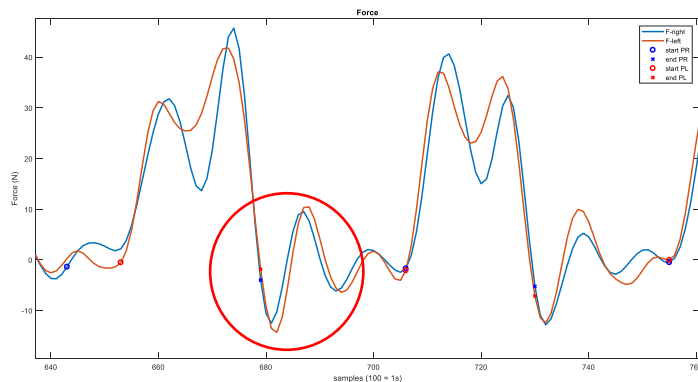


Figuur 14 Foute slagdetectie door te vroeg detecteren voor gemiddeld slagvermogen (links). Geen detectie (rechts)

De slagdetectie functioneert naar behoren voor niet beperkte proefpersonen door te kijken naar de verschillende pieken in de slagen. Dit onderzoek daarentegen werkt met proefpersonen met verschillende beperkingen (zie Tabel 3) waardoor er andere slagtechnieken worden gebruikt. Rugbyrolstoelen hebben een wielschild om de spaken te beschermen. Hierdoor wordt er aangedreven door de hand langs het wielschild voort te bewegen. Om deze reden wijkt het signaal af ten opzichte van het aandrijven door middel van een hoepel vast te pakken en los te laten (zie Figuur 15). Hierdoor is de slagdetectie niet altijd geschikt voor deze doelgroep. Een slag uit de LE-rolstoelergometer van een rolstoelrugbyer heeft een korte toename in kracht aan het eind van een slag (zie Figuur 16). Een onderzoek met videoanalyses zou uitgevoerd moeten worden om te kijken of de korte toename van kracht ook bij de aandrijving van een rugbyrolstoel hoort. Deze korte toename wordt in dit onderzoek door de Matlab slagdetectie niet meegenomen.

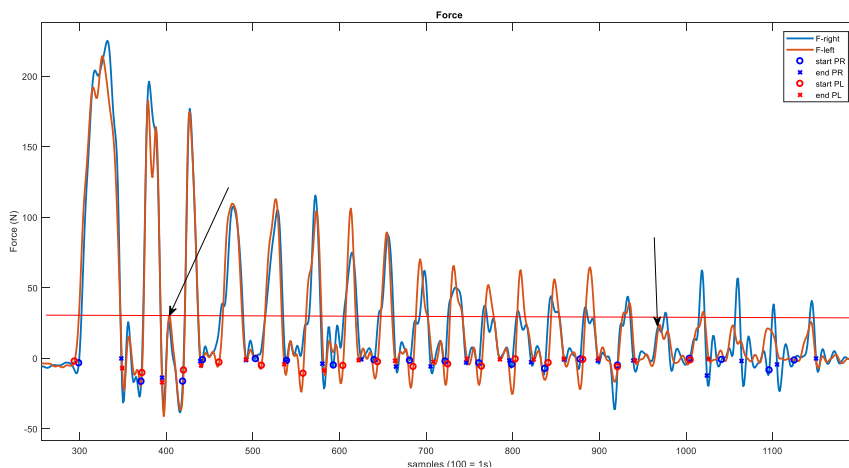


Figuur 15 Slagpatroon persoon zonder beperking (links), slagpatroon persoon met beperking (rechts)



*Figuur 16 een slagpatroon, zie toename aan einde slag (met rode cirkel gemarkeerd)*

Een andere beperking van de slagdetectie met de rolstoelrugbyers is dat de slagtechniek aan het einde van de sprint de slagen niet gedetecteerd worden (zie Figuur 17). De eerste drie slagen van de rolstoelrugbyer worden langs de buitenkant van het wiel aangedreven voor maximale krachtlevering vanuit stilstand. Hierna wordt meer naar de as van het wiel aangestuurd door langs het wielschild de hand voort te bewegen.



*Figuur 17 Signaal waarin de laatste slagen kleiner zijn dan de fout*

Door deze verschillende fouten worden sommige sprints niet meegenomen in de uiteindelijke data. Hiermee is rekening gehouden met de betrouwbaarheid met dit soort fouten en zijn er vijf sprints uitgevoerd zodat minimaal drie sprints verwerkt kunnen worden.

De proefpersonen hebben aangegeven dat het sprinten op de LE-rolstoelergometer als anders dan op het veld wordt ervaren. Eén proefpersoon gaf aan een beetje duizelig te worden bij de eerste paar slagen. Na een korte gewenningsperiode waren deze klachten voorbij. Doordat de rolstoel niet goed met de romp kan meebewegen zal het voortstuwende voor de hoog geclassificeerde rolstoelrugbyers anders aanvoelen doordat de focus wordt gelegd op het gebruik van de schouders en armen in plaats van de romp. Dit kan mogelijk verklaren waarom de LE-rolstoelergometer als zwaarder of anders wordt ervaren dan op het veld.

Tevens kan er bij de eerste slag een slip voorkomen tussen de band en de cilinder als een grote kracht in een kort moment wordt uitgevoerd. Hierdoor kan het meten van deze krachten afwijken van de werkelijkheid. De cilinders die de krachten meten zijn van een glad staal gemaakt. Er kan gekeken

worden naar hoe meer grip op de cilinders aangebracht kan worden zonder dat de LE-rolstoelergometer beperkt wordt in de metingen. Dit kan mogelijk door de bandenspanning tijdens de Ti-Jo test te verlagen om zo meer grip tussen cilinder en band te creëren. Daarnaast is het niet mogelijk om andere aanpassingen aan de wedstrijdrolstoel te maken omdat deze op het veld moet functioneren.

Een ander discussiepunt is dat de contacthoek en slagfrequentie in dit onderzoek buiten beschouwing zijn gelaten, omdat de slagdetectie in het Matlab programma niet voor deze doelgroep ontwikkeld is. De slaghoek kan verkregen worden uit de LE-rolstoelergometer. Echter kan niet gedetecteerd worden op welk punt het initiële contact wordt gemaakt en op welk punt de hoepel los gelaten wordt. Dit zou wel mogelijk zijn door de LE-rolstoelergometer te combineren met een cameraopstelling en markers. De slagfrequentie is, na het interview met bondscoach, buiten beschouwing gelaten vanwege de toepasbaarheid op het veld.

Het meten van de asymmetrie wordt gemeten door de afgelegde afstand van het rechter wiel af te trekken van het linker wiel. Doordat de proefpersoon op de LE-rolstoelergometer gefixeerd wordt, is er geen referentie of er rechtdoor gereden wordt. Hierdoor kan de werkelijke asymmetrie tijdens volledige sprint gemeten worden.

De resultaten geven de bondscoach inzicht in de sprint performance van de rolstoelrugbyer op het veld. Tussen meting één en drie zit vier weken. Dit is een relatieve korte tijd om voortuitgang te meten bij topsporters. Om hier een beter inzicht in te krijgen wordt aanbevolen om een onderzoek met de Ti-Jo test over een langere periode met frequente tussenmetingen uit te voeren. Hiervoor moet eerst de Ti-Jo test op betrouwbaarheid en validiteit getest worden.

Het doel van dit project was dat er een test voor bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers ontwikkeld werd om inzicht te geven in de sprint performance van rolstoelrugbyers. De bondscoach kijkt in de test voornamelijk naar de afgelegde afstand, de trainer naar de kracht en explosiviteit (wattage) en de rolstoelrugbyer naar de topsnelheid, afstand tot topsnelheid en asymmetrie. Dit is allemaal terug te vinden in de Ti-Jo test. Voor een duidelijker beeld moet er een grootschaliger onderzoek bij elke classificatie uitgevoerd worden.

### **Verwachtingen**

Aan de eerder gestelde verwachtingen zijn voldaan. Er is een snelle gestandaardiseerde test ontwikkeld met een makkelijk uitvoerbare meetprotocol. Hierbij is het gemakkelijk de testresultaten te genereren en deze snel terug te koppelen aan de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers. Ook is er aan de verwachting voldaan van het classificatie verschil. In de topsnelheid is te zien dat de lage geclassificeerde rolstoelrugbyers lagere topsnelheden bereikt ten opzichte van de hoger geclassificeerde rolstoelrugbyers.

### **Toepassingen**

De LE-rolstoelergometer staat nog in de kinderschoenen en heeft veel potentie in onderzoek met het voortbewegen met een rolstoel. De LEM software heeft verschillende ontwikkelpunten voor het herhaaldelijk meten van proefpersonen. Zo kan de HSB (high speed bus) data niet altijd gemeten worden. De Ti-Jo sprint performance test is dan ook het eerste ontwikkelde sprintprotocol, zover de onderzoekers hiermee bekend zijn, voor een specifieke topsportdoelgroep op de LE-rolstoelergometer. Daarnaast is de ontwikkelde Ti-Jo sprint performance test simpel in gebruik. De proefpersoon kan binnen 20 minuten in een veilige omgeving gemeten worden op de LE-rolstoelergometer. Hieruit komen resultaten die inzicht geven in de sprintperformance van een rolstoelrugbyer.



### **Aanbeveling**

Het Ti-Jo testprotocol zal verder moeten worden onderzocht op betrouwbaarheid en validiteit. De betrouwbaarheid kan onderzocht worden door bij elke classificatie in een kortere tijdspan de Ti-Jo test twee keer af te nemen. De Ti-Jo test zou op grote schaal uitgevoerd moeten worden om meer inzichten te verkrijgen over de sprint performance per classificatie van rolstoelrugby. Om de test deels te valideren zou de Ti-Jo test vergeleken moeten worden ten opzichte van het veld.

De LE-weerstandscoefficiënt is verkregen door middel van ervaringen van de rolstoelrugbyers. Dit zou echter door een coast-down sprint op wedstrijdondergrond uitgevoerd moeten worden om zo een goede overeenkomstige weerstand te kunnen simuleren.

Er is gekozen voor een 8 seconden sprint. Echter kan een langere sprint meer inzicht geven over het accelereren tot de topsnelheid en vermoeidheid van de proefpersonen. Nu is de 80% van de snelheid gebaseerd op de topsnelheid die binnen de 8 seconden bereikt wordt. Dit is niet representatief voor de 80% van de werkelijke topsnelheid. Verder onderzoek is nodig om na te gaan bij welke tijd de werkelijke topsnelheid, en 80% hiervan, bereikt wordt.

### **Conclusie**

Voordat de hoofdvraag beantwoord kan worden moet de laatste deelvraag: “Zijn de testresultaten van de Ti-Jo sprint performance test stabiel bij herhaald afnemen (geen uitschieters en realistische verschillen tussen de classificaties)?” beantwoord worden. Na de Ti-Jo test herhaaldelijk uitgevoerd te hebben bij verschillende classificaties is uit de resultaten gebleken dat er geen uitschieters voorkomen en er realistische verschillen te zien zijn tussen de classificaties. Hieruit kan worden geconcludeerd dat aan de voorwaarden van stabiele testresultaten zijn voldaan.

De hoofdvraag luidt: “Ontwikkel een gestandaardiseerde sprinttest voor de Lode Esseda rolstoelergometer en welke sprint performance parameters zijn daarbij belangrijk om veranderingen binnen en tussen rolstoelrugbyers te monitoren?”. Uit de resultaten van alle deelvragen is gebleken dat de Ti-Jo sprint performance test op de Lode Esseda rolstoelergometer een veilige, simpele en stabiele test is om in korte tijd (+/- 20 minuten) snel inzicht te krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers. De Ti-Jo test kan worden uitgevoerd voordat de rolstoelrugbyers een veldtraining hebben.

Na de feedback te hebben besproken van de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers van het Nederlandse rolstoelrugbyteam is gebleken dat de Ti-Jo test een meerwaarde heeft om de sprint performance parameters vast te leggen. De rolstoelrugbyer kan met de resultaten van het Ti-Jo testrapport zien wat de topsnelheid is en welke afstand afgelegd wordt. De trainer krijgt meer informatie over de hoeveelheid vermogen die de rolstoelrugbyer kan leveren en de bondscoach heeft meer inzicht in de sprint performance van de rolstoelrugbyer op het veld.



## Literatuurlijst

Afbeelding 1: <http://rolstoel-rugby.nl/classificatie/>

- Coutts, K. D. (1994). Drag and Spring Performance of Wheelchair Basketball Players. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 31(2), 138–143.
- Coutts, K. D. (1990). Kinematics of sport wheelchair propulsion. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 27(1), <https://doi.org/10.1682/jrrd.1990.01.0021>
- Faupin, A., Borel, B., Meyer, C., Gorce, P., & Watelain, E. (2013). Effects of synchronous versus asynchronous mode of propulsion on wheelchair basketball sprinting. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 8(6), 496–501. <https://doi.org/10.3109/17483107.2012.756947>
- Ferro, A., Villacieros, J., & Pérez-Tejero, J. (2016). Sprint performance of elite wheelchair basketball players: Applicability of a laser system for describing the velocity curve. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 33(4), 358–373. <https://doi.org/10.1123/APAQ.2015-0067>
- García-Fresneda, A., Carmona, G., Padullés, X., Nuell, S., Padullés, M. J., Cadeau, J. A., & Iturricastillo, A. (2019). Initial Maximam Push-Rim Propulsion and Sprint Performance in Elite Wheelchair Rugby Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(3), 857–865.
- Goosey-Tolfrey, V. L., Vegter, R. J. K., Mason, B. S., Paulson, T. A. W., Lenton, J. P., Scheer, J. W. Van Der, & Woude, L. H. V. Van Der. (2018). Sprint performance and propulsion asymmetries on an ergometer in trained high- and low- point wheelchair rugby players. *Scand J Med Sci Sports*, 28, 1586–1593. <https://doi.org/10.1111/sms.13056>
- Groot, S. De, Bos, F., Koopman, J., Hoekstra, A. E., & Vegter, R. J. K. (2017). Effect of holding a racket on propulsion technique of wheelchair tennis players. *Scand J Med Sci Sports*, 27, 918–924. <https://doi.org/10.1111/sms.12701>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Haydon, D. S., Pinder, R. A., Paul, N., & Robertson, W. S. P. (2018). Test design and individual analysis in wheelchair rugby. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18, S1440-2440.
- Klerk de, R. (2018) Settings for the Esseda wheelchair ergometer. Geraadpleegd op 27-3-2019.
- Malone L, Orr K. Wheelchair rugby. In: Goosey-Tolfrey V, ed. *Wheelchair Sport*. Ottawa, Ont: Human Kinetics 2010: 151-166.
- Mason, B. S., Porcellato, L., Woude, L. H. V. Van Der, & Goosey-tolfrey, V. L. (2010). ORIGINAL REPORT A QUALITATIVE EXAMINATION OF WHEELCHAIR CONFIGURATION FOR OPTIMAL MOBILITY PERFORMANCE IN WHEELCHAIR SPORTS : A PILOT STUDY. *J Rehabil Med*, 42, 141–149. <https://doi.org/10.2340/16501977-0490>
- Mason, B., Lenton, J., Rhodes, J., Cooper, R., & Goosey-Tolfrey, V. (2014). Comparing the Activity Profiles of Wheelchair Rugby Using a Miniaturised Data Logger and Radio-Frequency Tracking System. *BioMed Research International*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2014/348048>
- Morgulec-adamowicz, N., Kosmol, A., Molik, B., Yilla, A. B., & Laskin, J. J. (2011). Classification in Wheelchair Rugby Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 82(1), 61–69. <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599722>

Job de Nijs (15035492)  
Timothy Roos (15013294)

- Spornier, M. L., Grindle, G. G., Kelleher, A., Teodorski, E. E., Cooper, R., & Cooper, R. A. (2009). Quantification of activity during wheelchair basketball and rugby at the National Veterans Wheelchair Games: A pilot study. *Prosthetics and Orthotics International*, 33(3), 210–217. <https://doi.org/10.1080/03093640903051816>
- Van Der Slikke, R., Berger, M., Bregman, D., & Veeger, D. (2016). Push Characteristics in Wheelchair Court Sport Sprinting. *Procedia Engineering*, 147, 730–734. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.265>
- Van Der Woude, L.H.V., Bakker, W.H., Elkhuisen, J.W., Veeger, H.E., & Gwinn, T. (1998). Propulsion technique and anaerobic work capacity in elite wheelchair athletes: cross-sectional analysis. *American Journal of Physical and Medical Rehabilitation*, 77(3), 222-34.
- Van Der Woude, L. H. V., Geurts, C., Winkelman, H., & Veeger, H. E. J. (2003). Measurement of wheelchair rolling resistance with a handle bar push technique. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 27(6), 249–258. <https://doi.org/10.1080/0309190031000096630>
- Vanlandewijck, Y. C., Daly, D. J., & Theisen, D. M. (1999). Field Test Evaluation of Aerobic , Anaerobic , and Wheelchair Basketball Skill Performances. *Int J Sports Med*, 20, 548–554.
- Vanlandewijck, Y., Theisen, D., & Daly, D. (2001). Wheelchair Propulsion Biomechanics Implications for Wheelchair Sports. *Sports Med*, 31(5), 339–367.
- Veeger, H. E. J., Lute, E. M. C., Roeleveld, K., & van der Woude, L. H. V. (1991). Differences in performance between trained and untrained subjects during a 30-s sprint test in a wheelchair ergometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(2), 158–164. <https://doi.org/10.1007/BF00717954>
- Wat is rolstoelrugby? Verkregen op 20-3-2019 van: <http://rolstoel-rugby.nl/wat-is-rolstoelrugby>
- West, C. R., Campbell, I. G., Goosey-Tolfrey, V. L., Mason, B. S., & Romer, L. M. (2013). Effects of abdominal binding on field-based exercise responses in Paralympic athletes with cervical spinal cord injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(4), 351–355. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.06.001>

## Bijlage 1: Ti-Jo Sprint performance Rapport



### Ti-Jo Sprint Performance Report



|        |  |
|--------|--|
| Naam:  |  |
| Datum: |  |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| Ti-Jo Testprotocol |             |
| Herhalingen        | 5x          |
| Sprinttijd         | 8 Seconden  |
| Rusttijd           | 30 Seconden |

|               |      |       |
|---------------|------|-------|
| Resultaten*   |      |       |
| Sprintafstand | 22,2 | Meter |
| Topsnelheid   | 12,3 | Km/u  |

|                         |      |          |
|-------------------------|------|----------|
| Tijd tot topsnelheid    | 6,64 | Seconden |
| Afstand tot topsnelheid | 16,7 | Meter    |

|                                      |      |          |
|--------------------------------------|------|----------|
| 80% topsnelheid afstand <sup>1</sup> | 5,3  | Meter    |
| 80% topsnelheid tijd <sup>2</sup>    | 2,58 | Seconden |

|                                       |     |      |
|---------------------------------------|-----|------|
| Maximaal slagvermogen <sup>3</sup>    | 202 | Watt |
| Gemiddeld slagvermogen <sup>4</sup>   | 103 | Watt |
| Slag 1 maximaal vermogen <sup>5</sup> | 417 | Watt |
| Slag 2 maximaal vermogen <sup>5</sup> | 317 | Watt |
| Slag 3 maximaal vermogen <sup>5</sup> | 238 | Watt |

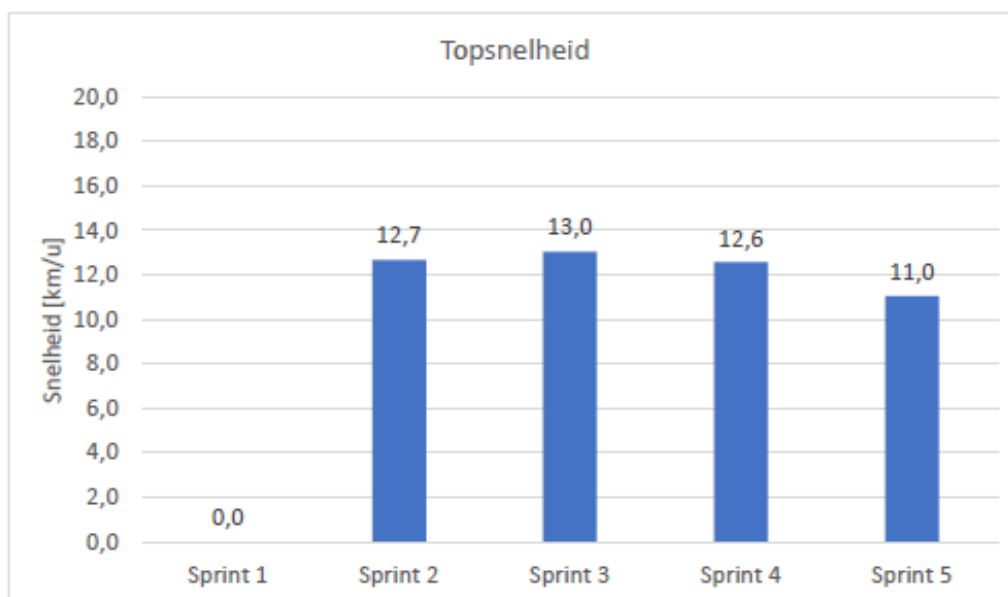
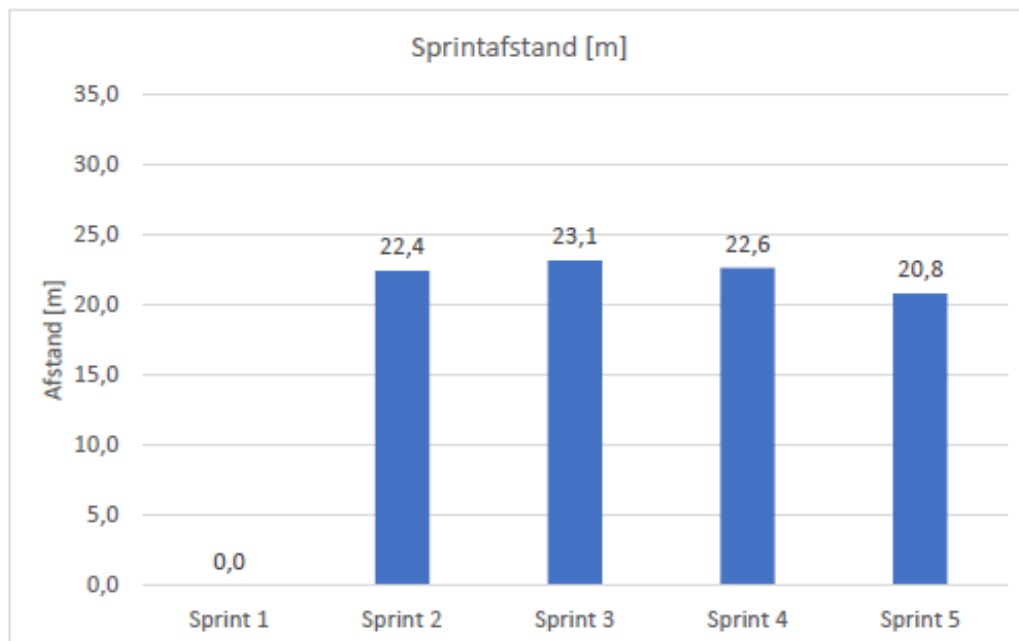
|                         |      |     |
|-------------------------|------|-----|
| Asymmetrie <sup>6</sup> | -0,1 | L-R |
|-------------------------|------|-----|

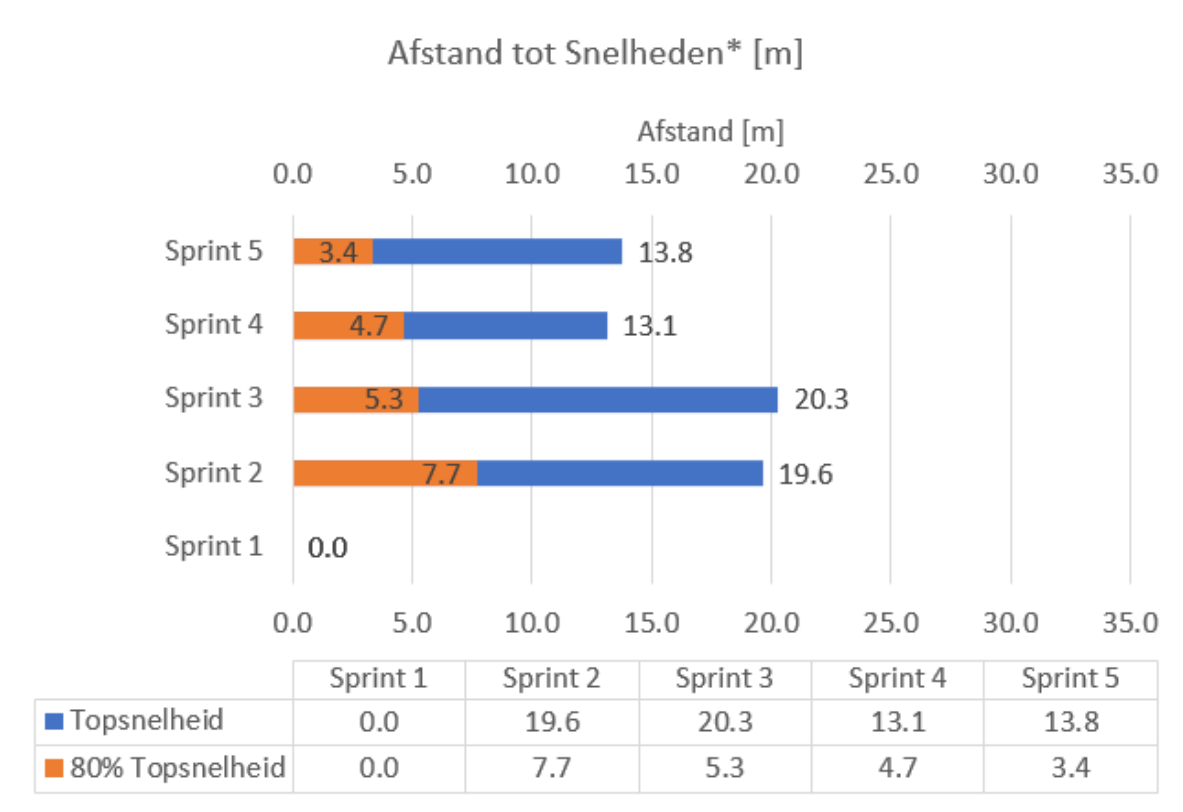
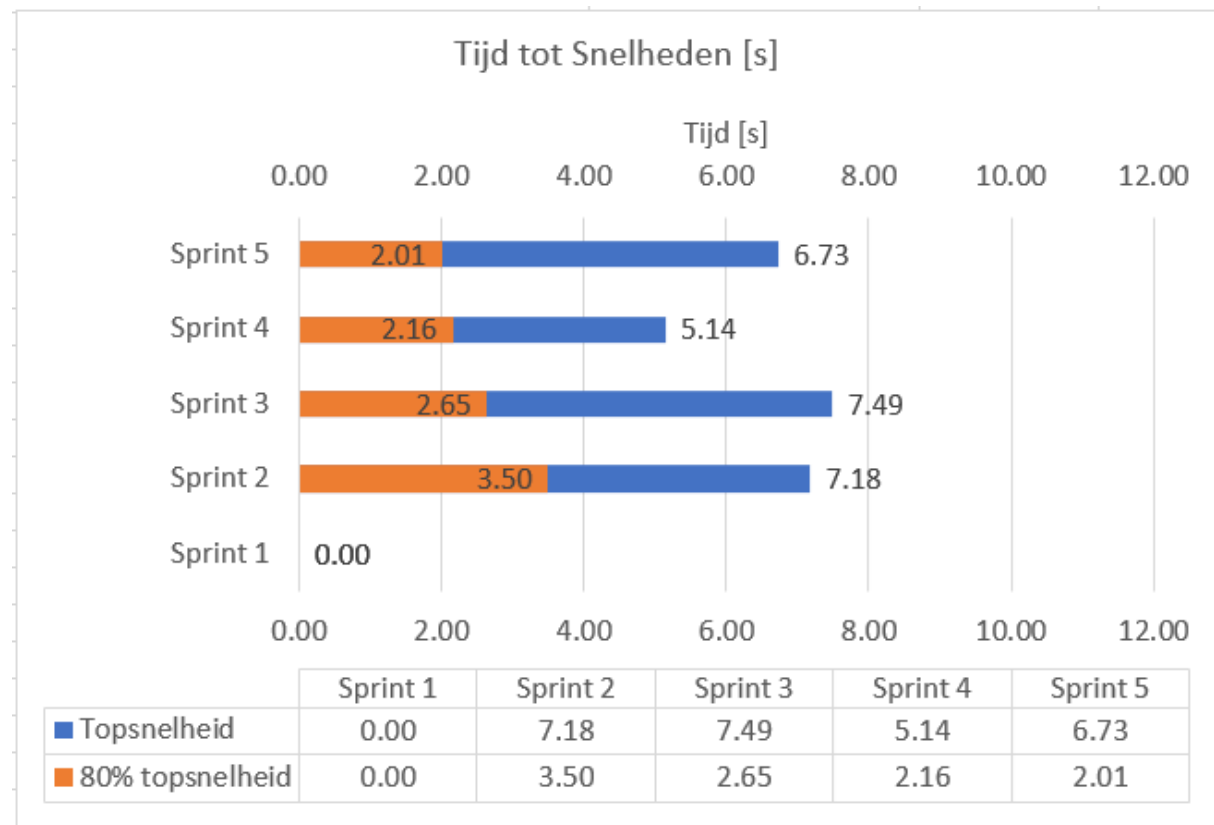
#### Toelichtingen:

\*Foutmetingen worden met 0.00 weergegeven

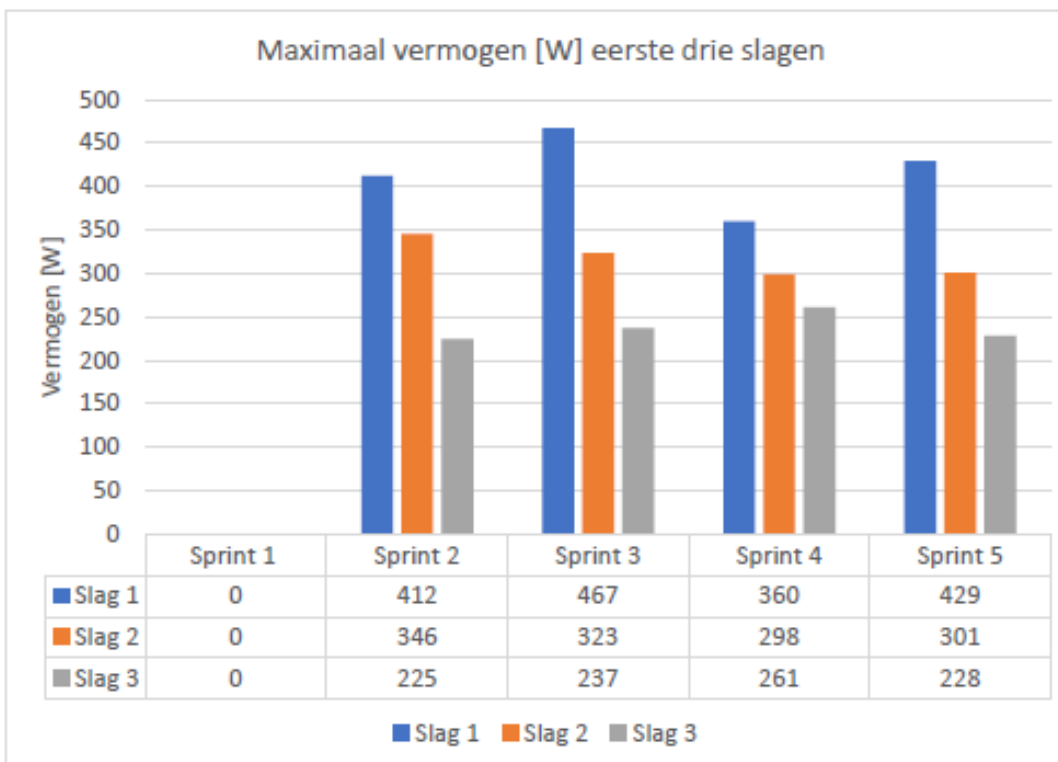
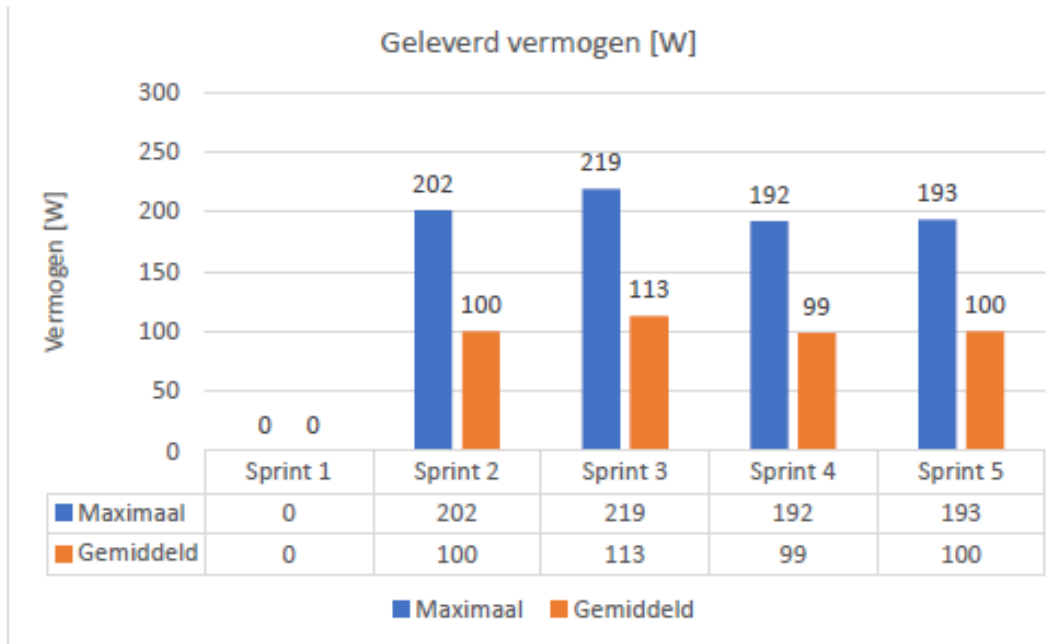
Alle waarden zijn gemiddelden van alle sprints

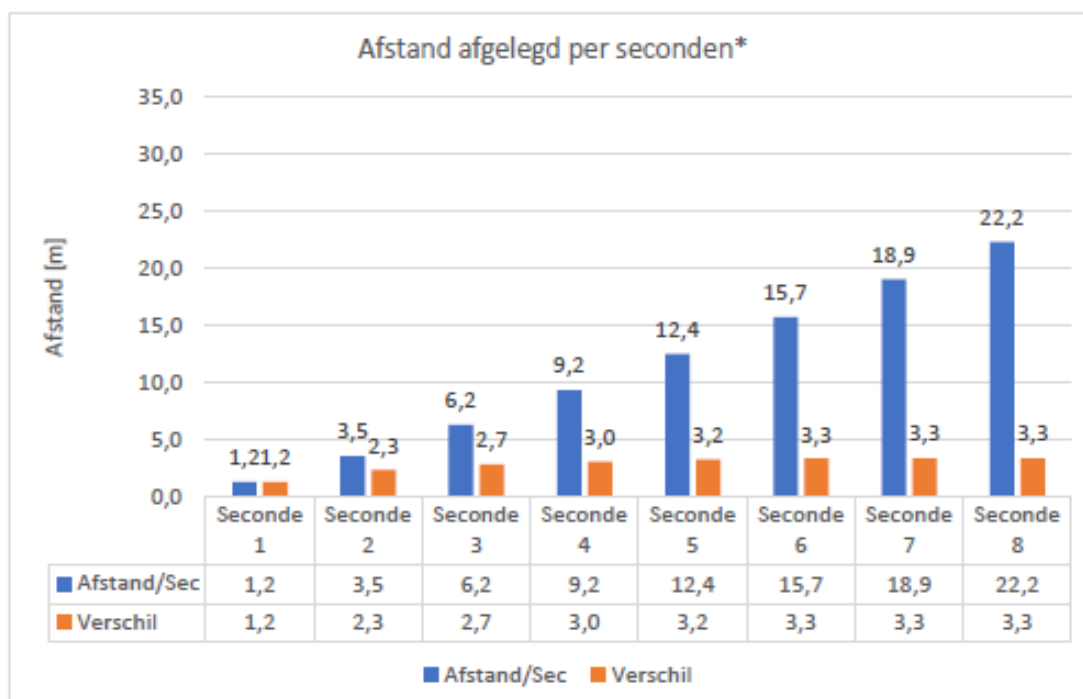
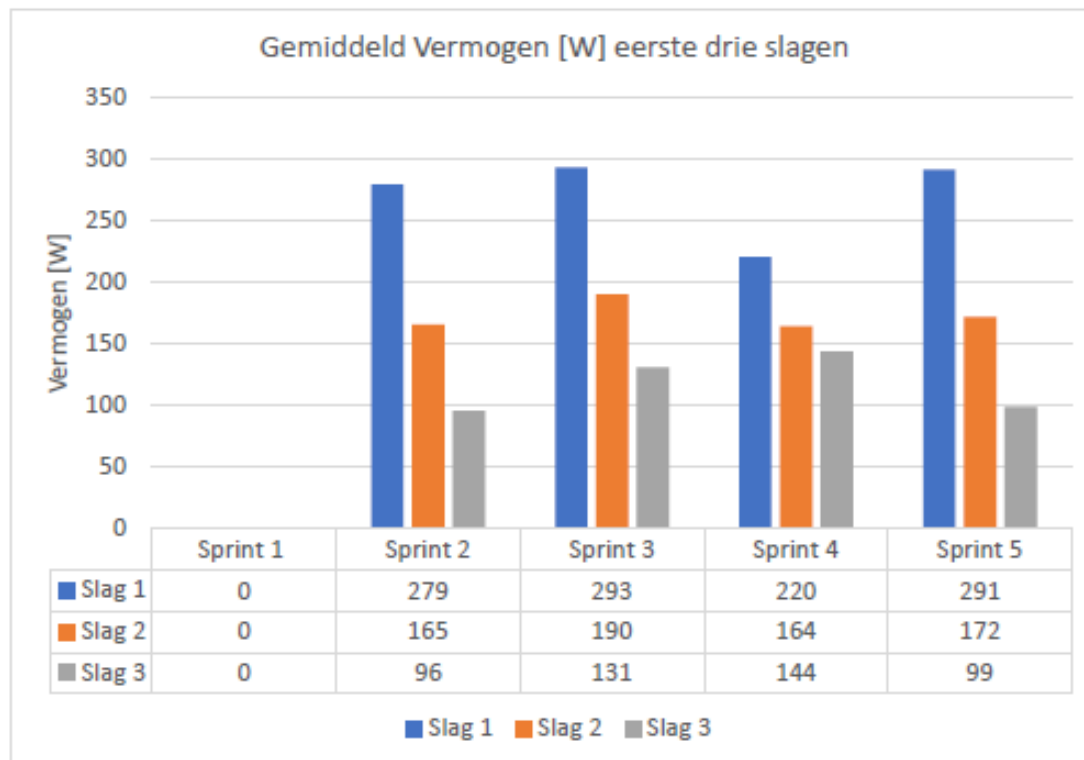
1. Afstand die nodig is om 80% van de topsnelheid te bereiken
2. Tijd die nodig is om 80% van de topsnelheid te bereiken
3. Het maximaal geleverd vermogen over alle slagen in de sprint
4. Het gemiddelde geleverd vermogen over alle slagen in de sprint
5. Het maximaal geleverd vermogen over de eerst drie slagen van de sprint
6. Negatieve waarde is links sterker, positief is rechts sterker





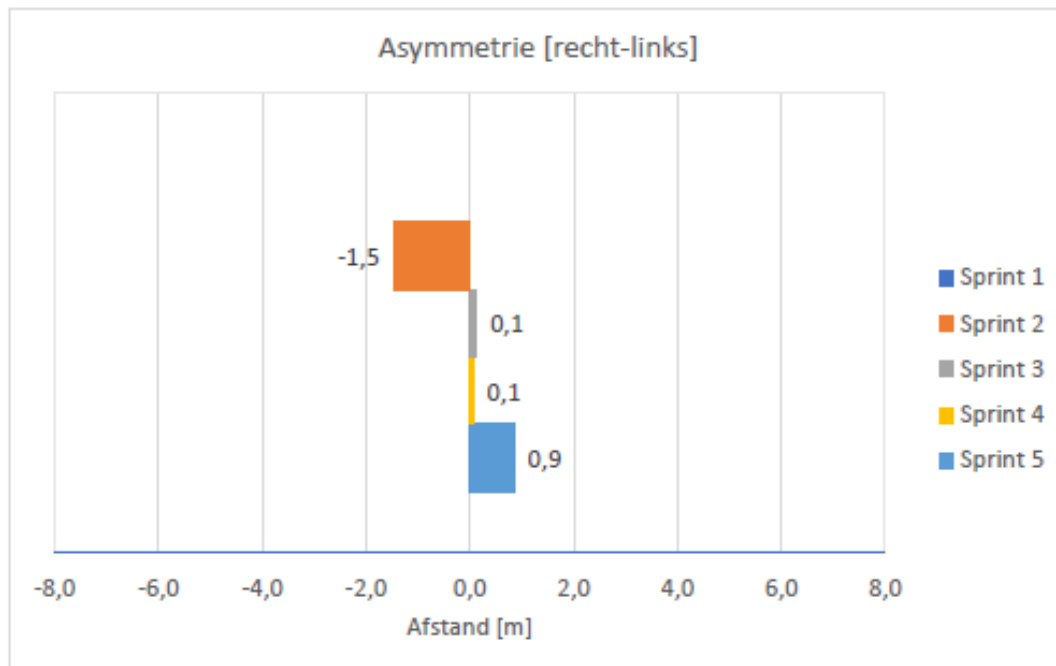
\* *Afstand die nodig is om de twee snelheden te bereiken*





\* Hoeveel afstand er per seconden is afgelegd en het verschil tussen de seconden





**EINDE RAPPORT**

## Bijlage 2: Toestemmingsformulier

### Toestemmingsverklaring

#### Ondergetekende

Naam: \_\_\_\_\_

Geboortedatum: \_\_\_\_\_

Verklaart op vrijwillige basis deel te nemen aan de testen bij **Testcentrum Aangepast Sporten Reade**.

1. Er is mij uitgelegd wat ik moet doen en ik begrijp het;
2. Ik begrijp dat ik fysieke inspanningen moet leveren die op of vlakbij de grens van mijn capaciteiten liggen en dat er mogelijk risico aan dergelijke fysieke inspanningen zit, dat wil zeggen, momenten van licht gevoel in het hoofd, flauwvallen, abnormale bloeddruk, pijn in de borst en misselijkheid. Ik begrijp dat ik fysieke inspanningen moet leveren die het risico op blessures met zich mee brengen;
3. Ik begrijp dat dit kan voorkomen hoewel het personeel die de testen uitvoeren alle mogelijk voorzorgsmaatregelen nemen bij het uitvoeren van de testen. Ik aanvaard deze risico's volledig.
4. Ik begrijp dat ik op elk moment, vrijwillig en zonder opgaaf van redenen mijn toestemmingsverklaring kan intrekken, voor, tijdens of na de testen;
5. Ik heb de persoon die de testen uitvoert op de hoogte gebracht van eventuele ziekte, blessure(-verleden) of ander fysieke ongemak die kan bijdragen aan het niveau van het te lopen risico;
6. Ik begrijp dat de informatie en video/fotomateriaal die uit de testen worden verkregen vertrouwelijk worden behandeld, met mijn recht op privacy verzekerd. Echter, de informatie mag gebruikt worden voor statistieke of wetenschappelijke publicaties met behoud van privacy. Bij gebruik van video/fotomateriaal voor promotiedoeleinden van het Testcentrum zal ik een aparte verklaring ondertekenen;
7. Ik ontsla het Testcentrum aangepast sporten Reade en zijn personeel van enige aansprakelijkheid voor enige blessure of ziekte die ik mag ervaren tijdens de testen alsook enige er opvolgende blessure of ziekte die is verwant aan of een gevolg van de testen;
8. Ik geef **wel** toestemming om de verkregen informatie met mijn coach te delen; (*doorhalen wat van toepassing is*)

Ter ondertekening atleet:

Plaats: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Handtekening \_\_\_\_\_

Ter ondertekening testafnemer:

Plaats: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Handtekening \_\_\_\_\_

## Bijlage 3: Meetprotocol Ti-Jo sprint performance test

### Algemeen

De Ti-Jo test is opgebouwd uit vijf sprints van 8 seconden met een rustperiode van 30 seconden tussen de sprints.

### Uitkomstmaten

Uit de LE-rolstoelergometer zullen de sprint performance parameters bepaald worden bij de Ti-Jo test. Deze zullen bij elke 8 seconden sprint bepaald worden en een gemiddelde van de vijf sprints.

### Doelgroep

De Ti-Jo test gaat uitgevoerd worden bij rolstoelrugbyers van het Nederlandse team. Al deze rolstoelrugbyers hebben een beperking en hebben daarmee een IWRF classificatie. De rolstoelrugbyers zijn tussen de 19 en 32 jaar oud. De rolstoelrugbyers worden met hun eigen persoonlijke wedstrijdrolstoel getest om een zo goed mogelijk inzicht te krijgen in hoe de rolstoelrugbyers tijdens de wedstrijd sprinten. De rolstoelrugbyers zijn bestaan alleen maar uit mannen.

### Benodigheden

- Lode Esseda rolstoelergometer (988900 Esseda: S/N 20170001)
- LEM- software
- Handleiding Lode Esseda rolstoelergometer
- Persoonlijk aangepaste rugbyrolstoel
- Weegschaal
- Meetlint
- Computer
  - o Lode software
  - o Matlab 2018a
  - o Excel
- Interval Timer App versie 1.2.1
- USB stick
- Pen en papier

### Meetduur en data

Meetduur:

- |                                                                |       |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| - Rolstoelrugbyer informeren + bevestigen LE-rolstoelergometer | 5 min |
| - Stretch oefeningen                                           | 2 min |
| - Warming up op LE-rolstoelergometer                           | 3 min |
| - Afnemen Ti-Jo test                                           | 3 min |
| - Cooling-down                                                 | 2 min |
| - Rolstoelrugbyer ontkoppelen van LE-rolstoelergometer         | 1 min |

Voor eventuele uitloop zal er rekening gehouden worden met 20 minuten per één Ti-Jo test.

Meetdata:

De metingen zijn uitgevoerd in de maanden april en mei 2019 voor de training in de sporthal van revalidatiecentrum Reade. Alle metingen zijn uitgevoerd in het DNS bewegingslab waar de LE-rolstoelergometer staat. Er is met de trainer afgesproken dat deze test een onderdeel kan zijn van de fysieke training die rolstoelrugbyers . Het meten van de proefpersonen wordt gedaan met een tussenperiode van twee weken totdat er drie metingen zijn uitgevoerd.

### *Meetprocedure*

#### **Voorbereiding Ti-Jo test**

- Lode Esseda rolstoelergometer opstarten
  - o Aanzetten LE-rolstoelergometer
  - o Computer + LEM-software opstarten

#### **Voorbereiding speler**

- Speler informeren over testprocedure
  - o Wat er van ze verwacht wordt
  - o Wat er uit gaat komen
- Speler op LE-rolstoelergometer bevestigen
  - o Rij de speler centreren op LE-rolstoelergometer
  - o Wielblokken omhoog
  - o Bevestig en span de riemen aan persoonlijke rolstoel
  - o Wielblokken omlaag

#### **Ti-Jo test**

- Selecteer speler, persoonlijke rolstoel in de LEM software
- Kalibreer de LE-rolstoelergometer
- Laat de speler 3 stretch oefeningen uitvoeren
  - Stretch oefeningen:
    - o Abductie heffing (10x)  
Met geëxtendeerde arm naar opzij bewegen
    - o Anteflexie heffing (10x)  
Met geëxtendeerde arm naar voren bewegen
    - o Retroflexie heffing (10x)  
Eerst met gebogen arm naar achter bewegen en daarna met gestrekte arm naar achteren bewegen (kettingzaag beweging)
- Laat de speler 3 minuten warm rijden op een weerstand van 0,012
- Selecteer weerstandsprotocol van 0,012 (gymzaal ondergrond)
- Start de LE-rolstoelergometer
- Wacht 5 seconden en start de interval timer App (telt af vanaf 5 seconden)
- Interval timer App geeft aan hoelang de speler moet sprinten en rusten door middel van een pieptoon
- Laat speler 2 minuten uitrijden op eigen tempo
- Exporteren vanuit LEM-software naar .xls bestand
- Sla de Ti-Jo test data op de USB stick op
- Ontkoppel de speler van de LE-rolstoelergometer

### *Dataverwerking*

De data die uit de LE-rolstoelergometer krijgt zijn snelheid linker en rechter en krachten linker en rechter wiel in samples. Als eerste moet de HSB tabblad geselecteerd worden en geëxporteerd worden naar een .csv bestand. In het .csv moeten alle komma's naar punten veranderd worden. De verkregen data wordt opgeslagen en op een computer geplaatst waar er beschikking is over Matlab. Alle data wordt door een bestaand Matlab script uitgevoerd waar de verschillende sprint performance parameters berekend worden. Na de dataverwerking wordt er een Excelrapport opgesteld met de resultaten van de Ti-Jo test over de sprint performance.

## Bijlage 4: Plan Van Aanpak

### Ti-Jo Sprint Performance Test

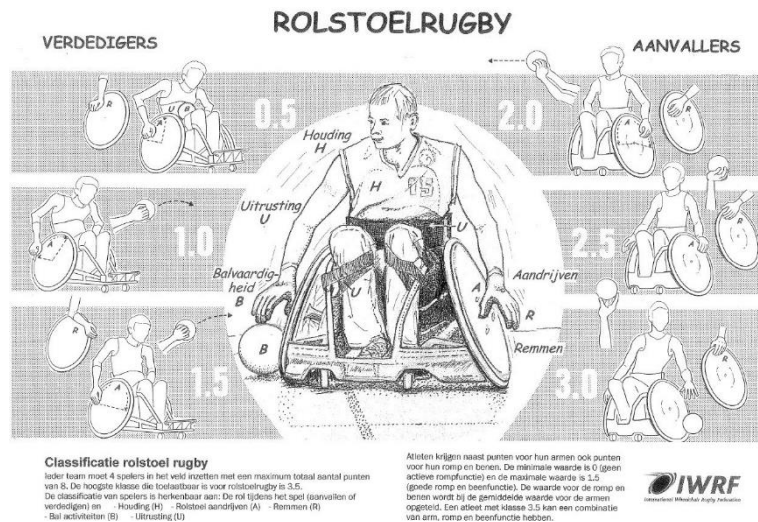
*Ontwikkeling test voor sprint performance Nationaal rolstoelrugby team*



|                 |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naam:           | Timothy Roos (15013294)<br><a href="mailto:15013294@student.hhs.nl">15013294@student.hhs.nl</a><br><a href="mailto:Timothy_roos@hotmail.com">Timothy_roos@hotmail.com</a> | Job de Nijs (15035492)<br><a href="mailto:15035492@student.hhs.nl">15035492@student.hhs.nl</a><br><a href="mailto:jobdenijs@live.nl">jobdenijs@live.nl</a> |
| Periode:        | 04 maart 2019 – 12 juni 2019                                                                                                                                              |                                                                                                                                                            |
| Werkveld:       | Aangepast sport                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |
| Beroepsrol:     | Embedded scientist                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
| Extern project: | Reade, Centrum voor Revalidatie en Reumatologie, Amsterdam                                                                                                                |                                                                                                                                                            |
| Contactpersoon: | Sonja de Groot<br><a href="mailto:s.d.groot@reade.nl">s.d.groot@reade.nl</a>                                                                                              |                                                                                                                                                            |

## Inleiding

Rolstoelrugby is een unieke en spectaculaire sport voor sporters met een motorische handicap aan armen en benen. Bij rolstoelrugby is er een veld van 28x15 meter met aan beide zijde vier spelers. Bij rolstoelrugby worden de spelers geclassificeerd naar hun handicap. Classificatie is een aanvullend middel om gehandicapte sporters afhankelijk van hun functionele mogelijkheden te verdelen in klassen (Figuur1). Een team heeft een totale score van 8 punten op het veld.



Figuur 18 Classificatie rolstoelrugby

De rolstoelrugbyers moeten de bal aan de andere kant zien te krijgen om punten te scoren. Een wedstrijd duurt 4x8 minuten. Rolstoelrugbyers kunnen in een wedstrijd afstanden afleggen van 2365 meter (bijna 2,5 kilometer), met snelheden van 1.33 m/sec (4,8 km/uur) en starten en stoppen ze gemiddeld 243 keer (Spörner 2009). Door het vele stoppen, starten en de hoge snelheden die behaald worden tijdens een wedstrijd is de sprint performance (snelheid, acceleratie, vermogen en aandrijftechniek) belangrijk om in een wedstrijd optimaal te presteren. Uit onderzoek van Morgulec-Adamowicz (2011) is gebleken dat sprint performance (20 meter sprint, uithoudingsvermogen), het overspelen van de bal en slalom een verband hebben met prestatie-verbetering.

Rolstoelrugby wordt in Nederland beoefend op internationaal niveau. Het Nederlandse rolstoelrugby team heeft de ambitie de absolute wereldtop te bereiken. De komende jaren wil het team zich verder professionaliseren en ontwikkelen met als doel aan de top van het Europees A-niveau te komen en zich te kwalificeren voor de Paralympische spelen van 2020 in Tokio. Om de wereldtop te bereiken is het belangrijk dat de trainer en coach inzicht krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers. In Reade worden de rolstoelrugbyers fysiek getraind en trainen ze op de Lode Esseda rolstoelergometer (LE-rolstoelergometer). De LE-rolstoelergometer is een nieuw meetsysteem. Hierdoor is er nog geen literatuur beschikbaar. Uit onderzoek van Goosey-Tolfrey (2018) over testen van rolstoelrugbyers op een rolstoelergometer is er gebleken dat er duidelijk asymmetrie gemeten kan worden met een rolstoelergometer bij rolstoelrugbyers. Verder is er onderzoek gedaan bij rolstoeltennissers op een rolstoelergometer (de Groot 2016). In dit onderzoek is er gekeken naar de snelheid en het draaimoment doormiddel van een submaximale test op een rolstoelergometer. De conclusie van dit onderzoek is dat het voordeel van een rolstoelergometer is dat er eenvoudig een gestandaardiseerde test uitgevoerd kan worden. Er is nog geen gestandaardiseerde sprint performance test voor rolstoelrugby.

Een gestandaardiseerde sprinttest is belangrijk voor de trainer (Linda van Vliet) en bondcoach (Jacqueline Pot) om inzicht te krijgen in de sprint performance van de rolstoelrugbyers en deze sprint performance te monitoren. Het monitoren doormiddel van regelmatig testen van de spelers heeft



verschillende voordelen voor het verbeteren van de sportprestaties. Uit het onderzoek van Halson (2014) is gebleken dat monitoring erg belangrijk is voor het kwantificeren van de resultaten. Het is belangrijk om de rolstoelrugbyers herhaald te testen en te monitoren om te evalueren of de training het gewenste resultaat geeft. Als er een sprinttest ontwikkeld kan worden zou dat een waardevolle toevoeging zijn voor de verbetering van de prestaties van de rolstoelrugbyers. De ambitie van de trainer en bondscoach van het Nederlands rolstoelrugby team is om de absolute wereldtop en de Paralympische spelen 2020 in Tokio te halen door de sportprestaties van de rolstoelrugbyers te verbeteren. Vanuit deze ambitie is er door de researchcoördinator van Reade (Sonja de Groot) een duidelijk probleem vastgesteld. Het probleem is dat er nog geen goede sprinttest ontwikkeld is voor de LE-rolstoelergometer die de sprint performance kan testen en monitoren voor rolstoelrugby.

Het doel dat vanuit het probleem van de trainer en coach ontstaat is: Het ontwikkelen van een sprinttest op de LE-rolstoelergometer om de progressie van de rolstoelrugbyers in sprintvermogen en aandrijftechniek gestandaardiseerd te kunnen testen en monitoren.

Vervolgens wordt de volgende hoofdvraag gesteld:

*“Welke gestandaardiseerde sprinttest kan er op de Lode Esseda rolstoelergometer ontwikkeld worden en welke uitkomstparameters zijn daarbij belangrijk om veranderingen over de tijd of tussen rolstoelrugbyers te monitoren?”*

De verwachting is dat er een gestandaardiseerde sprinttest ontwikkeld is met een testprotocol en een rapport met de behaalde sprint performance waarbij de resultaten zowel individueel als onderling vergeleken kunnen worden tussen de rolstoelrugbyers. Deze sprinttest kan wekelijks uitgevoerd worden door alle rolstoelrugbyers om een goed inzicht te krijgen in de sprint performance.

## Methode

Om te onderzoeken of het mogelijk is een sprinttest uit te voeren op de LE-rolstoelergometer waar de resultaten van de behaalde sprint performance worden weergegeven in een rapport voor trainer en coach wordt er een onderzoek uitgevoerd naar het ontwikkelen en testen van een sprinttest. Dit onderzoek wordt verdeeld in verschillende onderdelen. Hierbij wordt eerst onderzocht welke onderdelen behoren tot de sprint performance van een rolstoelrugbyer. Vervolgens wordt er een test ontwikkeld en wordt deze test bij rolstoelrugbyers afgenomen. Hierna zal de test geëvalueerd worden.

## Doelgroep

Voor de ontwikkeling van de sprinttest wordt er een groep gevormd van vijf proefpersonen. De groep die gaat deelnemen bij de ontwikkeling van de sprinttest beoefenen allemaal de sport rolstoelrugby. Dit is één van de inclusiecriteria waaraan de deelnemers moeten voldoen. Voor meerdere inclusiecriteria zie tabel 1. De deelnemers zullen bestaan uit drie rolstoelrugbyers van het Nationaal rolstoelrugby team en twee rolstoelrugbyers van de Amsterdam Terminators. De deelnemers zullen een toestemmingsformulier ondertekenen voor deelname. Er worden per deelnemer een aantal kenmerken genoteerd. De kenmerken die van de deelnemers worden genoteerd zijn: Naam, Leeftijd, Geslacht, Lichamelijke beperking, IWRF classificatie, Gewicht, Gewicht rolstoel, Diameter wiel, Diameter hoepel.

Tabel 5 Inclusiecriteria

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| <b>Inclusiecriteria:</b>                             |
| Mannelijk geslacht                                   |
| Beoefening rolstoelrugby<br>(met IWRF classificatie) |
| Leeftijd boven de 18 jaar                            |
| Alle IWRF classificaties                             |

De ontwikkelde test wordt één keer per week gedurende vier tot zes weken afgenomen bij de deelnemers. Alle testen worden afgenomen met de LE-rolstoelergometer bij Reade locatie Overtoom. De deelnemers maken gebruik van hun eigen rolstoel.

### Vooronderzoek sprint performance

Om te onderzoeken welke onderdelen behoren tot de sprint performance van een rolstoelrugbyer wordt er onderzocht welke fysieke activiteiten op het gebied van sprinten voorkomen bij rolstoelrugby. Dit wordt gedaan door in de literatuur te onderzoeken wat voor sprinttesten binnen verschillende rolstoelsporten worden afgenomen en welke resultaten uit de sprinttest worden geconcludeerd. Daarnaast worden wedstrijden geanalyseerd, wordt er een literatuurstudie naar fysieke activiteiten bij rolstoelrugby om de sprint performance parameters vast te stellen uitgevoerd en er wordt een interview met trainer en coach over de mogelijke sprint performance parameters in de sprinttest afgenomen. De volgende vragen zijn daarbij opgesteld:

- Welke parameters worden gemeten bij testen om sprinten in kaart te brengen bij rolstoelsporters?
  - o Literatuur via PubMed, Google Scholar en HHS Library
    - Zoektermen: Wheelchair, Rugby, Sports, Testing, Test, Sprint, Wingate, Parameters, Performance, Anaerobic, Athletes, Propulsion, Velocity, Acceleration
- Welke onderdelen behoren tot sprint performance bij rolstoelrugby?
  - o Observatie van een rolstoelrugby wedstrijd
  - o Literatuur via PubMed, Google Scholar en HHS Library
    - Zoektermen: Wheelchair, Rugby, Sports, Testing, Test, Sprint, Wingate, Parameters, Performance, Anaerobic, Athletes, Propulsion, Velocity, Acceleration
- Welke parameters van sprint performance vinden trainer en coach belangrijk om te monitoren van een rolstoelrugbyer?
  - o Interview met trainer en coach

### Ontwikkeling Ti-Jo sprint performance test

Nadat uit het vooronderzoek alle sprint performance parameters voor rolstoelrugby gedefinieerd zijn wordt er onderzocht wat de LE-rolstoelergometer kan meten. Vervolgens worden de sprint performance parameters uit het vooronderzoek en de mogelijkheden van de LE-rolstoelergometer met elkaar vergeleken en zullen de sprint performance parameters voor de te ontwikkelen sprinttest vastgesteld worden. Hierna wordt het testprotocol van de test vastgesteld. De volgende vragen om het testprotocol van de Ti-Jo sprint performance test te maken zijn opgesteld:



- Wat kan de soft/hardware van de LE-rolstoelergometer meten?
  - o Handleiding Lode
  - o Contact Lode BV Jiska Kempen (Product specialist, Motion analysis)
  - o Contact UMCG Rick de Klerk (PhD candidate, Center of Human Movement Sciences)
- Kan de LE-rolstoelergometer de vastgestelde sprint performance uit het vooronderzoek meten?
  - o Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de vastgestelde sprint performance en de mogelijkheden van metingen met de LE-rolstoelergometer. Hieruit volgen de definitieve sprint performance parameters die bij de Ti-Jo sprint performance test gemeten gaan worden.
- Wat voor opbouw heeft Ti-Jo sprint performance testprotocol?
  - o Vergelijking opbouw algemene sprinttesten in de literatuur
  - o Brainstormsessie met de trainer en coach om het testprotocol op te zetten
  - o Testprotocol opstellen
- Welke fouten zitten er in concept testprotocol?
  - o Er wordt een pilotmeting gehouden voor het testprotocol. De pilotmeting wordt uitgevoerd door de twee onderzoekers. De onderzoekers voeren beide de Ti-Jo test uit en deze twee testen worden met elkaar vergeleken. Het testprotocol wordt aangepast aan de hand van bevindingen uit de pilotmeting.

### Ontwikkeling rapport sprint performance

Nadat het testprotocol van de Ti-Jo test vastgesteld is wordt er een overzichtelijk rapport van de testresultaten ontwikkeld voor de trainer en coach.

- Hoe zit de lay-out van het rapport eruit?
  - o Brainstormsessie met trainer en coach over terugkoppeling testresultaten

### Uitkomstmaten verzamelen Ti-Jo test

De Ti-Jo test wordt wekelijks gedurende vier tot zes weken bij de deelnemers afgenomen om de Ti-Jo test te evalueren bij de rolstoelrugbyers.

De trainer en coach krijgen na elke test het rapport van de testresultaten per deelnemer.

### Evaluatie van de Ti-Jo test

Om de Ti-Jo test te evalueren wordt er feedback gevraagd aan de trainer en coach. Ook zal er aan de deelnemers feedback gevraagd worden. De volgende actiepunten zijn hiervoor opgesteld:

- Een korte enquête bij de rolstoelrugbyers afnemen om testprocedure te evalueren
- Een interview met de trainer en coach om de gehele test en uitkomstmaten te evalueren
- Om een indicatie van het discriminerend vermogen van de Ti-Jo test te beoordelen wordt er naar de classificatie van de deelnemers gekeken. Er wordt verwacht dat een rolstoelrugbyer met een lagere classificatie een lager testresultaat behaalt.

## Literatuur

- Goosey-Tolfrey, V. L., Vegter, R. J. K., Mason, B. S., Paulson, T. A. W., Lenton, J. P., Scheer, J. W. Van Der, & Woude, L. H. V. Van Der. (2018). Sprint performance and propulsion asymmetries on an ergometer in trained high- and low- point wheelchair rugby players. *Scand J Med Sci Sports*, 28, 1586–1593. <https://doi.org/10.1111/sms.13056>
- Groot, S. De, Bos, F., Koopman, J., Hoekstra, A. E., & Vegter, R. J. K. (2017). Effect of holding a racket on propulsion technique of wheelchair tennis players. *Scand J Med Sci Sports*, 27, 918–924. <https://doi.org/10.1111/sms.12701>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Med*, 44(2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Morgulec-adamowicz, N., Kosmol, A., Molik, B., Yilla, A. B., & Laskin, J. J. (2011). Classification in Wheelchair Rugby Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 82(1), 61–69. <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599722>
- Sporner, M. L., Grindle, G. G., Kelleher, A., Teodorski, E. E., Cooper, R., & Cooper, R. A. (2009). Quantification of activity during wheelchair basketball and rugby at the National Veterans Wheelchair Games: A pilot study. *Prosthetics and Orthotics International*, 33(3), 210–217. <https://doi.org/10.1080/03093640903051816>

## Planning

Hieronder is er een weekplanning opgesteld om het eindresultaat te behalen voor de inleverdatum 12 juni 2019 voor 13:00.

| Weken | Taken                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Literatuurstudie sprint performance rolstoelrugby en parameters in algemene sprinttest rolstoelsport.</li> <li>- Interview trainer inplannen (voor in week 2) en interview opstellen.</li> <li>- Plannen training/wedstrijd observeren.</li> <li>- Contact UMCG (Rick de Klerk)</li> </ul>                                                                                                             |
| 2     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Literatuurstudie sprint performance rolstoelrugby en parameters in algemene sprinttest rolstoelsport.</li> <li>- Activiteiten rolstoelrugbyer vaststellen. Door interview trainer en wetenschappelijke artikelen over activiteiten rolstoelrugbyer.</li> <li>- Training/wedstrijd observeren.</li> <li>- Interview trainer afnemen en uitwerken.</li> <li>- Sprint performance vaststellen.</li> </ul> |
| 3     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scriptie verslag schrijven en terugkoppelen naar afstudeerbegeleider.</li> <li>- Training/wedstrijd observeren.</li> <li>- Mogelijkheden LE-rolstoelergometer onderzoeken.</li> <li>- Sprint performance vergelijken met mogelijkheden LE-rolstoelergometer.</li> <li>- Literatuurstudie vormen testen op rolstoelergometer.</li> <li>- Testprotocol ontwikkelen.</li> </ul>                           |
| 4     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Testprotocol ontwikkelen en vorm van test vaststellen.</li> <li>- Rapport lay-out ontwikkelen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport lay-out ontwikkelen.</li> <li>- Pilotmeting 1 testen.</li> <li>- Aanpassing testprotocol na bevindingen pilotmeting 1.</li> <li>- Scriptie verslag schrijven en terugkoppelen naar afstudeerbegeleider.</li> <li>- Planning maken voor testdagen (contact met trainer/spelers).</li> </ul>                                                                                                     |
| 6     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilotmeting 2 testen.</li> <li>- Aanpassing test en meetprotocol na bevindingen pilotmeting.</li> <li>- Enquête opstellen voor spelers en trainer voor evaluatie test.</li> <li>- Planning maken voor testdagen (contact met trainer/spelers).</li> </ul>                                                                                                                                              |
| 7     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelde test afnemen bij rolstoelrugbyers.</li> <li>- Enquête afnemen bij spelers en trainer.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelde test afnemen bij spelers.</li> <li>- Enquête afnemen bij spelers en trainer.</li> <li>- Scriptie verslag schrijven en terugkoppelen naar afstudeerbegeleider.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| 9     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelde test afnemen bij spelers.</li> <li>- Enquête afnemen bij spelers en trainer.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelde test afnemen bij spelers.</li> <li>- Enquête afnemen bij spelers en trainer.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelde test afnemen bij spelers.</li> <li>- Enquête afnemen bij spelers en trainer.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enquêtes uitwerken en evalueren van resultaat.</li> <li>- Verwachte validatie check.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scriptie afronden en terugkoppelen naar afstudeerbegeleider.</li> <li>- Enquêtes uitwerken en evalueren van resultaat.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 14    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scriptie afronden en terugkoppelen naar afstudeerbegeleider.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Job de Nijs (15035492)  
Timothy Roos (15013294)

## Studievoortgang en persoonlijke leerdoelen Timothy Roos

**Naam:** Timothy Roos  
**Studentnummer:** 15013294  
**E-mail:** 15013294@student.hhs.nl

### Studievoortgang

Behaald studiepunten in modules 9 t/m 11 (*max 36*):

- 36 STPs

Minor:

- Vrije Universiteit pre-master bewegingswetenschappen
- Measuring movement, statistiek, meten van digitale signalen

Stage 2:

- Reinier de Graaf ziekenhuis

Afgerond: in februari 2019

Totaal aantal behaalde vrije STPs:

- 2 ehbo introkamp
- 3 vivo tutor
- 6 vak VU academische verkenningen
- 3 extra vak BT

Openstaande toetsen (+module):

- Geen

### Persoonlijke leerdoelen

| Algemene Beroepsgerichte Competenties                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie 1: ICT</b>                                                                                                                                                           |
| De bewegingstechnoloog kan binnen zijn werkzaamheden de vigerende techniek op het gebied van informatica effectief inzetten;                                                        |
| Leerdoelen:<br>Het werken met een systeem en de ICT kennis gebruiken om dit te transleren zodat een coach het kan gebruiken.                                                        |
| Acties:<br>Het werken en begrijpen van de code waarmee de Lode Esseda Ergometer meet. Deze kennis wordt dan gebruikt om zo een product te realiseren waarmee de trainer kan werken. |

| <b>Algemene Beroepsgerichte Competenties</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie: ontwerpen, vervaardigen en uitvoeren (B2)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| De bewegingstechnoloog kan op basis van uit de analyse voortkomende eisen en wensen beweging technologische producten ontwerpen en bestaande producten (her)ontwerpen. Deze producten dienen met name problemen m.b.t de menselijke houding en beweging op te lossen. De bewegingstechnoloog kan daarnaast betrokken worden bij de vervaardiging en assemblage |
| Leerdoelen:<br><br>Het ontwerpen, vervaardigen en testen van een protocol op het nieuwe systeem van Reade                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Acties: Deze competentie staat direct in verband met de opdracht die wij hebben gekregen. Het doel is dan ook een product te realiseren door middel van literatuur, interviews, ontwerpen en testen van de gemaakt sprinttest op de Lode Esseda ergometer.                                                                                                     |

| <b>Persoonsgebonden Competenties</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie: sociaal &amp; communicatief functioneren (P9)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| De bewegingstechnoloog kan effectief sociaal en communicatief functioneren in de multidisciplinaire beroepscontext.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Leerdoelen:<br><br>Het werken in een multidisciplinair team om een product realiseren waarmee iedereen tevreden is.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Acties:<br><br>Binnen het afstuderen kom je verschillende disciplines tegen waarmee wij gaan werken. Waaronder een coach, trainer, onderzoeker en de spelers zelf. Mijn doel is dan ook het bereiken van een product waarmee al deze individuen tevreden mee zijn. Dit wordt bereikt voor met de verschillende disciplines in gesprek te gaan om zo een product te realiseren. |

Job de Nijs (15035492)  
Timothy Roos (15013294)

## Studievoortgang en persoonlijke leerdoelen Job de Nijs

**Naam:** Job de Nijs  
**Studentnummer:** 15035492  
**E-mail:** [jobdenijs@live.nl](mailto:jobdenijs@live.nl)

### Studievoortgang

Behaald studiepunten in modules 9 t/m 11 (*max 36*):

- 36 STPs

Minor:

- Science and Technology in (Adaptive) Sports (STAS) Afgerond: november 2018

Stage 2:

- Reade Afgerond: ip maart 2019

Totaal aantal behaalde vrije STPs:

- 15 STPs

Openstaande toetsen (+module):

- Geen

### Persoonlijke leerdoelen

| Algemene Beroepsgerichte Competenties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie 1:</b><br>Management: <ul style="list-style-type: none"><li>• De bewegingstechnoloog kan een eigen netwerk binnen zijn vakgebied en hieraan gerelateerde vakgebieden opzetten en onderhouden. Hij kan daartoe communiceren, onderhandelen en samenwerken met personen afkomstig uit verschillende disciplines, o.a. (para)medisch, technisch en commercieel;</li></ul>                                                                                                               |
| Leerdoelen:<br><br>Ik wil mij verder ontwikkelen in het samenwerken met personen afkomstig uit verschillende disciplines. Tijdens mijn stage heb ik ervaren dat het samenwerken met verschillende disciplines soms best lastig kan zijn maar wel interessant om met verschillende disciplines te communiceren en van te leren.<br><br>Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen werken aan het goed multidisciplinair samenwerken met trainer, staf en spelers van het Nationaal rolstoelrugbyteam. |
| Acties:<br><br>Vooraf: Contact leggen met staf, en trainer doormiddel van deelname jaaroverleg dd 18-1-19.<br><br>Tijdens: Overleggen met trainer en spelers dmv interview, bezichtigen trainingen en wedstrijden, enquêtes afnemen om ontwikkelde test te evalueren. Ook de mensen feedback vragen waarmee je samenwerkt.<br><br>Concreet aspect: Eindverantwoordelijke voor het communiceren met Nationaal rolstoelrugbyteam.                                                                     |

| <b>Algemene Beroepsgerichte Competenties</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Competentie 1:</b><br>ICT:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>De bewegingstechnoloog kan binnen zijn werkzaamheden de vigerende techniek op het gebied van informatica effectief inzetten;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| <b>Leerdoelen:</b><br><br>Ik wil mijn verder ontwikkelen in het leren werken met nieuwe meetsystemen. Tijdens mijn stage II heb ik mee geholpen met het verder ontwikkelen van een nieuw meetsysteem.<br><br>Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen werken aan het toepassen van een nieuw aangeschaft meetsysteem bij Reade (de Lode Esseda rolstoelergometer) voor het Nationaal rolstoelrugbyteam.                        |  |
| <b>Acties:</b><br><br>Vooraf: Handleiding voor rolstoelergometer schrijven (dit voor vrije STPs).<br><br>Tijdens: Leren om te gaan met en mogelijkheden van rolstoelergometer onderzoeken en hiervoor een gestandaardiseerde test ontwikkelen die de juiste inzichten geven over korte sprintparameters van het Nationaal rolstoelrugbyteam.<br><br>Concreet aspect: Eindverantwoordelijk voor mogelijkheden rolstoelergometer. |  |

| <b>Persoonsgebonden Competenties</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Competentie 1:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
| <b>Initiatief &amp; aanpassingsvermogen</b><br><br>De bewegingstechnoloog toont initiatief, kan zich snel aanpassen aan veranderende werkomgevingen, en kan op basis van doorzettingsvermogen prestatiegericht werken.                                                                                                                                                                                                             |  |
| <b>Leerdoelen:</b><br><br>Tijdens de stage was het door-ontwikkelen van meetsysteem een zelfstandige taak. Hierdoor kwam ik erachter dat er veel doorzettingsvermogen en discipline nodig is om een project tot een goed einde te brengen.<br><br>Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen de ervaring van mijn stage door ontwikkelen tijdens het afstuderen en het project volledig samen tot een goed eindresultaat afsluiten. |  |
| <b>Acties:</b><br><br>Vooraf: Initiatief nemen door al contact te leggen met trainer en staf en mogelijk ook spelers.<br><br>Tijdens: Goede agenda en planning maken omdat je werkt met veel verschillende personen en dit goed af te stemmen met elkaar. Dit vergt doorzettingsvermogen en aanpassingsvermogen om tot het beste resultaat te komen.                                                                               |  |



## Bijlage 5: Evaluatie leerdoelen

Job de Nijs:

### **Leerdoel 1 Management:**

*Ik wil mij verder ontwikkelen in het samenwerken met personen afkomstig uit verschillende disciplines. Tijdens mijn stage heb ik ervaren dat het samenwerken met verschillende disciplines soms best lastig kan zijn maar wel interessant om met verschillende disciplines te communiceren en van te leren.*

*Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen werken aan het goed multidisciplinair samenwerken met trainer, staf en spelers van het Nationaal rolstoelrugbyteam.*

Tijdens mijn afstudeer periode heb ik veel multidisciplinair samengewerkt. Zo is er samengewerkt met de bondscoach, trainer en rolstoelrugbyers. Hierbij zijn er veel gesprekken gevoerd over de ontwikkeling van de Ti-Jo sprint performance test. Hierbij moest er bij sommige samenwerkingen goed gepland worden wanneer er wat besproken kon worden. Wanneer er een probleem van verschillende kanten bekeken wordt is dit zeer waardevol om op een alternatief/oplossing te komen.

### **Leerdoel 2 ICT:**

*Ik wil mij verder ontwikkelen in het leren werken met nieuwe meetsystemen. Tijdens mijn stage II heb ik mee geholpen met het verder ontwikkelen van een nieuw meetsysteem.*

*Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen werken aan het toepassen van een nieuw aangeschaft meetsysteem bij Reade (de Lode Esseda rolstoelergometer) voor het Nationaal rolstoelrugbyteam.*

De Lode Esseda rolstoelergometer was een zeer nieuw meetsysteem waar nog helemaal geen gebruik van werd gemaakt. Hierdoor kwamen er veel nieuwe problemen voor waar snel een oplossing voor bedacht moest worden. Voor bijna al deze problemen is het gelukt om een oplossing of een alternatief te bedenken. Echter was de gebruikte slagdetectie niet geheel geschikt voor de doelgroep op de Lode Esseda rolstoelergometer en kon daar helaas geen oplossing of alternatief voor worden bedacht.

### **Leerdoel 3 Initiatief & aanpassingsvermogen:**

*Tijdens de stage was het door-ontwikkelen van meetsysteem een zelfstandige taak. Hierdoor kwam ik erachter dat er veel doorzettingsvermogen en discipline nodig is om een project tot een goed einde te brengen.*

*Ik wil gedurende mijn 14 weken afstuderen de ervaring van mijn stage door ontwikkelen tijdens het afstuderen en het project volledig samen tot een goed eindresultaat afsluiten.*

Doordat de Lode Esseda rolstoelergometer een nieuw meetsysteem is was initiatief en aanpassingsvermogen een belangrijk punt. Zo wilde de Lode Esseda rolstoelergometer niet altijd meewerken en was er initiatief nodig om met het bedrijf in contact te komen. Om alle metingen te laten slagen was aanpassings- en doorzettingsvermogen nodig doordat de HSB kabel het soms niet deed of dat rolstoelrugbyers te laat kwamen opdagen of afspraken vergaten en deze opnieuw ingepland moesten worden. Ook samenwerken met elkaar zorgt voor beide kanten voor aanpassingsvermogen doordat alles samen besproken en gemaakt is.

Timothy Roos

Persoonlijke leerdoelen

| Algemene Beroepsgerichte Competenties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie 1: ICT</b><br>De bewegingstechnoloog kan binnen zijn werkzaamheden de vigerende techniek op het gebied van informatica effectief inzetten;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Leerdoelen:</b> Het werken met een systeem en de ICT kennis gebruiken om dit te transleren zodat een coach het kan gebruiken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Acties:</b> Het werken en begrijpen van de code waarmee de Lode Esseda Ergometer meet. Deze kennis wordt dan gebruikt om zo een product te realiseren waarmee de trainer kan werken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Evaluatie:</b> Na aanleiding van het onderzoek is dit punt goed gelukt. Voor middel van eerst met het systeem te werken en deze te gebruiken in Matlab zijn er parameters uitgekomen uit de Lode Esseda ergometer die gebruikt zijn voor het meten van de sprint performance. Voor de coach zijn deze dan getransleerd naar het veld. Zo zijn parameters zoals acceleratie vertaald naar tijd tot topsnelheid, of afstand tot topsnelheid. Zo kan een ingewikkelde bewerking in Matlab naar Excel getransleerd worden om iets duidelijk te maken voor iemand die hier geen ervaring mee heeft. |

| Algemene Beroepsgerichte Competenties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie: ontwerpen, vervaardigen en uitvoeren (B2)</b><br><br>De bewegingstechnoloog kan op basis van uit de analyse voortkomende eisen en wensen beweging technologische producten ontwerpen en bestaande producten (her)ontwerpen. Deze producten dienen met name problemen m.b.t de menselijke houding en beweging op te lossen. De bewegingstechnoloog kan daarnaast betrokken worden bij de vervaardiging en assemblage |
| <b>Leerdoelen:</b> Het ontwerpen, vervaardigen en testen van een protocol op het nieuwe systeem van Reade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Acties:</b> Deze competentie staat direct in verband met de opdracht die wij hebben gekregen. Het doel is dan ook een product te realiseren door middel van literatuur, interviews, ontwerpen en testen van de gemaakt sprinttest op de Lode Esseda ergometer.                                                                                                                                                                   |
| <b>Evaluatie:</b> Na het project te hebben uitgevoerd is een product uitgevloeid. De Ti-Jo sprint performance test. Deze test is gebruikt door de coach en de rolstoelrugbyers op een nieuw systeem. Uit de test komt resultaten die de sprint performance van het Nederlandse rolstoelrugby team in kaart brengt. Hieruit kunnen inzichten worden verkregen die normaal niet te zien zijn op het veld.                             |

| Persoonsgebonden Competenties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competentie: sociaal &amp; communicatief functioneren (P9)</b><br><br>De bewegingstechnoloog kan effectief sociaal en communicatief functioneren in de multidisciplinaire beroepscontext.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Leerdoelen:</b> Het werken in een multidisciplinair team om een product realiseren waarmee iedereen tevreden is.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Acties:</b> Binnen het afstuderen kom je verschillende disciplines tegen waarmee wij gaan werken. Waaronder een coach, trainer, onderzoeker en de spelers zelf. Mijn doel is dan ook het bereiken van een product waarmee al deze individuen tevreden mee zijn. Dit wordt bereikt voor met de verschillende disciplines in gesprek te gaan om zo een product te realiseren.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Evaluatie:</b> Binnen het project zijn wij in contact gekomen met topsporters, coaches, trainers en onderzoekers. Door aan iedereen in deze multidisciplinaire groep feedback te vragen kom je er snel achter dat iedereen eigen wensen heeft met betrekking tot het protocol. De uitdaging was dan ook een rapport te maken die voor iedereen duidelijk is en toepasbaar. Uit de feedback is gebleken dat de bondscoach voornamelijk kijkt naar de afgelegde afstand, de trainer naar het vermogen en explosiviteit (wattage) en de rolstoelrugbyer naar de topsnelheid, afstand tot topsnelheid en asymmetrie. Dit is allemaal terug te vinden in de Ti-Jo test. |