



ARMCONTROLLER

**KABELGELEIDING VOOR OPTIMALE AANSTURING BIJ
LICHAAMSBEKRACHTIGDE ONDERARMPROTHESE**

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

Denise Peeters
Juni 2017

Armcontroller

Kabelgeleiding voor optimale aansturing bij lichaamsbekrachtigde onderarmprothese

Periode: Maart 2017 – juni 2017
Datum: 14 juni 2017
Plaats: Den Haag
Status: Scriptie

Studiejaar: 2016/2017
Opleidingsinstituut: De Haagse Hogeschool
Opleiding: Bewegingstechnologie
Cursuscode: BT-AFST-12
Cursusnaam: Afstuderen

Gegevens student:
Naam: Denise Peeters
Studentnummer: 13010417
Contact: 13010417@student.hhs.nl

Gegevens praktijkbegeleider:
Naam: Dr.Ir. Dick H. Plettenburg
Instelling: TU Delft
Contact: d.h.plettenburg@tudelft.nl

Gegevens begeleider 1:
Naam: Dr.Ir. Bram Onneweer
Contact: b.onneweer@hhs.nl

Gegevens begeleider 2:
Naam: Drs. Herre Faber
Contact: h.faber@hhs.nl

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie betreffende het onderzoek naar de kabelgeleiding langs de elleboog voor een zo optimaal mogelijke aansturing bij een lichaamsbekrachtigde onderarmprothese. Het onderzoek is uitgevoerd met een simulatie-lichaamsbekrachtigde onderarmprothese, beschikbaar gesteld vanuit de TU Delft. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Bewegingstechnologie aan de Haagse Hogeschool te Den Haag en naar aanleiding van een uit de praktijk gestelde vraag. Van maart 2017 tot en met juni 2017 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van deze scriptie.

Samen met mijn praktijkbegeleider, Dick Plettenburg van de TU Delft, ben ik tot de onderzoeksvraag van deze scriptie gekomen. Het onderzoek dat ik heb uitgevoerd vergde veel tijd van de proefpersonen, zij moesten op drie verschillende momenten twee uur beschikbaar zijn om de meting uit te voeren. Doordat iedere proefpersoon een eigen agenda had, en niet altijd beschikbaar was, heeft het meten zeven weken in beslag genomen. Ook moesten eerst alle metingen gedaan worden voordat de complete resultaten verwerkt konden worden. Na het verwerken van alle resultaten heb ik de onderzoeksvraag kunnen beantwoorden. Tijdens dit onderzoek stond mijn praktijkbegeleider, Dick Plettenburg, altijd voor mij klaar om te bespreken wat de vorderingen waren en om advies te geven. Tijdens het afrondproces heb ik tevens de mogelijkheid gehad om feedback over het geheel te mogen ontvangen. Hiervoor wil ik graag mijn begeleiders Bram Onneweer en Herre Faber bedanken.

Bij deze wil ik graag mijn begeleiders bedanken voor de fijne begeleiding en de ondersteuning tijdens dit onderzoek. Ook wil ik alle proefpersonen bedanken die mee hebben gewerkt aan dit onderzoek. Zonder deze medewerking had ik dit onderzoek niet kunnen voltooien.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Denise Peeters

Den Haag, 14-06-2017

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	7
2. Methode	10
2.1 Situaties	10
2.2 Onderzoekspopulatie	10
2.3 Voorbereiding	11
2.4 Meting	11
2.5 Verwerking	13
3. Resultaten	15
3.1 SHAP test	15
3.2 'Box and Blocks' test	16
3.3 Gevoelsscore	17
4. Discussie	18
4.1 SHAP test	18
4.2 'Box and Blocks' test	19
4.3 Gevoelsscore	19
4.4 Compleet resultaat	20
4.5 Aanbevelingen	20
5. Conclusie	22
6. Literatuurlijst	23
 Bijlage I	 25
Bouwtekening plaatje voor geleidingen	25
Bijlage II	26
Informatieve brief	26
Bijlage III	27
Impressie meting	27
Bijlage IV	28
Resultaten per proefpersoon	28
Bijlage V	57
Data normaliteitstest – SHAP test	57
Bijlage VI	59
Data repeated-measures ANOVA – SHAP test	59
Bijlage VII	60

Statistiek – SHAP test.....	60
Bijlage VIII	61
Data normaliteitstest – ‘Box and Blocks’ test.....	61
Bijlage IX	63
Data repeated-measures ANOVA – ‘Box and Blocks’ test.....	63
Bijlage X	64
Statistiek – ‘Box and Blocks’ test.....	64
Bijlage XI	65
Persoonlijke leerdoelen en evaluatie.....	65
Bijlage XII	68
Projectplan.....	68

Samenvatting

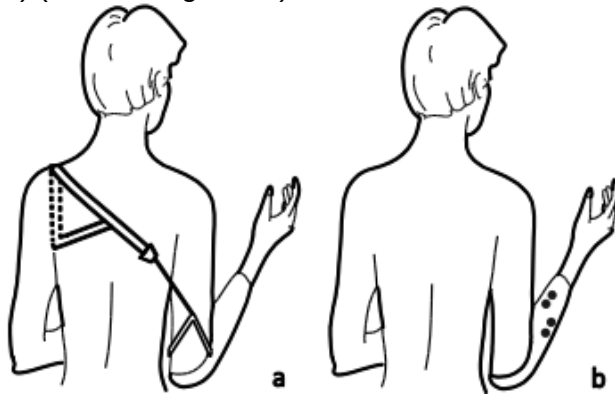
Een lichaamsbekrachtigde onderarmprothese wordt aangestuurd door middel van bewegingen in de schouder en/of elleboog. Door de kabelgeleiding te veranderen zou de aansturing verbeterd kunnen worden. In dit onderzoek wordt naar de kabelgeleiding voor de optimale aansturing gezocht. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *Hoe loopt de kabelgeleiding voor de optimale aansturing bij de lichaamsbekrachtigde onderarmprothese?*

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag zijn er verschillende metingen gedaan. Tijdens deze metingen zijn er drie verschillende geleidingen getest met behulp van de 'SHAP abstract object tasks', een onderdeel van de SHAP test, en de 'Box and Blocks' test. De gehele meting is drie keer uitgevoerd waarna de resultaten verwerkt zijn met behulp van SPSS. Tijdens de analyse zijn de resultaten van de drie geleidingen tijdens de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test en de 'Box and Blocks' test met elkaar vergeleken. Hierbij is er geen significant verschil gevonden tussen de drie geleidingen. Dit betekent dat de kabelgeleiding, volgens dit onderzoek, geen effect heeft op de aansturing met betrekking tot de benodigde tijd voor het verplaatsen van een object en het aantal verplaatste blokken.

Er hebben veertien valide proefpersonen deelgenomen aan dit onderzoek. Voor een vervolgonderzoek zou aan te bevelen zijn om slechts invalide personen, die in het dagelijks leven gebruik maken van een lichaamsbekrachtigde onderarmprothese, te meten in plaats van valide personen, die eenmalig gebruik maken van een simulatie-lichaamsbekrachtigde onderarmprothese. Hierdoor kan tevens de gehele SHAP test uitgevoerd worden.

1. Inleiding

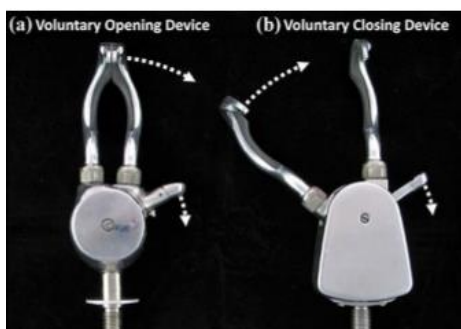
Er zijn verschillende soorten onderarmprothesen op de markt, cosmetische onderarmprothesen, lichaamsbekerachtigde onderarmprothesen en myo-electrische onderarmprothesen (Amputatie en sport, 2016). Een cosmetische onderarmprothese is een prothese die op een lichaamseigen arm lijkt en slechts statische taken kan verrichten. De lichaamsbekerachtigde onderarmprothese wordt aangestuurd door bewegingen in de schouder en/of elleboog en is daarmee mechanisch (figuur 1a). De myo-electrische onderarmprothese wordt aangestuurd met behulp van spanningsveranderingen in een spier (figuur 1b) (Plettenburg, 2012).



Figuur 1. a) Lichaamsbekerachtigde prothese met figuur 9 harnas, b) Myo-electrische prothese; huidsensoren meten de spieractiviteit

Een patiënt mag zelf bepalen welke prothese hij wilt gebruiken. Een aantal belangrijke voordelen helpt de patiënt zijn keuze te maken. De lichaamsbekerachtigde prothese heeft de langste levensduur, de kortste trainingstijd, het snelste aanpassingsvermogen, het minste onderhoud en de beste feedback. Daarentegen heeft de myo-electrische prothese de beste score met betrekking tot de cosmesis/uiteerlijk en de fantoompijn (Carey, Lura, & Highsmith, 2015). Omdat feedback als een belangrijke factor wordt gezien door de patiënt wordt de lichaamsbekerachtigde prothese vaak in de praktijk gebruikt. Doordat er nu volop aandacht is voor de ontwikkeling van de myo-electrische prothese, wordt er weinig onderzoek gedaan om de lichaamsbekerachtigde prothese te verbeteren.

De lichaamsbekerachtigde onderarmprothese wordt aangestuurd met behulp van een figuur 9 harnas (figuur 1a), een kabel en een hand of haak die door externe kracht opent (figuur 2a) of sluit (figuur 2b). Door middel van bewegingen in de schouder en/of elleboog wordt het harnas verplaatst en verandert de spanning in de kabel. Dit spanningsverschil zorgt ervoor dat de haak opent of sluit (afhankelijk van het soort haak dat gebruikt wordt) (Berning, Cochick, Johnson, Miller, & Sensinger, 2014).



Figuur 2. De kabel van de lichaamsbekerachtigde prothese trekt de kleine arm naar proximaal. a opent hierbij en b wordt hierbij gesloten

Een van de onderdelen die Bob Radocy, de oprichter van TRS Prosthetics en lichaamsbekrchtigde onderarmprothesegebruiker, nog graag onderzocht zou willen hebben is de invloed van de geleiding rond de elleboog bij een lichaamsbekrchtigde onderarmprothese (figuur 3). TRS Prosthetics richt zich op de innovatie van de lichaamsbekrchtigde prothese (Radocy, 2017).



Figuur 3. Geleiding rond de elleboog

Voordat de lichaamsbekrchtigde onderarmprothese gebruikt kan worden moet deze ingesteld worden naar de maten van de gebruiker. Vervolgens kan door de geleiding rond de elleboog aan te passen de kabel langer of korter worden gemaakt waardoor de aansturing kan veranderen (Kitayama, et al., 1999). Het onderzoek van Kitayama, et al. (1999) was gericht op verbetering van de kabelgeleiding rond de elleboog bij lichaamsbekrchtigde bovenarmprothesen. In dit onderzoek is aangetoond dat bij een lichaamsbekrchtigde bovenarmprothese, waarbij de elleboog op slot wordt gezet, de kabel een zo lang mogelijke weg langs de arm moet afleggen om zo min mogelijk kracht te verliezen. Dit toont aan dat er een verband is tussen de lengte van de kabel en de aansturing.

Verschillende kabellengtes kunnen verkregen worden door de geleiding rond de elleboog te variëren. Welke kabellengte voor de beste aansturing zorgt, zal vervolgens met behulp van een aantal testen onderzocht worden. De SHAP test en de 'Box and Blocks' test zijn testen die veelal gebruikt worden om de functionaliteit en behendigheid van de hand te onderzoeken (Plettenburg, 2012). De kabelgeleiding die op beide testen het beste scoort komt overeen met de beste aansturing. De SHAP test is opgesplitst in de 'SHAP abstract object tasks' en de 'Activities of daily living'. In dit onderzoek zullen valide proefpersonen getest worden met behulp van een simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese. Er zal tijdens het onderzoek gebruik worden gemaakt van de 'SHAP abstract object tasks' omdat deze taken beter uit te voeren zijn voor de ongeoefende gebruiker dan de 'Activities of daily living'. De 'Box and Blocks' test zal volledig worden uitgevoerd.

De valide proefpersoon die in dit onderzoek deel gaat nemen met behulp van een simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese zal niet direct gewend zijn aan het gebruik hiervan. Dit zou tijdens de meting kunnen leiden tot een variatie in de resultaten. Door iedere meting vier keer achter elkaar uit te voeren kan er onderzocht worden of er een significant verschil bestaat tussen de vier uitvoeringen. Wanneer het blijkt dat er een significant verschil is kan ervoor gekozen worden om slechts de laatste paar uitvoeringen te gebruiken voor dit onderzoek.

De vraagstelling voor het onderzoek luidt als volgt: 'Hoe loopt de kabelgeleiding voor de optimale aansturing bij de lichaamsbekrchtigde onderarmprothese?'

Om deze vraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Is er sprake van verbetering wanneer men dezelfde handeling vaker achter elkaar uitvoert?
2. Bij welke kabelgeleiding is de benodigde tijd voor het uitvoeren van de 'SHAP abstract object tasks' het kortst?

3. Met welke kabelgeleiding wordt het beste resultaat behaald tijdens de 'Box and Blocks' test?
4. Welke kabelgeleiding zorgt voor de beste aansturing?

Naar verwachting zal er een verbetering zichtbaar zijn naarmate de handeling vaker wordt uitgevoerd en zullen slechts de derde en vierde verplaatsing meegenomen worden in de analyse.

Tevens wordt er verwacht dat de beste aansturing gerealiseerd wordt wanneer de kabel langs een zo lang mogelijke weg langs de arm wordt geleid. Hierdoor moet er een grotere beweging worden gemaakt om dezelfde verplaatsing van de haak te krijgen in vergelijking met een korte geleiding (Kitayama, et al., 1999).

Het huidige onderzoek is gebaseerd op het gebruik van een simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese. De simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese, de SHAP test en de 'Box and Blocks' test zijn beschikbaar gesteld vanuit de TU Delft, vandaar dat dit onderzoek ook in samenwerking met de TU Delft zal worden uitgevoerd.

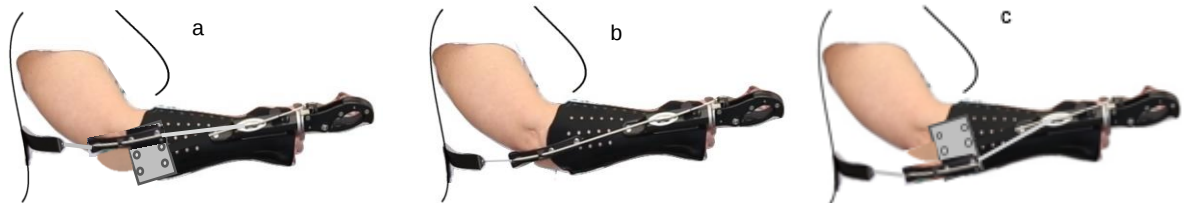
Een literatuurstudie heeft een aantal relevante onderzoeken opgeleverd. Naast het onderzoek van Kitayama, et al. (1999), wat al eerder besproken is, blijkt er uit het onderzoek van Julious (2005) dat er twaalf proefpersonen nodig zijn voor een pilotstudie. Ook zijn de betrouwbaarheid, de validiteit en het gebruik van de SHAP test en de 'Box and Blocks' test bestudeerd (Light, Chappell, & Kyberd, 2002; Vasluian, Bongers, Reinders-Messelink, Dijkstra, & van der Sluis, 2014; Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985).

2. Methode

Er is een verband tussen de lengte van de kabel en de aansturing. De lengte van de kabel kan gevarieerd worden door de geleiding rond de elleboog aan te passen.

2.1 Situaties

Er werd een lichaamsbekrachtigde onderarmprothese getest waarbij de kabel op drie verschillende manieren werd geleid. Deze drie manieren waren de huidige stand en de twee uiterste standen waarbij de kabel geen belemmering vormt voor de beweging in de elleboog. Door het gebruik van de uiterste standen kon er duidelijk worden waargenomen welke geleiding voor de beste aansturing zorgde. Bij geleiding 1 werd de kabel boven het olecranon geleid (figuur 4a), bij geleiding 2 werd de kabel over het olecranon geleid (figuur 4b) en bij geleiding 3 werd de kabel onder het olecranon geleid (figuur 4c). Geleiding 2 toont de stand van de kabelgeleiding die tot nu toe gebruikt wordt. Door deze verschillende geleidingen rond de elleboog is de kabellengte gevarieerd. Geleiding 1 heeft de langste kabel (34.5 cm), geleiding 3 de op een na langste kabel (34 cm) en geleiding 2 de kortste kabel (33.5 cm). De lengte van de kabel is gemeten over de afstand die is weergegeven in figuur 5.



*Figuur 4. a) Geleiding boven het olecranon; b) Geleiding over het olecranon; c) Geleiding onder het olecranon
Geleiding 1 Geleiding 2 Geleiding 3*



Figuur 5. De rode lijn geeft de gemeten kabellengte weer

De verschillende geleidingen werden gerealiseerd met behulp van een plaatje dat op de prothese bevestigd kon worden. Dit plaatje werd gemaakt volgens de bouwtekening in bijlage I. Hiervan is het resultaat te zien in figuur 6.



Figuur 6. Plaatje voor geleidingen; getoond voor geleiding 3

2.2 Onderzoekspopulatie

Er is in Nederland slechts een klein aantal lichaamsbekrachtigde onderarmprothesegebruikers (Rietman, 2017). Om de onderzoekspopulatie uit te breiden wordt er gebruik gemaakt van een simulatie-lichaamsbekrachtigde onderarmprothese. Hierbij kunnen valide personen aan het onderzoek deelnemen waardoor het aantal mogelijke proefpersonen veel groter wordt.

2.3 Voorbereiding

Voorafgaand aan het onderzoek hebben de proefpersonen een brief ontvangen (bijlage II) waarin het doel van het onderzoek en de uit te voeren handelingen tijdens de testen beschreven werden. Tevens werd voorafgaand aan de test mondeling uitgelegd wat er van de proefpersoon verwacht werd. Als de test duidelijk was kon de proefpersoon beginnen met vijf minuten de SHAP test te oefenen zodat hij/zij gewend zou raken aan de aansturing van de lichaamsbekrachtigde onderarmprothese.

Het minimaal aantal benodigde proefpersonen voor een pilotstudie was volgens Julious (2005) twaalf. Om zeker te zijn dat dit aantal behaald werd, werd er gestart met veertien proefpersonen. Deze proefpersonen moesten valide zijn en geen bewegingsklachten hebben in de schouder en/of elleboog. Ook moest iedere proefpersoon in totaal de meting drie keer op verschillende momenten uitvoeren zodat de volgorde van de geleidingen gerandomiseerd konden worden.

Door de proefpersonen in groepen in te delen en per groep een andere volgorde van geleidingen aan te houden werd ook hier gerandomiseerd. De indeling van de groepen is te vinden in tabel 1 en de volgorde van geleidingen is te vinden in tabel 2.

Tabel 1. Groepsindeling per meetmoment

Meetmoment	Proefpersoon 1 $\frac{1}{m}$ 5	Proefpersoon 6 $\frac{1}{m}$ 10	Proefpersoon 11 $\frac{1}{m}$ ~
1	Groep 1	Groep 2	Groep 3
2	Groep 2	Groep 3	Groep 1
3	Groep 3	Groep 1	Groep 2

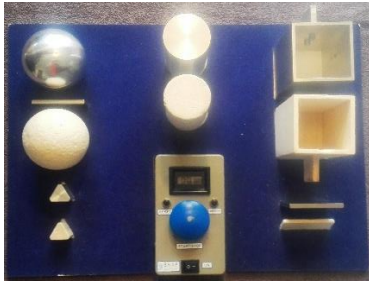
Tabel 2. Volgorde geleidingen per groep

Groep 1	Groep 2	Groep 3
Geleiding 1	Geleiding 2	Geleiding 3
Geleiding 2	Geleiding 3	Geleiding 1
Geleiding 3	Geleiding 1	Geleiding 2

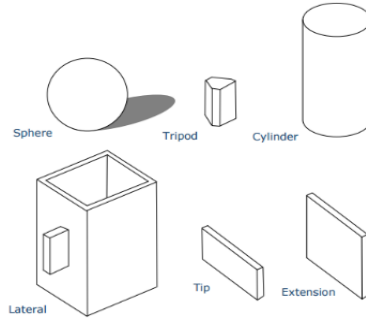
Om te wennen aan het gebruik van de simulatie-lichaamsbekrachtigde onderarmprothese werd meetmoment 1 een pilotmeting. De proefpersonen konden zo ondervinden wat voor hen de beste techniek was om de objecten vast te pakken en te verplaatsen (University of Southampton, 2002). Naar aanleiding van deze pilotmetingen werden er ook andere kleine aanpassingen gedaan. Zo werden tijdens de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test de objecten alleen van de achterste uitsnede naar de voorste uitsnede gebracht in plaats van beide kanten uit (Vasluian, Bongers, Reinders-Messelink, Dijkstra, & van der Sluis, 2014). Ook werden alleen nog de juist uitgevoerde verplaatsingen genoteerd. Iedere verplaatsing waarbij het object viel, naast de uitsnede werd geplaatst of waarbij enige onregelmatigheid in de beweging werd waargenomen werd niet genoteerd en dus opnieuw uitgevoerd.

2.4 Meting

Voor elke geleiding werden een tweetal bekende testen uitgevoerd, de 'SHAP abstract object tasks', een deel van de SHAP test (Light, Chappell, & Kyberd, 2002), en de 'Box and Blocks' test (Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985). De opzet van de SHAP test is te zien in figuur 7 en de verschillende objecten zijn te zien in figuur 8 (University of Southampton, 2002).



Figuur 7. SHAP test met alle objecten, licht en zwaar



Figuur 8. SHAP abstract object tasks

Als eerste werden de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test uitgevoerd. Dit specifieke onderdeel zal in het vervolg als 'SHAP test' worden aangeduid. Deze test bestaat uit het zo snel mogelijk verplaatsen van objecten. Ieder object is er zowel in een lichte als in een zware variant. De tijdmeting werd gestart door met de haak van de prothese op de blauwe knop in het midden van het bord (figuur 7) te drukken. Vervolgens werd er een object van de achterste uitsnede naar de voorste uitsnede van het bord verplaatst. Om de tijdmeting af te sluiten moest er opnieuw met de haak van de prothese op de blauwe knop in het midden van het bord gedrukt worden. Alleen wanneer bovenstaande beweging een juist uitgevoerde verplaatsing betrof werd de tijd genoteerd. Dit werd per object, per gewicht, vier keer uitgevoerd. Eerst moest het ene object volledig afgerond worden voordat er over mocht worden gegaan op het volgende object. Als eerste werden alle lichte objecten verplaatst en als tweede de zware variant van de objecten. De SHAP test nam ongeveer een kwartier in beslag. De volgorde van de te verplaatsen objecten was voor iedere geleiding anders, maar wel identiek voor de lichte en zware objecten. De volgorde is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Volgorde objecten per geleiding

Geleiding 1	Geleiding 2	Geleiding 3
Sphere	Tripod	Tip
Tripod	Cylinder	Extension
Cylinder	Sphere	Lateral
Lateral	Extension	Sphere
Tip	Lateral	Cylinder
Extension	Tip	Tripod

Vervolgens werd de 'Box and Blocks' test uitgevoerd. De test werd klaargezet door alle blokken in de linker bak te doen. Vervolgens werden de blokken zo geschud dat de blokken redelijk uit elkaar lagen en er een hoogte van drie blokken was bereikt. Voor iedere meting werd dit opnieuw gedaan. De test werd gestart doordat de onderzoeker aftelde van vijf tot nul en een timer van 1 minuut startte. Tijdens deze minuut moest de proefpersoon zo veel mogelijk blokken van de linker bak, over het schot, naar rechter bak brengen (figuur 9) (Light, Chappell, & Kyberd, 2002). Hierbij mocht er slechts één blok per keer worden verplaatst. Wanneer er twee blokken werden verplaatst werd er één blok uit de rechter bak gehaald. Aan het einde van de minuut werden het aantal blokken in de rechter bak geteld en genoteerd. Ook deze test werd vier keer uitgevoerd. Dit duurde in totaal ongeveer tien minuten.



Figuur 9. 'Box and Blocks' test

De SHAP test en 'Box and Blocks' test werden voor iedere geleiding uitgevoerd in de volgorde van de kabelgeleiding zoals in tabel 2 staat weergegeven. Bij iedere geleiding werd de proefpersoon naar zijn bevindingen met betrekking tot de aansturing gevraagd. De hele meting werd door iedere proefpersoon, zoals eerder aangegeven, op drie verschillende momenten uitgevoerd.

2.5 Verwerking

De uitkomsten van de testen werden met behulp van SPSS verwerkt.

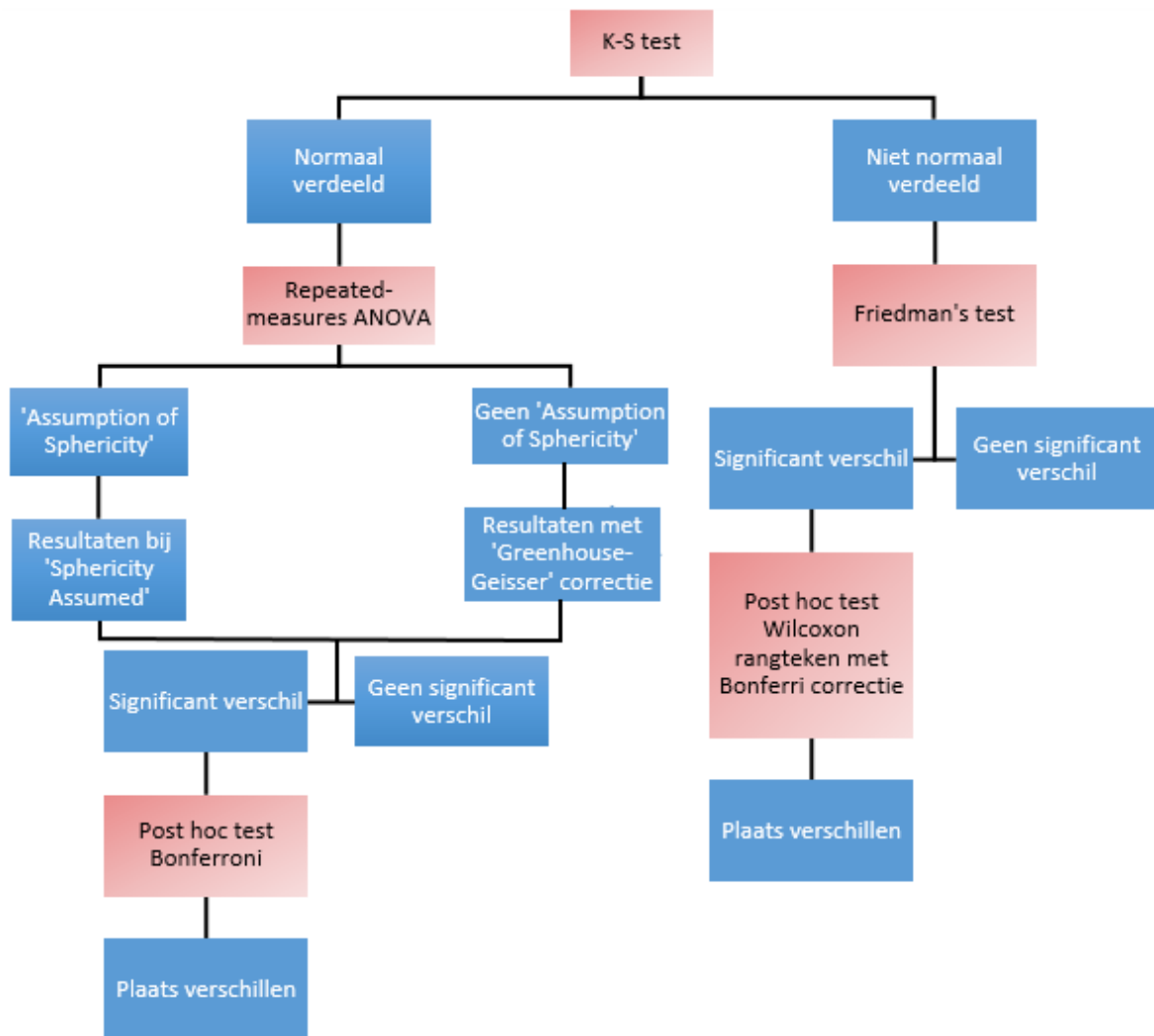
Er werd onderzocht of er gewenning optrad gedurende de tests: raakten de proefpersonen gedurende de meting gewend aan de krachtregulatie die zij uitvoerde voor een bepaalde handeling. Aangezien er na de pilotmeting was besloten om alleen de juist uitgevoerde verplaatsingen te noteren is de gewenning gedurende de test niet meer van belang. Iedere verplaatsing waarbij het object viel, naast de uitsnede werd geplaatst of waarbij enige onregelmatigheid in de beweging werd waargenomen werd niet genoteerd en dus opnieuw uitgevoerd. Omdat alleen de juist uitgevoerde verplaatsing genoteerd werd, was er slechts een minimaal verschil tussen de benodigde tijden voor het verplaatsen van het object. De betreffende deelvraag, deelvraag één, was gesteld met het idee dat er een correctie kon volgen bij een significant verschil in tijd. Door de gemaakte aanpassingen in de methode is er geen sprake meer van een significant verschil en is er geen correctie nodig.

Om de resultaten te kunnen verwerken moest er eerst van alle verplaatsingen één waarde per proefpersoon, per geleiding, per test bepaald worden. De waarde voor het aantal verplaatste blokken per geleiding tijdens de 'Box and Blocks' test werd bepaald volgens het stroomschema in figuur 10. De waarde voor de gemiddelde tijd per geleiding tijdens de SHAP test werd voor ieder object bepaald volgens het stroomschema in figuur 10. Aangezien er niet per object de beste geleiding bepaald moest worden, maar over het algemeen, werden de waarden van de twaalf objecten gemiddeld. Er is nu per proefpersoon één waarde die de gemiddelde tijd van alle objecten aangeeft en één waarde voor het aantal verplaatste blokken. Deze waardes werden gebruikt om de statistische toetsen uit te voeren.



Figuur 10. Van meetdag 2 en 3 zijn van de vier gemaakte verplaatsingen het gemiddelde genomen zodat er per geleiding voor iedere proefpersoon 1 waarde uit komt.

Met deze waardes werd onderzocht of er een significant verschil bestond tussen de geleidingen. De statistische toetsen (Field, 2013) werden uitgevoerd volgens het stroomschema in figuur 11. Dit schema werd eerst gevolgd voor de analyse van de SHAP test en vervolgens voor de analyse van de 'Box and Blocks' test.



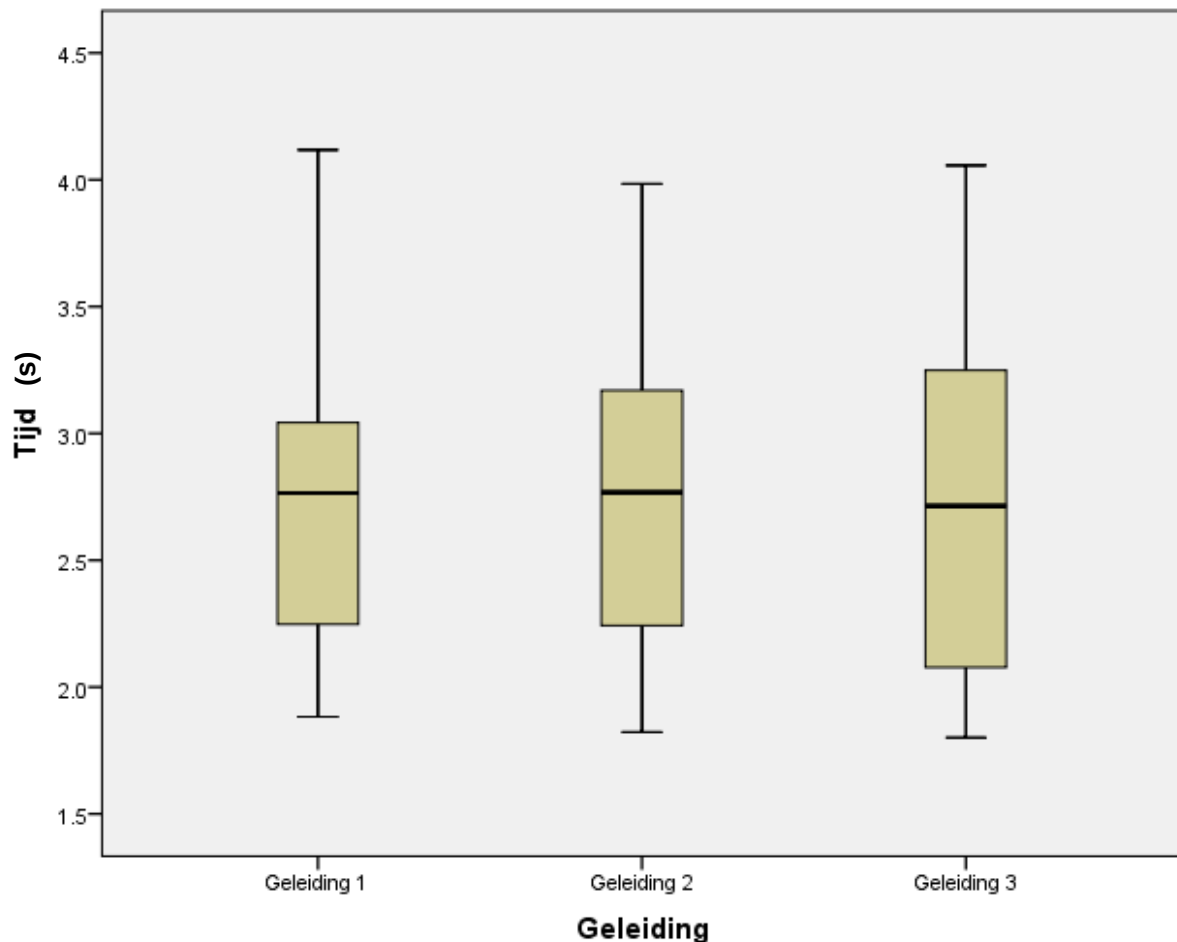
Figuur 11. Stappenplan voor het uitvoeren van de statistische toetsen. De rode vlakken zijn de uit te voeren toetsen en de blauwe vlakken zijn de bijbehorende resultaten

3. Resultaten

De metingen hebben in totaal zeven weken in beslag genomen, een impressie van een meting is te vinden in bijlage III. De resultaten per proefpersoon zijn te vinden in bijlage IV. De resultaten van meetdag twee en drie zijn gebruikt om te bepalen of er een significant verschil is tussen de geleidingen bij de SHAP test en de 'Box and Blocks' test.

3.1 SHAP test

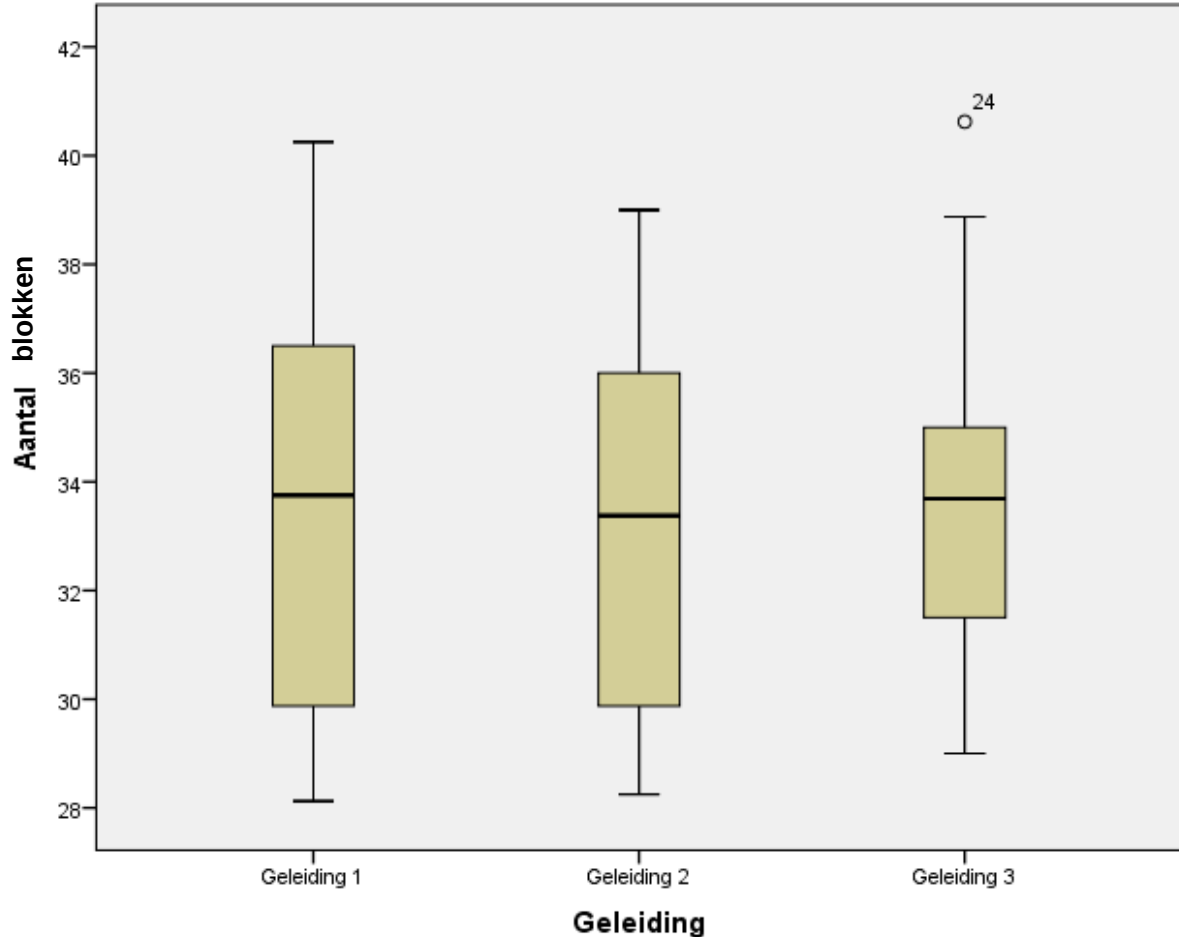
Zoals beschreven in de methode zijn eerst de gemiddelde tijden per geleiding van de SHAP test bepaald (bijlage V en VI). Met behulp van deze tijden is de boxplot van figuur 12 gemaakt. In deze boxplot is te zien dat de geleiding geen significant effect heeft op de gemiddeld benodigde tijd voor het verplaatsen van de objecten ($p > 0.05$, zie bijlage VII).



Figuur 12. Boxplot van de gemiddeld benodigde tijd voor het verplaatsen van de objecten tijdens de SHAP test. De bovenste horizontale lijn van iedere boxplot is het grootste getal en de laagste horizontale lijn van iedere boxplot is het kleinste getal dat is gemeten. Het gele blok geeft de middelste 50% van de tijden aan. Ten slotte geeft de middelste horizontale lijn de mediaan weer.

3.2 'Box and Blocks' test

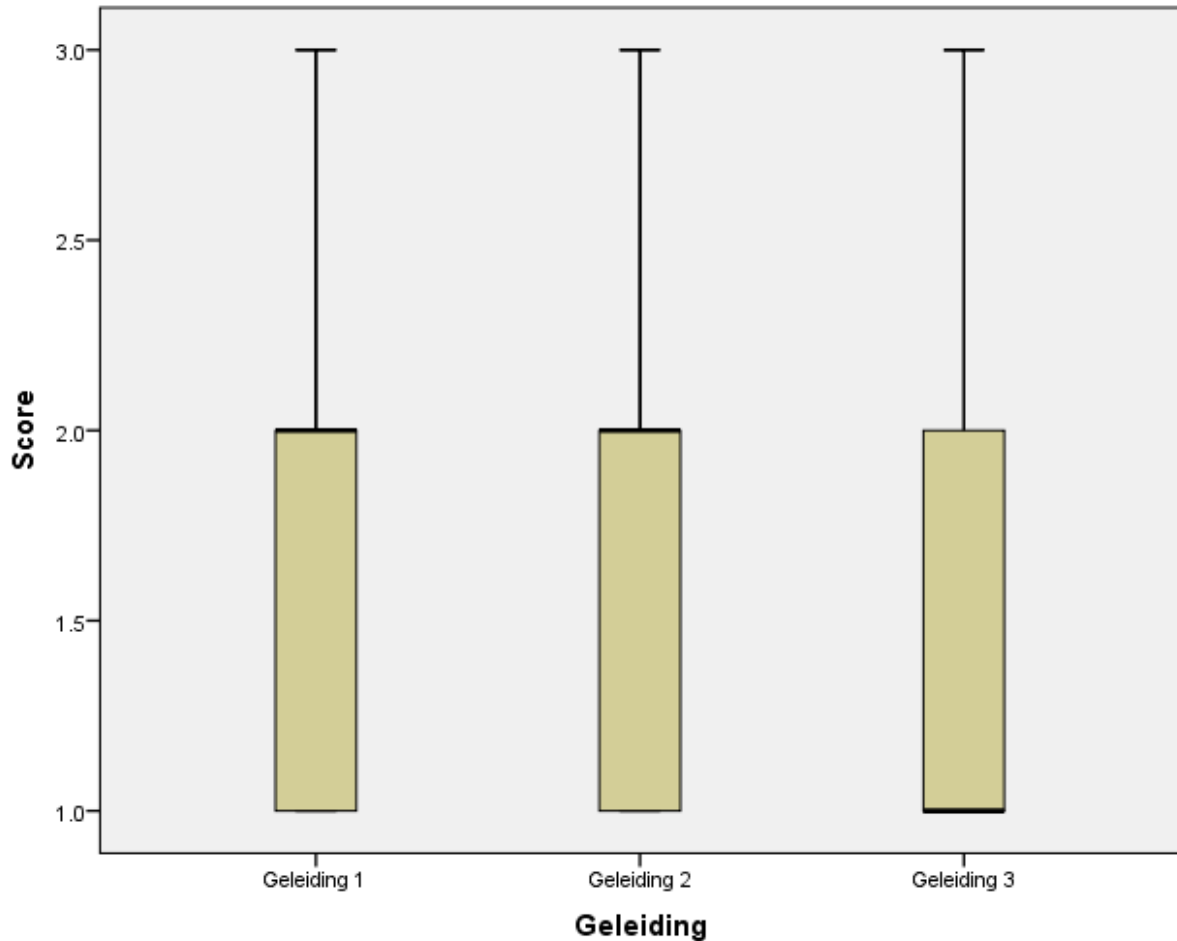
Ook bij de 'Box and Blocks' test is eerst het gemiddelde aantal verplaatste blokken bepaald (bijlage VIII en IX). Met behulp van deze waarden is de boxplot van figuur 13 gemaakt. In deze boxplot is te zien dat de geleiding geen significant effect heeft op het aantal verplaatste blokken ($p > 0.05$, zie bijlage X).



Figuur 13. Boxplot van het verplaatste aantal blokken tijdens de 'Box and Blocks' test. De bovenste horizontale lijn van iedere boxplot is het grootste getal en de laagste horizontale lijn van iedere boxplot is het kleinste getal dat is gemeten. Het gele blok geeft de middelste 50% van het aantal blokken aan. De middelste horizontale lijn geeft de mediaan weer. Ten slotte is er het punt bij geleiding 3 een uitschieter die tevens aangeeft op welk datanummer zich deze bevindt.

3.3 Gevoelsscore

Tijdens de metingen is er bij iedere geleiding aan de proefpersoon gevraagd of zij een score konden geven aan het gebruik van de simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese. Hierbij is 1 de beste score en 3 de slechtste score. In de boxplot in figuur 14 is te zien dat alleen bij geleiding 3 de mediaan op 1 ligt. Aangezien deze score is gebaseerd op een gevoel kan dit slechts als advies gebruikt worden.



Figuur 14. Boxplot van de score die de proefpersoon aan de geleiding heeft gegeven. De bovenste horizontale lijn van iedere boxplot is het grootste getal en de laagste horizontale lijn van iedere boxplot is het kleinste getal dat is gemeten. Het gele blok geeft de middelste 50% van de gevoelsscore aan. De middelste horizontale lijn geeft de mediaan weer. De laagste score is het beste.

4. Discussie

Tijdens het onderzoek zijn de benodigde tijd voor het verplaatsen van objecten, het aantal verplaatste blokken en de gevoelsscore van de proefpersoon onderzocht. Er zal nu teruggeblikt worden op deze onderwerpen.

Het doel van dit onderzoek was een antwoord te vinden op de vraag: 'Hoe loopt de kabelgeleiding voor de optimale aansturing bij de lichaamsbekrachtigde onderarmprothese?' Dit is onderzocht met behulp van de volgende deelvragen:

1. Is er sprake van verbetering wanneer men dezelfde handeling vaker achter elkaar uitvoert?
2. Bij welke kabelgeleiding is de benodigde tijd voor het uitvoeren van de 'SHAP abstract object tasks' het kortst?
3. Met welke kabelgeleiding wordt het beste resultaat behaald tijdens de 'Box and Blocks' test?
4. Welke kabelgeleiding zorgt voor de beste aansturing?

4.1 SHAP test

Het onderzoek is uitgevoerd met onder andere de SHAP test. Om een valide antwoord op de onderzoeksvraag te kunnen geven moet de SHAP test valide zijn. In het onderzoek van Light, Chappell en Kyberd (2002) is de validiteit van deze test onderzocht. Er werd geconcludeerd dat een objectieve test, zoals de SHAP test, niet vergelijkbaar was met een subjectieve test, een test die door therapeuten beoordeeld werd. Hierdoor kon de validiteit van de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test niet gecontroleerd worden. De test blijkt wel verschillende opvallende voor- en nadelen te hebben. Een voordeel is dat ieder object een lichte en zware variant heeft waardoor de persoon het object op meerdere manieren moet benaderen. Een nadeel van deze test is dat de objecten zo zijn gemaakt dat deze voor een prothesehaak makkelijk vast te pakken zijn, terwijl dit niet altijd het geval in het dagelijks leven is. Door een panel bestaande uit (fysio-)therapeuten van de University of Southampton en de Wessex Rehabilitation Centre in Salisbury District Hospital, UK, worden er naar aanleiding van deze voor- en nadelen aanbevelingen gedaan waarna zij stellen dat de SHAP test valide is (Light, Chappell, & Kyberd, 2002).

De eerste twee deelvragen hebben betrekking tot de SHAP test. Bij de eerste deelvraag werd er onderzocht of er verbetering optrad in de benodigde tijd voor het verplaatsen van eenzelfde object. Naar aanleiding van de pilotmeting was de methode aangepast. Zo werden de objecten tijdens de SHAP test alleen van de achterste uitsnede naar de voorste uitsnede gebracht in plaats van beide kanten uit. Ook werden alleen de juist uitgevoerde verplaatsingen genoteerd. Iedere verplaatsing waarbij het object viel, naast de uitsnede werd geplaatst of waarbij enige onregelmatigheid in de beweging werd waargenomen werd niet genoteerd en het object werd opnieuw verplaatst. Deze veranderingen in de methode resulteerde erin dat de benodigde tijd voor het verplaatsen van eenzelfde object tijdens de SHAP test per proefpersoon niet meer dan een halve seconde verschilde. Door dit gegeven is de aard van deelvraag één verdwenen. De voorop gestelde hypothese, dat er gewenning zou optreden en dat daardoor slechts de derde en vierde verplaatsing mee zouden worden genomen in de analyse, was daarom onjuist.

De tweede deelvraag onderzocht bij welke kabelgeleiding de benodigde tijd voor het uitvoeren van de 'SHAP abstract object tasks' het kortste was. Uit de resultaten van de repeated-measures ANOVA is gebleken dat de kabelgeleiding geen significant effect heeft op de gemiddeld benodigde tijd voor het verplaatsen van de objecten ($F(2,26) = 0.807$, $p > 0.05$).

De benodigde tijd voor het uitvoeren van de 'SHAP abstract object tasks' is dus volgens dit onderzoek bij de drie verschillende kabelgeleidingen ongeveer even lang. De verwachting was dat de geleiding waarbij de kabel het langste was, geleiding 1, het beste resultaat zou

behalen. Aangezien er geen significant verschil in de benodigde tijd is gevonden, is ook deze hypothese onjuist.

Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test. Er is gekozen voor dit deel van de SHAP test omdat de deelnemers van het onderzoek valide personen zijn welke speciaal voor dit onderzoek gebruik maken van een simulatie-lichaamsbetrachtigde onderarmprothese. Dit deel van de SHAP test is beter uit te voeren dan de 'Activities of daily living', waarbij er een sleutel in het slot moet worden gestoken en de deur moet worden geopend. Deze taken vergen meer precisie van de gebruiker dan tijdens de 'SHAP abstract object tasks' gevraagd wordt. Desondanks zou het voor een vervolgonderzoek een mooie aanvulling zijn om ook de 'Activities of daily living' te meten waardoor er een totale score voor de functionaliteit van de hand bepaald kan worden. Tevens zijn alleen de juist uitgevoerde verplaatsingen meegenomen in het onderzoek. Er is niet bijgehouden hoe vaak er opnieuw gestart werd doordat de verplaatsing niet juist was uitgevoerd. Door dit wel bij te houden kan er iets gezegd worden over de betrouwbaarheid van de kabelgeleiding. Ook kan er bij iedere kabelgeleiding onderzocht worden of er compenserende bewegingen worden gemaakt.

4.2 'Box and Blocks' test

Een ander onderdeel van het onderzoek is de 'Box and Blocks' test, ook bij deze test is het van belang voor de validiteit van het onderzoek dat deze test valide is. In het onderzoek van Mathiowetz, Volland, Kashman en Weber (1985) is de validiteit van deze test bepaald door de test te correleren met de valide 'the Minnesota Rate of Manipulation Test'. Hierbij is een correlatie van $r = 0.9$ gevonden. Deze correlatie toont aan dat de 'Box and Blocks' test valide genoemd mag worden.

De derde deelvraag onderzocht welke kabelgeleiding het beste resultaat gaf voor de 'Box and Blocks' test. Uit de resultaten van de repeated-measures ANOVA is gebleken dat de kabelgeleiding geen significant effect heeft op het aantal verplaatste blokken ($F(2,26) = 0.346$, $p > 0.05$). Het aantal verplaatste blokken is dus volgens dit onderzoek bij de drie verschillende kabelgeleidingen ongeveer gelijk. De verwachting was dat de geleiding waarbij de kabel het langste was, geleiding 1, het beste resultaat zou behalen. Aangezien er geen significant verschil in het aantal blokken is gevonden, is deze hypothese onjuist.

Tijdens de metingen werd het al snel duidelijk dat de ligging van de blokken bij de 'Box and Blocks' test invloed had op het aantal verplaatste blokken. In verschillende onderzoeken is er gebruik gemaakt van de 'Box and Blocks' test. Echter is er in geen van deze onderzoeken beschreven hoe de blokken klaargezet moesten worden, ook is dit niet opgenomen in de 'Box and Blocks' test instructies (Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985; Carey, Lura, & Highsmith, 2015).

Om tijdens dit onderzoek een vaste beginpositie te creëren werden voor iedere meting de blokken geschud. De blokken werden zo geschud dat ze redelijk uit elkaar lagen en er een hoogte van drie blokken was bereikt. Ondanks deze beginpositie verschilde de ligging van de blokken nog steeds. De verschillende ligging van de blokken kan een factor zijn die de resultaten zou kunnen beïnvloeden.

4.3 Gevoelsscore

In de methode is beschreven dat de proefpersoon bij iedere kabelgeleiding wordt gevraagd deze een score te geven van één tot en met drie. Hierbij is één de beste score en drie de slechtste score. Uit de resultaten is gebleken dat er weinig verschil is tussen de scores die gegeven zijn aan de geleidingen. Het enige verschil in de scores zit bij de mediaan, deze heeft bij geleiding 3 de score één en bij geleiding 1 en 2 de score twee. Naar aanleiding van dit gegeven kan er gesteld worden dat geleiding 3 prettiger aanstuurt. Maar aangezien deze

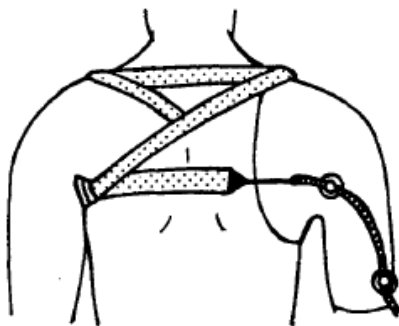
scores gebaseerd zijn op een gevoel, en er dus geen objectieve waarde aan gegeven kan worden, kan er niet gesteld worden dat geleiding 3 voor een betere aansturing zorgt. Echter kan er wel een advies gegeven worden op basis van deze scores.

Er is geen statistisch onderbouwd resultaat op basis van de gevoelsscore. Hierdoor is de verwachting dat de geleiding met de langste kabel, geleiding 1, het beste resultaat zou geven, onjuist.

4.4 Compleet resultaat

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag moeten alle resultaten tezamen bekeken worden. De vierde deelvraag heeft betrekking op de SHAP test, de 'Box and Blocks' test en op de gevoelsscore van de proefpersoon. Op basis van de gevoelsscore kan er geen statistisch verantwoorde uitspraak gedaan worden, daarom zal het antwoord gebaseerd moeten worden op de resultaten van de SHAP test en de 'Box and Blocks' test. Uit bovenstaande is gebleken dat er bij de SHAP test en de 'Box and Blocks' test geen kabelgeleiding leidt tot een beter resultaat op de benodigde tijd en het aantal verplaatste blokken.

De huidige resultaten zijn niet in lijn met het onderzoek van Kitamaya, et al. (1999). Dit onderzoek was gericht op verbetering van de kabelgeleiding rond de elleboog bij lichaamsbekrachtigde bovenarmprothesen. Dit onderzoek heeft aangetoond dat de kabel langs een zo lang mogelijke weg langs de arm geleid moet worden om zo min mogelijk kracht te verliezen. Door een kleine beweging in bijvoorbeeld de schouder te maken zal de haak ook een kleine beweging maken, wanneer de kabel langs een korte weg langs de arm geleid wordt zal er bij dezelfde kleine beweging in de schouder een grotere beweging in de haak gemaakt worden. Dit principe is niet bewezen in huidig onderzoek, er is geen significant verschil aangetoond tussen de verschillende geleidingen, dit zou betekenen dat er geen significant verschil is tussen de kabellengte met betrekking tot de aansturing. De tegenstrijdige resultaten van deze onderzoeken zouden verklaard kunnen worden doordat het onderzoek van Kitamaya, et al. (1999) is uitgevoerd met een figuur 8 lichaamsbekrachtigde bovenarmprothese (figuur 15) en huidig onderzoek is uitgevoerd met een figuur 9 lichaamsbekrachtigde onderarmprothese (figuur 16). Ook werd er bij het onderzoek van Kitamaya, et al. (1999) gebruik gemaakt van een haak die door externe kracht opent, terwijl er bij huidig onderzoek gebruik is gemaakt van een haak die door externe kracht sluit. Een ander belangrijk verschil met dit onderzoek is dat er geen gebruik is gemaakt van de SHAP test en de 'Box and Blocks' test, maar van een krachtmeting.



Figuur 15. Figuur 8 lichaamsbekrachtigde bovenarmprothese; gebruikt in het onderzoek van Kitayama, et al. (1999)



Figuur 16. Figuur 9 lichaamsbekrachtigde onderarmprothese; gebruikt in huidig onderzoek

4.5 Aanbevelingen

Buiten de hiervoor genoemde aanbevelingen bij de verschillende testen kunnen er nog enkele algemene aanbevelingen voor verder onderzoek gedaan worden. Tijdens dit

onderzoek is iedere proefpersoon drie keer gemeten, waarvan meting één de pilotmeting is. Hierdoor is niet iedere proefpersoon, met alle mogelijke combinaties van de volgorde van geleiding, meegenomen in de analyse. Het is daarom aan te bevelen om meer tijd te nemen voor het onderzoek zodat de meting vaker uitgevoerd kan worden. Door meer metingen te doen kan er een gemiddelde worden genomen over meer getallen waardoor een uitschieter slechts een minimale invloed heeft.

Een laatste aanbeveling is om het onderzoek uit te voeren met invalide personen die in het dagelijks leven gebruik maken van een lichaamsbekrchtigde onderarmprothese. Zij zullen, ondanks het verschil in kabellengte, sneller gewend raken aan het uitvoeren van bepaalde handelingen dan een valide persoon die slechts tijdens het onderzoek gebruik maakt van een simulatie-lichaamsbekrchtigde onderarmprothese. Doordat de invalide proefpersonen in het dagelijks leven al gebruik maken van een lichaamsbekrchtigde onderarmprothese, zullen zij ook de 'Activities of daily living' van de SHAP test uit kunnen voeren.

5. Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: 'Hoe loopt de kabelgeleiding voor de optimale aansturing bij de lichaamsbekerachtigde onderarmprothese?'

Uit de resultaten is gebleken dat de kabelgeleiding geen significant effect heeft op de gemiddeld benodigde tijd voor het verplaatsen van de objecten tijdens de 'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test. Ook is er uit de resultaten gebleken dat de kabelgeleiding geen significant effect heeft op het aantal verplaatste blokken tijdens de 'Box and Blocks' test. Dit betekent dat er naar aanleiding van dit onderzoek geen significant verschil gevonden is tussen de verschillende geleidingen rond de elleboog met betrekking tot de benodigde tijd voor het verplaatsen van objecten en het aantal verplaatste blokken.

De onderzoeksvraag wordt niet beantwoord met een van de onderzochte kabelgeleidingen. Doordat er geen significant verschil gevonden is tussen de kabelgeleidingen heeft de lengte van de kabel, volgens dit onderzoek, geen effect op de gemiddeld benodigde tijd voor het verplaatsen van de objecten en het aantal verplaatste blokken. Er kan slechts een advies gegeven worden naar aanleiding van de gevoelsscore van de proefpersonen. Dit advies geeft aan dat kabelgeleiding 3, de geleiding met de op een na langste kabel, het fijnste in gebruik is.

Voor vervolgonderzoek zou het aan te bevelen zijn om de SHAP test volledig uit te voeren. Dit wordt gedaan door slechts invalide personen te meten die in het dagelijks leven gebruik maken van een lichaamsbekerachtigde onderarmprothese. Ook wordt er aanbevolen om meer dagen te meten zodat er meer resultaten worden verzameld. Ten slotte moet het aantal gemaakte fouten per geleiding bijgehouden worden.

6. Literatuurlijst

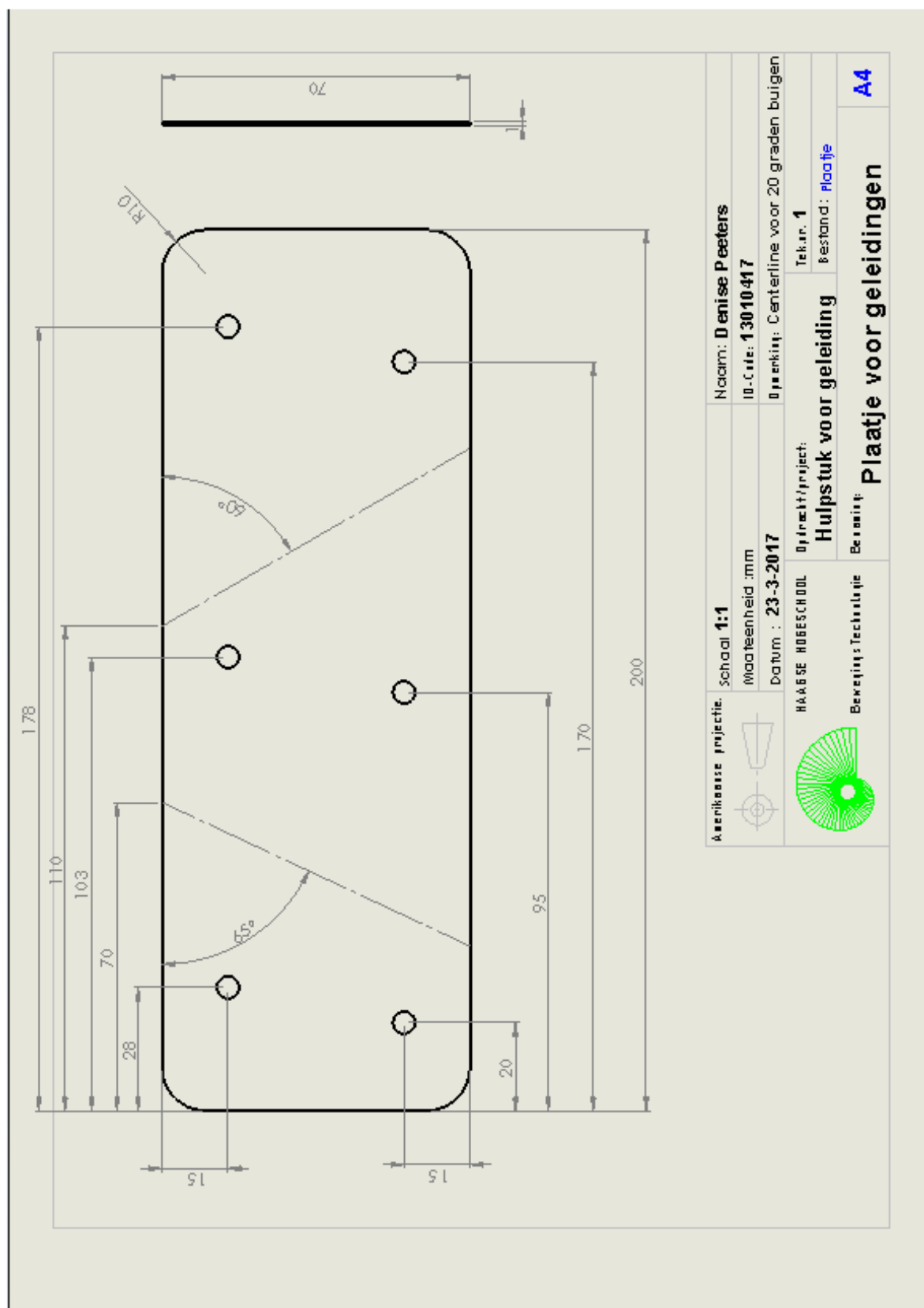
- Amputatie en sport. (2016). *Sporten na een amputatie*. Geraadpleegd op Januari 08, 2017, van <http://amputatie-en-sport.jouwweb.nl/protheses-1>
- Bednar, C. (2015, Februari 26). Three volunteers have their hand amputated and replaced by bionics [foto]. Opgeroepen op Januari 17, 2017, van <http://www.rawstory.com/2015/02/three-volunteers-have-their-hands-amputated-and-replaced-by-bionics/>
- Berning, K., Cochick, S., Johnson, R., Miller, L. A., & Sensinger, J. W. (2014). Comparison of body-powered voluntary opening and voluntary closing prehensor for activities of daily life. *JRRD*, 51(2), 253-262. doi:<http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2013.05.0123>
- Carey, S. L., Lura, D. J., & Highsmith, M. J. (2015). Differences in myoelectric and body-powered upper-limb prostheses: Systematic literature review. *JRRD*, 52(3), 247-262. doi:<http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2014.08.0192>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4 ed.). Sage Publication Ltd.
- Gao, F., Rodriguez, J., & Kapp, S. (2015). An experimental apparatus to simulate body-powered prosthetic usage: Development and preliminary evaluation. *Prosthetics and orthotics international*, 40(3), 404-8. doi:10.1177/0309364615574166
- Julious, S. A. (2005). Sample size of 12 per group rule of thumb for a pilot study. *Pharmaceutical Statistics*, 4(4), pp. 287-291. doi:10.1002/pst.185
- Kitayama, I., Matsuda, M., Nakajima, S., Sawamura, S., Nihomiya, H., & Furukawa, H. (1999). Improvement of control cable system of trans-humeral body powered prosthesis. *Prosthetics and orthotics international*, 23(2), 123-129.
- Lakens, D. (2015, April 12). How many participants should you collect? An alternative to the N*2.5 rule [The 20% statistician]. Geraadpleegd op April 15, 2017, van <http://daniellakens.blogspot.nl/2015/04/how-many-participants-should-you.html>
- Light, C. M., Chappell, P. H., & Kyberd, P. J. (2002). Establishing a standardized clinical assessment tool of pathologic and prosthetic hand function: Normative data, reliability, and validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(6), 776–783. doi:10.1053/apmr.2002.32737
- Mathiowetz, V., Volland, G., Kashman, N., & Weber, K. (1985). Adult norms for the box and blocks test of manual dexterity. *The american journal of occupational therapy*, 39(6), 386-391.
- Plettenburg, H. D. (2012). Een draadloze lichaamsgestuurde regeling en krachtterugkoppeling voor armprothesen. *subsidieaanvraag Fonds NutsOhra*.
- Radocy, B. (2017). *about TRS*. Geraadpleegd op Mei 17, 2017, van TRS Prosthetics: <http://www.trsprosthetics.com/about-trs/>
- Rietman, H. (2017). *MYOPRO- Een betere, intuïtieve arm-handprothese*. Opgeroepen op Januari 09, 2017, van <http://www.kennispark.nl/nl/case/myopro-een-betere-intuïtieve-arm-handprothese/>
- University of Southampton. (2002). *Assessor's SHAP Protocol [Protocol]*. Southampton: SHAP Business Enterprise.

University of Southampton. (2002). *Assessor's SHAP Protocol [Foto]*. Southampton: SHAP Business Enterprise.

Vasluian, E., Bongers, R. M., Reinders-Messelink, H. A., Dijkstra, P. U., & van der Sluis, C. K. (2014). Preliminary study of the Southampton hand assessment procedure for children and its reliability. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15:199. doi:10.1186/1471-2474-15-199

Bijlage I

Bouwtekening plaatje voor geleidingen



Bijlage II

Informatieve brief

Den Haag, ...-2017

Beste deelnemer,

Hartelijk dank voor uw deelname aan dit onderzoek. Uw deelname zal helpen bij de verbetering van de aansturing van de lichaamsbekrachte onderarmprothese. Het doel van dit onderzoek is om de kabelgeleiding langs de elleboog voor een optimale aansturing te vinden. Er is hier nog maar weinig onderzoek naar gedaan terwijl dit een grote bijdrage kan hebben in de ontwikkeling van de aansturing van deze prothese. Door een betere aansturing zal de prothese gebruiksvriendelijker worden voor de gebruiker en zal deze meer gedragen worden.

Voor de meting die we gaan uitvoeren worden twee testen gedaan. Tijdens deze testen zullen er acties uitgevoerd worden met behulp van een simulatie-lichaamsbekrachte onderarmprothese. Deze prothese wordt bevestigd aan de rechter onderarm door middel van een orthese. Verder zit er een harnas om de linker schouder waarmee de simulatie-lichaamsbekrachte onderarmprothese wordt aangestuurd. Door verschillende bewegingen in de schouder en elleboog wordt de haak, de die hand voorstelt, geopend en gesloten. Voorafgaand aan de meting zullen er ongeveer vijf minuten zijn om te oefenen met deze bewegingen. Voor een optimaal resultaat van het onderzoek is het belangrijk om het volgende in uw gedachte te houden:

- Zit gedurende de meting rechtop
- Ontspan de schouder en elleboog na iedere test
- Als er iets niet goed voelt in de simulatie-lichaamsbekrachte onderarmprothese laat het weten

De eerste test die zal worden uitgevoerd is een deel van de SHAP test. Hierbij moet u verschillende objecten verplaatsen met de simulatie-lichaamsbekrachte onderarmprothese. Eerst worden de lichte objecten verplaatst en vervolgens de zware. Van ieder object wordt de tijd van een juiste verplaatsing vier keer opgenomen en genoteerd. In totaal zullen er twaalf objecten zijn die verplaatst moeten worden. Deze test zal een kwartier in beslag nemen.

Vervolgens wordt de tweede meting uitgevoerd, dit is de 'Box and Blocks' test. Hierbij is het doel om zo veel mogelijk blokken van de ene bak naar de andere bak te verplaatsen binnen één minuut waarbij er slechts één blokje per keer verplaatst mag worden. Voorafgaand aan deze test mag er 15 seconde geoefend worden. Deze test zal wederom vier keer uitgevoerd worden en in totaal ongeveer tien minuten in beslag nemen.

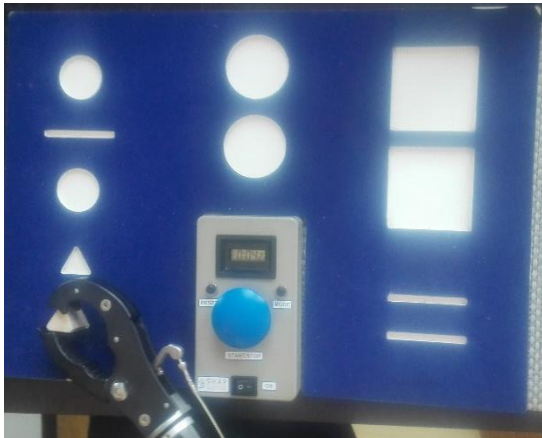
Deze testen worden in totaal drie keer herhaald, met iedere keer een andere kabelgeleiding. De gehele meting zal maximaal 2 uur duren.

Bedankt voor uw deelname!

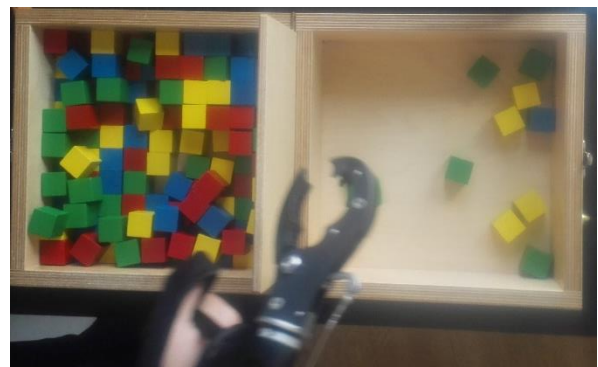
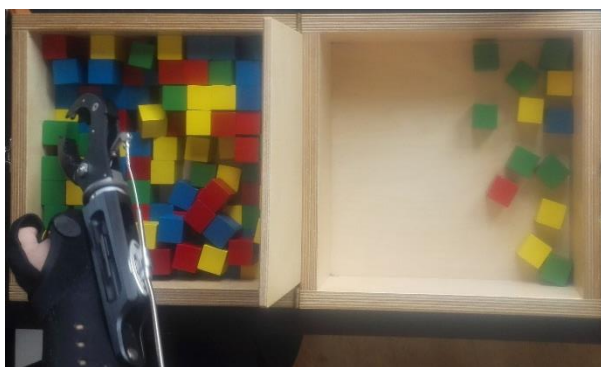
Bijlage III

Impressie meting

'SHAP abstract object tasks' van de SHAP test



'Box and Blocks' test



Bijlage IV

Resultaten per proefpersoon

Proefpersoon 1

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
1	1	1	4.19	6.60	3.18	5.41	7.56	6.10	4.28	3.28	4.44	9.00	7.37	5.53	25
1	1	2	3.56	3.84	3.87	3.88	5.10	5.16	5.41	3.31	2.97	4.38	4.84	3.72	27
1	1	3	7.03	3.59	3.47	3.85	5.06	7.22	5.47	5.53	3.88	4.32	4.46	3.88	28
1	1	4	3.12	4.63	5.03	7.19	4.13	3.94	4.35	3.62	3.72	3.56	5.41	5.10	27
1	2	1	7.59	5.21	3.47	3.31	4.94	10.34	20.88	8.56	2.78	5.34	6.18	3.59	31
1	2	2	6.81	6.22	4.72	7.19	5.19	4.40	3.22	3.47	2.44	5.22	5.69	3.22	25
1	2	3	3.40	8.78	3.90	5.34	8.31	4.81	4.35	3.06	2.62	6.41	5.75	3.44	29
1	2	4	3.16	4.87	3.19	5.69	3.79	5.37	3.94	3.62	2.22	3.32	4.18	3.69	30
1	3	1	4.88	3.15	4.22	3.50	5.19	4.07	6.91	2.59	2.91	5.04	4.10	3.81	31
1	3	2	3.22	2.72	6.93	6.59	5.75	4.41	3.00	2.59	2.60	4.60	5.03	3.00	30
1	3	3	3.31	3.63	5.69	4.00	3.59	6.09	3.85	2.72	2.41	5.31	4.47	3.50	34
1	3	4	4.09	3.41	3.89	4.61	4.28	3.69	2.88	2.88	2.31	3.94	3.66	3.44	31

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
2	2	1	3.44	3.10	2.75	2.94	3.16	3.47	3.16	2.32	2.47	2.75	2.25	1.90	34
2	2	2	2.77	3.32	2.09	3.06	3.84	3.34	2.53	2.25	2.35	2.05	3.07	2.39	37
2	2	3	3.47	2.57	2.50	2.88	2.66	2.78	2.03	2.06	2.56	2.37	2.06	1.79	33
2	2	4	2.53	2.47	1.81	3.06	3.66	2.53	2.50	2.12	1.72	2.22	2.84	7.72	40
2	3	1	2.50	2.60	2.31	2.60	2.06	2.16	1.81	2.36	2.00	2.25	1.72	1.72	39
2	3	2	1.72	2.00	1.88	2.68	1.84	2.84	1.94	2.00	1.75	1.85	1.68	1.72	33
2	3	3	1.91	2.90	1.94	2.47	2.53	2.44	2.03	2.09	1.94	2.00	1.88	1.72	41
2	3	4	1.81	2.41	1.62	2.41	1.90	2.03	2.06	2.13	1.81	1.59	1.78	1.69	37
2	1	1	1.91	2.03	1.62	2.13	2.00	2.25	2.22	2.12	1.69	1.94	1.58	2.00	38
2	1	2	1.62	2.16	1.47	1.72	1.75	1.69	2.06	1.90	1.85	2.03	1.53	2.06	44
2	1	3	2.22	1.94	1.97	1.84	2.16	1.75	2.00	2.06	1.69	1.63	1.56	1.44	37
2	1	4	1.87	1.75	2.03	2.06	2.31	1.76	1.84	1.97	1.87	1.63	1.59	1.75	39

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
3	3	1	2.25	2.00	2.31	2.00	2.12	2.22	2.12	1.81	1.88	2.12	1.84	2.78	45
3	3	2	2.13	2.06	2.75	2.68	2.35	1.75	2.00	2.13	2.19	2.06	2.06	2.28	41
3	3	3	1.84	2.13	2.15	2.18	2.13	1.75	1.94	1.88	1.75	2.06	1.78	1.97	39
3	3	4	1.81	1.97	2.53	1.94	2.28	1.81	2.00	1.94	1.97	2.06	2.06	2.53	36
3	1	1	2.37	2.37	3.03	2.94	3.00	1.88	2.28	2.25	2.09	2.31	1.75	1.91	42
3	1	2	2.07	2.07	2.90	2.50	2.25	2.13	1.78	1.91	2.54	2.62	1.94	2.25	32
3	1	3	2.00	2.60	2.41	2.78	2.34	2.31	2.03	2.50	2.60	2.06	2.00	2.38	43
3	1	4	2.37	2.72	2.85	1.72	2.56	2.28	1.91	2.16	2.16	2.09	2.06	2.10	47
3	2	1	2.50	2.25	3.41	2.19	2.50	1.87	2.44	2.31	2.15	2.53	2.12	1.88	41
3	2	2	2.28	2.25	3.32	2.00	2.50	2.09	2.40	1.97	1.88	2.22	2.09	2.00	47
3	2	3	2.13	2.57	3.22	1.82	2.69	2.59	2.25	2.31	1.94	2.22	2.00	1.93	41
3	2	4	2.25	2.25	2.72	2.40	2.53	2.03	1.69	2.22	1.78	2.09	2.03	2.04	39

Proefpersoon 2

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod Licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
1	1	1	9.03	6.59	10.96	7.65	11.69	21.62	9.84	7.12	6.00	11.00	10.31	7.43	20
1	1	2	7.71	5.47	5.50	5.75	10.81	13.03	8.72	7.12	6.75	9.22	10.34	10.37	22
1	1	3	6.25	10.68	13.09	10.62	13.12	19.50	5.00	4.97	5.19	19.53	6.85	8.38	22
1	1	4	12.47	5.78	7.78	4.43	20.90	6.50	4.41	7.75	5.71	7.06	6.41	7.28	25
1	2	1	5.09	7.37	11.28	12.38	8.44	8.00	5.84	9.35	9.34	9.25	8.47	8.97	24
1	2	2	12.78	8.82	15.12	19.28	6.22	10.34	5.28	10.06	4.62	5.91	13.38	9.19	22
1	2	3	4.69	28.59	16.21	5.78	10.91	6.37	4.69	6.53	4.84	11.79	6.31	11.34	23
1	2	4	17.69	5.94	8.79	6.06	7.60	11.87	4.00	7.04	3.84	8.47	8.22	9.41	28
1	3	1	4.35	4.68	5.47	7.96	8.50	8.41	4.88	6.16	5.56	14.44	17.00	10.12	25
1	3	2	12.59	5.53	11.10	8.65	14.66	7.07	3.47	26.75	4.66	7.47	11.72	7.94	26
1	3	3	12.31	4.81	8.22	8.65	8.75	25.25	5.16	10.47	4.75	14.84	9.50	7.22	27
1	3	4	4.47	5.10	7.10	7.85	6.59	10.72	4.00	18.38	5.09	6.19	5.59	7.69	26

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
2	2	1	3.44	4.47	3.35	5.00	4.66	4.50	3.50	4.50	4.65	4.90	3.91	4.97	28
2	2	2	3.53	4.94	3.15	5.88	3.94	6.07	3.85	4.53	4.31	4.84	3.72	4.72	27
2	2	3	3.72	3.47	3.07	5.66	3.78	5.31	4.18	4.53	3.59	5.50	3.50	4.62	30
2	2	4	3.75	3.62	3.03	6.06	3.41	4.19	4.15	4.35	3.65	4.59	4.50	4.00	31
2	3	1	3.38	4.29	4.10	5.57	3.78	4.59	4.90	4.10	4.00	4.56	3.72	4.16	32
2	3	2	3.44	4.32	2.78	4.44	3.72	4.31	4.13	3.97	3.47	4.00	3.65	4.31	33
2	3	3	3.66	3.84	2.59	3.88	3.53	4.81	3.87	3.28	5.25	4.28	4.22	4.50	35
2	3	4	4.00	3.96	3.72	4.03	3.37	3.81	3.80	3.06	3.94	5.28	4.96	4.06	34
2	1	1	3.62	3.81	3.66	3.88	3.63	4.72	3.69	3.75	3.78	3.72	3.66	3.87	24
2	1	2	4.81	4.03	3.25	3.97	5.37	3.72	4.06	4.40	4.12	3.72	3.71	4.25	31
2	1	3	3.56	3.47	2.97	3.97	3.88	3.88	3.68	3.62	2.91	4.19	3.37	4.28	32
2	1	4	3.57	4.00	3.37	4.12	3.50	3.37	3.35	3.28	2.78	3.66	3.03	3.13	30

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
3	3	1	4.71	3.78	3.78	4.16	4.00	4.19	3.75	4.82	4.13	4.37	4.72	4.47	34
3	3	2	4.31	3.60	3.62	3.85	4.12	4.09	4.19	4.22	3.59	5.03	3.59	4.59	37
3	3	3	4.32	4.06	3.66	3.41	4.47	4.47	4.31	4.10	3.16	4.47	4.12	4.78	38
3	3	4	4.19	3.53	3.65	3.22	3.19	3.94	4.07	4.25	3.16	4.87	3.84	5.09	36
3	1	1	4.18	3.19	3.03	3.69	3.62	4.03	3.78	5.97	3.71	3.25	4.03	4.72	29
3	1	2	3.22	3.28	3.22	2.94	4.22	3.87	3.22	5.19	2.91	3.72	3.59	3.28	35
3	1	3	3.16	3.57	2.97	3.25	3.97	3.50	4.28	5.38	3.72	3.47	3.41	4.37	38
3	1	4	3.12	3.63	3.38	2.63	2.91	3.09	3.97	4.22	3.66	2.94	3.32	4.06	37
3	2	1	4.59	3.79	3.44	2.81	3.69	3.66	4.75	5.18	4.46	3.19	3.69	3.81	35
3	2	2	4.00	4.28	4.16	2.84	3.16	4.09	3.40	3.53	3.44	3.12	3.63	4.53	39
3	2	3	3.54	4.78	3.47	3.00	2.59	4.28	3.44	3.60	3.60	3.25	3.07	4.09	40
3	2	4	3.53	3.94	4.16	2.56	2.81	5.00	3.69	3.38	3.03	3.09	3.34	4.38	37

Proefpersoon.3

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
1	1	1	11.91	4.78	7.47	5.44	7.66	6.35	11.06	4.56	6.09	9.72	8.62	5.03	27
1	1	2	5.88	5.62	6.53	6.44	14.97	7.43	5.85	5.87	4.62	6.53	9.07	9.91	25
1	1	3	7.22	4.80	9.28	11.65	6.53	12.47	13.66	4.81	6.00	16.78	7.72	4.63	31
1	1	4	4.25	3.94	7.16	3.22	8.15	6.00	5.84	6.06	4.50	4.51	6.94	7.06	27
1	2	1	7.87	4.87	9.19	5.44	11.78	6.84	6.69	5.37	5.78	6.12	7.43	4.56	30
1	2	2	3.78	6.63	17.81	5.94	8.35	8.43	6.56	3.09	7.81	3.97	6.25	5.87	24
1	2	3	6.69	5.69	5.25	3.56	11.85	8.69	8.47	3.38	9.41	6.88	4.93	10.62	29
1	2	4	6.03	4.22	4.97	3.07	5.85	12.87	5.00	3.16	7.35	5.40	7.60	5.44	28
1	3	1	5.81	6.31	4.06	3.78	10.44	4.41	7.72	4.06	4.22	4.94	5.53	5.90	27
1	3	2	4.53	3.25	3.37	7.22	7.25	4.06	4.75	3.16	4.31	4.00	5.85	5.28	23
1	3	3	3.78	3.06	3.63	6.65	5.68	6.03	5.54	4.16	3.56	7.31	5.60	3.34	22
1	3	4	11.41	4.25	4.25	7.28	6.13	6.13	5.85	4.87	2.81	6.06	4.34	3.37	25

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
2	2	1	2.84	4.56	5.50	4.84	2.88	3.96	3.34	3.38	3.84	4.00	3.38	3.28	30
2	2	2	3.87	3.87	4.65	4.78	3.44	3.37	4.22	3.75	3.19	3.40	2.97	3.50	35
2	2	3	2.81	3.44	3.63	3.84	3.47	3.46	2.53	2.88	3.07	4.41	4.10	3.43	32
2	2	4	3.25	4.06	3.38	4.16	4.22	4.69	2.69	2.88	3.22	3.34	4.00	4.04	40
2	3	1	3.00	3.69	2.40	2.91	3.87	3.75	3.00	3.00	3.22	3.85	3.03	4.34	38
2	3	2	2.34	2.81	2.81	2.94	2.84	2.91	2.62	2.87	3.16	2.53	2.66	3.66	26
2	3	3	2.71	3.25	2.97	2.97	3.35	2.69	3.06	2.63	3.15	3.16	3.41	4.00	39
2	3	4	2.35	3.32	2.66	2.78	2.75	2.96	3.00	2.75	3.71	3.03	3.85	4.84	28
2	1	1	3.19	2.72	2.40	3.88	3.50	2.84	3.00	2.97	3.31	3.04	3.00	3.93	34
2	1	2	2.75	3.22	3.06	2.91	3.53	2.57	2.66	2.77	2.66	3.15	3.31	3.75	34
2	1	3	2.87	3.00	2.59	2.81	4.06	3.28	2.37	3.31	2.75	2.90	4.13	3.34	33
2	1	4	2.41	2.63	2.43	2.88	4.19	2.72	2.41	2.44	2.78	3.10	3.34	3.25	39

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
3	3	1	3.22	2.91	3.16	2.75	2.50	2.66	4.22	2.93	3.28	2.97	2.66	3.00	38
3	3	2	3.34	2.47	2.94	3.46	2.68	2.50	3.53	3.03	2.72	3.63	2.66	2.91	38
3	3	3	3.00	2.62	2.81	3.16	2.53	2.25	3.63	2.91	2.40	3.38	2.60	2.94	39
3	3	4	2.72	3.13	3.81	2.69	2.50	2.31	3.10	2.87	2.62	3.06	2.97	2.56	34
3	1	1	2.72	2.65	2.60	2.81	2.37	2.31	3.22	2.78	3.56	2.69	2.78	2.53	37
3	1	2	2.50	2.72	2.63	2.50	2.15	2.25	2.63	3.29	3.41	2.76	2.56	2.78	37
3	1	3	2.28	2.78	2.69	2.88	2.47	2.53	2.72	2.97	3.44	2.68	2.69	2.35	35
3	1	4	2.34	2.75	2.91	2.13	2.47	2.50	3.19	3.03	3.31	2.75	2.50	2.90	39
3	2	1	3.15	2.75	3.00	2.31	2.44	2.62	3.31	3.43	3.06	2.63	2.38	2.22	32
3	2	2	3.00	2.69	2.60	2.25	2.62	2.06	3.21	2.88	2.94	2.88	2.37	3.50	41
3	2	3	2.78	2.94	2.56	3.00	2.35	2.00	2.44	2.72	2.78	3.03	2.12	3.50	43
3	2	4	2.34	2.66	2.19	2.40	2.25	1.97	2.85	3.06	3.06	2.72	2.09	2.34	42

Proefpersoon 4

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
1	1	1	6.69	6.44	5.66	6.40	8.47	4.63	16.22	6.78	6.09	35.66	4.90	4.38	18
1	1	2	11.65	4.43	4.28	10.56	4.40	4.91	6.37	5.88	4.37	8.75	3.93	3.28	20
1	1	3	4.56	3.41	8.18	5.19	5.53	4.63	5.28	3.00	3.00	23.31	6.34	3.25	22
1	1	4	10.37	3.81	9.37	3.43	3.96	5.10	4.78	7.56	3.56	6.60	6.81	3.81	25
1	2	1	6.71	3.19	7.59	5.56	6.22	7.75	4.59	4.50	4.68	8.53	4.60	5.53	19
1	2	2	13.43	4.69	4.06	5.28	7.04	5.19	5.35	5.03	2.53	11.19	3.59	6.90	26
1	2	3	6.16	7.87	8.09	3.72	4.78	4.69	5.07	2.71	2.85	7.75	8.07	5.12	23
1	2	4	3.75	3.19	3.84	3.82	4.00	3.90	4.22	2.78	2.56	5.56	9.69	3.44	27
1	3	1	4.38	8.47	5.00	4.78	7.06	2.59	11.03	4.22	4.06	7.21	2.97	3.19	23
1	3	2	5.37	3.82	3.32	5.50	5.50	3.03	5.03	4.04	5.15	6.47	2.25	6.19	24
1	3	3	3.75	4.43	4.25	3.63	3.10	2.96	8.68	5.82	3.38	5.48	3.72	3.40	18
1	3	4	4.69	4.60	3.06	6.25	2.91	2.97	3.78	2.63	2.85	4.13	2.78	3.31	23

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
2	2	1	2.47	2.90	3.44	3.31	3.91	2.85	3.72	3.10	4.66	3.44	4.22	3.09	30
2	2	2	3.50	2.78	4.47	3.81	2.37	2.62	3.19	2.93	3.94	2.88	3.25	2.44	27
2	2	3	2.60	2.37	3.03	4.34	2.81	3.60	2.37	2.75	3.75	2.38	3.32	3.62	31
2	2	4	2.60	3.10	3.40	3.90	2.37	2.56	2.69	3.19	3.16	2.34	4.18	2.47	32
2	3	1	2.60	3.43	3.78	2.25	2.50	2.75	2.31	2.41	2.69	2.53	3.34	2.19	33
2	3	2	2.41	2.85	2.47	2.35	2.88	2.22	3.16	2.54	3.00	2.57	3.16	2.81	29
2	3	3	2.78	2.78	3.00	2.06	2.75	2.40	2.00	2.53	2.78	2.91	2.47	2.19	34
2	3	4	2.31	2.40	3.43	2.19	2.65	2.21	2.03	2.53	2.66	2.69	2.28	2.37	34
2	1	1	2.88	2.85	2.81	2.87	2.90	2.62	3.00	3.29	3.47	2.21	3.13	2.94	33
2	1	2	2.59	2.65	2.78	3.44	3.22	2.28	2.22	2.53	2.78	1.84	2.88	2.81	32
2	1	3	2.34	2.54	2.56	2.94	2.50	2.53	2.41	2.87	3.22	2.13	3.91	2.32	27
2	1	4	2.78	2.35	2.31	2.78	3.81	2.43	2.22	2.57	3.34	2.03	2.84	2.37	28

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
3	3	1	2.53	2.00	3.87	2.96	2.84	2.72	2.97	2.16	2.06	3.97	3.84	2.91	30
3	3	2	2.31	2.18	2.93	2.62	2.35	2.94	2.97	2.16	2.66	3.53	2.66	2.13	27
3	3	3	2.43	2.71	3.34	2.78	2.93	2.44	2.81	2.53	2.57	2.97	2.79	2.25	30
3	3	4	3.19	2.56	2.19	2.72	3.00	2.55	2.78	2.84	3.06	2.78	2.94	2.22	30
3	1	1	2.97	2.95	3.65	2.72	2.44	2.10	3.16	3.03	2.38	3.56	2.78	2.25	20
3	1	2	2.28	2.31	2.91	3.10	2.54	2.25	2.15	2.84	2.40	3.03	2.81	2.16	27
3	1	3	2.34	2.12	3.16	2.62	3.25	2.28	2.47	3.50	3.09	3.09	2.97	2.10	30
3	1	4	2.25	2.53	2.34	2.40	2.32	2.19	3.56	2.37	2.54	3.81	3.00	2.18	29
3	2	1	3.12	3.25	3.03	3.82	3.00	2.25	3.44	2.41	3.66	3.31	3.34	2.28	31
3	2	2	2.97	2.60	3.53	2.81	3.40	2.66	3.46	2.81	3.12	3.78	2.66	2.47	28
3	2	3	2.88	2.81	3.13	2.78	2.78	2.50	3.13	2.13	2.56	4.56	2.69	2.00	28
3	2	4	2.44	3.04	3.22	2.40	3.06	2.22	3.10	2.25	2.56	4.63	3.38	2.06	30

Proefpersoon 5

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
1	1	1	5.78	16.18	4.56	12.25	9.54	6.75	13.31	3.53	3.62	9.81	4.47	5.13	24
1	1	2	5.94	5.22	4.37	4.18	4.56	5.88	5.78	4.19	2.78	4.38	5.81	4.40	26
1	1	3	4.13	4.68	3.75	4.68	6.08	5.13	3.94	3.81	2.94	7.41	7.31	5.81	20
1	1	4	3.40	4.34	3.59	5.53	4.03	3.59	6.12	3.60	2.07	10.37	4.06	4.88	22
1	2	1	7.07	5.19	4.21	3.62	7.82	9.28	7.84	6.68	5.31	9.75	5.34	10.84	23
1	2	2	3.78	5.41	5.69	5.03	10.03	9.00	6.72	4.53	5.71	6.25	5.79	6.47	22
1	2	3	4.09	9.25	4.03	6.03	7.57	7.72	5.50	5.10	5.59	13.72	6.09	6.25	22
1	2	4	3.75	3.94	5.44	4.66	8.28	7.38	6.47	4.21	4.41	9.56	6.19	11.53	22
1	3	1	6.72	4.81	7.00	4.60	9.00	5.90	8.87	6.19	2.96	7.60	9.28	8.53	22
1	3	2	3.10	6.30	8.62	3.03	6.60	5.00	6.19	6.59	3.71	5.25	8.15	5.72	22
1	3	3	4.65	3.84	4.66	3.59	4.50	5.44	15.78	5.19	3.16	6.60	8.69	9.10	29
1	3	4	4.50	3.37	5.88	6.62	3.91	5.53	5.41	11.79	3.53	18.68	5.19	7.44	28

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
2	2	1	3.90	4.09	3.44	4.53	3.97	5.75	3.72	3.72	4.22	3.75	3.34	5.91	30
2	2	2	3.00	3.44	3.36	4.91	3.19	4.63	2.91	2.84	4.28	3.44	5.63	4.72	34
2	2	3	3.47	3.22	4.07	4.09	3.94	5.22	3.28	2.69	3.15	4.97	4.06	3.60	31
2	2	4	3.38	3.75	2.35	4.69	3.56	4.81	3.41	2.94	3.22	4.34	5.00	3.75	32
2	3	1	3.94	3.00	3.30	4.00	3.75	3.47	2.69	2.53	3.18	3.53	3.03	3.63	30
2	3	2	3.44	2.72	2.87	4.37	3.47	3.69	3.07	2.62	4.34	4.28	4.18	3.29	33
2	3	3	3.97	3.53	2.86	3.62	2.81	3.30	2.80	2.22	3.59	3.81	3.93	3.40	32
2	3	4	3.84	2.75	2.59	3.38	3.09	2.84	3.28	1.85	3.59	3.22	3.50	3.22	31
2	1	1	2.81	2.75	3.18	3.60	3.16	3.25	2.94	2.72	2.97	3.16	3.30	3.44	31
2	1	2	2.21	3.22	2.72	2.97	2.84	3.59	3.88	2.72	4.03	3.25	3.38	2.50	27
2	1	3	2.53	2.78	2.56	3.25	2.63	2.69	3.16	2.44	3.16	3.16	3.00	3.88	33
2	1	4	2.79	2.63	2.34	2.87	2.75	2.47	2.44	2.16	3.12	3.31	3.04	3.15	29

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
3	3	1	2.97	3.03	2.43	4.03	2.75	4.03	3.19	2.10	2.56	5.60	2.88	2.97	32
3	3	2	3.22	3.03	3.03	3.72	4.28	3.03	4.52	3.21	3.59	5.09	2.85	2.97	24
3	3	3	4.18	2.93	2.78	4.87	3.16	2.59	2.62	3.75	3.13	3.62	3.56	2.94	30
3	3	4	3.38	2.40	2.68	2.54	3.09	2.78	2.54	2.96	2.88	3.66	3.03	2.82	25
3	1	1	3.06	3.47	2.94	3.19	2.96	2.59	4.40	3.72	3.20	4.47	3.25	3.03	28
3	1	2	2.57	2.75	3.03	2.78	2.84	2.78	3.65	3.50	2.94	4.97	2.87	2.82	27
3	1	3	2.84	2.38	2.97	3.28	2.78	2.60	2.34	2.87	3.15	4.25	2.91	2.63	27
3	1	4	2.97	2.35	2.97	3.06	2.63	2.47	3.56	3.56	3.06	3.81	3.00	2.41	37
3	2	1	3.38	3.38	4.12	3.40	3.84	2.84	3.46	3.85	3.25	2.81	3.25	4.03	26
3	2	2	3.25	3.63	4.06	3.30	3.25	2.53	3.65	4.06	3.07	2.90	3.03	3.97	27
3	2	3	3.66	5.00	4.22	3.12	3.62	2.25	3.59	3.56	3.00	2.72	4.06	3.60	32
3	2	4	3.25	3.56	3.19	4.15	3.19	2.03	3.81	3.00	2.88	3.10	3.25	2.94	26

Proefpersoon 6

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral Zwaar	Tip zwaar	Box_and Blocks
1	2	1	9.59	8.53	6.90	7.06	11.90	11.71	7.25	6.28	6.22	7.59	12.58	7.65	28
1	2	2	8.59	5.94	5.81	8.56	4.88	5.91	6.63	4.72	5.56	5.41	5.66	5.66	24
1	2	3	7.78	7.40	6.03	7.75	5.63	11.28	3.85	4.37	5.37	7.68	8.44	5.91	29
1	2	4	14.56	5.90	4.59	6.50	4.50	7.50	5.53	3.78	5.41	5.19	3.94	4.78	24
1	3	1	5.40	8.32	3.53	6.96	5.35	6.32	11.14	3.93	7.72	4.50	8.00	3.85	26
1	3	2	8.90	5.69	9.62	5.90	6.28	7.63	4.47	3.47	3.84	3.78	7.63	4.22	31
1	3	3	4.28	4.43	3.22	6.22	6.50	5.28	4.35	4.19	5.56	4.87	5.50	3.85	27
1	3	4	3.68	3.78	3.59	6.19	4.47	6.32	6.53	4.37	5.62	4.65	4.65	4.84	27
1	1	1	3.63	4.88	3.28	6.84	3.25	5.59	4.40	3.43	4.69	3.72	6.12	4.25	28
1	1	2	3.47	5.66	3.10	7.34	7.06	6.06	3.12	3.46	2.84	4.69	3.47	5.44	32
1	1	3	4.43	4.07	4.81	5.31	3.75	6.28	3.78	3.41	2.72	4.50	6.69	3.66	33
1	1	4	3.25	4.50	3.10	5.22	6.36	4.85	4.56	3.47	2.29	3.75	5.00	3.25	36

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
2	3	1	4.69	4.68	3.50	3.53	2.91	4.44	3.31	3.88	3.34	2.97	3.06	3.16	32
2	3	2	3.68	4.53	3.28	3.03	4.06	3.40	3.40	3.72	3.07	3.22	3.75	3.44	29
2	3	3	4.50	4.25	3.15	2.88	4.43	4.47	3.72	3.75	3.94	3.44	3.91	3.19	33
2	3	4	4.90	4.63	3.47	2.69	3.13	4.38	3.69	3.37	3.09	3.37	3.25	3.03	35
2	1	1	4.32	3.25	3.09	3.16	3.35	3.56	3.06	2.88	3.31	3.00	2.79	2.72	29
2	1	2	4.41	3.57	3.66	2.53	3.59	3.28	3.03	3.00	2.91	2.94	3.12	2.71	31
2	1	3	4.91	3.72	3.19	3.25	3.46	3.16	3.57	3.06	2.90	3.25	2.69	2.22	26
2	1	4	4.44	3.37	2.69	2.37	3.22	3.09	3.16	2.78	2.59	2.87	3.09	2.40	29
2	2	1	3.78	3.35	2.87	3.28	3.28	2.56	2.62	3.09	2.72	3.12	3.07	2.63	26
2	2	2	3.75	4.03	3.03	2.15	3.35	3.19	3.03	2.69	3.04	2.63	2.81	2.44	32
2	2	3	3.47	4.15	2.47	2.60	3.10	2.94	2.81	2.78	2.93	2.78	2.60	3.19	28
2	2	4	3.50	3.44	2.25	2.22	2.78	2.59	2.59	2.44	2.85	2.62	2.62	2.97	33

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
3	1	1	2.41	2.59	3.62	3.16	3.97	3.78	3.04	3.94	2.66	3.06	3.28	2.97	34
3	1	2	2.38	3.91	3.28	4.66	3.37	3.78	2.72	3.34	2.91	2.91	3.06	3.22	34
3	1	3	2.34	2.78	3.29	4.07	2.94	3.31	2.97	2.94	2.72	2.94	3.03	2.88	36
3	1	4	2.44	3.59	3.25	3.00	3.03	3.28	3.06	2.81	2.59	2.71	2.90	2.94	37
3	2	1	2.47	3.22	2.75	3.37	3.38	2.87	3.07	2.56	2.47	3.28	3.06	2.19	31
3	2	2	2.63	2.56	3.56	2.69	3.40	3.03	2.35	2.85	2.56	2.69	2.66	2.60	36
3	2	3	2.22	2.71	2.69	2.69	3.25	2.97	3.22	2.72	2.50	2.75	2.56	3.60	34
3	2	4	2.37	3.00	2.81	2.38	3.25	3.38	2.31	2.50	2.56	2.53	2.59	2.56	29
3	3	1	2.29	3.03	2.82	2.65	2.94	2.59	2.81	2.44	2.56	2.66	3.13	2.91	36
3	3	2	3.75	2.84	3.19	2.72	3.00	3.62	2.94	3.46	2.56	2.63	2.40	3.25	34
3	3	3	2.91	2.69	2.47	3.28	2.50	3.91	2.60	2.25	2.59	2.79	3.59	3.44	38
3	3	4	2.31	2.81	2.35	2.59	2.78	2.94	2.37	2.47	2.63	3.47	3.19	3.22	36

Proefpersoon 7

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and Blocks
1	2	1	6.07	4.09	5.50	6.47	5.34	4.09	3.82	4.75	3.93	5.75	4.94	4.91	26
1	2	2	4.19	5.25	3.06	5.34	5.44	4.28	7.60	4.10	3.50	4.47	5.34	5.81	27
1	2	3	5.18	4.25	4.75	4.91	6.56	5.44	4.38	3.44	4.69	3.90	4.84	4.28	30
1	2	4	6.62	4.22	3.69	4.69	4.47	3.50	5.00	3.03	4.40	4.87	4.86	3.97	27
1	3	1	3.18	3.10	3.56	4.47	2.78	2.82	2.78	3.37	4.82	2.91	3.62	2.35	31
1	3	2	2.50	4.13	2.85	3.41	4.93	3.34	2.94	4.34	3.09	3.00	5.41	3.03	33
1	3	3	3.10	3.31	4.03	3.94	2.31	4.25	3.22	2.84	4.16	4.37	4.53	4.41	21
1	3	4	4.44	5.54	4.65	2.88	2.94	3.50	4.03	3.12	3.79	3.19	3.25	4.09	30
1	1	1	2.25	3.13	2.31	4.22	4.31	5.37	2.53	3.75	3.03	4.84	4.16	3.06	35
1	1	2	2.53	3.97	2.47	2.84	4.50	2.91	3.25	2.72	2.66	2.91	2.38	3.56	36
1	1	3	3.15	3.18	2.31	4.28	2.56	3.72	3.75	2.59	2.31	4.53	3.87	2.37	37
1	1	4	2.47	3.63	2.50	3.84	3.94	2.93	3.97	2.63	2.44	2.87	2.34	2.53	32

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
2	3	1	2.63	3.09	3.78	3.16	2.62	3.03	2.47	3.03	3.29	2.68	2.78	2.37	31
2	3	2	2.44	3.34	4.06	2.96	3.25	3.15	3.22	2.96	3.44	2.50	2.44	2.47	29
2	3	3	2.63	2.69	3.03	2.59	3.06	3.22	3.21	2.75	3.00	2.59	2.50	2.56	28
2	3	4	2.75	2.96	4.13	2.78	2.75	2.56	2.35	3.53	2.28	2.59	2.32	2.57	32
2	1	1	2.12	2.56	2.19	2.50	2.43	2.32	2.25	2.69	2.65	2.10	2.66	3.81	37
2	1	2	2.25	2.19	3.22	2.54	2.81	3.06	2.38	2.50	1.66	2.29	2.29	3.41	38
2	1	3	2.22	2.32	2.37	2.44	2.41	2.87	1.97	2.66	1.72	1.93	2.16	3.00	35
2	1	4	2.57	2.50	2.57	2.34	2.47	2.85	2.04	2.34	2.78	2.28	2.47	3.62	33
2	2	1	2.00	2.04	2.28	2.56	3.47	2.31	1.91	2.09	1.87	2.06	1.94	2.00	32
2	2	2	2.50	1.94	2.75	2.29	3.28	2.16	1.91	2.96	1.68	2.00	1.87	2.47	30
2	2	3	2.18	2.69	2.75	2.28	2.60	2.22	2.31	3.06	1.47	2.06	2.04	1.91	36
2	2	4	2.50	2.38	2.47	2.13	2.47	2.28	2.16	1.94	1.72	1.81	1.84	2.19	33

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
3	1	1	1.75	1.97	2.44	1.68	1.88	2.12	2.25	3.00	2.25	1.78	1.56	2.56	35
3	1	2	1.93	1.75	2.44	1.91	1.91	2.25	2.32	2.10	2.06	1.81	1.75	2.25	42
3	1	3	2.21	1.85	2.88	1.71	2.15	2.50	1.93	2.19	2.32	2.16	1.57	1.96	36
3	1	4	2.09	2.03	2.25	1.94	2.47	1.88	2.19	2.44	1.91	2.62	1.60	2.13	43
3	2	1	2.28	2.53	2.37	2.16	1.94	2.03	2.41	3.00	2.25	2.90	1.81	1.22	40
3	2	2	2.72	2.00	2.59	2.44	2.66	1.94	2.62	2.00	2.13	1.94	1.96	2.03	34
3	2	3	2.47	1.91	2.94	1.91	2.07	2.25	2.12	1.97	2.41	2.22	1.78	2.06	40
3	2	4	2.06	2.56	2.25	1.87	1.82	2.22	2.53	2.54	2.75	2.53	2.34	1.97	38
3	3	1	2.16	2.18	2.22	2.35	1.81	1.84	2.31	2.09	2.00	1.87	1.94	2.43	42
3	3	2	2.47	2.35	2.10	2.63	1.55	2.19	2.22	2.09	1.94	2.00	2.16	1.81	31
3	3	3	2.31	2.06	1.87	2.03	1.59	2.88	1.90	2.25	1.91	2.03	2.44	1.93	45
3	3	4	2.91	2.44	2.00	1.87	1.65	2.28	2.00	2.47	1.97	2.10	1.84	1.71	40

Proefpersoon 8

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
1	2	1	5.22	5.84	9.54	5.65	6.44	11.00	4.56	4.09	4.00	4.35	12.38	6.91	21
1	2	2	4.50	9.71	4.16	4.66	5.43	6.32	5.69	2.87	4.53	4.47	6.18	8.00	26
1	2	3	3.96	6.16	6.44	5.06	6.00	4.93	7.53	2.96	2.85	5.98	5.26	3.47	24
1	2	4	4.15	4.12	3.97	4.34	3.09	6.62	5.25	3.03	4.34	4.06	3.16	3.94	25
1	3	1	3.75	4.04	3.21	5.03	2.47	3.44	3.97	3.38	3.88	3.41	5.00	4.10	34
1	3	2	4.85	4.50	3.28	2.62	3.94	3.31	5.40	2.90	3.50	3.71	5.13	2.59	32
1	3	3	3.13	4.00	3.31	4.32	4.12	4.00	4.94	2.84	4.00	4.00	7.84	3.85	29
1	3	4	4.25	3.87	2.12	3.09	4.25	3.96	3.62	2.57	3.41	3.22	7.03	3.93	26
1	1	1	3.78	5.90	2.38	5.38	2.62	2.97	4.97	3.21	2.94	3.25	4.75	3.13	36
1	1	2	3.25	5.40	3.22	6.66	4.06	4.13	2.57	3.63	2.66	4.25	2.86	3.44	27
1	1	3	4.03	2.03	2.47	4.75	4.00	3.90	3.41	2.81	4.28	3.09	4.68	4.37	37
1	1	4	2.82	2.53	4.56	2.85	2.34	3.22	4.25	2.28	3.00	2.47	3.57	3.56	36

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
2	3	1	3.31	2.28	3.34	2.50	2.78	2.57	2.75	2.03	3.28	3.43	3.03	2.94	33
2	3	2	3.19	2.62	2.22	2.19	2.50	2.19	2.37	2.75	2.75	3.34	2.91	2.94	36
2	3	3	2.16	2.97	3.03	2.12	2.22	2.35	2.63	2.22	3.22	2.66	2.59	1.94	37
2	3	4	2.34	2.94	2.91	2.09	2.53	1.97	2.09	2.00	2.47	2.75	2.28	2.03	40
2	1	1	2.84	2.81	2.53	1.97	1.97	2.15	3.29	2.22	2.38	2.47	2.78	3.19	38
2	1	2	2.88	2.75	2.47	2.12	2.72	2.44	3.47	2.16	2.07	2.28	3.44	3.28	32
2	1	3	2.62	2.88	1.97	1.72	2.62	2.56	2.25	2.12	2.44	2.78	2.66	2.97	37
2	1	4	2.25	2.40	2.06	1.84	2.65	2.75	2.56	2.00	2.03	2.68	2.66	2.88	37
2	2	1	2.97	2.22	2.32	2.41	2.97	2.57	2.19	2.35	2.32	2.66	2.60	2.75	33
2	2	2	2.84	2.28	2.15	2.12	2.69	2.09	2.37	2.34	2.65	2.75	3.06	1.90	39
2	2	3	2.63	2.25	2.06	1.79	2.61	1.94	3.47	3.25	2.53	2.79	2.28	2.66	39
2	2	4	2.84	1.97	2.10	2.87	2.59	2.31	2.07	2.59	2.72	2.68	2.22	2.47	35

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
3	1	1	2.53	3.41	2.41	2.12	2.84	3.03	3.75	3.22	2.88	2.60	2.43	2.43	35
3	1	2	1.97	2.25	2.34	2.22	2.87	3.00	3.47	2.34	2.69	2.79	2.63	2.19	38
3	1	3	2.19	2.06	2.38	2.09	2.54	2.06	2.84	3.09	3.00	2.44	2.31	2.72	36
3	1	4	2.09	2.12	3.60	1.97	2.94	2.44	2.65	3.38	2.44	3.00	2.87	2.35	39
3	2	1	2.19	1.90	2.19	2.72	2.38	2.50	2.31	2.13	2.65	3.50	2.34	2.28	38
3	2	2	2.97	2.85	2.03	1.90	2.84	1.84	2.78	2.69	2.41	2.50	2.25	2.53	42
3	2	3	2.03	2.37	2.00	2.16	2.28	2.56	3.12	3.03	2.40	2.97	2.12	2.44	39
3	2	4	1.91	2.00	2.47	2.19	2.84	2.06	2.50	2.40	2.32	2.88	2.31	2.03	42
3	3	1	2.22	2.63	3.31	2.85	2.09	2.69	2.59	2.28	2.25	2.47	2.03	2.19	45
3	3	2	2.13	3.28	2.03	2.10	2.56	2.00	2.44	2.91	2.25	2.25	2.18	2.06	45
3	3	3	2.12	2.54	2.62	2.10	2.09	2.35	2.84	2.63	2.44	2.53	1.91	2.22	49
3	3	4	3.22	2.03	2.16	2.54	2.28	1.97	2.75	2.87	2.15	2.31	1.87	2.10	41

Proefpersoon 9

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
1	2	1	8.18	9.75	11.87	9.50	9.15	11.06	8.46	6.13	11.86	8.32	8.32	6.53	26
1	2	2	19.90	19.44	6.71	12.55	7.22	18.28	6.03	4.04	8.10	6.93	5.34	7.60	20
1	2	3	5.03	8.44	6.25	15.13	6.50	15.34	8.50	3.66	10.94	6.28	15.04	5.00	24
1	2	4	6.03	9.25	4.53	5.44	6.38	5.34	7.84	3.59	7.09	4.32	6.44	4.59	24
1	3	1	4.72	3.03	4.87	5.28	4.13	3.84	4.78	3.22	3.78	3.75	6.03	3.78	25
1	3	2	3.28	5.81	3.09	7.87	2.53	4.53	4.94	3.35	3.34	2.93	3.97	3.59	21
1	3	3	3.12	3.31	3.06	8.56	4.03	4.44	4.97	3.88	7.41	3.87	5.03	3.78	27
1	3	4	3.50	3.10	2.81	4.85	3.25	4.16	3.44	2.87	3.50	3.09	3.09	3.63	26
1	1	1	4.12	3.75	3.91	3.91	3.90	2.97	3.31	3.35	3.12	5.75	3.53	3.57	21
1	1	2	2.62	3.19	2.78	4.41	3.06	4.75	2.81	2.28	4.18	2.66	6.19	5.50	22
1	1	3	5.16	2.82	3.22	7.25	2.50	3.66	3.15	2.53	6.07	2.56	3.25	3.44	29
1	1	4	2.87	3.50	2.66	4.34	3.06	4.47	4.38	2.28	3.81	2.68	2.54	2.97	26
Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
2	3	1	3.84	4.03	3.53	4.44	2.72	3.22	4.41	3.25	2.15	3.28	3.04	3.15	26
2	3	2	3.38	3.94	3.62	3.06	2.69	2.97	4.28	3.59	2.69	3.12	2.62	3.19	29
2	3	3	3.41	4.62	4.41	3.63	2.43	3.15	3.53	2.94	2.63	2.84	2.97	2.81	26
2	3	4	3.47	4.28	3.25	3.12	2.78	3.66	3.16	4.07	2.38	3.34	2.47	3.10	33
2	1	1	4.31	2.93	3.72	3.06	2.88	3.06	3.28	2.34	2.34	3.94	2.72	3.50	29
2	1	2	4.21	2.82	2.72	2.37	3.84	2.35	3.13	2.53	2.06	2.97	2.44	3.63	30
2	1	3	2.66	2.90	2.56	2.35	3.47	2.34	2.90	2.47	2.07	2.91	2.32	3.62	28
2	1	4	3.34	2.56	3.16	3.22	3.22	2.75	3.03	2.32	2.34	3.75	2.44	4.19	30
2	2	1	2.72	3.53	2.68	2.41	2.81	3.37	3.84	3.40	3.50	3.06	2.56	3.03	32
2	2	2	3.16	2.59	3.72	2.28	2.50	2.57	2.97	3.56	2.91	2.71	2.41	2.97	31
2	2	3	2.65	3.03	3.19	2.35	2.66	2.66	3.06	2.19	2.19	2.94	2.22	2.62	32
2	2	4	2.90	2.22	2.25	2.88	2.38	2.35	2.81	2.31	2.38	2.53	2.75	2.90	30

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
3	1	1	2.91	3.50	2.15	2.22	3.60	3.06	2.50	2.93	2.18	2.22	3.18	2.56	27
3	1	2	2.35	2.93	3.03	3.13	3.19	3.19	2.94	3.91	2.00	1.78	2.84	2.50	28
3	1	3	3.34	2.69	3.05	2.31	2.85	2.57	2.56	2.85	1.96	1.78	2.53	2.65	28
3	1	4	2.34	2.22	2.72	2.75	2.75	3.38	2.34	2.41	1.97	2.47	2.75	2.40	27
3	2	1	2.28	2.75	2.10	2.91	2.60	3.15	3.59	2.06	2.34	1.75	3.35	2.97	34
3	2	2	2.44	2.03	2.28	2.25	2.50	2.41	3.90	2.88	2.03	2.03	2.75	2.25	35
3	2	3	3.22	2.81	3.53	3.25	2.53	2.47	2.28	2.53	2.00	1.66	3.53	2.16	31
3	2	4	2.15	2.66	2.87	2.22	2.32	2.25	2.72	2.07	2.07	1.87	3.50	1.91	36
3	3	1	2.59	3.22	2.19	3.28	2.31	2.22	2.57	2.97	2.62	3.25	2.09	2.25	33
3	3	2	2.65	2.93	3.00	3.15	2.47	2.22	2.60	2.60	2.40	2.07	2.25	2.16	37
3	3	3	3.19	3.50	2.25	2.40	2.97	2.34	2.47	2.46	2.19	2.46	2.44	2.41	36
3	3	4	1.97	2.16	2.19	2.72	2.28	2.16	2.69	3.53	2.68	1.94	2.06	2.09	32

Proefpersoon 10

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
1	2	1	9.44	3.69	3.75	7.94	4.75	5.37	4.09	3.03	4.06	3.25	6.09	3.28	27
1	2	2	5.31	3.03	3.81	4.94	4.09	4.21	4.75	2.90	2.84	2.53	7.22	2.37	29
1	2	3	3.06	3.31	3.50	5.88	3.44	5.18	3.82	2.68	3.44	2.96	4.34	3.43	30
1	2	4	8.78	3.78	5.15	5.28	4.34	3.34	3.19	1.87	2.50	1.90	2.13	2.69	29
1	3	1	2.75	2.85	2.34	3.18	2.53	2.10	2.56	1.85	3.69	6.88	5.25	2.69	32
1	3	2	2.03	2.09	1.97	3.22	3.22	1.88	3.16	1.63	2.84	2.34	1.85	1.93	27
1	3	3	2.19	2.06	4.53	2.85	3.31	2.59	2.59	1.82	2.25	2.38	3.06	2.03	32
1	3	4	2.56	1.75	1.69	2.94	2.78	2.15	1.72	1.88	1.87	1.81	2.69	3.44	32
1	1	1	2.97	2.59	1.78	3.91	2.22	3.69	1.94	2.41	2.75	2.81	3.22	3.29	25
1	1	2	3.03	4.25	1.28	3.59	2.66	3.00	1.69	2.68	2.12	2.16	2.56	3.00	33
1	1	3	1.84	1.75	1.25	1.87	2.63	3.94	1.94	2.03	2.97	1.90	4.22	1.88	35
1	1	4	1.59	1.53	1.50	2.09	3.29	1.96	1.53	1.47	1.69	2.28	2.00	1.91	38

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
2	3	1	2.31	2.19	2.69	1.65	1.59	2.94	1.84	2.22	1.56	1.84	1.78	1.72	34
2	3	2	2.56	2.41	1.60	2.93	2.31	1.66	1.85	2.54	2.07	1.53	1.53	2.34	32
2	3	3	2.19	1.94	2.56	1.53	1.41	1.44	2.00	2.03	1.85	1.59	1.78	2.16	32
2	3	4	2.07	2.06	1.56	1.28	1.44	2.25	1.69	1.94	2.00	1.41	1.78	1.47	35
2	1	1	2.65	1.84	2.19	1.47	1.72	1.75	1.60	1.81	1.56	1.44	1.60	1.44	37
2	1	2	1.78	1.78	1.38	1.41	1.66	1.56	1.94	1.81	2.56	1.54	1.57	1.31	41
2	1	3	2.00	2.19	2.09	1.21	1.75	1.50	2.28	2.60	1.97	1.47	1.50	1.50	33
2	1	4	1.56	1.81	1.90	1.25	1.53	1.47	1.85	1.65	1.57	1.47	1.44	1.56	27
2	2	1	2.44	1.91	2.46	2.13	1.80	2.16	1.75	2.53	1.97	1.56	1.53	1.44	39
2	2	2	1.75	1.69	2.00	1.66	1.53	1.35	1.85	1.53	1.50	1.46	1.81	1.69	34
2	2	3	1.55	1.72	1.34	1.41	1.75	1.50	1.37	1.69	1.72	1.53	1.82	1.78	41
2	2	4	1.72	1.59	1.78	1.15	1.72	1.37	1.59	1.56	1.75	1.41	1.47	1.21	36

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
3	1	1	1.97	1.97	1.87	2.81	2.72	1.94	2.00	2.35	1.90	1.72	2.93	2.38	36
3	1	2	1.53	2.10	2.13	1.69	2.56	2.47	1.62	1.81	1.88	2.62	2.34	2.00	29
3	1	3	1.47	1.88	1.91	2.37	2.38	2.62	2.25	1.81	1.75	1.72	2.37	1.94	36
3	1	4	1.41	1.63	1.81	2.56	2.34	1.90	1.69	1.72	2.06	1.81	1.84	1.75	38
3	2	1	1.84	1.50	2.00	2.94	2.47	2.09	1.94	1.66	1.72	1.71	2.25	2.22	29
3	2	2	1.56	1.41	2.13	2.56	1.94	1.91	1.75	1.81	2.25	1.85	1.72	1.81	38
3	2	3	1.50	1.97	2.32	2.25	1.78	2.25	1.66	1.94	1.94	1.69	1.75	2.35	32
3	2	4	1.35	2.06	2.07	2.44	1.94	2.28	1.69	2.03	1.81	1.72	2.15	1.91	38
3	3	1	2.90	1.69	1.81	2.25	2.13	2.13	1.75	1.71	1.56	1.65	1.94	1.97	39
3	3	2	2.60	1.53	1.63	1.93	1.90	2.31	1.72	1.46	1.47	1.66	2.41	1.75	30
3	3	3	1.72	1.78	1.53	2.28	1.72	2.12	1.69	1.66	1.53	2.22	1.65	1.82	36
3	3	4	1.72	1.34	1.85	1.75	1.81	2.50	1.35	1.72	1.53	1.88	1.78	1.56	32

Proefpersoon 11

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
1	3	1	11.00	6.25	4.06	8.63	3.69	5.37	5.93	5.72	10.16	3.56	3.65	6.44	25
1	3	2	4.69	6.63	9.59	4.18	6.47	4.15	5.69	4.50	6.22	3.16	2.62	5.41	20
1	3	3	4.81	3.87	4.87	3.44	5.87	5.59	4.03	6.10	10.32	4.22	3.60	3.97	19
1	3	4	3.98	8.53	3.89	7.40	6.35	8.82	4.22	4.69	4.37	3.07	2.60	3.81	19
1	1	1	5.78	4.41	4.06	3.97	3.22	4.75	6.12	7.82	5.44	7.59	3.53	5.69	24
1	1	2	9.15	3.84	4.62	3.19	3.35	3.66	4.34	3.78	7.34	3.29	3.19	5.50	27
1	1	3	5.63	3.76	3.10	2.78	3.56	3.50	3.69	5.34	9.69	5.54	3.60	3.57	25
1	1	4	3.97	3.47	3.00	2.53	4.07	4.65	4.19	3.75	2.85	3.19	3.25	5.69	19
1	2	1	5.85	3.50	4.35	5.22	4.59	6.19	3.44	5.47	9.41	11.28	4.12	4.00	24
1	2	2	3.68	3.22	2.60	4.15	5.59	6.53	5.03	3.22	3.28	4.53	3.40	4.19	25
1	2	3	5.21	3.44	3.90	3.31	4.81	4.69	5.44	3.31	5.10	7.97	3.53	3.94	24
1	2	4	8.22	3.22	5.62	3.72	4.40	5.78	3.91	3.59	5.13	3.59	3.13	3.75	27

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
2	1	1	2.94	3.81	4.44	3.66	2.62	3.40	2.97	4.60	2.44	3.35	3.44	2.81	25
2	1	2	3.16	3.50	3.15	2.84	2.19	2.59	2.75	4.13	2.94	2.75	3.13	2.78	27
2	1	3	2.60	3.75	3.41	3.50	2.44	3.16	3.09	4.03	2.72	2.47	3.03	3.00	27
2	1	4	2.40	3.47	3.25	2.94	2.97	2.78	2.94	3.53	2.60	2.69	2.47	3.09	24
2	2	1	2.60	2.93	3.43	2.82	3.18	2.68	2.53	3.50	3.07	3.03	2.81	2.93	29
2	2	2	2.44	3.22	4.53	2.69	2.62	2.91	3.35	3.47	3.00	2.68	2.28	2.69	26
2	2	3	2.44	3.35	3.38	3.16	2.44	2.62	2.81	3.44	2.75	2.78	2.35	2.53	22
2	2	4	2.22	3.16	3.60	2.59	2.44	2.59	2.44	3.81	2.75	2.72	2.56	2.91	31
2	3	1	2.53	2.84	3.50	2.58	2.43	2.63	2.84	2.94	2.72	2.75	2.68	2.37	31
2	3	2	2.53	2.28	2.52	2.79	3.16	2.56	2.75	3.59	2.53	3.16	2.78	2.34	29
2	3	3	2.35	3.08	2.44	2.62	2.47	2.56	2.59	4.29	3.09	2.53	2.88	3.16	31
2	3	4	2.34	2.58	2.75	3.00	3.00	2.62	2.57	3.10	2.50	2.44	2.50	2.44	26

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
3	2	1	3.19	3.00	2.91	3.38	2.87	2.72	3.15	3.06	2.90	3.97	3.57	3.84	30
3	2	2	3.16	3.44	2.66	3.34	2.93	3.29	3.86	3.03	3.19	2.79	3.03	3.63	29
3	2	3	3.06	2.94	2.34	2.47	2.87	3.50	3.00	2.59	2.84	2.47	4.12	2.62	31
3	2	4	2.81	3.32	2.40	3.00	2.72	2.53	3.96	2.56	3.10	2.44	2.72	3.53	28
3	3	1	3.22	2.90	2.39	3.09	3.84	2.56	2.81	3.53	2.69	3.59	3.19	2.64	29
3	3	2	3.10	2.56	2.47	3.50	3.59	2.53	2.69	2.66	2.84	2.38	2.57	2.63	30
3	3	3	2.97	2.69	2.50	2.75	2.78	2.28	2.97	2.35	2.59	3.07	2.25	3.28	28
3	3	4	2.87	2.66	2.54	2.91	2.60	2.34	2.22	2.36	2.72	3.25	1.97	2.50	27
3	1	1	3.57	3.56	2.54	2.53	2.44	2.81	2.54	2.59	3.00	2.81	3.19	2.37	29
3	1	2	2.47	3.25	2.04	2.58	2.37	2.35	3.00	2.90	2.50	2.54	2.40	2.25	33
3	1	3	2.78	2.78	2.13	2.28	3.25	2.35	2.97	2.78	2.38	2.50	3.43	2.57	32
3	1	4	2.59	2.62	2.13	2.58	3.34	2.25	2.90	2.34	2.38	2.28	2.22	2.25	28

Proefpersoon 12

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
1	3	1	5.25	6.53	4.69	7.34	7.56	5.96	7.38	6.87	6.09	5.19	3.94	8.58	22
1	3	2	5.72	4.60	6.79	10.65	4.25	9.58	4.56	5.00	5.50	5.31	3.35	5.79	25
1	3	3	4.56	4.58	5.41	4.44	5.47	9.33	4.44	4.50	13.78	11.13	3.54	9.59	28
1	3	4	4.28	4.06	6.97	13.81	5.81	4.75	6.56	4.56	6.21	4.88	3.81	5.62	21
1	1	1	8.97	4.50	6.37	10.69	4.87	6.28	12.22	8.18	9.00	5.41	4.18	6.10	27
1	1	2	4.69	5.25	4.19	4.41	3.47	4.84	4.75	4.87	5.03	7.00	5.46	5.97	28
1	1	3	4.63	4.06	5.94	3.25	8.41	6.00	5.05	4.34	9.00	7.82	4.25	6.47	25
1	1	4	5.47	4.97	4.38	6.63	5.87	7.30	5.47	4.37	4.68	3.78	4.09	6.29	29
1	2	1	4.03	3.15	4.97	5.32	3.13	3.75	5.05	4.75	10.25	8.75	3.97	3.34	30
1	2	2	4.06	4.15	5.09	5.44	3.34	7.55	5.41	4.31	6.03	4.72	3.50	5.00	34
1	2	3	3.81	4.87	4.06	4.32	3.25	5.12	4.44	4.65	6.60	5.44	3.31	4.44	30
1	2	4	3.37	4.57	4.72	3.97	4.16	4.07	4.84	4.75	5.78	3.94	3.62	4.85	26

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
2	1	1	3.91	4.18	4.34	4.28	4.27	4.91	6.09	5.28	5.09	4.43	4.44	3.47	30
2	1	2	4.87	4.03	4.07	3.97	3.97	4.88	5.40	4.81	5.19	5.00	3.94	4.06	29
2	1	3	3.47	4.12	5.81	4.00	4.31	5.44	4.13	4.75	4.22	5.00	3.53	3.66	31
2	1	4	3.85	3.28	4.66	4.59	3.94	4.66	4.28	4.21	4.06	4.66	3.85	3.66	32
2	2	1	3.44	4.44	4.19	4.35	4.31	4.41	5.31	4.57	3.66	3.88	3.75	3.27	28
2	2	2	3.91	4.08	3.84	3.84	4.38	4.28	4.84	4.47	4.00	3.78	3.34	3.66	31
2	2	3	3.58	4.81	3.53	3.36	3.60	4.72	4.75	4.28	3.69	4.85	3.37	3.47	28
2	2	4	3.63	3.47	3.68	4.97	4.28	4.34	4.16	4.43	3.72	3.25	3.36	3.75	32
2	3	1	3.59	4.65	4.09	4.13	4.76	3.90	3.63	4.41	3.72	4.19	3.72	3.55	26
2	3	2	4.29	4.28	3.32	3.38	3.69	3.50	4.16	4.31	3.31	3.67	3.50	3.60	31
2	3	3	3.60	3.57	4.28	3.63	3.76	4.06	4.81	4.50	3.21	3.81	3.47	3.40	37
2	3	4	4.07	4.03	4.76	3.09	3.47	3.41	3.66	4.63	2.94	3.66	3.50	3.76	34

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
3	2	1	3.50	4.47	3.13	3.66	5.35	4.91	4.00	3.65	3.72	3.10	2.94	4.25	26
3	2	2	4.80	4.20	5.30	3.37	5.25	3.72	3.35	3.90	3.66	3.55	2.93	3.93	29
3	2	3	4.20	5.40	6.03	3.47	5.63	3.94	3.15	3.69	3.91	2.81	2.66	4.06	28
3	2	4	4.50	4.69	4.28	3.41	4.16	3.54	3.06	3.41	3.25	3.13	2.82	4.10	32
3	3	1	4.55	4.00	4.59	3.68	3.38	3.87	4.18	3.81	3.52	4.72	4.44	3.91	33
3	3	2	3.38	5.44	3.69	4.72	3.34	3.72	4.53	3.38	3.97	3.00	3.09	3.97	29
3	3	3	3.31	4.15	3.10	4.34	3.60	3.65	3.90	3.18	3.65	3.41	3.32	2.78	31
3	3	4	3.47	5.18	3.82	5.01	3.32	3.84	3.34	3.28	3.88	3.25	3.81	3.25	35
3	1	1	4.58	5.81	4.28	3.88	3.18	3.44	5.38	4.06	3.88	3.53	4.28	3.13	33
3	1	2	4.40	3.62	3.25	3.47	4.47	3.38	3.29	3.53	3.97	3.10	3.75	3.13	34
3	1	3	4.22	5.46	3.75	4.13	3.44	3.53	4.41	3.22	4.22	2.72	3.15	3.25	39
3	1	4	3.69	4.91	3.16	3.47	3.56	4.55	5.55	3.56	3.88	3.13	3.00	3.44	35

Proefpersoon 13

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
1	3	1	9.53	3.00	5.75	5.78	3.68	4.97	2.91	3.04	6.75	3.15	3.15	2.84	22
1	3	2	6.19	2.65	3.91	9.50	3.66	3.22	5.69	3.28	6.46	3.57	2.56	2.75	24
1	3	3	4.03	2.72	8.10	4.12	2.35	4.03	3.41	4.75	6.78	6.04	2.69	2.47	21
1	3	4	6.32	2.15	8.60	4.78	3.87	3.97	4.75	2.38	4.44	3.28	2.13	3.03	24
1	1	1	2.40	3.44	2.00	2.66	2.87	3.38	6.34	3.28	4.66	4.65	2.78	2.81	23
1	1	2	1.72	1.94	2.38	2.72	4.41	3.65	4.87	2.22	6.22	2.59	3.12	2.60	33
1	1	3	1.75	2.00	2.94	2.28	3.75	3.76	3.03	1.97	3.72	3.22	2.16	2.34	31
1	1	4	2.22	1.91	4.16	2.22	2.72	2.34	2.06	1.69	2.84	2.85	2.19	2.03	32
1	2	1	3.22	4.87	2.66	3.47	2.12	3.62	2.97	3.00	3.19	4.79	3.10	1.65	21
1	2	2	3.50	2.28	2.72	1.88	4.84	1.91	2.41	1.75	2.41	2.44	3.44	2.12	31
1	2	3	3.40	2.43	2.94	1.66	2.94	1.66	1.62	1.68	3.07	2.22	1.75	1.96	30
1	2	4	2.16	1.91	2.22	1.59	2.90	1.62	1.94	1.56	3.03	2.06	2.04	1.60	28

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
2	1	1	1.94	2.19	2.81	2.50	2.72	2.66	2.97	2.44	2.19	2.60	1.69	1.94	32
2	1	2	2.00	2.19	2.13	2.75	2.35	3.07	3.81	1.94	2.29	2.68	2.10	1.78	35
2	1	3	2.05	2.72	3.22	2.78	2.62	2.56	3.34	2.62	2.25	2.50	1.66	1.65	33
2	1	4	1.93	2.28	2.40	2.59	1.97	2.91	3.28	2.09	2.18	1.91	1.41	1.97	34
2	2	1	1.78	1.28	1.97	2.29	1.65	1.84	3.10	1.75	2.16	2.00	1.88	1.75	31
2	2	2	1.72	1.50	2.60	2.59	1.63	1.97	2.12	1.72	1.87	2.25	2.63	1.91	32
2	2	3	2.22	1.38	1.94	1.81	1.81	2.00	3.25	2.37	2.53	2.46	2.40	1.56	37
2	2	4	1.65	1.34	2.15	2.22	1.63	1.91	3.34	2.53	2.32	2.47	2.50	1.56	39
2	3	1	1.58	1.88	2.28	1.97	1.65	1.94	2.43	1.62	1.65	2.08	1.41	1.37	28
2	3	2	1.43	1.98	1.88	1.81	1.55	1.62	1.65	1.68	1.69	2.29	1.41	1.72	32
2	3	3	2.07	1.72	1.85	2.62	1.87	1.57	1.69	1.44	1.50	2.31	1.31	1.60	31
2	3	4	1.41	1.69	2.19	1.90	1.66	2.03	1.82	1.79	1.66	2.59	1.91	1.81	34

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
3	2	1	1.81	2.66	1.75	2.06	2.50	1.56	1.78	1.94	2.03	1.35	1.53	1.44	30
3	2	2	1.65	2.79	1.91	2.22	2.03	1.75	1.60	2.06	1.72	1.32	2.10	1.47	32
3	2	3	2.00	2.12	2.12	2.36	1.88	1.94	1.58	2.06	1.72	1.43	1.50	1.40	30
3	2	4	1.88	2.94	1.79	1.76	1.88	1.72	1.47	1.78	2.09	1.34	2.07	1.43	36
3	3	1	2.09	2.22	1.91	2.12	1.63	1.66	2.37	2.37	1.91	2.15	1.88	1.75	33
3	3	2	1.50	2.26	1.84	2.22	2.31	1.56	1.57	1.60	1.94	2.56	2.34	1.63	36
3	3	3	1.53	1.97	2.22	1.65	1.62	1.65	1.50	2.59	1.75	2.26	3.22	1.66	38
3	3	4	1.53	2.00	1.46	1.79	1.56	1.72	1.62	2.09	1.93	1.84	1.78	1.81	37
3	1	1	2.44	2.25	2.12	2.16	1.93	1.65	2.22	2.03	1.89	1.71	2.37	2.00	35
3	1	2	2.50	2.18	2.07	2.06	2.25	1.65	2.22	2.50	2.50	1.75	2.46	1.69	32
3	1	3	1.75	2.07	2.44	2.22	2.79	1.62	2.45	2.07	1.75	1.63	2.47	2.00	39
3	1	4	2.12	1.87	1.69	2.31	2.07	1.50	2.41	2.28	2.22	2.00	2.53	2.25	39

Proefpersoon 14

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tip licht	Extension licht	Lateral licht	Sphere licht	Cylinder licht	Tripod licht	Tip zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Sphere zwaar	Cylinder zwaar	Tripod zwaar	Box_and blocks
1	3	1	3.72	8.47	4.59	6.66	2.88	5.78	6.31	2.78	3.81	4.75	4.21	2.62	25
1	3	2	2.91	3.72	2.44	2.46	4.85	2.53	2.65	3.50	3.10	2.56	2.28	4.06	31
1	3	3	2.44	4.78	4.81	4.13	5.34	4.90	2.53	2.81	5.22	6.75	2.46	2.94	32
1	3	4	2.41	4.94	6.68	2.91	3.03	3.78	2.94	5.22	3.69	2.62	2.37	1.93	35
1	1	1	2.50	3.50	2.43	9.50	8.69	3.72	4.34	2.47	3.56	2.90	3.34	3.38	30
1	1	2	2.69	2.84	2.78	2.75	4.87	1.87	2.65	3.09	2.26	3.44	3.15	3.18	33
1	1	3	2.00	3.49	2.25	4.72	6.53	3.25	2.97	3.09	4.72	4.03	2.66	4.79	29
1	1	4	2.03	3.00	2.94	2.78	4.94	3.16	4.37	3.00	3.72	2.31	2.38	3.44	34
1	2	1	2.44	3.72	3.59	5.96	7.53	1.90	1.79	1.84	3.71	4.80	2.91	2.06	31
1	2	2	4.53	2.65	2.22	2.32	5.50	2.53	2.40	3.53	2.16	2.75	2.38	2.28	35
1	2	3	4.25	2.47	3.34	3.94	3.31	3.12	3.16	3.16	3.08	6.47	2.13	2.43	32
1	2	4	2.21	3.37	3.06	5.16	3.19	2.28	3.47	2.54	2.84	2.91	2.34	2.56	34
Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Sphere licht	Tripod licht	Cylinder licht	Lateral licht	Tip licht	Extension licht	Sphere zwaar	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Extension zwaar	Box_and blocks
2	1	1	2.06	1.84	2.26	1.97	2.69	2.59	2.06	2.22	2.06	2.96	2.09	1.97	29
2	1	2	1.97	1.97	2.50	2.03	2.37	2.28	1.97	1.93	1.85	2.15	1.79	2.40	40
2	1	3	2.16	2.06	2.53	2.60	2.25	2.19	2.81	1.87	1.91	1.75	2.65	2.29	33
2	1	4	1.69	2.03	2.13	1.94	2.22	2.53	2.22	1.56	1.94	2.69	1.72	1.75	37
2	2	1	1.81	1.56	1.82	2.59	1.87	1.88	2.12	2.28	2.06	2.34	1.65	2.38	33
2	2	2	1.81	2.15	1.97	2.22	1.90	2.44	2.03	1.88	2.12	2.15	2.15	1.93	38
2	2	3	1.58	1.56	1.97	2.22	1.63	1.87	1.91	1.63	1.97	2.31	2.06	1.69	40
2	2	4	1.66	1.66	1.87	2.03	1.72	1.85	2.03	1.40	2.28	1.63	2.03	1.97	36
2	3	1	1.81	1.58	1.87	2.31	2.15	1.79	1.79	1.84	1.97	1.85	1.56	1.62	36
2	3	2	1.69	1.44	1.75	2.47	1.94	2.00	2.13	2.00	1.94	1.53	1.50	1.63	34
2	3	3	1.62	1.88	1.82	1.71	1.94	1.81	1.78	1.75	1.84	1.87	1.87	1.94	36
2	3	4	1.88	1.40	1.78	1.68	2.19	1.66	1.63	1.75	1.90	1.69	1.69	1.69	37

Meetdag	Geleiding	Uitvoering	Tripod licht	Cylinder licht	Sphere licht	Extension licht	Lateral licht	Tip licht	Tripod zwaar	Cylinder zwaar	Sphere zwaar	Extension zwaar	Lateral zwaar	Tip zwaar	Box_and blocks
3	2	1	1.59	2.21	1.93	1.87	1.78	1.84	1.88	2.13	2.03	1.90	1.76	1.93	34
3	2	2	1.43	2.56	1.53	2.13	2.22	1.59	2.06	1.85	1.72	2.07	2.46	2.22	35
3	2	3	1.41	1.88	1.69	3.00	1.75	1.87	2.31	3.03	1.65	2.29	1.85	1.81	30
3	2	4	1.56	2.16	1.88	1.76	1.88	1.59	2.06	2.15	1.96	1.87	2.32	1.88	39
3	3	1	1.66	2.28	1.72	1.78	1.60	1.50	2.10	1.91	1.84	2.04	2.16	2.31	41
3	3	2	1.53	1.81	1.66	1.97	1.56	1.47	1.37	1.93	2.06	1.65	1.54	1.62	36
3	3	3	1.81	1.65	1.72	1.97	2.00	1.54	1.21	1.97	1.91	2.13	2.25	1.72	35
3	3	4	1.56	1.75	1.63	1.97	1.41	1.56	1.94	1.97	2.06	1.50	1.59	1.87	40
3	1	1	1.50	2.03	1.72	2.06	1.59	1.60	1.41	1.95	2.32	1.90	1.66	1.78	37
3	1	2	1.44	1.91	1.69	1.78	1.72	1.59	1.97	2.15	2.13	2.06	1.84	1.56	37
3	1	3	1.50	2.06	1.94	1.69	1.79	1.75	1.50	1.97	2.03	1.84	2.15	1.56	43
3	1	4	1.50	1.84	1.65	1.78	2.25	1.53	1.47	1.93	1.75	1.94	1.50	1.88	44

Bijlage V

Data normaliteitstest – SHAP test

Proefpersoon	Geleiding	Tijd (s)
1	1	2.087
1	2	2.507
1	3	2.078
2	1	3.708
2	2	3.984
2	3	4.057
3	1	2.881
3	2	3.17
3	3	3.025
4	1	2.712
4	2	3.059
4	3	2.681
5	1	3.043
5	2	3.653
5	3	3.285
6	1	3.153
6	2	2.87
6	3	3.249
7	1	2.299
7	2	2.243
7	3	2.497
8	1	2.573
8	2	2.451
8	3	2.493
9	1	2.818
9	2	2.666
9	3	2.748
10	1	1.883
10	2	1.823
10	3	1.892
11	1	2.868
11	2	2.98
11	3	2.764
12	1	4.118
12	2	3.969
12	3	3.825
13	1	2.247
13	2	1.966
13	3	1.862
14	1	1.976

14	2	1.959
14	3	1.801

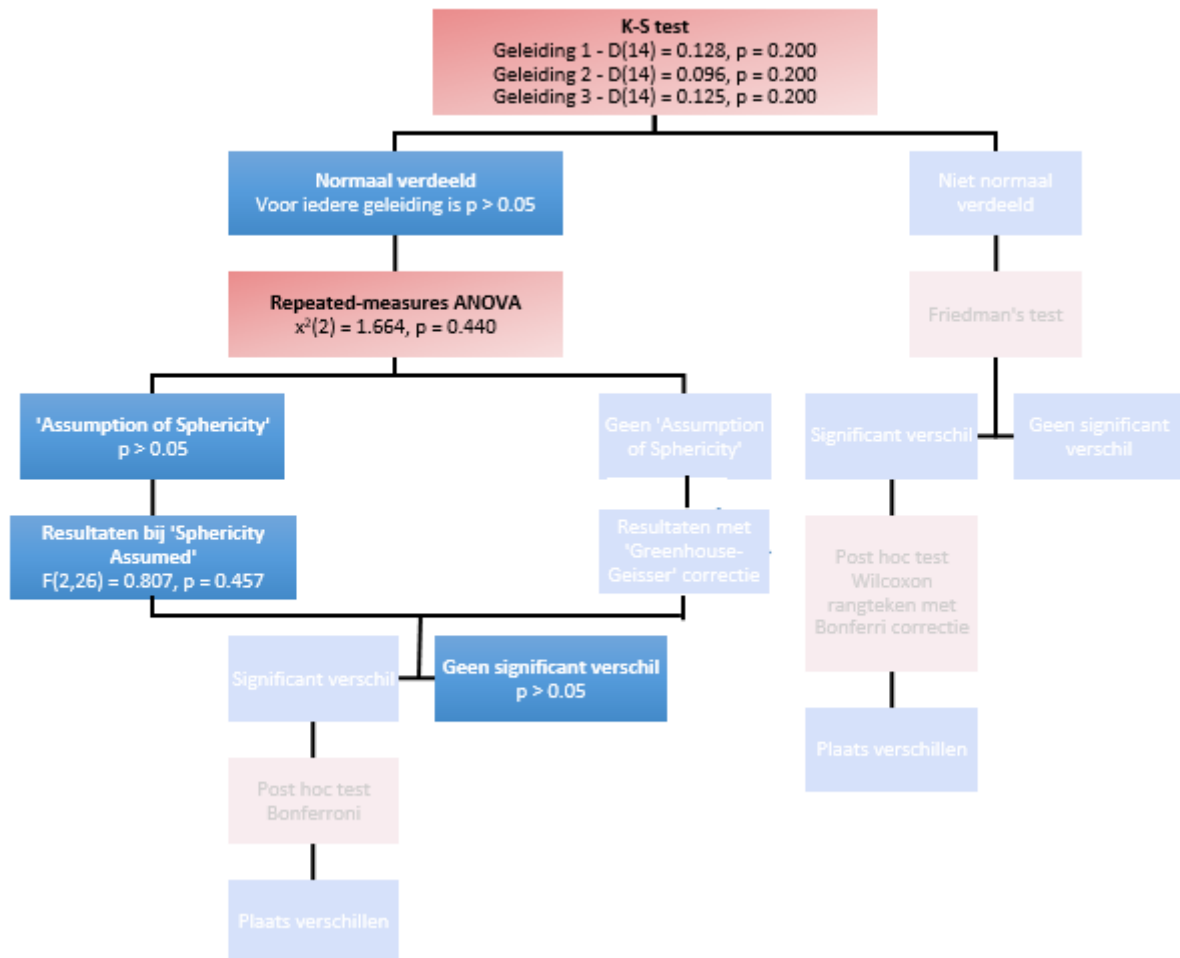
Bijlage VI

Data repeated-measures ANOVA – SHAP test

Proefpersoon	Geleiding 1	Geleiding 2	Geleiding 3
1	2.087	2.507	2.078
2	3.708	3.984	4.057
3	2.881	3.170	3.025
4	2.712	3.059	2.681
5	3.043	3.653	3.285
6	3.153	2.870	3.249
7	2.299	2.243	2.497
8	2.573	2.451	2.493
9	2.247	1.966	1.862
10	1.976	1.959	1.801
11	2.818	2.666	2.748
12	1.883	1.823	1.892
13	2.868	2.980	2.764
14	4.118	3.969	3.825

Bijlage VII

Statistiek – SHAP test



Bijlage VIII

Data normaliteitstest – ‘Box and Blocks’ test

Proefpersoon	Geleiding	Aantal blokken
1	1	40.250
1	2	39.000
1	3	38.875
2	1	32.000
2	2	33.375
2	3	34.875
3	1	36.000
3	2	36.875
3	3	35.000
4	1	28.250
4	2	29.875
4	3	30.875
5	1	29.875
5	2	29.750
5	3	29.625
6	1	32.000
6	2	31.125
6	3	34.125
7	1	37.375
7	2	36.000
7	3	33.625
8	1	36.500
8	2	38.375
8	3	40.625
9	1	28.375
9	2	32.625
9	3	31.500
10	1	34.625
10	2	35.875
10	3	33.750
11	1	28.125
11	2	28.250
11	3	29.000
12	1	32.875
12	2	29.250
12	3	32.000
13	1	34.875
13	2	33.375
13	3	33.625
14	1	37.500

14	2	35.625
14	3	36.875

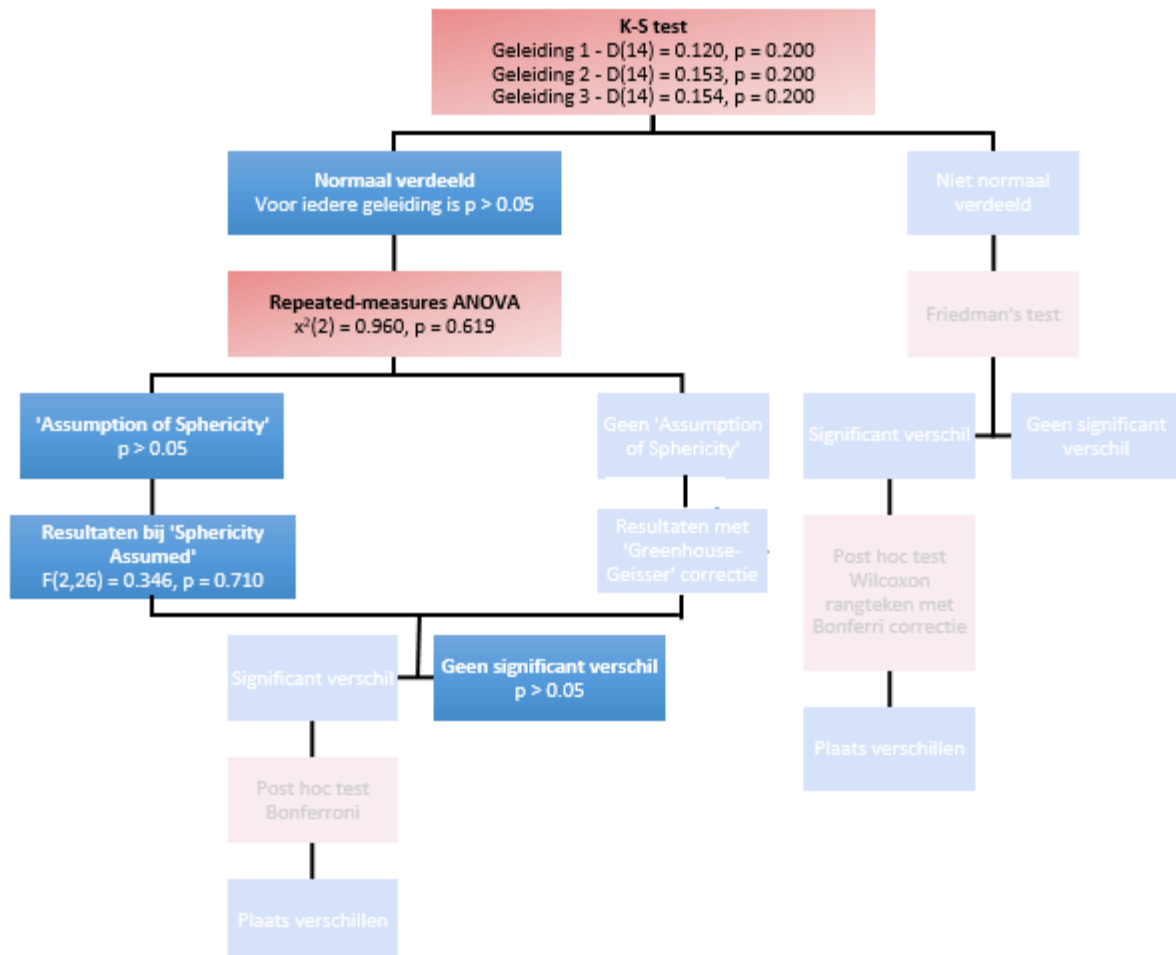
Bijlage IX

Data repeated-measures ANOVA – ‘Box and Blocks’ test

Proefpersoon	Geleiding 1	Geleiding 2	Geleiding 3
1	40.250	39.000	38.875
2	32.000	33.375	34.875
3	36.000	36.875	35.000
4	28.250	29.875	30.875
5	29.875	29.750	29.625
6	32.000	31.125	34.125
7	37.375	36.000	33.625
8	36.500	38.375	40.625
9	28.375	32.625	31.500
10	34.625	35.875	33.750
11	28.125	28.250	29.000
12	32.875	29.250	32.000
13	34.875	33.375	33.625
14	37.500	35.625	36.875

Bijlage X

Statistiek – 'Box and Blocks' test



Bijlage XI

Persoonlijke leerdoelen en evaluatie

Persoonsgebonden Competenties	
Competentie 1:	
Communicatie	
<u>Leerdoelen:</u>	
Tijdens het onderzoek zullen er verschillende metingen met proefpersonen gedaan moeten worden. Hierbij is het belangrijk dat het voor de proefpersonen duidelijk is wat zij moeten doen. Als dit niet duidelijk is zal het onderzoek niet juist worden uitgevoerd.	
<u>Acties:</u>	
Als voorbereiding voor de proefpersoon zal deze een document ontvangen met daarop de uitleg voor het onderzoek. Hieruit zal duidelijk worden wat hij/zij zal moeten doen. Vervolgens zal aan het begin van de meting de bedoeling nog een keer worden uitgelegd en zal er worden gevraagd of alles duidelijk was. Om dit te controleren moet de proefpersoon eenmalig de handeling voordoen.	
<u>Evaluatie leerdoel:</u>	
De proefpersoon heeft, zoals bij de acties beschreven, voor aanvang van het onderzoek een informatieve brief gekregen. In deze brief was het doel van het onderzoek en de uit te voeren handelingen tijdens de meting beschreven. Bij aanvang van de meting werd nog een keer uitgelegd wat de bedoeling was, ook werd er een pilotmeting bij iedere proefpersoon uitgevoerd waardoor bij de echte meting bekend was wat er gedaan moest worden.	
Competentie 2:	
Zelfstandigheid	
<u>Leerdoelen:</u>	
Tijdens het afstuderen zal ik veel zelfstandig moeten werken, waarbij ik moet vertrouwen op mijn eigen kunnen.	

Acties:

Om feedback vragen is nooit verkeerd, echter moet dit niet te vaak gebeuren. Eens in de twee weken kan er om feedback gevraagd worden. Als ik er al eerder niet uit kom, moet ik naar een andere oplossing zoeken. Hierdoor ga ik niet meteen bij een drempel om hulp vragen, maar eerst naar andere oplossingen zoeken.

Evaluatie leerdoel:

Als afspraak had ik met mijn praktijkbegeleider om iedere week mijn voortgang te bespreken. Wanneer ik tegen een probleem aanliep kon ik hierover ook vragen stellen tijdens deze afspraak. Dit heeft mij niet belemmerd in mijn zelfstandigheid, dit heeft mij juist geholpen. Door telkens kleine vragen te stellen kon ik in de juiste richting verder gaan.

Ik ben erachter gekomen dat het niet belangrijk is om alles zelfstandig te doen, het is ook goed om af en toe een frisse blik er naar te laten kijken. Op deze manier wordt het beste resultaat behaald.

Competentie 3:

Aan de planning houden

Leerdoelen:

Als er een planning gemaakt is, is het belangrijk om je hier ook aan te houden. Anders heb je niks aan je planning.

Acties:

De planning die is gemaakt moet worden gevolgd. Als er door bepaalde omstandigheden niet aan de planning wordt voldaan, dan wordt de planning meteen aangepast waardoor het vervolg volgens schema verder kan gaan.

Evaluatie leerdoel:

Tijdens mijn afstuderen heb ik mij goed aan de planning kunnen houden. Doordat ik aan het begin veel tijd had ingepland voor literatuurstudie en het onderzoeken van de te gebruiken testen, en dit sneller ging dan verwacht, ben ik eerder kunnen beginnen met de metingen. Hierdoor heb ik mijn planning op kunnen schuiven waardoor ik meer tijd over had voor het schrijven van mijn scriptie.

Leerervaringen anders dan de eerder beschreven leerdoelen.

Evaluatie aan het eind het afstuderen:

Ik heb tijdens de metingen geleerd dat iedere proefpersoon een andere benadering nodig heeft om iets helder te krijgen. De ene proefpersoon vond het duidelijker om de uit te voeren taken uitgelegd te krijgen terwijl een andere proefpersoon het beter kon begrijpen door het eerst voor te doen. Het is dus van belang om voor aanvang van een meting meerdere manieren te hebben om iets uit te kunnen leggen.

Het is belangrijk om vragen op tijd te stellen. Een docent is niet op ieder moment bereikbaar om vragen te beantwoorden, daarom is het handig om meteen je vraag te stellen zodat je zo snel mogelijk je antwoord krijgt. Bovendien is het verstandig om een vraag snel te stellen omdat je dan niet vastloopt bij een onderdeel waardoor je niet verder kan zonder dat deze vraag beantwoord is.

Bijlage XII

Projectplan

Projectplan

Armcontroller

Geleiding kabel bij onderarmprothese voor optimale aansturing



Naam: Denise Peeters

Studentnummer: 13010417

E-mail: denisepeeters8@hotmail.com

Studievoortgang

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 11: 36

Minor: *Orthopedie* afgerond (j/n): *ja*

Stage 2 afgerond (j/n): *nee, verwacht eind februari*

Totaal aantal behaalde vrije STPs: 36

Openstaande toetsen (+ module): -

Datum: 19-01-2017

1. Armcontroller (Geleiding kabel bij onderarmprothese voor optimale aansturing)

Werkveld: Orthopedie

Beroepsrol: Verfijnen ontwerp

Extern project (J/N): Ja

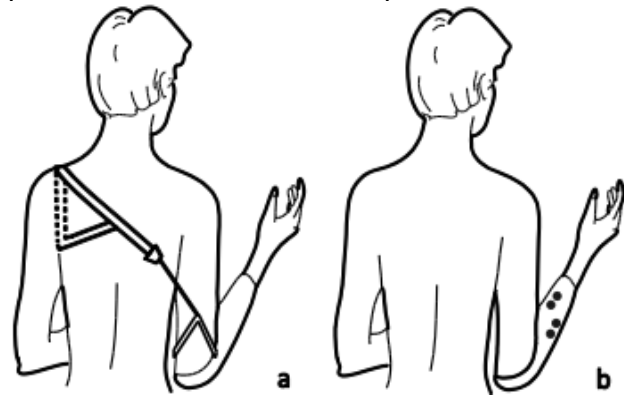
TU Delft

Dick Plettenburg

d.h.plettenburg@tudelft.nl

2. Inleiding

Er zijn verschillende soorten armprothesen op de markt, cosmetische armprothesen, lichaamsbekerachtigde armprothesen en myo-electrische armprothesen (Amputatie en sport, 2016). Een cosmetische armprothese is een prothese die op een lichaamseigen arm lijkt, maar geen praktische taken kan verrichten. De lichaamsbekerachtigde prothesen worden aangestuurd door de beweging van een ander deel van het lichaam en zijn daarmee mechanisch (figuur 1a). Myo-electrische prothesen worden aangestuurd door spanningsveranderingen in een spier (figuur 1b) (Plettenburg, 2012).



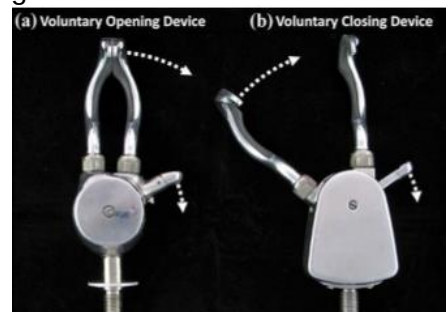
Figuur 2. A) Lichaamsbekerachtigde prothese met figuur 9 harnas, b) Extern bekerachtigde prothese d.m.v. huidsensoren die spieractiviteit meten

De lichaamsbekerachtigde prothesen blijken de beste scores te hebben als het gaat om de levensduur, de trainingstijd, het aanpassingsvermogen, het onderhoud en de feedback. Daarentegen blijkt de myo-electrische prothese de beste score te hebben voor de cosmesis en de fantoompijn (Carey, Lura, & Highsmith, 2015). Omdat feedback als een belangrijke factor wordt gezien door prothesegebruikers wordt de lichaamsbekerachtigde prothese het meest gebruikt. Doordat er nu volop aandacht is voor de ontwikkeling van de myo-electrische prothese, wordt er weinig onderzoek gedaan om de lichaamsbekerachtigde prothese te verbeteren. Er is echter nog wel een belangrijk element wat verbetering vraagt, de aansturing.

De lichaamsbekerachtigde prothese wordt aangestuurd met behulp van een figuur 9 harnas (figuur 1a), een kabel en een haak die vrijwillig opent (figuur 2a) of sluit (figuur 2b). Door middel van verschillende bewegingen in de schouder en elleboog wordt het harnas verplaatst, daarmee verandert de spanning op de kabel die er vervolgens voor zorgt dat de haak open of dicht gaat (afhankelijk van het soort haak dat gebruikt wordt) (Berning, Cochick, Johnson, Miller, & Sensinger, 2014). Bij een vrijwillig sluitende haak kan er het nauwkeurigst kracht worden geleverd met een lange kabel. Een lange kabel vereist een grotere beweging om een spanningsverschil te creëren, terwijl bij een korte kabel hiervoor een kleinere beweging nodig is. Dit zorgt ervoor dat de beweging beter gecontroleerd kan worden bij de lange kabel (Kitayama, et al., 1999). Het is echter nog niet bekend wat de meest optimale lengte is voor de kabel. De lengte van de kabel kan slechts op één manier aangepast worden, dit is door de geleiding langs de arm aan te passen. Door de geleiding zo ideaal mogelijk te laten verlopen wordt het aansturen van de prothese vergemakkelijkt.

De vraagstelling voor het onderzoek luidt dan ook als volgt: 'Hoe moet de kabel bij een onderarmprothese geleid worden voor een optimale aansturing?' Hierbij worden de deelvragen gevormd: 'Met welke geleiding is de snelheid van het uitvoeren van taken het hoogst?', 'Is er verbetering te zien bij meermalig uitvoeren/gewenning?' en 'Welke geleiding van de kabel geeft het beste overall resultaat?'

Naar verwachting wordt de beste aansturing gerealiseerd wanneer de kabel langs een zo lang mogelijke weg langs de arm wordt geleid. Hierdoor moet er een grotere beweging worden gemaakt om dezelfde verplaatsing van de haak te krijgen in vergelijking met een korte geleiding. Dit zorgt voor een nauwkeurigere krachtregulatie (Kitayama, et al., 1999).



Figuur 3. De kabel van de lichaamsbekerachtigde prothese trekt de kleine arm naar proximaal. A wordt hierbij open getrokken en b wordt hierbij gesloten

Door een literatuurstudie naar de uitvoering van soortgelijke onderzoeken te doen kan inzicht verkregen worden voor de uitvoering van het huidige onderzoek.

Een eerder onderzoek heeft aangetoond dat bij een bovenarmprothese, waarbij de elleboog op slot wordt gezet, de kabel zo lang mogelijk langs de arm geleid moet worden om zo min mogelijk kracht te verliezen. Hierbij wordt vermeld dat hoe hoger de amputatie is, hoe moeilijker het wordt om de lange kabel te besturen (Kitayama, et al., 1999). Aangezien het huidige onderzoek gericht is op onderarmprothesen, is er geen beperking in de moeilijkheid van het aansturen van de prothese.

Het onderzoek van Gao, Rodriguez en Kapp (2015) heeft een apparaat ontwikkeld dat de lichaamsbekrachtigde-armprothese kan simuleren door simpelweg gewrichten op slot te zetten en andere juist te bewegen, hierbij kan door bijvoorbeeld de schouder op slot te zetten en de elleboog te flexeren 'de kabel op spanning worden gebracht'. Door middel van sensoren wordt de gewenste informatie verstrekt. Verschillende inzichten van dit onderzoek zijn relevant voor de uitvoering van huidig onderzoek.

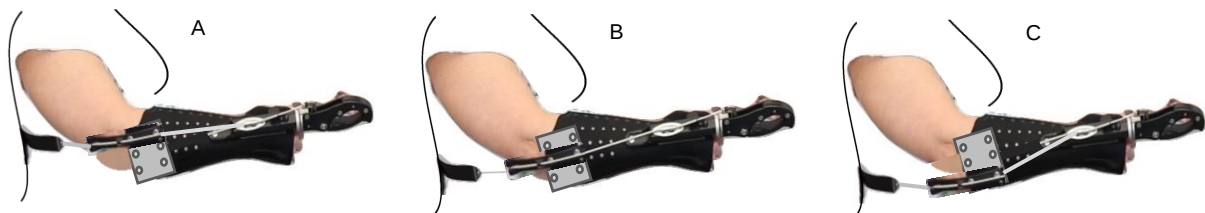
Het huidige onderzoek is gebaseerd op het gebruik van een simulatie-onderarmprothese. De simulatie-onderarmprothese is beschikbaar bij de TU Delft, vandaar dat dit onderzoek ook in samenwerking met de TU Delft zal worden uitgevoerd.

3. Methode

De geleiding van de kabel staat oog in oog met de effectiviteit en de uitvoering van een handeling (Gao, Rodriguez, & Kapp, 2015). In dit onderzoek worden drie verschillende geleidingen getest op de aansturing, waarbij de krachtregulatie een grote rol speelt.

Situaties

Er worden drie lichaamsbekrachtigde prothesen getest waarbij de kabel op verschillende manieren wordt geleid. Bij de eerste prothese wordt de kabel boven het olecranon geleid, bij de tweede prothese wordt de kabel over het olecranon geleid (dit wordt tot nu toe gedaan) en bij de derde prothese wordt de kabel onder het olecranon geleid. Deze armprothesen worden getest door een groep van minimaal 12 proefpersonen (Kitayama, et al., 1999). Iedere proefpersoon zal elke geleiding van de armprothese testen.



Figuur 4. A) Geleiding boven het olecranon; B) Geleiding over het olecranon; C) Geleiding onder het olecranon

Voorbereiding

Voorafgaand aan het onderzoek zullen de proefpersonen een brief ontvangen (bijlage I) waarin het doel van het onderzoek en de uit te voeren handelingen tijdens de test worden beschreven. Hieruit wordt voor de proefpersoon duidelijk wat hij/zij tijdens de test moet doen, hoe lang dit gaat duren en wanneer deze plaats gaat vinden.

Aan het begin van de test zal mondeling nog een keer uitgelegd worden wat de bedoeling is, waarna de proefpersoon een handeling uit zal voeren waarbij gekeken wordt of alles duidelijk is geweest. Als dit duidelijk is, kan de proefpersoon beginnen met vijf minuten willekeurige handelingen uit te voeren zodat hij/zij gewend raakt aan de aansturing van de prothese en kan daarna de test beginnen.

Meting

Voor elke situatie, een geleiding van de armprothese, worden een tweetal bekende testen uitgevoerd, een deel van de SHAP-test (Light, Chappell, & Kyberd, 2002) en de box and blocks test (Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985).

Als eerste zal een deel van de SHAP-test uitgevoerd worden. Deze test geeft een score voor de functionaliteit van de hand en zal ongeveer een kwartier in beslag nemen. Tijdens deze test worden objecten van verschillende vorm en gewicht verplaatst. Vervolgens kan er gestart worden met de meting. De proefpersoon moet zo snel mogelijk de objecten van de ene plek naar de andere plek verplaatsen. Deze tijd bij iedere verplaatsing wordt opgenomen en, samen met eventuele opmerkingen, genoteerd in het daarvoor bestemde formulier (bijlage II). Eerst zullen de lichte objecten, en vervolgens de zwaardere objecten worden verplaatst. Figuur 3 (Bednar, 2015) laat de verplaatsing van een rond object zien tijdens de SHAP-test. Deze hele test zal vier keer worden uitgevoerd. Zo kan de proefpersoon gedurende de meting gewend raken aan de krachtregulatie voor het bepaalde object wat een positief effect kan hebben op de resultaten.



Figuur 5. SHAP-test

Vervolgens zal de box and blocks test worden uitgevoerd, dit zal in totaal ongeveer tien minuten duren. Tijdens deze test wordt er een score gegeven voor de handmotoriek. Dit wordt gedaan door in één minuut zo veel mogelijk blokjes van de ene bak naar de andere te brengen. Hierbij mag slechts één blokje per keer verplaatst worden. Door aan het einde van de minuut het aantal verplaatste blokjes te tellen kan er een score worden gegeven aan de handmotoriek, deze wordt vervolgens genoteerd in het daarvoor bestemde formulier (bijlage II). De test wordt weergegeven in figuur 4 (Light, Chappell, & Kyberd, 2002). Ook deze test zal vier keer worden uitgevoerd om te onderzoeken of de gewenning een positief effect heeft op het resultaat.



Figuur 6. Box and blocks test

Deze gehele meting wordt voor iedere geleiding gedaan. Bij iedere geleiding zal de volgorde van objecten verschillen waardoor er gerandomiseerd wordt, wel worden eerst de lichte en vervolgens de zwaardere objecten verplaatst. Hiervoor wordt het schema in bijlage III aangehouden. De gehele meting van drie geleidingen wordt voor iedere proefpersoon drie keer op verschillende momenten uitgevoerd (Lakens, 2015). Hierbij wordt ook gerandomiseerd door de geleiding per dag in een andere volgorde te doen (bijlage IV).

Verwerking

De uitkomsten van de testen worden met behulp van SPSS verwerkt.

Allereerst wordt er getest of er gewenning optreedt gedurende de tests: raken de proefpersonen gedurende de meting gewend aan de krachtregulatie voor een bepaalde handeling. Hierbij wordt er gekeken of de eerste verplaatsing een andere geleiding de voorkeur geeft dan de laatste verplaatsing. Wanneer dit het geval is, zullen slechts de laatste paar verplaatsingen van ieder object meegerekend worden. Er wordt gekozen voor de laatste paar verplaatsingen omdat een prothesegebruiker gewend raakt aan een prothese. Als de laatste paar verplaatsingen tot een andere optimale geleiding leidt dan wanneer alle verplaatsingen meegerekend zouden worden, zou dit betekenen dat bij gewenning van een prothese de geleiding aangepast moet worden na bijvoorbeeld twee keer gebruik. Bovenstaand wordt getest door te kijken of er significante verschillen zijn tussen de eerste, tweede, derde en vierde verplaatsing van een object, middels een repeated-measures ANOVA. Vervolgens wordt er uitgezocht welke geleiding de beste resultaten geeft. Aangezien iedere proefpersoon aan alle situaties heeft meegedaan zal er een repeated-measures ANOVA uitgevoerd moeten worden. Deze wordt slechts over de paar verplaatsingen, die hiervoor bepaald zijn, uitgevoerd. Omdat deze test slechts uitgevoerd

mag worden wanneer er sprake is van een normale verdeling wordt dit gecontroleerd met behulp van de K-S test. Indien er sprake is van een significant verschil is tussen de situaties, wordt er een post hoc test 'Bonferroni' uitgevoerd om het verschil te bepalen. Blijkt echter uit de K-S test dat er geen sprake is van een normale verdeling, dan moet de Friedman's test uitgevoerd worden om erachter te komen of er een significant verschil is tussen de situaties. Het verschil kan door de post hoc 'Wilcoxon rangteken' met een Bonferri correctie worden achterhaald (Field, 2013).

Het resultaat laat zien wat de beste geleiding is. Door middel van een grafische weergave zal dit verduidelijkt worden. Vervolgens wordt er een adviesrapport gemaakt wat beschrijft wat de beste plaats is om de kabel te leiden.

Omvang onderzoekspopulatie

Jaarlijks ondergaan ongeveer 60 mensen in Nederland een amputatie van een hand of een deel van de arm (Rietman, 2017). Deze amputaties zijn een gevolg van trauma of ziekte. Van deze groep maakt niet iedereen gebruik van een armprothese. Van het deel dat dit wel doet, heeft nog niet iedereen een lichaamsbetrachtigde armprothese. Aangezien de groep die nog overblijft om mee te testen erg klein is, wordt er gebruik gemaakt van een simulatie-onderarmprothese. Hierbij kunnen mensen zonder armdefect de armprothese gebruiken waardoor het aantal mogelijke proefpersonen veel groter wordt.

4. Voorlopige literatuurlijst

Amputatie en sport. (2016). *Sporten na een amputatie*. Opgeroepen op Januari 08, 2017, van <http://amputatie-en-sport.jouwweb.nl/protheses-1>

Bednar, C. (2015, Februari 26). Three volunteers have their hand amputated and replaced by bionics [foto]. Opgeroepen op Januari 17, 2017, van <http://www.rawstory.com/2015/02/three-volunteers-have-their-hands-amputated-and-replaced-by-bionics/>

Berning, K., Cochick, S., Johnson, R., Miller, L. A., & Sensinger, J. W. (2014). Comparison of body-powered voluntary opening and voluntary closing prehensor for activities of daily life. *JRRD*, 51(2), 253-262. doi:<http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2013.05.0123>

Carey, S. L., Lura, D. J., & Highsmith, M. J. (2015). Differences in myoelectric and body-powered upper-limb prostheses: Systematic literature review. *JRRD*, 52(3), 247-262. doi:<http://dx.doi.org/10.1682/JRRD.2014.08.0192>

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4 ed.). Sage Publication Ltd.

Gao, F., Rodriguez, J., & Kapp, S. (2015). An experimental apparatus to simulate body-powered prosthetic usage: Development and preliminary evaluation. *Prosthetics and orthotics international*, 40(3), 404-8. doi:10.1177/0309364615574166

Julious, S. A. (2005). Sample size of 12 per group rule of thumb for a pilot study. *Pharmaceutical Statistics*, 4(4), pp. 287-291. doi:10.1002/pst.185

Kitayama, I., Matsuda, M., Nakajima, S., Sawamura, S., Nihomiya, H., & Furukawa, H. (1999). Improvement of control cable system of trans-humeral body powered prosthesis. *Prosthetics and orthotics international*, 23(2), 123-129.

Lakens, D. (2015, April 12). How many participants should you collect? An alternative to the N*2.5 rule [The 20% statistician]. Opgeroepen op April 15, 2017, van <http://daniellakens.blogspot.nl/2015/04/how-many-participants-should-you.html>

- Light, C. M., Chappell, P. H., & Kyberd, P. J. (2002). Establishing a standardized clinical assessment tool of pathologic and prosthetic hand function: Normative data, reliability, and validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(6), 776–783. doi:10.1053/apmr.2002.32737
- Mathiowetz, V., Volland, G., Kashman, N., & Weber, K. (1985). Adult norms for the box and blocks test of manual dexterity. *The american journal of occupational therapy*, 39(6), 386-391.
- Plettenburg, H. D. (2012). Een draadloze lichaamsgestuurde regeling en krachtterugkoppeling voor armprothesen. *subsidieaanvraag Fonds NutsOhra*.
- Radocy, B. (2017). *about TRS*. Opgeroepen op Mei 17, 2017, van TRS Prosthetics: <http://www.trsprosthetics.com/about-trs/>
- Rietman, H. (2017). *MYOPRO- Een betere, intuïtieve arm-handprothese*. Opgeroepen op Januari 09, 2017, van <http://www.kennispark.nl/nl/case/myopro-een-betere-intuïtieve-arm-handprothese/>
- University of Southampton. (2002). *Assessor's SHAP Protocol [Protocol]*. Southampton: SHAP Business Enterprise.
- University of Southampton. (2002). *Assessor's SHAP Protocol [Foto]*. Southampton: SHAP Business Enterprise.
- Vasluian, E., Bongers, R. M., Reinders-Messelink, H. A., Dijkstra, P. U., & van der Sluis, C. K. (2014). Preliminary study of the Southampton hand assessment procedure for children and its reliability. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15:199. doi:10.1186/1471-2474-15-199

5. Planning

De planning is te vinden in bijlage V.

6. Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase (minimaal 3)

De persoonlijke leerdoelen zijn te vinden in bijlage VI.

Bijlage I

Brief aan deelnemer

Den Haag, ...-2017

Beste deelnemer,

Hartelijk dank voor uw deelname aan dit onderzoek. Uw deelname zal helpen bij de verbetering van de aansturing van de lichaamsbekerachtigde onderarmprothese. Het doel van dit onderzoek is om de geleiding te vinden die het beste aangestuurd kan worden. Hier is nog niet veel onderzoek naar gedaan terwijl dit een grote bijdrage kan hebben in de ontwikkeling van de aansturing van deze prothese. Door een betere aansturing zal de prothese gebruiksvriendelijker worden voor de gebruiker en zal deze meer gedragen worden.

Voor de meting die we gaan uitvoeren worden twee testen gedaan. Tijdens deze testen zullen er acties uitgevoerd worden met behulp van een simulatie-onderarmprothese. Deze prothese wordt bevestigd aan de rechter onderarm door middel van een orthese. Verder zit er nog een harnas om de linker schouder waarmee de simulatie-prothese wordt aangestuurd. Door verschillende bewegingen in de schouder en elleboog wordt de haak, de die hand voorstelt, geopend en gesloten. Voorafgaand aan de meting zullen er ongeveer vijf minuten zijn om te oefenen met deze bewegingen. Voor een optimaal resultaat van het onderzoek is het belangrijk om het volgende in uw gedachte te houden:

- Zit gedurende de meting rechtop
- Ontspan de schouder en elleboog na iedere test
- Als er iets niet goed voelt in de simulatie-prothese laat het weten

De eerste test die zal worden uitgevoerd is een deel van de SHAP-test. Hierbij moet u verschillende objecten verplaatsen met de simulatie-onderarmprothese. Eerst worden de lichte objecten verplaatst en vervolgens de zwaardere. Van ieder object wordt de tijd van de verplaatsing opgenomen. In totaal zullen er twaalf objecten zijn die verplaatst moeten worden. Deze test zal een kwartier in beslag nemen en vier keer herhaald worden.

Vervolgens wordt de tweede meting uitgevoerd, dit is de 'Box and Blocks' test. Hierbij is het doel om zo veel mogelijk blokjes van de ene bak naar de andere bak te verplaatsen binnen één minuut waarbij er slechts één blokje per keer verplaatst mag worden. Voorafgaand aan deze test mag er 15 seconde geoefend worden. Deze test zal wederom vier keer uitgevoerd worden en in totaal ongeveer tien minuten in beslag nemen.

De gehele meting zal maximaal 1,5 uur duren.

Bij aanvang van deze meting zal gevraagd worden het 'inform consent form' in te vullen. Als er nog vragen zijn dan mag u deze altijd stellen.

Bedankt voor uw deelname!

Bijlage II

Invulformulier

	Uitvoering 1	Uitvoering 2	Uitvoering 3	Uitvoering 4	Uitvoering 5
SHAP test tijd (s)					
Bol licht					
Driehoek licht					
Cilinder licht					
Zijdelinks licht					
Klein plaatje licht					
Groot plaatje licht					
Bol zwaar					
Driehoek zwaar					
Cilinder zwaar					
Zijdelinks zwaar					
Klein plaatje zwaar					
Groot plaatje zwaar					
Box and blocks test aantal					
Blokken					

Bijlage III

Volgorde objectverplaatsing

Geleiding boven olecranon	Geleiding over olecranon	Geleiding onder olecranon
Bol	Driehoek	Klein plaatje
Driehoek	Cilinder	Groot plaatje
Cilinder	Bol	Zijdelinks
Zijdelinks	Groot plaatje	Bol
Klein plaatje	Zijdelinks	Cilinder
Groot plaatje	Klein plaatje	Driehoek

Bijlage IV

Volgorde geleiding tov olecranon

Dag 1	Dag 2	Dag 3
Boven	Over	Onder
Over	Onder	Boven
Onder	Boven	Over

Bijlage V

Planning

Planning	Weken															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Simulatie-onderarmprotheses bekijken																
SHAP-test en box and blocks test bestuderen																
Aanpassing simulatie-onderarmprotheses bestuderen																
Verschillende geleidingen maken																
Proefpersonen benaderen																
Planning maken metingen																
Eerste metingen																
Eerste metingen in SPSS zetten en uitwerken																
Gewenning bestuderen																
Tweede metingen																
Tweede metingen in SPSS zetten en uitwerken																
Derde metingen																
Derde metingen in SPSS zetten en uitwerken																
Gewenning tussen meetdagen bestuderen																
Uitloop metingen																
Totale gewenning binnen een meting bestuderen																
SPSS testen																
Resultaten verwerken																
Conclusie trekken																
Afronding scriptie																
Inleveren scriptie																

Bijlage VI

Persoonlijke leerdoelen

Persoonsgebonden Competenties	
Competentie 1:	
Communicatie	
<u>Leerdoelen:</u>	
Tijdens het onderzoek zullen er verschillende metingen met proefpersonen gedaan moeten worden. Hierbij is het belangrijk dat het voor de proefpersonen duidelijk is wat zij moeten doen. Als dit niet duidelijk is zal het onderzoek niet juist worden uitgevoerd.	
<u>Acties:</u>	
Als voorbereiding voor de proefpersoon zal deze een document ontvangen met daarop de uitleg voor het onderzoek. Hieruit zal duidelijk worden wat hij/zij zal moeten doen. Vervolgens zal aan het begin van de meting de bedoeling nog een keer worden uitgelegd en zal er worden gevraagd of alles duidelijk was. Om dit te controleren moet de proefpersoon eenmalig de handeling voordoen.	
Competentie 2:	
Zelfstandigheid	
<u>Leerdoelen:</u>	
Tijdens het afstuderen zal ik veel zelfstandig moeten werken, waarbij ik moet vertrouwen op mijn eigen kunnen.	
<u>Acties:</u>	
Om feedback vragen is nooit verkeerd, echter moet dit niet te vaak gebeuren. Eens in de twee weken kan er om feedback gevraagd worden. Als ik er al eerder niet uit kom, moet ik naar een andere oplossing zoeken. Hierdoor ga ik niet meteen bij een drempel om hulp vragen, maar eerst naar andere oplossingen zoeken.	
Competentie 3:	
Aan de planning houden	

Leerdoelen:

Als er een planning gemaakt is, is het belangrijk om je hier ook aan te houden. Anders heb je niks aan je planning.

Acties:

De planning die is gemaakt moet worden gevolgd. Als er door bepaalde omstandigheden niet aan de planning wordt voldaan, dan wordt de planning meteen aangepast waardoor het vervolg volgens schema verder kan gaan.