

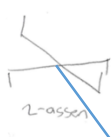
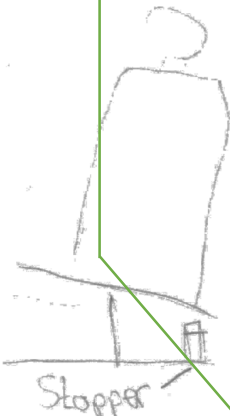
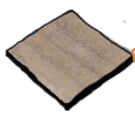
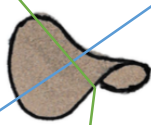
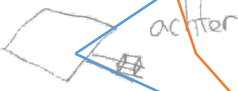
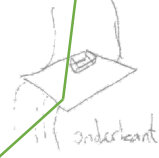
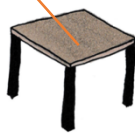
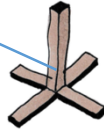
Bijlage 1: Overzicht van sensoren voor het meten van rompcontrole met onderzoeken, toepassingen en doelgroepen zoals samengevat in Maaswinkel et al. (2016) (EV = evenwicht verlies, VG = Verstandelijk gehandicapt, Sc = solistische proefpersonen, EBA = Eenzijdige Been Amputatie, LBP = Lower Back Pain, TP = Tetreplegics, PP = Paraplegics, EL = Enkel Instabiliteit, LEN = Lower extremity Neuropathy, WK = Whiplash gerelateerde klachten) In deze tabel zijn alle referenties opgenomen die in dit paper aangehaald zijn, maar in de literatuurlijst van dit verslag zijn alleen die publicaties opgenomen die ook in de tekst gebruikt zijn.

Methode	Doelgroep	Toepassing	Publicaties die deze sensoren gebruikten
Potentiometer	Gezonde: 309 LBP:31 EV: 7 Onderzoeken: 14	• Bevestigd aan bovenrug • Bevestigd aan schouder. • Bevestigd aan heup • Hoekbewegingen van platform • Op het platform	Andersen et al.(2004), Bazrgari et al.(2009), Essendrop et al.(2002), Hjortskov et al. (2005), Lariviere et al. (2010), Pedersen et al.(2004/2007/2008), Santos et al.(2011), Skotte et al.(2004), Diener et al.(1988), Goodworth and Peterka(2009/2010), Gruneberg et al.(2004), Horak et al.(1989/1990), Kushner et al.(1988), Pernianpour et al.(2001), Zedka et al.(1998)
Gyroscoop	Gezonde: 21 Aantal: 1	• Hoek van stoel	Borghuis et al.(2011),
Accelerometer	Gezonde: 112 VG :56 Sc:13 LBP: 30 Aantal: 8	• T5, T12 • Op het platform • L3 • Schouder	Cholewicki et al.(2010a), Blomqvist et al.(2014), Carpenter et al.(2005), Cort et al.(2013), Oddsson et al. (1999), Perret and Robert(2004), Dupeyron et al.(2013), Mullington et al.(2009)
Verplaatsings sensoren	Gezonde 138 EA: 8 Aantal: 12	• T8 • Op de borst • T10, T12, L3 • Schouder • Bovenrug • Laser	Bazrgari et al.(2011b/2012/2009), Chiang and Potvin(2001), van Drunen et al.(2013), Garden-Morse and Stokes(2001), Hendershot et al.(2013/2011), Krajcarski et al.(1999), Parcero(2000), Stokes et al.(2000), Sayenko et al.(2012),

Druksensoren	Gezonde 268 EBA: 8 LBP: 163 TP: 4 PP: 4 Aantal: 25	• T8, T12 • Pelvis(icm positie) • T10, Onderrug • Op servomotor • Sacrum • T4 • Tussen zitvlak en rolstoel	Bazrgari et al. (2011a, 2011b, 2012), Gardner-Morse and Stokes(2001), Gilles et al.(1999), Granata et al.(2004a, 2004b), Hendershot et al. (2013, 2011), Hermann et al. (2006), Lariviere et al.(2010), Magnusson et al. (1996,), Miller et al.(2013), Stokes et al.(2006, 2000), Vera-Garcia et al.(2006, 2007), Vette et al.(2014), Wilder et al.(2009, 1996), Kamper et al.(2004), Mannion et al.(2000), Sung and Park(2009), Sung et al.(2004), Wagner et al.(2005),
Force plate/ krachtsensoren	Gezonde: 568 LBP: 223 EI: 12 EV: 4 LEN: 9 Aantal: 46		Carlson et al.(1981), Chiang and Potvin(2001), Cholewicki et al. (2007), Gilles et al.(1999), Granata et al.(2004b), Hodges et al. (2009), Krajcarski et al.(1999), Magnusson et al.(1996), McGill et al.(1989), Moorhouse and Granata(2005, 2007), Parcero(2000), Rietdyk et al.(1999), Thrasher et al.(2010), Wilder et al.(1996), Brown and McGill(2009), Carlson et al.(1981), Marshall et al.(2009), Carpenter et al.(1999), Diener et al.(1988), Grunerberg et al.(2004), Henry et al.(1998, 2006), Hora et al.(1990), Huang et al.(2001), Inglis et al.(2001), Jones et al.(2012), Mok and Hodges(2013), Parnianpour et al.(2001), Preuss and fung(2008), Armin and Latash(1995), Brown et al.(2003), Gregory et al.(2008), Hwang et al.(2008), lavender and Marras(1995), Lavender et al.(1989, 1993, 2000), Lee et al.(2011), Leinonen et al.(2002), Mannion et al.(2000), McGill et al.(1989), Mok et al.(2011), Ramprasad et al.(2010, 2011), Sung and Park(2009), Voglar and Sarabon(2014)
Video analyse	Gezonde: 246 WK: 10 LBP: 20 Aantal: 19		Carlson et al.(1981), van Drunen et al.(2013), Moorhouse and Granata(2005), Thrasher et al.(2010), Kim et al.(2013b), Reeves et al.(2009), carpenter et al.(2005), Chen et al.(2014), Cort et al.(2013), Cote et al.(2009), , Horak and Nashner(1986), Huang et al.(2001), Jones et al.(2012), Keshner et al.(1988), Oddsson et al.(1999), Pruess and Fung(2008), Mansion et al.(2000), Mawston et al.(2007), Wagner et al.(2005)

Infrarood markers	Gezond: 57 LBP: 26 Aantal: 4	• S1, L5, T10, C7	Granata et al.(2005), Rietdyk et al.(1999), Henry et al.(2006), Hodges et al.(2001), Hendriks et al (2006)
Electromagnetische positie-sensoren	Gezond: 168 LBP: 11 Aantal: 11	• T9 • S1, T10 • L5 • T1, L1, S1	Lawrence et al.(2005), Lee et al.(2006), Rodgers and Granata(2006), Vera-Garcia et al.(2006, 2007), Brown and McGill(2009), Brown et al.(2006), Cholewicki et al.(2010b), Forssberg and Hirschfeld(1994), Hwang et al.(2008), Mok et al.(2011)
Goniometers	Gezond: 83	• T10 • L5, L3	Granata et al.(2004b), Thomas et al.(1998,1999), Aruin and Latash(1995), Grondin and Potvin(2009),
Inductieve sensor	Gezond: 22 Aantal; 2	• T9	Cholewicki et al.(1999,2000),

Bijlage 2 morfologische kaart

Onbalans	Rubberen koker 	 -veren 	 Kunststof half ronde be- reg veel onstabiel
Hoekbeperk- ing	 Stopper		 Vorm gesloten
Zitting			 Fietssadel 
Sensorplaats- ing	 achter	 onderkant	
Frame			

Bijlage 3. MatLab script

Uitvoerprogramma.m

```
clear all
%Het bestand wordt hier in variabele n gezet.
n = ['/Users/koenvanwesten/Documents/MATLAB/Afstuderen/Data/PP1/RAW00002.DAT'];

ReadStimula(n); %Met behulp van het programma ReadStimula wordt de data van
file n uitgelezen.

save data ans

Data; %Het programma om de data te verwerken wordt uitgevoerd.
```

Data.m:

```
close all; clear all
sfreq = 100; % sample frequency
[b,a] = butter(2,0.802.*10./(0.5*sfreq),'low'); % filter

load data %data wordt geladen

sensordata = ans; %er wordt een variabele van de data gemaakt

acceleration = sensordata(:,1:2); % 1 zijn de x waardes en 2 zijn de y waardes
acceleration = filtfilt(b,a,acceleration); % de data wordt gefilterd

Acc = detrend(acceleration,0).* 9.82; % de gemiddelde waarde eraf trekken en
omzetten van G naar m/s2
l = length(Acc);
Ax = Acc(100:l-100,1); %De eerste en laatste 100 datapunten worden eraf geknipt.
Ay = Acc(100:l-100,2);
z = 1;

Vx(1) = 0;%het eerste getal voor de x en y wordt 0 gemaakt zodat er een
beginpunt is
Vy(1) = 0;

for i=1:length(Ax)-1 %de eerste en laatste seconde van het signaal wordt niet
gebruikt
    Vx(i+1) = Vx(i)+(Ax(i).*(1/100)); % de snelheid in de x richting wordt
berekend.
end

for i=1:length(Ay)-1
    Vy(i+1) = Vy(i)+(Ay(i).*(1/500)); %De snelheid in de y richting wordt
berekend.
end
Px(1) = 0; %Optijdstip 1 is de positie 0
Py(1) = 0;

for i = 1:length(Vx)-1
    Px(i+1) = Px(i)+(Vx(i)*(1/100)); %de x positie wordt uitgerekend
end
```

```

for i = 1:length(Vy)-1
    Py(i+1) = Py(i)+(Vy(i)*(1/500)); % De y positie wordt uitgerekend
end

%Hierna wordt de Root Mean Square van de positie berekend
RMSx(z) = std(Px(:));
RMSy(z) = std(Py(:));

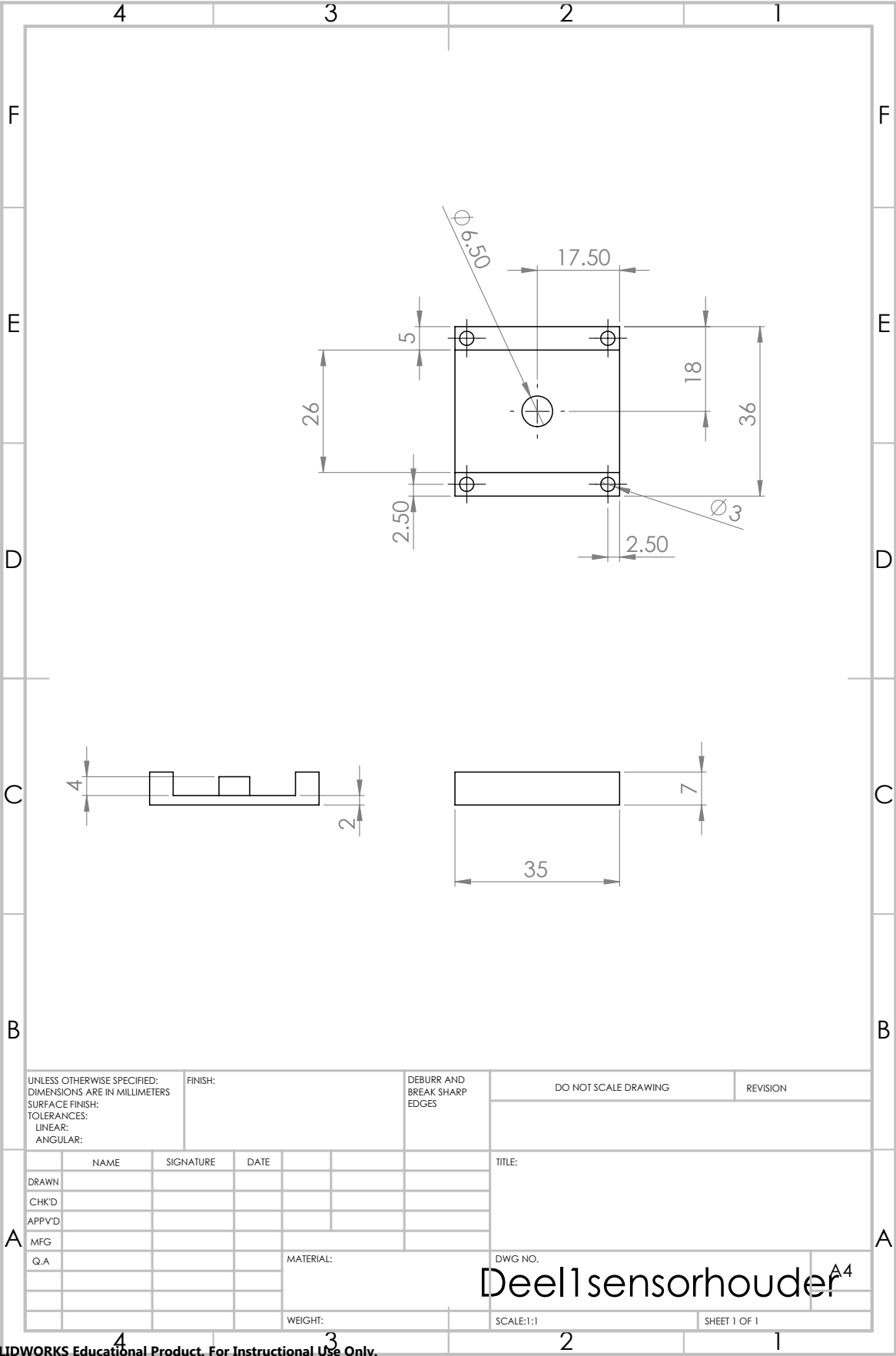
acc = Acc;
for i = 1:length(acc);
    acc2d(i,:)=norm(acc(i,:));% er wordt een 2d ipv 1d matrix gecreerd
end
%Hierna wordt de Root Mean Square van de positie berekend
RMSx(z) = std(acc(:,1));
RMSy(z) = std(acc(:,2));
RMSxy(z) = std(acc2d);

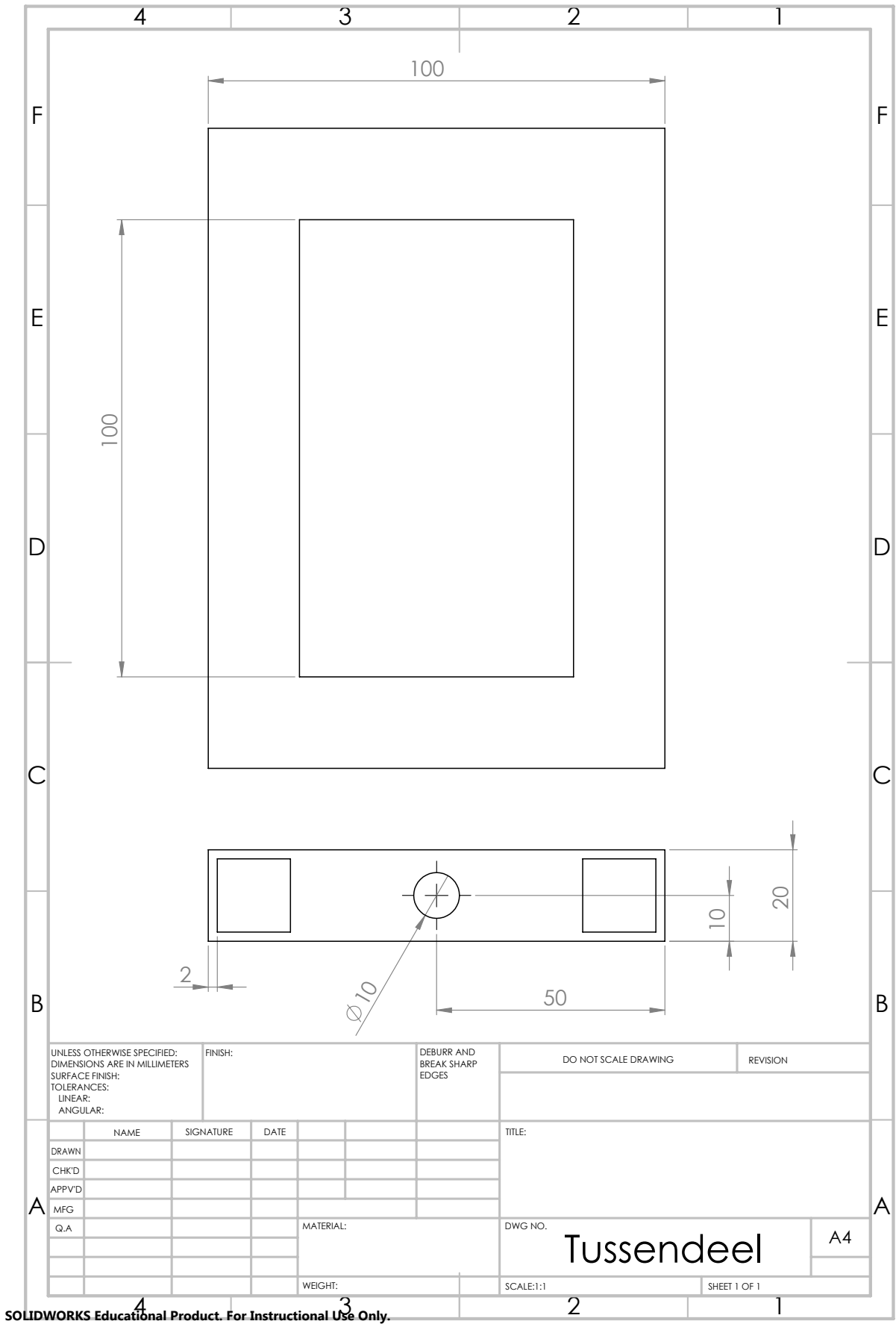
Jerk = afgcol(acc,sfreq); %de versnelling wordt gedifferentieerd met de
funcite afgcol
for i = 1:length(Jerk);
    dacc2d(i,:)=norm(Jerk(i,:)); % er wordt weer een 2d matrix gecreerd
end
%Hierna word de Jerk berekend.
Jerkx(z) = std(Jerk(:,1));
Jerky(z) = std(Jerk(:,2));
Jerkxy(z) = std(dacc2d);

```

Bijlage 4: Technische tekeningen







Bijlage 5. Projectplan

Document projectplan voor een ontwerpproject.

→ *uiterste inleverdatum maandag week 10 blok 2 aan alle leden van de commissie van de projectpresentaties (geldt alleen voor reguliere fase); bij andere planning; 3 werkdagen voor voorstel presentatie voor 1200u)*

Naam: Koen van Westen

Studentnummer: 11083921

E-mail: koenvanwesten@gmail.com

Behaalde studiepunten in de modules 9 t/m 12: 49

Datum: 16-08-2016

1. Ontwerpen van een meetsysteem voor het meten van rompcontrole

Werkveld: Paralympische sport

Beroepsrol: Ontwerper

Extern project (J/N): Ja

Indien Extern:

.. naam Opdrachtgever/bedrijf/ECBT: Centrum voor Aangepast Sporten Amsterdam(CASA)

Reade

.. contactpersoon (naam en mailadres): Linda van Vliet, l.v.vliet@reade.nl
Hans Huisman, hanshuisman@gmail.com

1. Probleemstelling

Aanleiding

Rompcontrole is een belangrijke factor in het dagelijks leven voor mensen met een beenamputatie, hersenschade of dwarslaesie. Het is onder andere nodig voor de balans bij het zitten en tijdens transfers van bijvoorbeeld de rolstoel naar de wc. Ook bij aangepast sporten is rompcontrole een belangrijke factor. Tijdens de wedstrijd moeten de spelers stabiliteit in hun bovenlichaam behouden om een bal te kunnen slaan of zich af te kunnen zetten¹.

Voor elke wedstrijd van bijvoorbeeld zitvolleyballers wordt de handicap van elke speler geclassificeerd. Bij het classificeren voor wedstrijden voor aangepast sporten wordt op dit moment gemeten door middel van observatie. Er wordt tegen een speler aangedrukt en vervolgens wordt gekeken hoever deze uit balans raakt. Dit is geen betrouwbare methode omdat de rompcontrole niet exact kan worden vastgesteld. Het Internationaal Paralympisch Comité heeft bepaald dat er een nieuwe classificatie methode moet komen die niet duur is en makkelijk verplaatsbaar. Zo kan het meetsysteem overal ter wereld voor wedstrijden gebruikt worden. Op dit moment is er nog geen geschikte methode om de rompcontrole te meten.

Bij een onderzoek van de VU is onderzocht of de rompcontrole van zitvolleyballers beter is dan van gezonde volleyballers². Ook is er gekeken of de rompcontrole van zitvolleyballers met een beenamputatie even groot is als die van zitvolleyballers zonder beenamputatie. Uit dit onderzoek bleek dat de rompcontrole van zitvolleyballers beter is dan die van gezonde volleyballers en dat het niet uitmaakt wat betreft rompcontrole of zitvolleyballers een geamputeerd been hebben of niet. Tijdens dit onderzoek is er gebruik gemaakt van een instabiele stoel om de rompcontrole te meten. Deze was echter erg duur en niet gebruiksvriendelijk. Hierdoor is deze niet geschikt om te gebruiken als meetsysteem voor rompcontrole.

De onderzoeker die het onderzoek bij de VU heeft uitgevoerd wil nu het idee van de instabiele stoel gebruiken voor het classificatiesysteem. De bedoeling van deze afstudeerstage is dan ook om een instabiele stoel te ontwerpen waarmee op een eenvoudige manier de rompcontrole gemeten kan worden.

1. Granacher, U., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Roettger, K., & Gollhofer, A. (2012). Effects of Core Instability Strength Training on Trunk Muscle Strength, Spinal Mobility, Dynamic Balance and Functional Mobility in Older Adults. *Gerontology*, 105-113.

Huisman, H. (nog niet uitgebracht). Elite sitting volleyball players have better trunk control than healthy untrained individuals. *Adapt Physical Activity Quarterly*, VU Amsterdam

Doelgroep

De doelgroep van de instabiele stoel is in eerste instantie aangepaste sporten en revalidatie. Dit is omdat bij deze groepen veel stabiliteit nodig is uit de romp. Bij het aangepast sporten is het in eerste instantie om rompcontrole te meten voor classificatie. Ook kan het goed gebruikt worden om inzicht te krijgen in de fysieke capaciteiten van gehandicapte sporters.

Bij de revalidatie kan door middel van het meten van rompcontrole de voortgang van het revalidatieproces worden gevolgd. Wanneer iemand een slechte controle heeft over zijn romp is deze persoon minder goed in staat een transfer te maken dan wanneer deze persoon wel een goede rompcontrole heeft.

Daarnaast is het bij meer groepen van belang om een betrouwbare meting van de rompcontrole te kunnen verrichten. Voorbeelden zijn het inschatten van werknemers met verhoogt risico op rugklachten en blessurepreventie bij sporters.

Doelstelling

Een prototype ontwikkelen en vervaardigen van een instabiele stoel waarmee doormiddel van accelerometers de rompcontrole van een persoon gemeten kan worden en kan worden weergegeven in een score.

Randvoorwaarden

Het apparaat moet in de kofferbak van een auto vervoerd kunnen worden en in vijf minuten klaar voor gebruik zijn.

Het gewicht van de benen moet kunnen worden opgevangen.

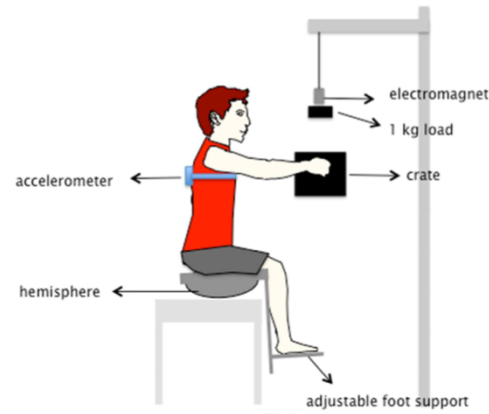
Het moet bestaan uit een halfronde bol die in hoogte verstelbaar moet zijn.

- De bewegingen moeten met behulp van accelerometers worden geregistreerd.
- Het apparaat moet niet duur zijn.

3. Vooronderzoek

De instabiele stoel die bij het onderzoek aan de VU gebruikt is bestaat uit een zitvlak met daaronder een halfronde bol (afbeelding 1)*. De halfronde bol zorgde voor instabiliteit aan de stoel. De voeten van de proefpersoon worden ondersteund zodat alle balans uit de romp komen en de proefpersoon niet de benen kan gebruiken om balans te houden. Op de rug van de proefpersoon worden voorafgaand aan de test accelerometers bevestigd. De top van deze sensoren wordt bevestigd tussen de angula inferior van beide scapulae. In het ideale geval worden de sensoren op de nieuwe stoel aan het zitvlak bevestigd worden zodat het gebruik van het apparaat makkelijker wordt.

De testen die uitgevoerd zijn voor het onderzoek verliepen volgens een vast protocol. De eerste en laatste minuut van de test bestaat uit stil zitten met de armen over elkaar. De tweede minuut moet de proefpersoon zover mogelijk met de armen naar voren en opzij reiken. In de derde minuut moet er een gewicht van twee kilo van de linker voorkant naar de recht achterkant worden verplaatst en een van de rechter voorkant naar de linker achterkant. In de vierde minuut moet er een gewicht van één kilo worden opgevangen zonder dat de proefpersoon weet wanneer het wordt losgelaten.



Afbeelding 1 Huidige meetsysteem rompcontrole*

*Bron: Huisman, H. (nog niet uitgebracht). Elite sitting volleyball players have better trunk control than healthy untrained individuals. Adapt Physical Activity Quarterly, VU Amsterdam

4. Analyse

Deelvragen die behandeld worden zijn:

Wat is de definitie van rompcontrole? Wat houdt rompcontrole in en wat moet er precies gemeten worden wanneer de rompcontrole gemeten moet worden? Hiervoor zal een literatuurstudie nodig zijn.

Waar moeten de accelerometers geplaatst worden? Het liefst zou dit in het apparaat zijn omdat de gebruiksvriendelijkheid dan groter is. Er moet onderzocht worden of dit mogelijk is. Dit moet gedaan worden doormiddel van literatuurstudie en modelanalyse.

Hoeveel gewicht moet het meetsysteem kunnen dragen? Omdat er mensen op het meetsysteem moet gaan zitten moet deze sterk genoeg zijn. Hiervoor zal er een literatuurstudie en krachtenanalyse moeten worden gemaakt.

Hoe kan er een score worden verleend aan rompcontrole? Het apparaat moet eenvoudig in gebruik zijn waardoor moet worden gekeken hoe die data van de accelerometers kan worden omgezet naar

een makkelijk afleesbare uitkomstwaarde. Er moet gekeken worden met welk programma dit het beste kan. Matlab zou hiervoor geschikt zijn maar, dan moet er een laptop aanwezig zijn waar Matlab op staat. Dit zou de kosten van het apparaat verhogen.

Aan het eind van de analysefase zal een pakket van eisen en wensen opgesteld worden.

5. Ontwerpfase

Er zal eerst worden gekeken hoe de informatie die bij de analyse zijn verkregen kunnen worden verwerkt in een product. Vervolgens wordt er gekeken naar welke afzonderlijke onderdelen er nodig zijn om het product werkend te krijgen. Ook moet er gekeken worden hoe de accelerometers goed kunnen worden geplaatst.

Voor het ontwerpen van de halve bol zal een externe leverancier moeten worden gezocht omdat dit erg complex is om zelf te maken.

6. Vervaardigingfase

Tijdens de vervaardigingsfase zal er een prototype worden vervaardigd. Hierbij zal er van een werkplaats gebruik moeten worden gemaakt. Aangezien CASA Reade geen eigen werkplaats heeft zal dit in de werkplaats van bewegingstechnologie gedaan moeten worden.

7. Testfase / Evaluatiefase

Het is belangrijk dat in de testfase de rompcontrole daadwerkelijk gemeten wordt. Het apparaat moet worden gevalideerd met een gouden standaard. Er moet nog worden uitgezocht met welke gouden standaard dit gedaan kan worden. Uiteraard zal er ook moeten worden getest of het apparaat sterk genoeg is.

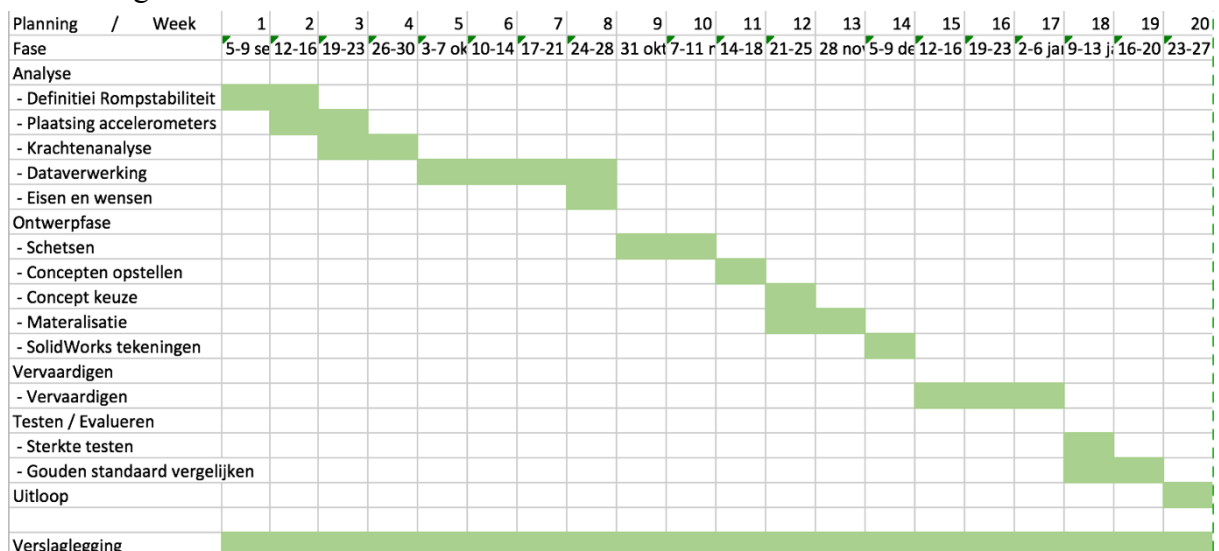
8. Voorlopige literatuurlijst

(Vertrouwelijk) Huisman, H. (nog niet uitgebracht). Elite sitting volleyball players have better trunk control than healthy untrained individuals. *Adapt Physical Activity Quarterly*.

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athlete function. *Sports Med*, 36, 189-198

Mancini, M., Horak, F. B., Zampieri, C., Carlson-Kuhta, P., Nutt, J. G., & Chiari, L. (2011). Trunk accelerometry reveal postural instability in untreated Parkinson's disease. *Parkinsonism Related Disord*, 17, 557-562.

9. Planning



Persoonlijke leerdoelen afstudeerfase (minimaal 3)

Dataverwerking:

In mijn afstudeerstage wil ik leren hoe ik van ruwe data een makkelijk afleesbare uitkomst kan maken. Dit wil, wanneer dit mogelijk is en de beste optie, doen met Matlab.

Ik heb een programma in Matlab geschreven voor het verwerken van de data. Dit vond ik erg leuk om te doen en ik heb hier ook veel van geleerd. Ik heb stukken beter geleerd hoe ik moet programmeren en hoe Matlab in elkaar zit. Ik heb veel zelf moeten uitzoeken wat het erg lastig maakte en waardoor ik het nog steeds niet helemaal in de vingers heb maar ik heb wel een stuk beter geleerd.

Planmatig werken:

Volgens een van tevoren gemaakt plan werken is nog een uitdaging voor me. Hier kan ik nog zeker in groeien waardoor ik dit als persoonlijk leerdoel voor deze stage wil maken. Ik wil in deze stage een duidelijke planning volgens met strakke deadlines.

Dit deel van de afstudeeropdracht is niet goed gegaan. Dit heeft veel oorzaken. Allereerst is dit iets waar ik al sinds mijn middelbare school last van had. Vandaar dat ik het wou verbeteren. Het is me niet goed gelukt om het echt goed aan te pakken. Dat is wel te zien in hoe lang het project heeft geduurd. De grootste reden is dat de opdracht nadat ik eraan begonnen was helemaal niet goed uitgelijnd was. Ik moest eerst nog een begrip gaan onderzoeken waarvan mijn begeleider vanuit het revalidatiecentrum ook niet wist wat het nou eigenlijk was. Dit terwijl hij er zijn afstudeerscriptie over heeft gedaan. Dit maakte het heel lastig. Omdat ik al helemaal uit het systeem van de Hogeschool was en ook vanuit het revalidatiecentrum heel weinig begeleiding kreeg was het erg lastig om hulp te vragen. Deze drempel werd hoe langer ik wachtte steeds groter waardoor ik steeds verder achter ging lopen en het hele project niet meer vooruit kwam.

Verslaglegging

Ik wil mijn vaardigheden in het verslagleggen verbeteren. Alle onderdelen waar ik mee bezig ben goed documenteren waardoor er geen informatie verloren gaat. Hier ben ik nog niet goed in en ik denk dat ik dit later in mijn werkveld erg veel nodig ga hebben.

Het verslagleggen ben ik gaan de weg de afstudeeropdracht vorderde steeds beter gaan doen. Het geen wat ik deed documenteerde ik waardoor ik geen onderdelen vergat die ik eerder bedacht had. Ik heb ook geleerd om stapje voor stapje een verslag op te bouwen. Ik zag er eerst erg tegenop maar door steeds kleine stapjes te nemen lukte het uiteindelijk toch om een heel verslag in elkaar te zetten.