

Lectoraat GLSO

# *Balanceren kun je leren*

De ontwikkeling van een balanceertoestel voor het project 'Gymzaal van de Toekomst'.



De Haagse Hogeschool  
Bewegingstechnologie

Afstudeeropdracht

Auteur: Tom Felix



# *Balanceren kun je leren*



De Haagse Hogeschool  
Bewegingstechnologie

Afstudeeropdracht: Gymzaal van de Toekomst

Opdrachtgever: Lectoraat GLSO  
S.J. Schipper;  
M.W. Bosman

Auteur: Tom Felix  
Studentnr.: 13115839  
Begeleiding: L. Haverkate  
H. van der Sloot  
Datum: 25-10-2017



## Voorwoord

Voor u ligt het verslag van de afstudeeropdracht 'Balanceren kun je leren'. Een ontwerpopdracht welke is uitgevoerd in opdracht van het lectoraat: 'Gezond Leven in een Stimulerende Omgeving' (GLSO) van de Haagse Hogeschool. Van juli 2017 tot en met oktober 2017 ben ik bezig geweest met het onderzoeken naar en het ontwerpen van een nieuw impliciet sturend balanceertoestel voor het project 'Gymzaal van de Toekomst'.

Samen met mijn opdrachtgevers, M. Bosman en S. Schipper van het lectoraat GLSO, heb ik de onderzoeks- en ontwerpvrage voor deze afstudeeropdracht bedacht. Na een uitgebreide analyse en een lang ontwerpproces, ben ik in staat geweest om een mooi en goed onderbouwd concept te ontwerpen. Tijdens deze afstudeeropdracht stonden mijn afstudeerbegeleiders, Liz Haverkate en Hester van der Sloot, en mijn begeleider vanuit het lectoraat, Sylvia Schipper, altijd voor mij klaar. Zij hebben telkens mijn vragen beantwoord en mij verder geholpen met de opdracht.

Bij deze wil ik graag mijn begeleiders bedanken voor de prettige samenwerking en de goede ondersteuning die ik heb mogen ontvangen tijdens dit proces. Zonder hun hulp was het onmogelijk geweest om deze opdracht te voltooien.

Tevens wil ik mijn studiegenootje Bart, mijn vriendin, familie en vrienden graag bedanken voor de wijze raad en onvoorwaardelijke steun die ik heb mogen ontvangen. Ik heb vaak met hen kunnen overleggen, sparren en ideeën kunnen uitwisselen. Tot slot wil ik graag mijn ouders bedanken voor hun wijsheid en motiverende woorden, zonder hun zou ik dit niet tot een goed einde hebben gebracht.

Ik wens u veel leesplezier.

Den Haag, oktober 2017

Tom Felix

# Inhoudsopgave

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Voorwoord .....                                                 |    |
| Samenvatting.....                                               | 5  |
| Inleiding .....                                                 | 6  |
| 1. Analyse .....                                                | 7  |
| 1.1 Probleemstelling.....                                       | 7  |
| 1.2 Marktonderzoek .....                                        | 8  |
| 1.2.1 Statische balanceertoestellen .....                       | 8  |
| 1.2.2 Dynamische balanceertoestellen .....                      | 8  |
| 1.3 Deelvraag 1.....                                            | 10 |
| 1.4 Deelvraag 2.....                                            | 12 |
| 1.5 Deelvraag 3.....                                            | 15 |
| 1.5.1 Expliciet versus impliciet leren .....                    | 15 |
| 1.5.2 Analogieleren .....                                       | 15 |
| 1.5.3 Leren met externe focus .....                             | 16 |
| 1.5.4 Differentieel leren .....                                 | 17 |
| 1.5.5 Implementatie in het ontwerpproces .....                  | 17 |
| 1.6 Deelvraag 4.....                                            | 18 |
| 1.7 Antropometrische data .....                                 | 20 |
| 1.8 Programma van Eisen en Wensen.....                          | 21 |
| 1.8.1 Eisen .....                                               | 21 |
| 1.8.2 Wensen.....                                               | 22 |
| 1.8.3 Ontwerpdoel .....                                         | 22 |
| 2. Ontwerpfase .....                                            | 23 |
| 2.1 Ideeschetsen.....                                           | 23 |
| 2.1.1 Samengestelde toestellen .....                            | 24 |
| 2.1.2 Toevoegingen impliciete leermethodes.....                 | 26 |
| 2.2 Morfologische kaart .....                                   | 27 |
| 2.3 Concepten .....                                             | 28 |
| 2.3.1 Concept 1: Modulair multifunctioneel klimrek .....        | 28 |
| 2.3.2 Concept 2: Modulair verstelbaar slackline toestel.....    | 29 |
| 2.3.3 Concept 3: Balancing maze .....                           | 30 |
| 2.4 Kardinale methode .....                                     | 31 |
| 2.5 Uitwerkingen concept – Modulair Verstelbare Slackline ..... | 33 |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 3. Vervaardiging .....                      | 34 |
| 3.1 Detaillering – Uitleg onderdelen .....  | 34 |
| 3.2 Detaillering – Solidworks model.....    | 36 |
| 3.3 Detaillering - Productiemethode.....    | 38 |
| 3.4 Product - Schaalmodel.....              | 40 |
| 4. Evaluatie .....                          | 42 |
| 4.1 Toetsing eisen en wensen .....          | 42 |
| 4.2 Nadere uitleg toetsing schaalmodel..... | 44 |
| 5. Discussie .....                          | 45 |
| 6. Conclusie & Aanbevelingen .....          | 46 |
| 6.1 Conclusie .....                         | 46 |
| 6.2 Aanbevelingen .....                     | 47 |
| Referenties .....                           | 48 |
| Bijlagen .....                              | 50 |
| Inhoud .....                                | 50 |
| Bijlage 1 .....                             | 51 |
| Bijlage 2 .....                             | 52 |
| Bijlage 3 .....                             | 53 |
| Bijlage 4 .....                             | 55 |
| Bijlage 5 .....                             | 58 |
| Bijlage 6 .....                             | 60 |
| Bijlage 7 .....                             | 62 |

## Samenvatting

In september 2017 is er gestart met onderwijs op de nieuwe sportcampus in het Zuiderpark in Den Haag. Op deze locatie is het lectoraat 'Gezond Leven in een Stimulerende Omgeving' bezig met het project 'Gymzaal van de Toekomst'. Vanuit het lectoraat is er de volgende vraag gesteld:

*“Wat zijn de mogelijkheden voor het ontwerpen van een nieuw impliciet sturend gymtoestel voor kinderen uit groep drie en vier, waarmee de grove motorische vaardigheid balanceren kan worden ontwikkeld?”*

De doelstelling van deze afstudeeropdracht is om binnen 16 weken een speeltoestel ontwikkeld te hebben voor leerlingen uit groep drie en vier met de leeftijd 6-8 jaar, waarmee er een bijdrage kan worden geleverd aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren. Als eerste is er een onderzoeksvraag en deelvragen opgesteld. De onderzoeksvraag luidt:

*“Welk speeltoestel kan bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren bij leerlingen uit groep drie en vier?”*

De analysefase van deze afstudeeropdracht bestaat uit een marktonderzoek, interviews/gesprekken met gymdocenten uit het primair onderwijs en verschillende literatuuronderzoeken om de deelvragen te beantwoorden. Uit de analyse zijn eisen en wensen opgesteld om een kader te vormen waaraan het speeltoestel moet voldoen. Tevens is er een ontwerpdoel opgesteld waarin de belangrijkste eisen naar voren zijn gebracht. Deze eisen gaan over de variatie in balansverstoring, het aanspreken van verschillende bewegingsthema's of observatievaardigheden en de mogelijkheid tot verandering van het toestel zoals een modulair opgebouwd toestel.

De ontwerpfase bespreekt het proces van het verzinnen van ideeën en brainstormen tot het ontwikkelen van het eindontwerp. De verschillende eisen en wensen zijn zo goed mogelijk geïmplementeerd in de drie concepten waaruit uiteindelijk gekozen is. Het uiteindelijke ontwerp en prototype is een variatie op de bestaande balanceeroefeningen, door een flexibel balanceervlak te combineren met modulaire onderdelen en de juiste ondersteuning. Hierdoor kan het speeltoestel een goede bijdrage leveren aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren. Het speeltoestel kan ook gebruikt worden voor andere oefeningen en is simpel te verstellen en op te bergen.

Het is aanbevolen om verder (praktijk)onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden om het speeltoestel daadwerkelijk te gaan ontwikkelen. Punten waar naar gekeken moet gaan worden tijdens de evaluatie van het prototype, zijn het gebruiksgemak van het speeltoestel voor zowel de leerlingen als de docenten en het niveau van de uitdaging.

Bij de praktijkevaluatie staat de mate van invloed van de Modulair Verstelbare Slackline (MVS) op de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren voorop. Met behulp van een Y-Balance test kan er bepaald worden in hoeverre de MVS een significant verschil maakt in de ontwikkeling van het dynamisch evenwicht ten overstaande van traditionele balanceertoestellen.

## Inleiding

Volgens cijfers uit het Trendrapport Bewegen en Gezondheid (Hildebrandt, Bernaards, & Stubbe, 2011) is er te weinig lichamelijke activiteit onder de Nederlandse bevolking. Slechts 22% van de Nederlandse jongeren tussen de 12 en 17 jaar voldoet maar aan de Nederlandse Norm voor Gezond Bewegen (NNBG). Deze norm houdt in dat er dagelijks één uur matig tot intensieve beweging plaats moet vinden (vanaf 5 tot 8 MET<sup>a</sup>) bij jongeren tussen de 4 en 17 jaar. Omdat voldoende lichamelijke activiteit een positief effect heeft op de gezondheid (Haskell et al, 2007) is het van groot belang om vooral de jeugd te stimuleren om ook op de lange termijn te blijven voldoen aan de norm voor bewegen. Een onderzoek naar de correlatie tussen fysieke activiteit en motorische vaardigheid (Wrotniak, Epstein, Dorn, Jones, & Kondilis, 2006) geeft aan dat kinderen die motorisch vaardiger zijn, ook lichamelijk actiever zijn tijdens bewegingssituaties dan kinderen met een mindere motorische vaardigheid. Tevens kon uit hetzelfde onderzoek geconcludeerd worden dat kinderen met een hogere BMI-waarde, motorisch op een minder hoog niveau zitten dan kinderen met een normale BMI-waarde. Balanceren is één van de belangrijkste grove motorische vaardigheden welke ontwikkeld dient te worden. Een goed dynamisch evenwicht staat aan de basis van elke sport. Door kinderen te prikkelen om het balanceren te ontwikkelen met behulp van een vernieuwend speeltoestel, is de kans groter dat de jeugd beter wordt in het uitvoeren van bepaalde bewegingen of sporten. Deze verbeterde motorische vaardigheid zorgt voor meer plezier in het sporten en kan er aan bijdragen dat de jeugd op een lange termijn blijft voldoen aan de norm voor bewegen.

Het lectoraat Gezond Leven in een Stimulerende Omgeving (GLSO) heeft voor de inrichting van de 'Gymzaal van de Toekomst' de volgende opdracht voorgelegd:

*"Ontwerp een nieuw impliciet sturend gymtoestel voor kinderen uit groep drie en vier, waarmee de grove motorische vaardigheid balanceren kan worden ontwikkeld."*

<sup>a</sup> MET = Metabolic Equivalent of Task, wordt gebruikt om het niveau van inspanning te kwantificeren.

# 1. Analyse

## 1.1 Probleemstelling

Het lectoraat 'Gezonde Leefstijl in een Stimulerende Omgeving' (GLSO) houdt zich bezig met het ontwikkelen van de 'Gymzaal van de toekomst'. Dit is een project waarbij verschillende innovatieve oplossingen bedacht worden voor de verbetering van de gymzaal in het primair onderwijs. Voor leerlingen in het primair onderwijs is het belangrijk om de grove motoriek te ontwikkelen, denk hierbij aan bijvoorbeeld springen, stilstaan, lopen, hardlopen, klimmen en balanceren. Voor het ontwikkelen van de grove motorische vaardigheid balanceren wordt in het primair bewegingsonderwijs vaak gebruik gemaakt van de turnbank in combinatie met andere toestellen. Er zijn echter meerdere manieren waarop het balanceren ontwikkeld kan worden en waardoor de leerlingen geprikkeld en uitgedaagd worden. Daarom is met behulp van een brainstormsessie de opdracht geformuleerd om een alternatief speeltoestel te ontwerpen, als variatie op de turnbank. Het toestel moet gericht zijn op het ontwikkelen van de grove motorische vaardigheid balanceren voor leerlingen uit groep drie en vier van het primair onderwijs.

### Randvoorwaarden:

Het toestel moet impliciet sturend zijn, wat wil zeggen dat de leerling geprikkeld/uitgedaagd wordt om het toestel te gebruiken en de grove motorische vaardigheid balanceren onbewust wordt ontwikkelt. Het toestel moet ook een mogelijkheid tot verandering bieden, bijvoorbeeld dat de gymdocent het toestel omdraait of verplaatst zodat het een andere functie of gebruiksmogelijkheid krijgt. De opdracht bestaat uit het analyseren van de al bestaande balanceertoestellen en balanceeroefeningen voor leerlingen uit groep drie en vier, het ontwerpen van een nieuw gymtoestel, het vervaardigen van een prototype en het evalueren van het prototype.

### Doelstelling:

Binnen 16 weken is er een speeltoestel ontwikkeld voor leerlingen uit groep drie en vier met de leeftijd 6-8 jaar waarmee er een bijdrage wordt geleverd aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren en waardoor de leerlingen geprikkeld en uitgedaagd worden.

Om dit doel te bereiken zal er antwoord gegeven moeten worden op de hierna genoemde onderzoeksvraag.

### Onderzoeksvraag:

"Welk nog te ontwerpen speeltoestel kan bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren bij leerlingen uit groep drie en vier door op een alternatieve manier leerlingen uit te dagen?"

### Deelvragen:

1. Wat is balanceren?
2. Op welke manier kunnen leerlingen uit groep 3&4 de grove motorische vaardigheid balanceren ontwikkelen?
3. Wat betekent impliciet leren en op welke manier kan het gebruikt worden bij het ontwikkelen van een speeltoestel?
4. Aan welke wettelijke eisen moet het gymtoestel voldoen?

## 1.2 Marktonderzoek

Er zijn veel verschillende speeltoestellen te verkrijgen welke enigszins betrekking hebben op balanceren. Bij dit marktonderzoek wordt er specifiek gekeken naar speeltoestellen welke bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren en op wat voor manier dit gebeurt. Er kan een verdeling gemaakt worden tussen toestellen welke gebruik maken van statisch evenwicht, zoals bijvoorbeeld balanceerplatformen en toestellen waarbij er gebruik wordt gemaakt van dynamisch evenwicht, bijvoorbeeld een balk of loopbrug. Het verschil tussen statisch en dynamisch evenwicht wordt verder uiteengezet bij deelvraag 1.

### 1.2.1 Statische balanceertoestellen

#### Balanceerschotel

De balanceerschotel (afbeelding 1) is bedoeld voor 1 persoon om het balanceren te ontwikkelen door middel van het behouden van het statische evenwicht. Balansverstoringen vinden intern maar enigszins voorspelbaar plaats, omdat het platform op één manier kan bewegen (links en rechts, niet boven en onder). Het balanceerplateau vervormd niet.

| Materiaal | Afmetingen  |
|-----------|-------------|
| RVS       | 1150x1350mm |



Afbeelding 1:  
Balanceerschotel<sup>1</sup>

#### Balance springbloem

De 'balance springbloem' (afbeelding 2) is een balanceerplatform waar meerdere personen tegelijkertijd op kunnen. Als het als alleenstaand speeltoestel wordt opgesteld moet er gebruik gemaakt worden van statisch evenwicht. Echter als er meerdere achter elkaar geplaatst worden, wordt er meer gebruik gemaakt van dynamisch evenwicht. Balansverstoringen tijdens oefeningen op dit toestel vinden plaats in meerdere richtingen, zowel links/rechts als boven/onder. Het balanceerplateau vervormd niet.

| Materiaal     | Afmetingen |
|---------------|------------|
| Geribbeld HPL | Ø: 1000 mm |
| Verenstaal    | H: 260 mm  |



Afbeelding 2: Balance springbloem<sup>2</sup>

### 1.2.2 Dynamische balanceertoestellen

#### Turnbank

De bank of 'turnbank' is waarschijnlijk het bekendste en meeste gebruikte toestel in de gymzaal. Er zijn vele mogelijkheden waarop de bank ingezet kan worden als gymtoestel. Bijvoorbeeld in combinatie met de kast (schuin balanceervlak waar overheen gelopen kan worden) of in combinatie met de ringen of ondersteboven schuin op een kast (extra moeilijkheidsgraad met balanceren vanwege de smalle onderkant). De bank kan echter ook



Afbeelding 3: Turnbank<sup>3</sup>

| Materiaal    | Afmetingen      |
|--------------|-----------------|
| Gelakt hout  | L: 3000/3600 mm |
| Gepoedercoat | B: 270 mm       |
| staal        | H: 310 mm       |

gebruikt worden tijdens statisch balanceren (bijvoorbeeld op één been balanceren). Balansverstoringen (links/rechts) kunnen veroorzaakt worden door de instabiliteit van de ringen/touwen waar de turnbank ingehangen kan worden, het balanceerplateau zelf vervormd niet.

### Balanceerbalk

De balanceerbalk is een houten balk welke met kettingen aan een frame vastzit. Hierdoor is er een beperkte bewegingsuitslag van de balk mogelijk, waardoor het een extra moeilijkheidsgraad heeft om de balans te houden ten opzichte van de turnbank. Er kan gebruikt gemaakt worden van verschillende breedtes van het steunoppervlak, om de moeilijkheidsgraad te verhogen. Balansverstoringen vinden plaats in de richting links/rechts, het balanceerplateau zelf vervormd niet. Dit speeltoestel wordt vaak in speeltuinen en buiten gezien, er wordt geen gebruik van de gemaakt in de gymzaal.



Afbeelding 4: Balanceerbalk<sup>4</sup>

| Materiaal          | Afmetingen                           |
|--------------------|--------------------------------------|
| Gelakt hout<br>RVS | L: 880 mm<br>B: 4500 mm<br>H: 970 mm |

### Slackline

Slacklinen bestaat uit het lopend balanceren over een strakgespannen nylon band van 2,5 tot 5cm breed. De band wordt meestal tussen twee bomen of andere vaste punten gespannen. Balansverstoringen vinden plaats op de slackline in meerdere richtingen (links/rechts en boven/onder) en het balanceerplateau is zeer flexibel en vervormd tijdens het uitvoeren van de oefening. De bewegingsuitslag en de trilling van de slackline kan aangepast worden door de band strakker of losser te spannen. Hierdoor is het mogelijk om op een simpele manier te variëren in de moeilijkheidsgraad en de verschillende bewegingsmogelijkheden. Slacklinen draagt bij aan het verbeteren van de posturele controle, of specifiek de dynamische balans, van een leerling (Pfusterschmied et al. 2013). Dit onderzoek heeft aangetoond dat al na vier weken balanstraining met behulp van een slackline de dynamische balans verbeterd is ten overstaan van de controlegroep, waarbij tevens gebruik werd gemaakt van impliciete leermethodes.



Afbeelding 5: Slackline<sup>5</sup>

De effectiviteit van het slacklinen, de simpele variaties in moeilijkheidsgraad en bewegingsmogelijkheden en het eenvoudig combineren van impliciete leermethodes maakt dat slacklinen mogelijk een goede aanvulling kan zijn op het primaire bewegingsonderwijs. Slacklinen wordt marginaal gebruikt door gymdocenten in het primaire onderwijs. Dit komt doordat het opzetten van een slackline in een gymzaal veel tijd kost, de materialen niet aanwezig zijn en het een relatief nieuwe sport is.

| Materiaal                      | Afmetingen                         |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Nylon speciaal<br>geweven band | L: 15m tot 50m<br>B: 25mm tot 50mm |

### 1.3 Deelvraag 1

#### “Wat is balanceren?”

Balans, ook wel gedefinieerd als de mogelijkheid om het zwaartepunt van het lichaam binnen de basis van ondersteuning te houden (Shumway-Cook et al. 2007), is een kritieke bekwaamheid van de mens om functionele activiteiten zoals mobiliteit uit te kunnen voeren (Howe et al. 2011).

Balanceren wordt ook wel gezien als de basis van de meeste grof motorische bewegingspatronen en over het algemeen zijn meisjes vaardiger in het balanceren dan jongens (Van Gelder, W.; Stroes, H. 2002). Om de verschillende (fysieke) achterstanden te verduidelijken, zijn er uitgebreide beoordelingsmethodes van de houdingscontrole nodig welke kunnen worden ingezet in bijvoorbeeld gymzalen van basisscholen. De ‘Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency’ (BOT-2) wordt wereldwijd gebruikt om de motorische vaardigheden van leerlingen en adolescenten te evalueren (Bruininks & Bruininks, 2005). De handelingen welke tijdens de test uitgevoerd moeten worden staan beschreven in tabel 1 bij de sub test (BAL).

De basis van veel verschillende motorische activiteiten is het (kunnen) houden van de balans, ook wel posturele controle genoemd. Posturale controle kan gedefinieerd worden als: het houden, verkrijgen of herstellen van staat van balans tijdens elke houding of activiteit. De balans wordt geregeld door het vestibulaire systeem (Wolters et al. 2004), ook wel het evenwichtsorgaan genoemd. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen 2 soorten van evenwicht, namelijk het statische- en het dynamische evenwicht. Statisch evenwicht treedt op als de persoon in balans is tijdens de stand fase (stilstaan). Tijdens statisch evenwicht is er altijd een lichaamsdeel wat in contact staat met de ondergrond (bijvoorbeeld de voeten tijdens stand). Dynamisch evenwicht is het evenwicht tijdens een beweging. Dit is weer onder te verdelen in twee types. Het eerste type is het evenwicht dat gehouden moet worden bij een beweging waarbij er wel contact met de ondergrond is, bijvoorbeeld tijdens het lopen. Het tweede type is het evenwicht dat gehouden moet worden tijdens een beweging waarbij er een moment is dat er geen contact is met de ondergrond, bijvoorbeeld tijdens hardlopen of springen.

Voor leerlingen in het primaire onderwijs zijn er richtlijnen of ‘leerlijnen’ opgesteld waar de leerling op een bepaalde leeftijd wordt verwacht aan te voldoen (zie afbeelding 5). Deze leerlijnen staan in het ‘basisdocument bewegingsonderwijs’ (Berkel, van M. 2011) en kunnen gebruikt worden bij bijvoorbeeld het inrichten van gymlessen of het evalueren van de leerlingen.

**Tabel 1: Items voor de Subtests van de BOT-2 test. (Pitetti, Miller & Loovis; 2017)**

| Subtest | Item | Title                                                 | Unit     | Score range |
|---------|------|-------------------------------------------------------|----------|-------------|
| ULC     | 1    | Dropping and catching ball, both hands                | Catches  | 0-5         |
|         | 2    | Catching a tossed ball, both hands                    | Catches  | 0-5         |
|         | 3    | Dropping and catching a ball, one hand                | Catches  | 0-5         |
|         | 5    | Dribbling a ball, one hand                            | Dribbles | 0-10        |
|         | 6    | Dribbling a ball, alternating hands                   | Dribbles | 0-10        |
| BAL     | 1    | Standing feet apart on a line, eyes open              | Seconds  | 0-10        |
|         | 2    | Walking forward on a line                             | Steps    | 0-6         |
|         | 3    | Standing on one leg on a line, eyes open              | Seconds  | 0-10        |
|         | 4    | Standing with feet apart on a line, eyes closed       | Seconds  | 0-10        |
|         | 5    | Walking forward heel-to-toe on a line                 | Steps    | 0-6         |
| BLC     | 7    | Standing on one leg on a balance beam, eyes open      | Seconds  | 0-10        |
|         | 1    | Touching nose with index finger, eyes closed          | Touches  | 0-4         |
|         | 2    | Jumping jacks                                         | Jumps    | 0-5         |
|         | 3    | Jumping in place, same sides synchronized             | Jumps    | 0-5         |
|         | 4    | Jumping in place, opposite sides synchronized         | Jumps    | 0-5         |
|         | 6    | Tapping feet and fingers, same sides synchronized     | Taps     | 0-10        |
|         | 7    | Tapping feet and fingers, opposite sides synchronized | Taps     | 0-10        |

Note. ULC= upper limb coordination; BAL = balance; BLC = bilateral coordination.

#### 1) Leerlijn balanceren

##### Kenmerken:

lopen over een beperkt stabiel vlak  
 lopen over een beperkt labiel vlak  
 verplaatsen m.b.v. losse materialen  
 meenemen van materialen  
 passeren van hindernissen op een beperkt vlak  
 passeren van een ander op een beperkt vlak  
 elkaar in evenwicht houden  
 zoeken naar een gezamenlijke balans

Afbeelding 5: Leerlijnen balanceren. (Berkel, van M. 2011)

Tevens is er een leerlingvolgsysteem ontwikkeld (Van Gelder, W. & Stroes, H. 2007) waarbij het niveau van de leerlingen afzonderlijk bekeken kan worden door het bewegingsgedrag te observeren (zie afbeelding 6 en bijlage 1). De motorische vaardigheden worden onderverdeeld in de verschillende motorische hoofdgroepen. Daarnaast zijn er observatievaardigheden opgesteld, deze zijn eenvoudig (kwantitatief) te observeren en indicatief voor de motorische hoofdgroepen. Door de leerlingen (kort) afzonderlijk te observeren is de docent zich meer bewust van de onderlinge verschillen in niveaus van de leerlingen. Hierdoor kan de gymles beter aangepast worden aan de leerlingen en krijgen ze de mogelijkheid om de juiste motorische ontwikkelingen door te maken.

| Motorische hoofdgroep                      | Observatievaardigheid                                   | Kwantificeerbaar in     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Evenwicht → Statisch<br>↙ (zeer) dynamisch | Stilstaan                                               | Seconden                |
|                                            | Springen – Kracht (hinkelen)                            | aantal                  |
| Coördinatie                                | Springen – Coördinatie (huppelen, wisselsprongen, e.d.) | lukt 't of lukt 't niet |
| Oog-lichaamcoördinatie                     | Stuilen                                                 | aantal                  |

Afbeelding 6: Verdeling hoofd-sub groepen leerlingvolgsysteem (Van Gelder, W. & Stroes, H. 2007).

Uit het document bewegingsonderwijs van Tule blijkt dat het kerndoel 'Balanceren' bestaat uit vier verschillende bewegingsthema's, namelijk: balanceren, rijden, glijden en acrobatiek (SLO 2009). Met behulp van deze bewegingsthema's is het overzichtelijker welke soort oefeningen bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motoriek. Tevens is het een goede manier om het niveau te bepalen voor de verschillende leeftijdsgroepen. In bijlage 2 is een overzicht te zien van de bewegingsthema's en de bijbehorende oefeningen.

#### Eisen voortgekomen uit deelvraag 1

- Het speeltoestel moet bijdragen aan de ontwikkeling van de posturele controle door middel van balansverstoringen van het dynamisch evenwicht tijdens contact met een ondergrond.
- Het speeltoestel moet multifunctioneel zijn, dat wil zeggen dat het speeltoestel minimaal één bewegingsthema van het kerndoel balanceren aanspreekt (balanceren, rijden, glijden en acrobatiek). Tevens moet het minimaal één observatievaardigheid van het leerlingvolgsysteem aanspreken (stilstaan, springen-kracht of springen-coördinatie).

#### Wensen voortgekomen uit deelvraag 1

- Het speeltoestel draagt bij aan zowel de ontwikkeling van het evenwicht als de krachtontwikkeling van de leerling.

## 1.4 Deelvraag 2

*“Op welke manier kunnen leerlingen uit groep 3/4 de grove motorische vaardigheid balanceren ontwikkelen?”*

Het balanceren begint al van jongs af aan. Zo wordt er bijvoorbeeld al gebalanceerd vanaf het moment dat de eerste stapjes worden gezet, maar ook tijdens het kruipen is er al sprake van balanceren. De basis van de ontwikkeling van de grove motoriek wordt gelegd in het eerste en tweede levensjaar, dan is namelijk de ontwikkeling van de primaire motorische en sensorische gebieden van de hersenschors grotendeels afgerond. Echter is het niet duidelijk of en wanneer de motorische ontwikkeling voltooid is (Adolph & Robinson, 2015).

Wat belangrijk is, is om de leerlingen al vanaf het primair onderwijs goed te ondersteunen in de ontwikkeling van motorische vaardigheden. Om ervoor te zorgen dat dit enigszins uniform geregeld is, zijn er richtlijnen bedacht voor de verschillende leeftijdsgroepen in het primaire onderwijs. Dit is opgeschreven in het basisdocument bewegingsonderwijs (Berkel, van M. 2011) en kan gebruikt worden door de gymdocenten om de lessen in te richten. Zo is de richtlijn voor motorische oefeningen voor leerlingen uit groep een en twee bijvoorbeeld: lopen zonder hulp over een recht balanceervlak. De richtlijn voor motorische oefeningen voor leerlingen uit groep drie en vier bij het balanceren bestaat uit het omhoog lopen zonder hulp over een schuin balanceervlak. De docent helpt hierbij de leerlingen zodat alle leerlingen uit de groep mee kunnen doen aan de activiteit en proberen hun bewegingsmogelijkheden uit te breiden. Voor leerlingen waar het een uitdaging voor is om te lopen over een schuin balanceervlak (denk aan de bank, wel of niet omgekeerd, die schuin op de kast gezet is), dient de docent als steunpunt. Ook stimuleert de docent het lopen in een regelmatig tempo en maakt ze het moeilijker voor de leerlingen die geen uitdaging meer kunnen vinden in de oefening.

De hierboven benoemde onderdelen kunnen geoefend worden door de bewuste handelingen veel te herhalen waardoor leerlingen uiteindelijk geoefend raken in deze bewuste handeling. Echter zijn er nog veel meer oefeningen om het balanceren te verbeteren. Door veel verschillende balanceeroefeningen te doen, variëren in bewegingspatronen en bewegingsuitvoeringen, zullen leerlingen het algemene evenwicht (zowel statisch als dynamisch) meer en beter ontwikkelen. Dit is een vorm van impliciet leren wat ‘differentieel leren’ wordt genoemd. Meer informatie hierover wordt gegeven bij deelvraag 3.

Om te weten te komen wat voor soort oefeningen er allemaal gedaan worden is er een middag meegelopen met een gymdocent op de Martin Luther King school in Haarlem. Ook zijn gesprekken en interviews gevoerd met nog 2 andere gymdocenten van twee andere basisscholen. Een samenvatting van deze gesprekken/interviews staat in bijlage 3. Op de M.L.K. school heeft een gesprek/interview plaatsgevonden en is er geobserveerd tijdens de gymlessen van groep drie en vier. In afbeelding 6 t/m 8 is te zien welke oefeningen uitgevoerd moesten worden tijdens de gymles.

Er zitten specifieke balanceeroefeningen tussen, zoals lopen over de omgedraaide bank (afbeelding 6), maar er zitten ook oefeningen tussen welke een combinatie zijn tussen balans en coördinatie, waaronder glijden, stoeien, bal in het juiste vak van het wandrek gooien.



Afbeelding 6: Balanceren omgedraaide bank



Afbeelding 7: Balanceren bank schuin aan touwen.



Afbeelding 8: Stoeien op de mat, glijbaan aan klimrek, handstand tegen de muur.

Uit de observatie bleek dat er een behoorlijk verschil zit in de vaardigheden van de leerlingen uit groep 3 en de leerlingen uit groep 4. Bij de omgedraaide bank en de schuine bank was het verschil het grootst. Leerlingen uit groep 3 hadden moeite met de lengte van het balanceervlak van de omgedraaide bank en vaak was externe hulp nodig om te balanceren. Het blijkt dat als ze zich extra goed concentreren op een vast punt dat de bank zonder obstakel voor (bijna) iedereen haalbaar is. De bank met het obstakel was een grotere uitdaging en alleen de betere balanceerders uit de groep (vooral de meisjes) konden hier zonder hulp overheen stappen. Voor bijna alle leerlingen uit groep 4 was deze oefening te makkelijk en was er geen sprake van een uitdaging.

De schuine bank aan de touwen vormde voor een aantal leerlingen uit groep 3 een obstakel, waar angst een grote rol in speelde. Veel leerlingen legden het obstakel voornamelijk op handen en voeten af, maar zodra de docent ernaast stond (zonder de leerling vast te houden) ging het bij veel leerlingen al beter. Bij de leerlingen uit groep 4 speelde tevens de angst om te vallen mee, wat verklaard kan worden door de hoogte en instabiliteit van de oefening. Echter nadat de docent er één keer bij had gestaan, was de angstbarrière doorbroken. In tabel 2 is een overzicht van de oefeningen en het gemiddelde slagingspercentage tijdens het einde van de oefening te zien.

Tabel 2: Slagingspercentages uitvoeringen balanceeroefeningen.

|                                           | Slaging groep 3 (%) |          | Slaging groep 4 (%) |          |
|-------------------------------------------|---------------------|----------|---------------------|----------|
|                                           | J (n=16)            | M (n=14) | J (n=13)            | M (n=17) |
| <b>Omgedraaide bank</b>                   | 82%                 | 100%     | 93%                 | 100%     |
| <b>Omgedraaide bank met obstakel</b>      | 32%                 | 65%      | 85%                 | 100%     |
| <b>Schuine bank aan de touwen (lopen)</b> | 75%                 | 72%      | 100%                | 100%     |
| <b>Handstand tegen de muur</b>            | 44%                 | 93%      | 70%                 | 95%      |

Zoals te zien is in tabel 2 en tijdens de gymlessen, is het voor leerlingen uit groep 4 niet echt een uitdaging bij de bovenstaande balansoefeningen. Om deze leerlingen meer uitdaging te geven tijdens de balanceeroefeningen, zijn een aantal variabelen opgesteld die het balanceren kunnen beïnvloeden. Deze variabelen zijn beschreven op de volgende pagina en kunnen worden toegepast op verschillende balanceeroefeningen.

**Tabel 3: Variabelen voor het beïnvloeden van de balanceeroefening.**

| <b>Variabelen</b>                       | <b>Van makkelijk -&gt; moeilijk</b>                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Breedte van het balanceervlak           | Breed - smal                                                                                                  |
| Lengte van het balanceervlak            | Kort – lang                                                                                                   |
| Stabiliteit van het balanceervlak       | Stabiel – instabiel                                                                                           |
| Hoek van het balanceervlak met de grond | Horizontaal – Schuin (waarbij omlaag lopen moeilijker is dan omhoog)                                          |
| Hoogte van het balanceervlak            | Laag – hoog                                                                                                   |
| Complexiteit van de beweging            | Geen taak – Complexe taak (bijvoorbeeld: spring op één been over een obstakel op het smalle deel van de bank) |
| Hulp                                    | Met hulp (van medeleerlingen of docent) - alleen                                                              |

#### Eisen voortgekomen uit deelvraag 2

- Aan het speeltoestel moet veranderingen gemaakt kunnen worden gebaseerd op tenminste 3 van de volgende variabelen: Breedte, lengte of stabiliteit van het balanceervlak, hoek van het balanceervlak met de grond, hoogte van het balanceervlak, complexiteit van de beweging of hulp.

#### Wensen voortgekomen uit deelvraag 2

- Verstelbare poten en/of standers moeten met maximaal 3 handelingen versteld zijn.
- Het speeltoestel is opgebouwd uit verschillende modules en er is een mogelijkheid om extra modules aan het speeltoestel toe te voegen.

## 1.5 Deelvraag 3

*“Wat betekent impliciet leren en op welke manier kan het gebruikt worden bij het ontwikkelen van het speeltoestel?”*

Eén van de randvoorwaarden, welke opgesteld is door het lectoraat voor het begin van dit afstudeerproject, is dat het speeltoestel impliciet sturend moet zijn. Dit betekent dat het speeltoestel de leerling moet prikkelen (onbewust ertoe moet bewegen) om ermee aan de slag te gaan en tegelijkertijd moet de leerling onbewust kennis over een motorische taak opdoen (impliciete kennis). Bij het ontwikkelen van de motorische vaardigheden, ook wel motorisch leren genoemd, zijn er verschillende vormen van leren die tijdens dit proces gebruikt kunnen worden. Peter J. Beek beschrijft deze vormen in het blad ‘Sportgericht’, waaronder twee overkoepelende vormen, namelijk impliciet- en expliciet leren (Beek 2011a). Tevens worden er sub-vormen van impliciet leren besproken, zoals leren met een externe focus, analogie leren, differentieel leren en foutloos leren.

### 1.5.1 Expliciet versus impliciet leren

Expliciet leren is het verkrijgen van de juiste bewuste, expliciete kennis over een motorische taak met het doel om de uitvoering van deze taak te verbeteren. Expliciet leren kan worden gedaan met behulp van expliciete instructie en feedback, videofeedback en externe bewegingsanalyse, maar ook door een eigen analyse van de bewegingsuitvoering en door bewust uitvoeringsregels op te stellen. Impliciet leren daarentegen is motorisch leren, waarbij er onbewust kennis over de motorische taak wordt opgedaan en waar geen besef van regels of technische uitvoering aanwezig is. De uitvoering van de motorische taak kan niet beschreven of verwoord worden. Impliciet leren kan gekoppeld worden aan leren met een externe focus, analogie leren en differentieel leren.

Impliciet leren heeft een aantal voordelen ten opzichte van expliciet leren, welke van toepassing zouden kunnen zijn op de gymlessen in het primair onderwijs. Zo onderzocht onder andere Masters (1992) het verschil tussen impliciet en expliciet leren en de invloed daarvan op presteren onder druk. Dit werd onderzocht door proefpersonen zonder enige golfervaring te leren putten en hier een beloning aan te hangen. Hieruit bleek dat de prestatie van de impliciet lerende groep proefpersonen verder verbeterde ten opzichte van het vorige oefenblok, terwijl de expliciet lerende groep een (overigens niet-significante) verslechtering liet zien.

Hieronder zijn drie sub-vormen van impliciet leren beschreven, welke een goede toevoeging zouden kunnen zijn voor het primaire bewegingsonderwijs. Deze sub-vormen worden in acht genomen tijdens het ontwikkelen van het speeltoestel.

### 1.5.2 Analogieleren

Een manier om impliciet leren te implementeren in de praktijk (lees: de lichamelijke opvoeding tijdens gymlessen in het primair onderwijs) is om gebruik te maken van ‘analogie leren’. Dit idee is geopperd door Masters, nadat er uit meerdere studies naar impliciet leren bleek dat beeldspraak goed gebruikt kon worden als impliciete leervorm (Liao & Masters, 2001), (Masters, Poolton, Maxwell, & Raab; 2008) en (Schucker, Ebbing & Hagemann; 2010).

Analogie leren is een manier om kennis over te brengen over een motorische taak zonder dat de ontvanger hiervan bewust is. Het overbrengen van de kennis gebeurt hierbij met behulp van een ‘analogie’ of beeldspraak. Voorbeelden van een analogie bij bijvoorbeeld een volleybal smash: ‘Doe alsof je een high-five maakt’ of bij tafeltennis met het oefenen van een topspin: ‘Doe alsof je iemand over zijn bol aait’.

Analogieleren heeft een aantal voordelen ten opzichte van expliciet leren. Door te leren met behulp van beeldspraak, is een leerling in staat om tijdens de gymles een oefening beter uit te voeren als diegene prestatiedruk ondervindt. Analogieleren zorgt er dus voor dat angst minder invloed heeft op de uitvoering van de beweging tijdens bijvoorbeeld een beoordelingsmoment (een moment waarin er prestatiedruk op de leerling staat) (Schucker, Ebbing & Hagemann; 2010).

Ook kan de leerling beter omgaan met een extra taak tijdens het uitvoeren van een oefening (Liao & Masters; 2001). Bijvoorbeeld tijdens een balanceeroefening eraan denken om te bukken voor een obstakel, zodat de leerling niet valt of tijdens een spel betere tactische beslissingen maken. Dit kan verklaart worden doordat er niet 'expliciet' nagedacht hoeft te worden over de uitvoering van de beweging. Hierdoor blijft er ruimte over in het werkgeheugen van de leerling voor een extra taak (bijvoorbeeld dus tactische overwegingen).

Als laatste heeft analogieleren als voordeel dat er sneller belangrijkere beslissingen genomen kunnen worden tijdens een bewegingsuitvoering (Masters, Poolton, Maxwell, & Raab; 2008), wat een voordeel kan opleveren voor de leerlingen om bijvoorbeeld tijdens een val of tijdens een spel een beter 'split-second' besluit te nemen over de landing of de reactie op het voorval.

Analogieleren zou kunnen worden gebruikt in het primair onderwijs om impliciet leren op een toegankelijke manier te gebruiken tijdens gymlessen en om leerlingen sneller en beter de motorische taken (zoals balanceren) te kunnen laten leren. De taak van de gymdocent hierbij is om een passende analogie of beeldspraak te verzinnen bij de desbetreffende oefening.

### 1.5.3 Leren met externe focus

Er zijn twee mogelijkheden waar in dit geval de leerling de aandacht op kan richten, namelijk interne- of externe focus. Wanneer de aandacht gericht is op de uitvoering van de beweging of op de mechanische en neurale processen van de beweging (bijvoorbeeld bij een balansoefening met een skisimulator waarbij de aandacht op de voeten is gericht) is er sprake van interne focus. Wanneer de aandacht gericht is op het effect van de beweging op de omgeving (bij dezelfde balansoefening is de aandacht gericht op de wielen van het platform) is er sprake van externe focus (Wulf et al, 1998).

Leren met externe focus heeft een aantal voordelen ten opzichte van leren met een interne focus, welke onderzocht is door Wulf en collega's. Een van de onderzochte taken welke van toepassing kan zijn op het te ontwikkelen speeltoestel, is de invloed van interne- of externe focus op de balanshandhaving. De proefpersonen welke gebruik maakten van externe focus voerden de balans taak niet alleen beter uit, ook leerden ze het balanceren sneller en beter dan de proefpersonen welke gebruik maakten van interne focus. Tevens bleek tijdens een retentietest (een test waarin er een bepaalde tijd zit tussen het oefenen van de beweging en de daadwerkelijke test) dat de proefpersonen welke de instructies met betrekking tot de externe focus kregen na verloop van tijd nog steeds even goed of zelfs beter de balans wisten te handhaven. Dit in tegenstelling tot de groep welke de interne focus instructies te horen had gekregen, die waren teruggevallen naar het startniveau.

Leren met externe focus kan op een simpele wijze geïmplementeerd worden in het primair bewegingsonderwijs, bijvoorbeeld met behulp van de juiste instructies van de docent tijdens een oefening. Om het leren met een externe focus te vergemakkelijken kunnen er bepaalde afbeeldingen, vormen of projecties op het speeltoestel aangebracht worden. Dit kan ervoor zorgen

dat de aandacht van de leerling afgeleid kan worden van de eigen houding (interne focus) en verlegd kan worden naar het voltooien van de oefening (externe focus).

Het lectoraat GLSO houdt zich bezig met het implementeren van 'Spatial Augmented Reality' (SAR) in de gymzaal van de toekomst. SAR is simpel gezegd een interactieve projectie van een virtuele realiteit, waardoor kinderen gestimuleerd worden om op een impliciete manier nieuwe bewegingsuitvoeringen te leren. SAR zou een manier kunnen zijn om impliciet leren te implementeren in de oefeningen met het speeltoestel.

#### **1.5.4 Differentieel leren**

Differentieel leren is gebaseerd op de individualiteit van de sporter. In tegenstelling tot het traditioneel leren, waarbij er gestreefd wordt naar een ideale bewegingstechniek of bewegingsuitvoering, is differentieel leren erop gespitst om de sporter kennis te laten maken met de verschillen tussen opeenvolgende pogingen van een beweging. Zoals dhr. Beek uitlegt in het blad 'Sportgericht' (Beek 2011d) laten topsporters allemaal een (minimaal) ander bewegingspatroon zien en is er geen ideale universele bewegingstechniek voor bepaalde sporten. Daarom is het onjuist om een techniektraining in te richten naar één ideaal.

Differentieel leren gebruikt de variaties in bewegingspatronen en bewegingsuitvoeringen om de hersenen ertoe te zetten om de meest optimale bewegingsuitvoering (of oplossing) te vinden. Het brein wordt gestimuleerd door alle nieuwe informatie die binnenkomt en filtert eruit wat nuttig is voor de ontwikkeling. In plaats van het herhalen van steeds dezelfde oefening is het dus zaak om zoveel mogelijk variaties in oefeningen te gebruiken, ook al lijken deze in eerste instantie niets toe te voegen aan de te ontwikkelen beweging of uitvoering.

#### **1.5.5 Implementatie in het ontwerpproces**

Differentieel leren zou geïmplementeerd kunnen worden in het speeltoestel, waarbij de mogelijkheid tot variëren in de balansverstoring vooraan moet staan. Dit kan bereikt worden door een toestel te ontwikkelen waarmee op verschillende manieren (zie tabel 3) gevarieerd kan worden in bijvoorbeeld breedte, lengte of hoogte van het balanceervlak, de hoek van het balanceervlak ten opzichte van de grond en de stabiliteit van het balanceervlak. Ook zouden er extra taken toegevoegd kunnen worden, zoals het lopen over of bukken voor een obstakel of het vangen van een bal of ander voorwerp tijdens het balanceren.

#### **Eisen voortgekomen uit deelvraag 3**

- Het speeltoestel moet afbeeldingen, vormen of kleuren bevatten waarmee de focus van de leerlingen extern gericht kan worden.
- Het moet mogelijk zijn om de leerling extra taken op te leggen (bijvoorbeeld het vangen van een bal) tijdens het doen van oefeningen op het speeltoestel.

#### **Wensen voortgekomen uit deelvraag 3**

- Er moet een mogelijkheid zijn om een obstakel, bijvoorbeeld een pion, een lat of een andere vorm van obstructie, te bevestigen aan het speeltoestel om de moeilijkheidsgraad te kunnen verhogen.
- De leerlingen moeten met behulp van analogieën de oefeningen op het speeltoestel uit kunnen voeren.
- Het speeltoestel kan gebruikt worden in combinatie met SAR of andere vormen van projecties.

## 1.6 Deelvraag 4

### *“Aan welke wettelijke eisen moet het speeltoestel voldoen?”*

Om de veiligheid van de leerlingen tijdens het bewegingsonderwijs te waarborgen, zijn er wettelijke criteria opgesteld voor zowel de gymzaal als de gymtoestellen. Deze criteria zijn opgesteld door de Arbowet en worden jaarlijks getoetst door de (verplichte) Risico Inventarisatie en Evaluatie.

De belangrijkste (minimum) eisen voor gymtoestellen welke gebruikt worden in het basisonderwijs zijn hieronder opgesteld, zie bijlage 4 en bijlage 5 voor een overzicht van alle eisen van de Arbowet en het Warenwetbesluit Attractie- en Speeltoestellen (WAS). Alle elektrisch te bedienen sporttoestellen dienen gekeurd te zijn volgens de machinerichtlijn 2006/42/EG. Speeltoestellen welke bestemd zijn voor onderwijsdoeleinden hoeven niet te voldoen aan de speelgoedrichtlijn 2009/48/EG. Speeltoestellen of gymtoestellen welke voor onderwijsdoeleinden gebruikt worden, moeten voorzien zijn van een typekeuring afgegeven door een door het WAS aangewezen keuringsinstelling en moeten voldoen aan de NEN-EN 1176:2008-norm.

**Tabel 4: Eisen gymtoestellen**

| <b>Eisen Arbowet/WAS Gymtoestellen</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jaarlijkse inspectie door de vaste leverancier van de toestellen of een onafhankelijke keuringsinstelling.                                                                                                                           | Bij aanschaf dienen de toestellen voorzien te zijn van CE markering (mits van toepassing), fabrikantenverklaring en Nederlandse gebruiksaanwijzing. |
| Er mogen geen scherpe hoeken en/of randen aanwezig zijn op het speeltoestel, alle mogelijke hoeken moeten zijn afgerond.                                                                                                             | Eventueel houtwerk moet onbeschadigd zijn en mag geen splinters vertonen.                                                                           |
| In de berging staat een speeltoestel niet op wielen. Indien er geen andere mogelijkheid is, dan moeten de wielen geremd zijn.                                                                                                        | Enige verstelbare poten of staanders zijn goed te verstellen en leveren tijdens het verstellen geen gevaren op.                                     |
| Gevaren die ontstaan met betrekking tot draagkracht, stijfheid, sterkte en vervormingscapaciteit van de gebruikte materialen evenals gevaren die ontstaan door het verlies van evenwicht van het toestel of door andere belastingen. |                                                                                                                                                     |

Tevens zijn er eisen opgesteld over de bergingsruimte waarin de toestellen opgeslagen worden als deze niet in gebruik zijn. De gymtoestellen moeten binnen de afmetingen van de bergingsruimte blijven en moeten te allen tijde in de bergingsruimte opgeslagen kunnen worden.

**Tabel 5: Eisen toestelbergingsruimte**

| <b>Eisen Arbowet Toestelbergingsruimte (meter)</b> |                           |
|----------------------------------------------------|---------------------------|
| Hoogte                                             | 2,50                      |
| Breedte                                            | 8 – 10                    |
| Diepte                                             | 4,50 – 5,50               |
| Transportdeur afm. BxH                             | 2 x 2,50 (dubbele deuren) |

#### Eisen voortgekomen uit deelvraag 4

- Alle hoeken en/of randen van het speeltoestel moeten afgerond zijn.
- Al het gebruikte hout in het speeltoestel moet splintervrij zijn.
- Het speeltoestel moet voldoen aan de NEN-EN 1176 norm.
- Indien er wielen op het speeltoestel aanwezig zijn, moeten deze geremd zijn.
- De maximale hoogte van het speeltoestel is 2500mm.
- De maximale breedte van het speeltoestel is 20000mm. (In de bergingsruimte staan meerdere toestellen).
- De maximale diepte van het speeltoestel 5000mm. (Er moet nog ruimte over zijn om langs te lopen).

## 1.7 Antropometrische data

Bij het ontwerpen van het speeltoestel wordt er rekening gehouden met de antropometrische data, zodat de maten afgestemd zijn op de doelgroep. Dit zorgt ervoor dat bijvoorbeeld de reikhoogte bij een speeltoestel op de correcte hoogte is afgesteld, zodat de leerlingen erbij kunnen. De leerlingen uit groep drie en vier vallen binnen de leeftijdscategorie 6 t/m 8 jaar. Voor de juiste antropometrische data moet er gekeken worden naar de middelste kolom van onderstaande tabel. In bijlage 6 zijn de bijbehorende afmetingen te vinden.

Tabel 6: Antropometrische data kinderen

| Kinderen<br>maten in mm   | 2 t/m 5 jr. (n=700) |      |           |      | 6 t/m 8 jr. (n=580) |      |           |      | 9 t/m 12 jr. (n=965) |      |           |      |
|---------------------------|---------------------|------|-----------|------|---------------------|------|-----------|------|----------------------|------|-----------|------|
|                           | Sd                  | p3   | $\bar{x}$ | p97  | sd                  | p3   | $\bar{x}$ | p97  | sd                   | p3   | $\bar{x}$ | p97  |
| <b>STAMATEN</b>           |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 1 lichaamsgewicht [kg]    | 3,4                 | 12,1 | 17,7      | 25,1 | 4,2                 | 20,0 | 26,4      | 36,0 | 7,7                  | 26,8 | 38,0      | 55,1 |
| 2 lichaamslengte          | 97                  | 877  | 1049      | 1228 | 69                  | 1163 | 1284      | 1412 | 87                   | 1326 | 1480      | 1653 |
| 3 schouderhoogte staand   | 81                  | 674  | 812       | 960  | 64                  | 904  | 1016      | 1135 | 79                   | 1054 | 1194      | 1357 |
| 4 reikhoogte staand       | 129                 | 990  | 1212      | 1446 | 92                  | 1350 | 1522      | 1699 | 112                  | 1579 | 1780      | 2004 |
| 5 opstap hoogte           | 82                  | 266  | 403       | 560  | 82                  | 387  | 535       | 708  | 79                   | 471  | 623       | 768  |
| 6 schouderbreedte         | 20                  | 222  | 261       | 298  | 19                  | 274  | 304       | 338  | 23                   | 305  | 345       | 391  |
| 7 elleboogbreedte         | 21                  | 239  | 278       | 319  | 23                  | 264  | 305       | 348  | 32                   | 288  | 339       | 411  |
| 8 heupbreedte staand      | 16                  | 168  | 195       | 224  | 16                  | 200  | 227       | 257  | 23                   | 224  | 262       | 310  |
| 9 borstdiepte             | 11                  | 119  | 137       | 159  | 11                  | 136  | 155       | 178  | 18                   | 148  | 175       | 217  |
| 10 bovenarmomvang         | 13                  | 150  | 172       | 198  | 16                  | 162  | 188       | 224  | 22                   | 175  | 211       | 260  |
| <b>ZITMATEN</b>           |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 11 heupbreedte zittend    | 19                  | 174  | 207       | 245  | 19                  | 207  | 241       | 279  | 28                   | 234  | 278       | 340  |
| 12 reikhoogte zittend     | 74                  | 636  | 765       | 897  | 56                  | 837  | 936       | 1040 | 69                   | 950  | 1074      | 1214 |
| 13 armlengte              | 46                  | 357  | 437       | 522  | 36                  | 458  | 521       | 596  | 49                   | 513  | 601       | 705  |
| 14 reikdiepte zittend     | 78                  | 600  | 751       | 901  | 74                  | 755  | 901       | 1034 | 80                   | 886  | 1042      | 1188 |
| 15 bil-voet lengte        | 69                  | 473  | 590       | 717  | 55                  | 645  | 753       | 859  | 68                   | 777  | 896       | 1032 |
| 16 zithoogte              | 41                  | 520  | 591       | 663  | 33                  | 632  | 688       | 748  | 41                   | 690  | 766       | 850  |
| 17 ooghoogte zittend      | 39                  | 422  | 487       | 563  | 33                  | 518  | 576       | 636  | 42                   | 580  | 654       | 741  |
| 18 schouderhoogte zittend | 27                  | 309  | 358       | 413  | 27                  | 375  | 422       | 473  | 34                   | 420  | 481       | 551  |
| 19 ellebooghoogte         | 18                  | 123  | 155       | 190  | 19                  | 142  | 173       | 210  | 23                   | 150  | 192       | 235  |
| 20 dijbeendikte           | 9                   | 67   | 81        | 98   | 10                  | 78   | 95        | 114  | 13                   | 89   | 111       | 141  |
| 21 bil-knieholte diepte   | 33                  | 222  | 280       | 346  | 27                  | 308  | 357       | 411  | 32                   | 365  | 424       | 484  |
| 22 bil-knie diepte        | 38                  | 277  | 344       | 413  | 30                  | 379  | 436       | 492  | 37                   | 449  | 516       | 591  |
| 23 knieholtehoogte        | 35                  | 205  | 266       | 328  | 25                  | 304  | 347       | 395  | 30                   | 356  | 411       | 472  |
| 24 kniebreedte            | 5                   | 57   | 67        | 76   | 5                   | 67   | 75        | 85   | 6                    | 72   | 83        | 95   |
| <b>HOOFDMATEN</b>         |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 25 hoofdlangte            | 8                   | 164  | 179       | 193  | 7                   | 173  | 186       | 198  | 7                    | 176  | 189       | 202  |
| 26 kin-kruin lengte       | 9                   | 196  | 213       | 229  | 7                   | 213  | 225       | 238  | 8                    | 220  | 235       | 251  |
| 27 hoofdbreedte           | 5                   | 126  | 135       | 146  | 5                   | 131  | 141       | 152  | 6                    | 134  | 144       | 155  |
| 28 hoofdhoogte            | 14                  | 158  | 185       | 209  | 11                  | 178  | 200       | 221  | 11                   | 188  | 209       | 230  |
| 29 hoofdomvang            | 16                  | 479  | 511       | 540  | 14                  | 502  | 527       | 553  | 16                   | 514  | 540       | 572  |
| <b>HANDMATEN</b>          |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 30 handbreedte            | 4                   | 47   | 55        | 62   | 4                   | 57   | 64        | 71   | 5                    | 62   | 71        | 80   |
| 31 handlengte             | 11                  | 96   | 115       | 135  | 8                   | 123  | 138       | 154  | 10                   | 140  | 158       | 179  |
| 32 middelvinger lengte    | 5                   | 41   | 50        | 59   | 4                   | 52   | 59        | 67   | 5                    | 59   | 68        | 77   |
| 33 pinkbreedte            | 1                   | 8    | 9         | 11   | 1                   | 9    | 10        | 12   | 1                    | 9    | 11        | 13   |
| 34 duimbreedte            | 1                   | 11   | 14        | 16   | 1                   | 13   | 15        | 17   | 1                    | 14   | 17        | 20   |
| 35 handdikte              | 2                   | 13   | 17        | 21   | 2                   | 16   | 20        | 23   | 2                    | 18   | 22        | 26   |
| 36 handdiameter           | 4                   | 42   | 48        | 55   | 4                   | 48   | 54        | 62   | 4                    | 52   | 60        | 68   |
| 37 grip omvang            | 8                   | 61   | 75        | 90   | 9                   | 76   | 91        | 106  | 11                   | 88   | 107       | 129  |
| <b>VOETMATEN</b>          |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 38 voellengte             | 15                  | 135  | 163       | 192  | 12                  | 177  | 199       | 222  | 14                   | 200  | 227       | 256  |
| 39 voetbreedte            | 6                   | 54   | 65        | 77   | 5                   | 67   | 76        | 87   | 6                    | 73   | 84        | 96   |
| 40 wreefhoogte            | 7                   | 49   | 60        | 74   | 7                   | 58   | 72        | 87   | 9                    | 65   | 81        | 98   |

### Eisen voortgekomen uit de antropometrische data

- De opstaphoogte van het speeltoestel of een onderdeel ervan is maximaal 387mm (p3).
- De eventueel benodigde reikhoogte bij het speeltoestel is maximaal 1350mm (p3).
- De eventueel benodigde zithoogte bij het speeltoestel is maximaal 632mm (p3).

## 1.8 Programma van Eisen en Wensen

Na elk afzonderlijk onderzoek uit de analysefase zijn er inzichten opgedaan en conclusies getrokken, waarna er eisen zijn opgesteld voor het speeltoestel. Voor de benodigde maten wordt gekeken naar de antropometrische data van kinderen in de leeftijd 6 t/m 8 jaar, zodat het speeltoestel voor iedereen uit de doelgroep toegankelijk is. Deze maten zijn toegevoegd aan het eisenpakket zodat het duidelijk en overzichtelijk is waar het speeltoestel aan moet voldoen. Tevens is het belangrijk om te kijken naar het niveau van uitdaging bij het ontwerpen van het speeltoestel. Het moet kinderen uitdagen, maar tegelijkertijd mag het niet te moeilijk zijn. Met behulp van het opstellen van de eisen en wensen zal dit begeleid worden. Hierbij zijn de eisen leidend, hieraan moet voldaan worden, en kunnen de wensen gezien worden als een aanvulling. Als laatste is er een ontwerpdoel opgesteld om een richting of kader te geven aan de ontwerpfase.

### 1.8.1 Eisen

1. Het speeltoestel moet bijdragen aan de ontwikkeling van de posturele controle door middel van balansverstoringen van het dynamisch evenwicht tijdens contact met een ondergrond.
2. Het speeltoestel moet multifunctioneel zijn, het speeltoestel moet minimaal één bewegingsthema van het kerndoel balanceren aanspreken (balanceren, rijden, glijden en acrobatiek, evenals minimaal één observatievaardigheid van het leerlingvolgsysteem (stilstaan, springen-kracht of springen-coördinatie).
3. Aan het speeltoestel moet veranderingen gemaakt kunnen worden gebaseerd op tenminste 3 van de volgende variabelen: Breedte, lengte of stabiliteit van het balanceervlak, hoek van het balanceervlak met de grond, hoogte van het balanceervlak, complexiteit van de beweging of hulp.
4. Het speeltoestel moet afbeeldingen, vormen of kleuren bevatten waarmee de focus van de leerlingen extern gericht kan worden.
5. Het moet mogelijk zijn om de leerling extra taken op te leggen (bijvoorbeeld het vangen van een bal) tijdens het doen van oefeningen op het speeltoestel.
6. Alle hoeken en/of randen van het speeltoestel moeten afgerond zijn.
7. Al het gebruikte hout in het speeltoestel moet splintervrij zijn.
8. Het speeltoestel moet voldoen aan de NEN-EN 1176 norm.
9. Indien er wielen op het speeltoestel aanwezig zijn, moeten deze geremd zijn.
10. De maximale hoogte van het speeltoestel is 2500mm.
11. De maximale breedte van het speeltoestel is 2000mm.
12. De maximale diepte van het speeltoestel 5000mm.
13. De opstaphoogte van het speeltoestel of een onderdeel ervan is maximaal 387mm (p3, zie antropometrische data).
14. De eventueel benodigde reikhoogte bij het speeltoestel is maximaal 1350mm (p3, zie antropometrische data).
15. De eventueel benodigde zithoogte bij het speeltoestel is maximaal 632mm (p3, zie antropometrische data).

### 1.8.2 Wensen

1. Het speeltoestel draagt bij aan zowel de ontwikkeling van het evenwicht als de krachtontwikkeling van de leerling.
2. Er moet een mogelijkheid zijn om een obstakel, bijvoorbeeld een pion, een lat of een andere vorm van obstructie, te bevestigen aan het speeltoestel om de moeilijkheidsgraad te kunnen verhogen.
3. De leerlingen moeten met behulp van analogieën de oefeningen op het speeltoestel uit kunnen voeren.
4. Het speeltoestel kan gebruikt worden in combinatie met SAR of andere vormen van projecties.
5. Het speeltoestel maakt gebruik van een slackline of een onderdeel wat gebaseerd is op het principe van slacklinen.
6. Verstelbare poten en/of staanders moeten met maximaal 3 handelingen versteld zijn.
7. Het speeltoestel is opgebouwd uit verschillende modules en er is een mogelijkheid om extra modules aan het speeltoestel toe te voegen.

### 1.8.3 Ontwerpdoel

Het doel is om een speeltoestel te ontwerpen welke kinderen uit groep drie en vier steunt en prikkelt in de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren. Met behulp van variaties op het gebied van balanceren en mogelijkheden om kinderen op een impliciete leerwijze te ondersteunen, zal er bijgedragen worden aan de ontwikkeling. In het ontwerp staan de belangrijkste eisen centraal, namelijk de bijdrage van het toestel door middel van balansverstoringen, het aanspreken van de verschillende bewegingsthema's of observatievaardigheden en de mogelijkheid tot verandering van het toestel zelf. Tevens zal er geprobeerd worden om de wensen zoveel mogelijk te implementeren in het ontwerp en zal de mogelijkheid tot het toevoegen van impliciete leermethodes aan het oefenen met het speeltoestel worden beschreven.

## 2. Ontwerpfase

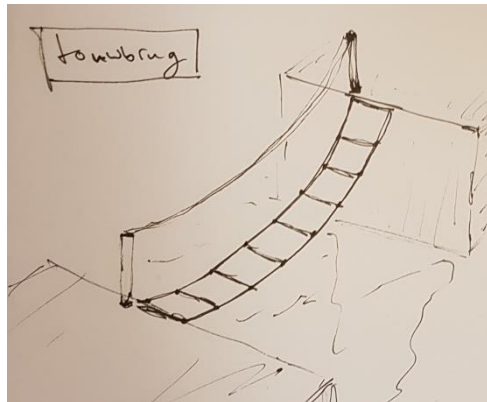
In dit hoofdstuk zijn de verschillende fases uitgelicht welke doorlopen zijn om tot een eindontwerp te komen. Na het opstellen van de lijst van eisen en wensen, aan de hand van de analysefase en het opstellen van het ontwerpdoel, is er begonnen met het maken van ideeschetsen. Daarna zijn een aantal categorieën opgesteld welke van toepassing zijn op de ontwerprichting. Binnen deze categorieën zijn verschillende mogelijkheden of oplossingen geschetst. Uiteindelijk zijn, met behulp van een morfologische kaart, drie concepten uitgekozen welke verder uitgewerkt zijn. Deze concepten zijn getest met behulp van de kardinale methode, om te kijken welk concept de beste oplossing vormt. Het eindconcept wordt uitgewerkt tot een prototype.

### 2.1 Ideeschetsen

Als eerste zijn er verschillende balanceermogelijkheden geschetst, welke hieronder in de afbeeldingen 9 t/m 13 zijn weergegeven.



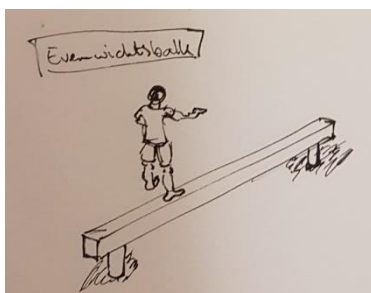
Afbeelding 9:  
Balanceerplatform



Afbeelding 10: Touwbrug



Afbeelding 11: Slackline



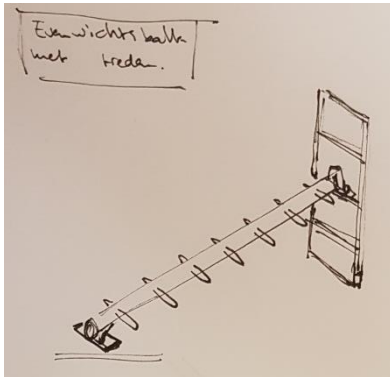
Afbeelding 12: Evenwichtsbalk



Afbeelding 13:  
Klimladder

Hierbij kan er onderscheid gemaakt worden tussen de verschillen in het balanceerplateau of –vlak zelf. Afbeelding 9, 12 en 13 zijn balanceertoestellen met een vast balanceerplateau, dit beweegt niet of nauwelijks mee als er een persoon gebruik van maakt. In afbeelding 10 (mits het touw elastisch is) en 11 beweegt het balanceervlak mee zodra er een belasting op staat.

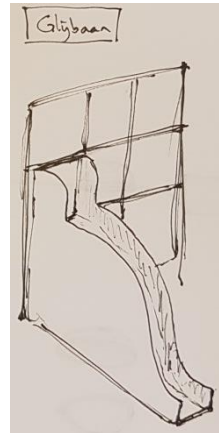
In de afbeeldingen 14 t/m 17 zijn schetsen te zien van modules van een speeltoestel, welke samengevoegd zouden kunnen worden in één toestel. Deze modules zijn gebaseerd op enkele bewegingsthema's van de kerndoelen van het bewegingsonderwijs. Onder andere balanceren, glijden en acrobatiek komen hierin terug.



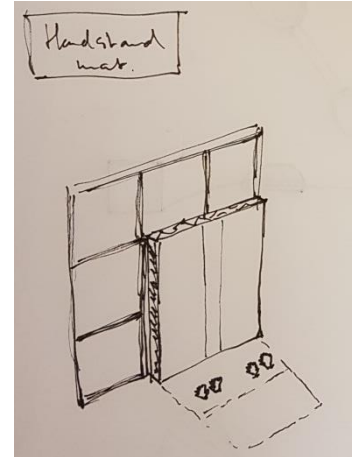
Afbeelding 14: Evenwichtsbalk met treden



Afbeelding 15: Schuine balanceerplatform



Afbeelding 16: Glijbaan



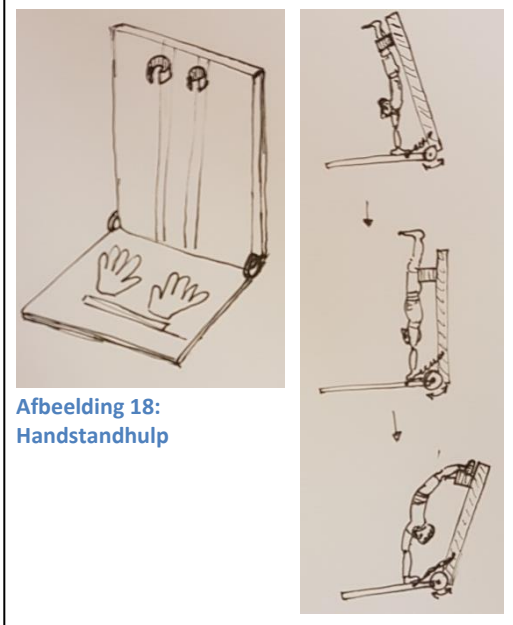
Afbeelding 17: Handstand mat

### 2.1.1 Samengestelde toestellen

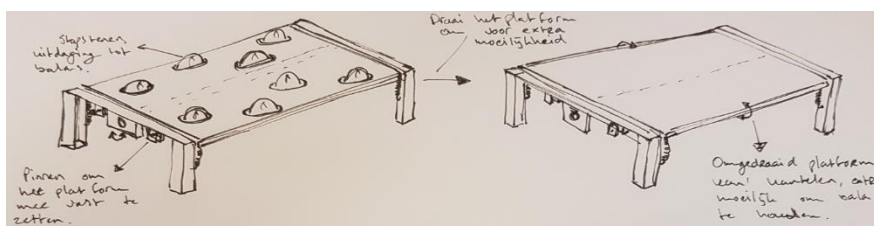
In de volgende afbeeldingen zijn meer samengestelde toestellen te zien, waarbij er een keuze gemaakt is voor de drie concepten welke getoetst zullen worden.

In afbeelding 18 is een speeltoestel te zien welke hulp biedt bij het oefenen van een handstand. Er wordt aangegeven op welke plek de handen neergezet moeten worden, de benen worden opgevangen door bepaalde klemmen aan de bovenkant van het toestel. Het toestel kan zowel voorover als achterover hellen, om de leerling veilig het balanspunt te laten ontdekken.

In afbeelding 19 is een balanceerplatform te zien, welke naar links en naar rechts kan kantelen. Het toestel kan op twee verschillende manieren gebruikt worden. Er kan via de 'stepping stones' naar de andere kant gelopen worden of het platform kan losgemaakt en omgedraaid worden. Het omgedraaide (vlakke) platform heeft een beperkte kanteluitslag en wordt begrensd door progressieve veren, hoe verder het platform kantelt, hoe minder snel het platform kantelt. Er kan met één of twee personen op gebalanceerd worden.

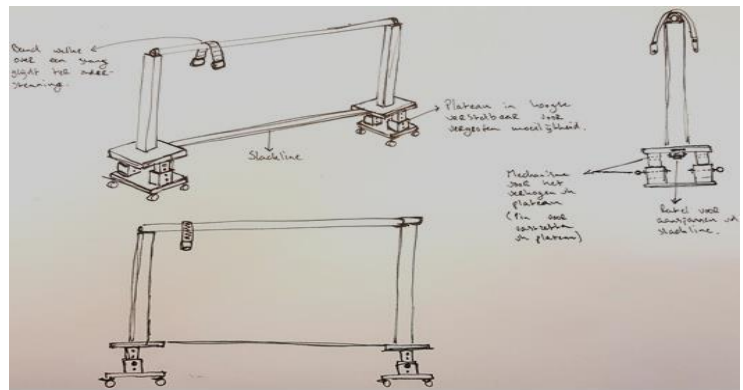


Afbeelding 18: Handstandhulp



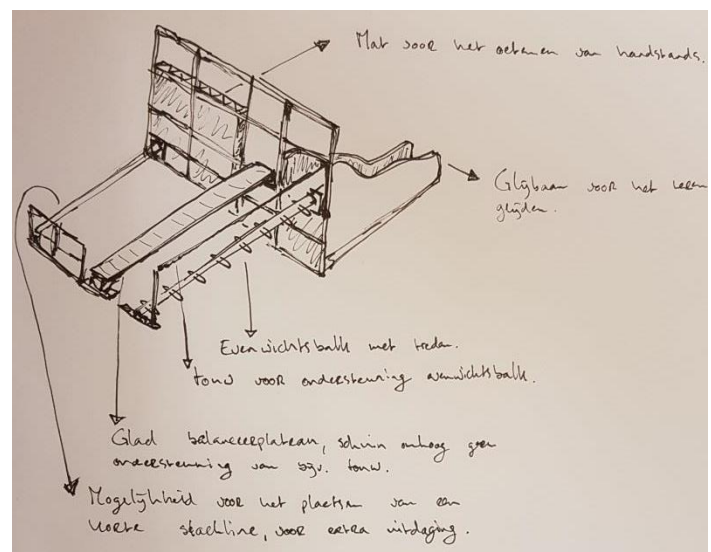
Afbeelding 19:

In afbeelding 20 is een slackline oefentoestel te zien. Hier kan het slacklinen geoefend worden en is er extra steun door de balk aan de bovenkant. Aan de balk hangt een band welke naar voren en naar achteren met de leerling mee kan bewegen, de band is flexibel/elastisch en biedt houvast tot op zekere hoogte. De plateaus aan het begin en einde van de slackline zijn afzonderlijk in hoogte verstelbaar, de slackline kan strakker of losser worden gespannen.



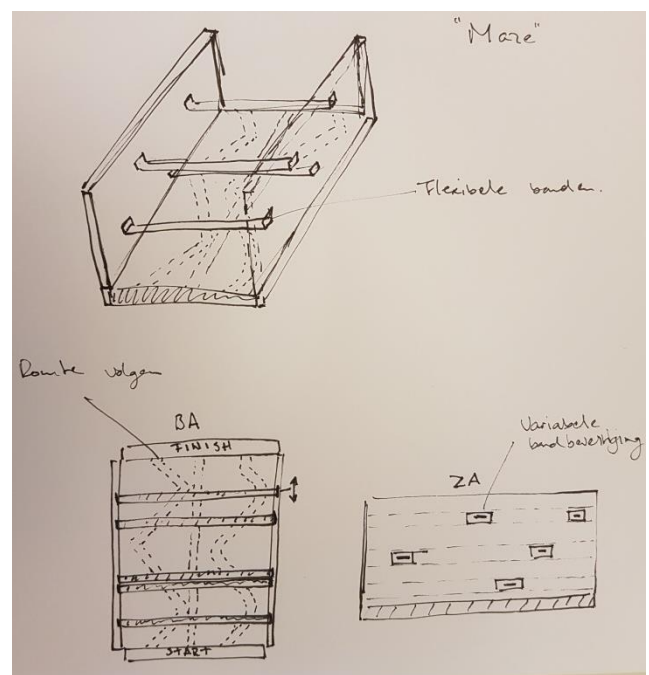
Afbeelding 20: Slackline

In afbeelding 21 is een multifunctioneel modulair toestel geschetst. Dit wil zeggen dat de meeste onderdelen apart bevestigd kunnen worden. Zo kan er gevarieerd worden in mogelijkheden voor verschillende bewegingsoefeningen (en moeilijkheidsgraad). De basis is hetzelfde als een wandrek maar dan losstaand, zodat er aan beide kanten toestellen aan bevestigd kunnen worden. Er kan op het toestel gebalanceerd worden, op de evenwichtsbalk met treden, het gladde balanceerplateau en de slackline. Er kan geklommen worden, van de glijbaan afglijden en de handstand kan tegen de mat worden geoefend. Tevens kan er geoefend worden met springen over de slackline, de slackline is hierbij het obstakel waar overheen gesprongen moet worden.



Afbeelding 21: Multifunctioneel modulair

In afbeelding 22 is het verstelbare doolhof of 'Maze' te zien. Hierbij is het de bedoeling dat één route gevolgd wordt, terwijl er ondertussen onder of over de obstakels (lint/banden) geklommen moet worden. De banden zijn verstelbaar naar voren of achteren en er zijn 3 verschillende rails waar de banden ingezet kunnen worden. Hiermee kan de moeilijkheidsgraad bepaalt worden, evenals door de te volgen route. Hoe meer de route slingert, hoe moeilijker het wordt.



Afbeelding 22: Verstelbaar doolhof

### 2.1.2 Toevoegingen impliciete leermethodes

- Op de kant waar de leerling op moet, aan het einde van bijvoorbeeld de slackline, een 'roos' bevestigen waar een klittenband bal opgeplakt moet worden (zie afbeelding 23). Dit kan het impliciet leren stimuleren met behulp van externe focus.

- Er kunnen externe speelattributen ingezet worden tijdens het oefenen op het speeltoestel, zoals ballen, pionnen etc.

- Er kunnen felle kleuren gebruikt worden bij het beschilderen of bekleden van het speeltoestel om kinderen te prikkelen (bijvoorbeeld kleuren uit afbeelding 24). Dit kan het impliciet leren stimuleren met behulp van externe focus.

- Er kunnen analogiën gebruikt worden om de oefening te beschrijven en op impliciete wijze de kinderen te stimuleren.



Afbeelding 23: Klittenband roos<sup>6</sup>



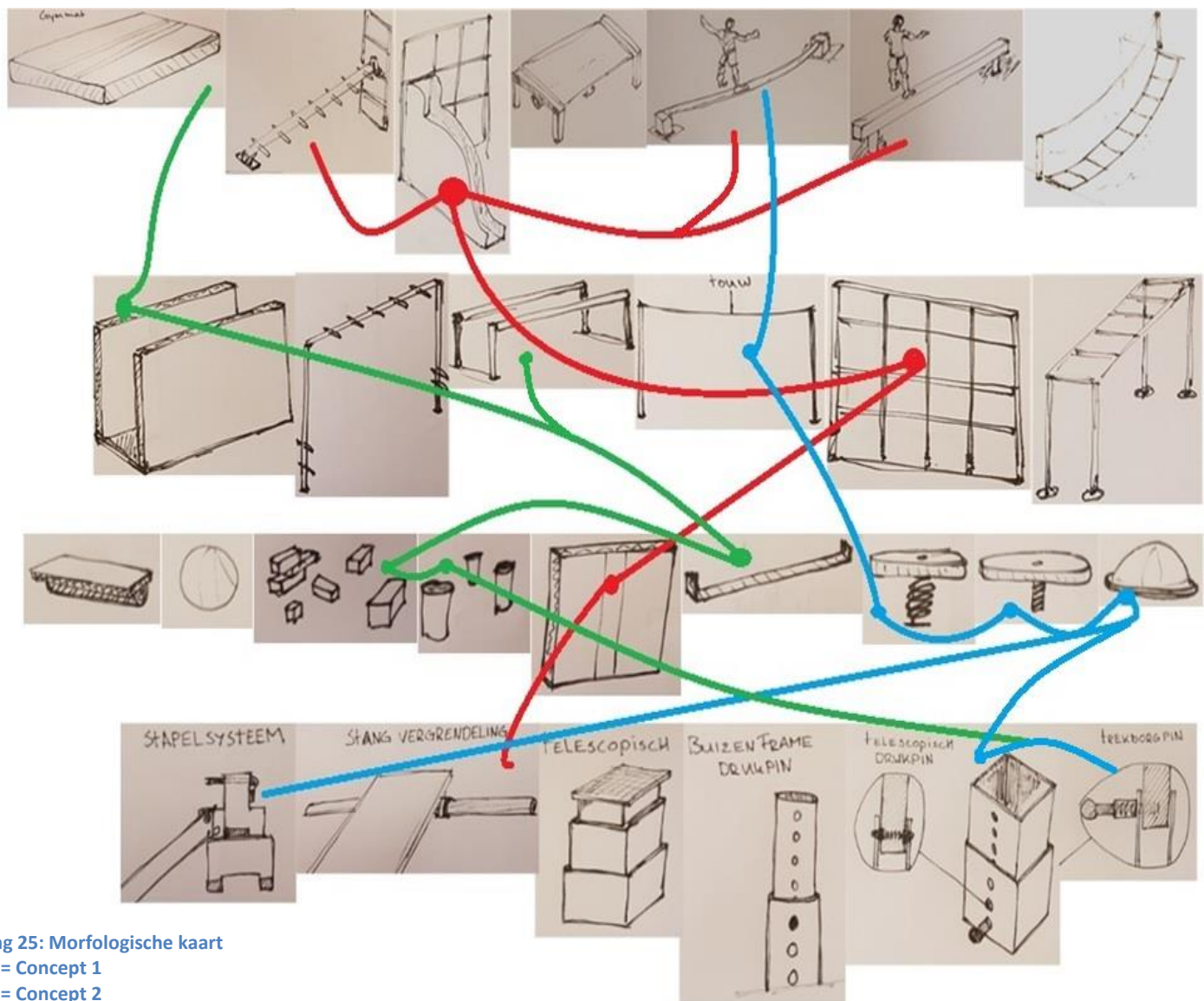
Afbeelding 24: Kleurenpalet<sup>7</sup>

## 2.2 Morfologische kaart

Met behulp van de morfologische kaart zijn 3 concepten uitgekozen welke verder uitgewerkt zijn. De morfologische kaart is opgedeeld in verschillende categorieën, welke gebaseerd zijn op de opgestelde eisen uit het PvE.

### Categorieën morfologische kaart

1. Dynamisch evenwicht – balanceervlak
2. Dynamisch evenwicht – houvast
3. Dynamisch evenwicht – toevoegingen
4. Bevestiging- en verstelmogelijkheden



Afbeelding 25: Morfologische kaart

- Rood = Concept 1
- Blauw = Concept 2
- Groen = Concept 3

## 2.3 Concepten

Uit de methode van de morfologische kaart zijn drie concepten gekomen. Deze drie concepten zijn hieronder verder uitgewerkt en uitgetekend.

### 2.3.1 Concept 1: Modulair multifunctioneel klimrek

Dynamisch evenwicht – balanceervlak: Evenwichtsbalk met treden, gladde evenwichtsbalk, glijbaan en een korte slackline

Dynamisch evenwicht – houvast: Rek/klimrek

Dynamisch evenwicht – toevoegingen: Opvangmat

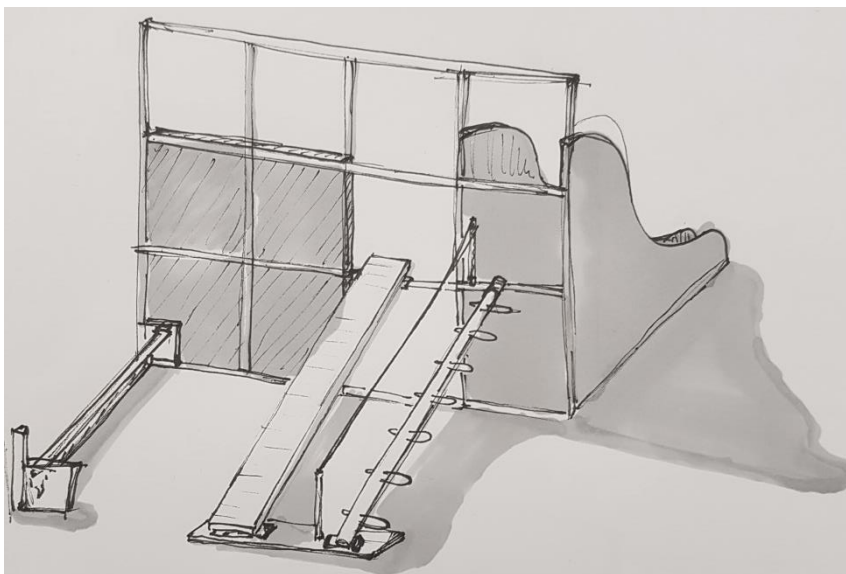
Bevestiging- en verstelmogelijkheden: Stangvergrendeling

De basis van het eerste concept is een losstaand of semi losstaand rek/klimrek met modulaire onderdelen. De onderdelen welke aan het rek bevestigd dienen te worden, zijn allemaal afzonderlijk vast en los te koppelen. In de basis van het klimrek (links of rechtsonder) is een bevestiging met ratel gemonteerd voor een korte slackline.

Bij het ontwerp van dit concept is naar aanleiding van de gehouden interviews en gesprekken bewust gekeken naar het modulaire aspect van het speeltoestel. Centraal staat het eenvoudig en snel vast- en loskoppelen van verschillende onderdelen, omdat de gymdocenten vaak weinig tijd hebben voor het opzetten van een gymarrangement.

Voor het bepalen van het soort balanceertoestellen welke onderdeel uitmaken van het speeltoestel is er gekeken naar de bewegingsthema's. Met behulp van de evenwichtsbalk met treden, de gladde evenwichtsbalk en de korte slackline komt het balanceren uitgebreid aan bod. Ook het glijden wordt geoefend op de glijbaan en het bewegingsthema acrobatiek kan worden toegekend aan de mogelijkheid tot het oefenen van een handstand tegen de opvangmat. Door gebruik te maken van het klimrek als basis, wordt de kracht en coördinatie van kinderen ook op de proef gesteld.

De mogelijkheid is er om alle modules te bevestigen aan de basis en één groot gymtoestel voor de verschillende oefeningen in één keer in te zetten, het is echter ook mogelijk om alleen een aantal van de modules te bevestigen om meer ruimte per oefening te creëren. In afbeelding 26 is het gymtoestel met alle modules eraan bevestigd te zien.



Afbeelding 26: Modulair multifunctioneel klimrek

### 2.3.2 Concept 2: Modulair verstelbaar slackline toestel

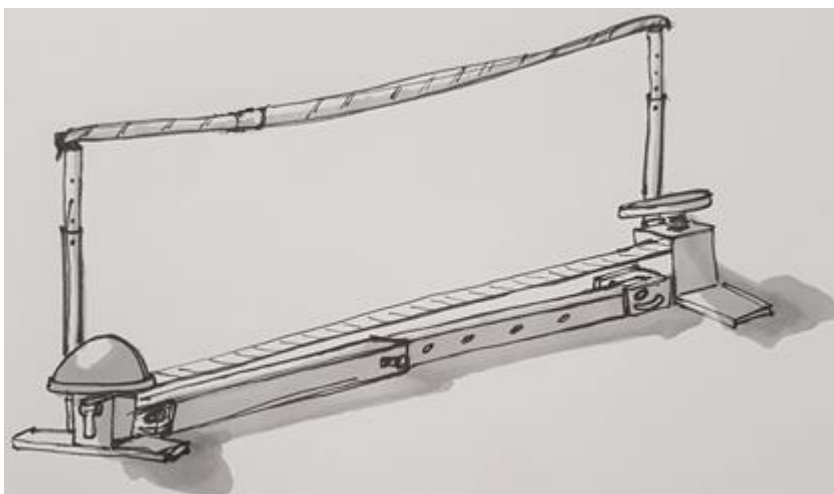
Dynamisch evenwicht – balanceervlak: Slackline

Dynamisch evenwicht – houvast: Touw

Dynamisch evenwicht – toevoegingen: In hoogte verstelbare schijf, schijf op veer, halve fitnessbal

Bevestiging- en verstelmogelijkheden: Telescopisch met trekborgpin, stapelsysteem.

De basis van het tweede concept is de slackline, een uitdagende manier van balanceren en een variatie op de evenwichtsoefeningen op bijvoorbeeld de turnbank. Zoals te zien is in afbeelding 27 onderaan de pagina, is de basis van het toestel een in lengte variabele slackline. Het toestel bestaat uit twee plateau's op de uiteinden, waarvan één voorzien is van een ratel en aan de andere kant een bevestiging voor een slackline. De plateau's zijn uitgerust met een systeem waarop verschillende modules zijn te bevestigen. Voorbeelden hiervan zijn: een in hoogte verstelbare schijf, een balanceerschijf welke op een veer bevestigd is, een halve fitnessbal of een schuimrubber vlak. In het midden van het toestel is een vierkante buis bevestigd. Deze buis kan in de lengte telescopisch veresteld en geborgd worden met behulp van een trekborgpin. Aan beide uiteinden van de vierkante buis zijn scharnierpunten en verstelbare borgpinnen bevestigd, waardoor het plateau in een hoek met de vierkante buis kan staan. Hierdoor kan de slackline schuin opgesteld worden, denk bijvoorbeeld aan één plateau op een kast of andere verhoging. Door de telescopisch verstelbare buis kan het toestel een stuk korter gemaakt worden, zodat het makkelijk in de opbergruimte past. Tevens is er aan elk plateau een bevestiging voor een paal met een geleidingstouw ontworpen. Hieraan kan een band met handvaten aan het touw bevestigd worden voor extra grip, waardoor steun gevonden kan worden boven het hoofd, terwijl de juiste 'slackline-houding' behouden blijft. Met behulp van dit toestel wordt het bewegingsthema balanceren aangesproken op een gevarieerde manier door te oefenen op de slackline. De observatievaardigheid stilstaan wordt geoefend, bijvoorbeeld op het plateau aan het uiteinde van de slackline (op de schijven, de halve fitnessbal of het schuimrubber vlak). Tevens kan de slackline gebruikt worden om de observatievaardigheden springen-kracht of springen-coördinatie te oefenen door er haaks overheen te springen. Zie afbeelding 27 voor de conceptschets.



Afbeelding 27: Modulair slackline toestel, op de afbeelding zijn de halve fitnessbal en de balanceerschijf op een veer bevestigd aan het toestel.

### 2.3.3 Concept 3: Balancing maze

Dynamisch evenwicht – balanceervlak: Harde mat

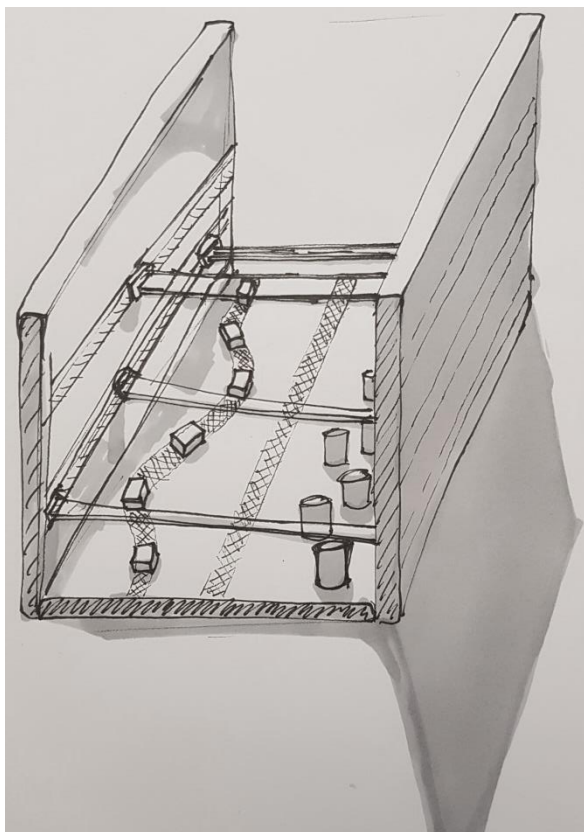
Dynamisch evenwicht – houvast: Schuimrubber wanden en steun/geleidingsbalken

Dynamisch evenwicht – toevoegingen: Verstelbare obstakelbanden, schuimrubber blokken en cilindervormige evenwichtsplateau's

Bevestiging- en verstelmogelijkheden: Telescopisch met trekborgpin, stapelsysteem.

De basis van het derde en laatste concept is het 'Balancing maze'. De bedoeling van dit speeltoestel is om een route te volgen, terwijl er over een bepaalde ondergrond (verschillend per route) gelopen wordt en tegelijkertijd over of onder verstelbare banden door geklommen moet worden. Er zijn drie verschillende routes, waarvan één rechtdoor en twee slingerroutes. Op de rechte route en één van de slingerroutes kunnen schuimrubber blokken bevestigd worden met behulp van klittenband, om zo te variëren in moeilijkheidsgraad. De andere slingerroute bevat cilindervormige plateau's waar overheen gelopen dient te worden. De banden worden bevestigd in de geleiderails op drie verschillende hoogtes aan de zijkant van het toestel en kunnen worden verplaatst.

Bij dit speeltoestel komt voornamelijk het bewegingsthema balanceren naar voren. Door de verschillende routes te kiezen of door banden toe te voegen, kan er worden gevarieerd in moeilijkheidsgraad. De observatievaardigheden springen-kracht en springen-coördinatie wordt in mindere mate ook geoefend door over de banden heen te springen en te proberen op de route te blijven (op de juiste plek terechtkomen na de sprong).



Afbeelding 28: Balancing maze

## 2.4 Kardinale methode

Met behulp van tabel 7 en 8 is er gekeken welk concept het beste aan de eisen voldoet, zodat duidelijk wordt welk concept uitgewerkt wordt als prototype. Aan de verschillende eisen en wensen is een weegfactor toegepast tussen de 1 en 5. Vervolgens zijn de drie concepten afzonderlijk getoetst en is er een waarde van tussen de 1 en 5 toegekend aan elk concept bij elke eis en wens. De waarden zijn daarna vermenigvuldigd met de weging en zo is er een totaalscore aan elk concept toegekend.

Tabel 7: kardinale methode - Eisen

| <i>Eisen</i>        | <i>Weging (1-5)</i> | <i>Concept 1<br/>Mod. klimrek</i> | <i>Concept 2<br/>Mod. slackline</i> | <i>Concept 3<br/>Balancing maze</i> |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Balansverstoring | 5                   | 5                                 | 5                                   | 4                                   |
| 2. Multifunctioneel | 4                   | 5                                 | 4                                   | 3                                   |
| 3. Variabelen       | 4                   | 4                                 | 4                                   | 2                                   |
| 4. Externe focus    | 4                   | 4                                 | 4                                   | 4                                   |
| 5. Extra taken      | 3                   | 3                                 | 3                                   | 3                                   |
| 6. Afgeronde hoeken | 3                   | 3                                 | 3                                   | 4                                   |
| 7. Splintervrij     | 3                   | 4                                 | 5                                   | 5                                   |
| 8. Voldoen aan NEN  | 3                   | 5                                 | 5                                   | 5                                   |
| 9. Wielen geremd    | 3                   | 4                                 | 4                                   | 4                                   |
| 10. Max. hoogte     | 4                   | 4                                 | 5                                   | 5                                   |
| 11. Max. breedte    | 4                   | 3                                 | 4                                   | 3                                   |
| 12. Max. diepte     | 4                   | 3                                 | 3                                   | 4                                   |
| 13. Opstaphoogte    | 5                   | 4                                 | 4                                   | 4                                   |
| 14. Reikhoogte      | 4                   | 4                                 | 5                                   | 4                                   |
| 15. Zithoogte       | 3                   | n.v.t.                            | n.v.t.                              | n.v.t.                              |
| <i>Totaal</i>       |                     | 210                               | 241                                 | 203                                 |

Tabel 8: kardinale methode - Wensen

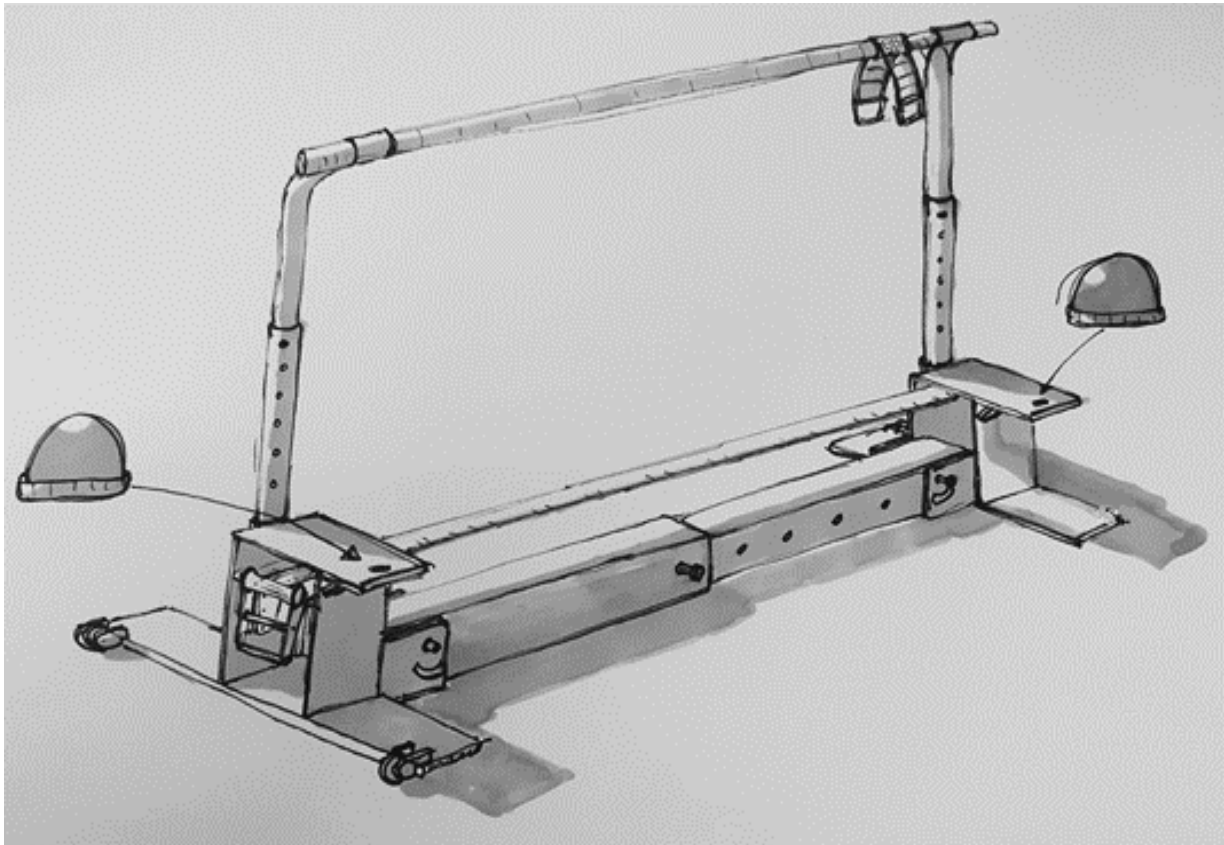
| <i>Wensen</i>              | <i>Weging (1-5)</i> | <i>Concept 1<br/>Mod. klimrek</i> | <i>Concept 2<br/>Mod. slackline</i> | <i>Concept 3<br/>Balancing maze</i> |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Bijdrage ontwikkeling   | 4                   | 5                                 | 4                                   | 3                                   |
| 2. Obstakel                | 3                   | 3                                 | 3                                   | 5                                   |
| 3. Analogieën              | 4                   | 3                                 | 4                                   | 4                                   |
| 4. SAR                     | 2                   | 2                                 | 4                                   | 4                                   |
| 5. Slackline               | 3                   | 3                                 | 5                                   | 1                                   |
| 6. Verstel handelingen     | 3                   | 2                                 | 4                                   | 5                                   |
| 7. Modulair                | 3                   | 5                                 | 4                                   | 3                                   |
| 8. Originaliteit/innovatie | 4                   | 3                                 | 4                                   | 5                                   |
| <i>Totaal</i>              |                     | 87                                | 104                                 | 98                                  |

De kardinale methode is toegepast op zowel de eisen als de wensen en uit beide wegingen is gebleken dat de 'modulaire slackline' zal worden uitgewerkt als prototype. Het ontwerp is naderhand nog aangepast en er is gekeken of de positieve punten van de andere concepten in het slackline concept geïmplementeerd konden worden. Bijvoorbeeld de schuimrubber bekleding van de plateaus en balanceerschijven is gebaseerd op de schuimrubber blokken van de 'Balancing Maze'. Ook de draaibare cilinders welke op de plateaus bevestigd kunnen worden, zijn gebaseerd op de cilinders uit de 'Balancing Maze'. Tevens is het mogelijk om een mat (net als in het modulaire klimrek) onder de slackline te leggen ter bescherming bij vallen en wordt gebruikt gemaakt van een touw als ondersteuning net als bij (een deel van) het modulaire klimrek.

Het slackline concept speelt in op de welkome variatie in balanceeroefeningen in het primaire bewegingsonderwijs en sluit aan bij de bewegingsthema's en observatievaardigheden. Tevens is er een goede mogelijkheid voor het implementeren van impliciete leermethodes en eventueel gebruik van projecties of andere SAR-gerelateerde lesvariaties.

## 2.5 Uitwerkingen concept – Modulair Verstelbare Slackline

In afbeelding 29 is het uitgewerkte concept te zien. De modulaire en verstelbare onderdelen en het prototype zijn verduidelijkt in hoofdstuk 3. Elk afzonderlijk onderdeel is besproken bij het kopje 'Detaillering'.



Afbeelding 29: Modulair verstelbaar slackline toestel.

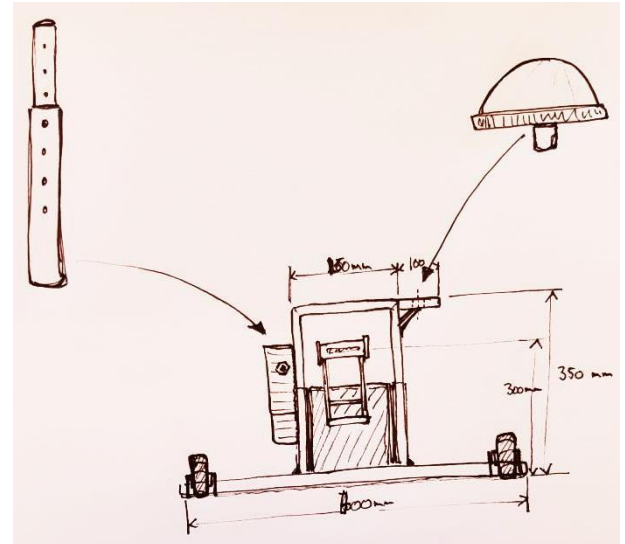
### 3. Vervaardiging

In de volgende tekst staat beschreven hoe de verschillende onderdelen van het speeltoestel ontworpen zijn en hoe het speeltoestel opgebouwd moet worden.

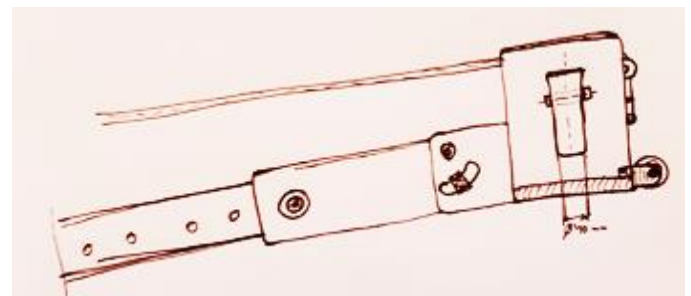
#### 3.1 Detaillering – Uitleg onderdelen

Afbeelding 30 is het vooraanzicht van één van de plateaus van het slackline toestel. Het ratelmechanisme van de slackline is bevestigd aan het plateau, zodat de slackline als het ware door het plateau heen loopt. Aan de linkerkant is een buis te zien, hierin wordt de verstelbare staander bevestigd zodat het touw boven de slackline hangt. Aan de rechterkant op het plateau kunnen de verschillende modules bevestigd worden. De modules worden er ingeklikt met behulp van een kliksysteem. Aan de kopse kant zitten twee wielen zodat het toestel verreden kan worden door het aan één kant op te tillen. De plateaus zijn gemaakt van S235 staal, alle randen zijn afgerond of afgeschuind en het plateau is gepoedercoat. De bovenkant van de plateaus zijn bekleed met schuimrubber voor een goede en veilige afwerking.

De breedte van het steunvlak van het plateau is 700mm, zodat er voldoende stabiliteit is. Het plateau totaal is 250mm, mocht er geen module op bevestigd zijn is dit ruim voldoende voor één leerling om op te staan (voetbreedte p97 = 87mm, zie antropometrische data).



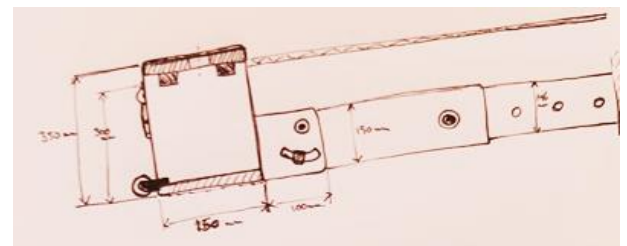
Afbeelding 30: Vooraanzicht plateau slackline



Afbeelding 31: Zijaanzicht plateau en tussenbalk slackline

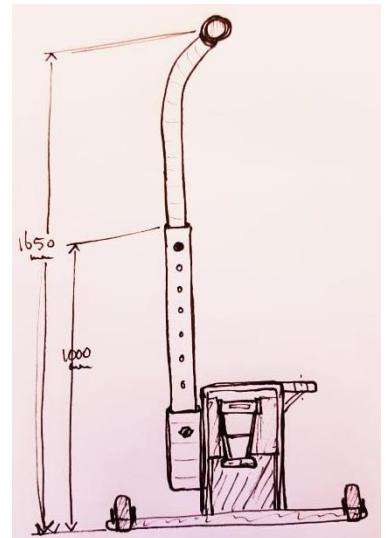
In het zijaanzicht is goed te zien dat de slackline door het frame van het plateau heen loopt. De verstelbare balk verbindt de twee plateaus en is in de lengte verstelbaar met behulp van een trekborgpin. Als het toestel opgeborgen wordt, kan het toestel flink in lengte verkorten en is het makkelijk door één persoon te verplaatsen. Ook kan de hoek tussen het plateau en de balk versteld worden zodat één plateau op een verhoging geplaatst kan worden. De stalen onderdelen zijn gemaakt van s235 en zijn verzinkt en gepoedercoat voor een lange levensduur. De verstelbare balk is gecoat in een slijtvaste poedercoating.

In het volgende zijaanzicht is te zien dat het plateau 350mm hoog is en de slackline 300mm. Ook is te zien dat de verstelbare tussenbalk om één scharnierpunt kan draaien en er een variabele bevestiging onder zit. Zo kan het plateau in een hoek staan met de balk (het plateau op een verhoging). De tweede tussenbalk kan in en uitschuiven in de eerste tussenbalk. De maximale lengte van het toestel in ingeschoven stand is 2600mm en de maximale uitgeschoven stand is 4500mm.



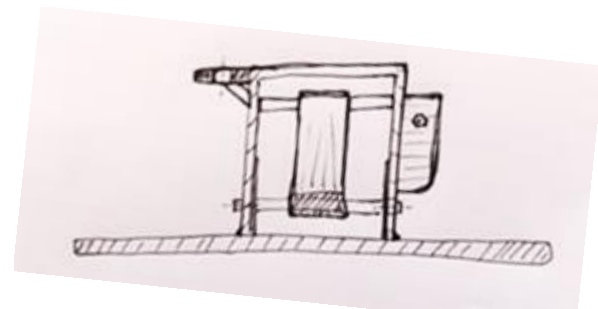
Afbeelding 32: Zijaanzicht rechts plateau en tussenbalk slackline

Aan de zijkant van het plateau is ook een ronde buis/koker te zien (zie afbeelding 33). Hierin kunnen de stangen geplaatst worden, zodat het ondersteuningstouw boven de slackline hangt. De stangen zijn gemaakt van S235 staal en ze zijn verzinkt en gepoedercoat voor een lange levensduur. Het touw kan in hoogte versteld worden met een maximale hoogte van 1650mm, hierbij is rekening gehouden met de maximale reikhoogte ( $p_3 = 1350\text{mm}$ , zie antropometrische data). De bovenste stang schuift in de onderste stang en is tevens aan de bovenkant gebogen, zodat het touw recht boven de slackline hangt. Aan het touw kan een elastische handgreep bevestigd worden dat mee naar voren en achteren beweegt. De handgreep basis is gemaakt van PVC of een andere kunststof welke goed glijd over het touw. De handgrepen zijn van plastic en elastisch materiaal. Het slacklinen en het balans op de slackline kan het beste in evenwicht gehouden worden door de ellebogen op schouderhoogte te houden en de onderarmen naar links en rechts te bewegen. Door een elastische handgreep te gebruiken welke boven het hoofd hangt, is er enige steun maar wordt er tegelijkertijd ook de benodigde houding op de slackline geoefend.



Afbeelding 33: Bevestiging geleidingstouw.

In afbeelding 34 is het andere plateau te zien waar de slackline geborgd zit. De band met lus van de slackline zit om een dikke bout bevestigd en loopt over een andere stang. Deze stang zit evenals de ratel aan de andere kant op 300mm hoogte. De bouten zijn gegalvaniseerd en van hoge kwaliteit en hebben een hoge buig- en treksterkte (12.1).



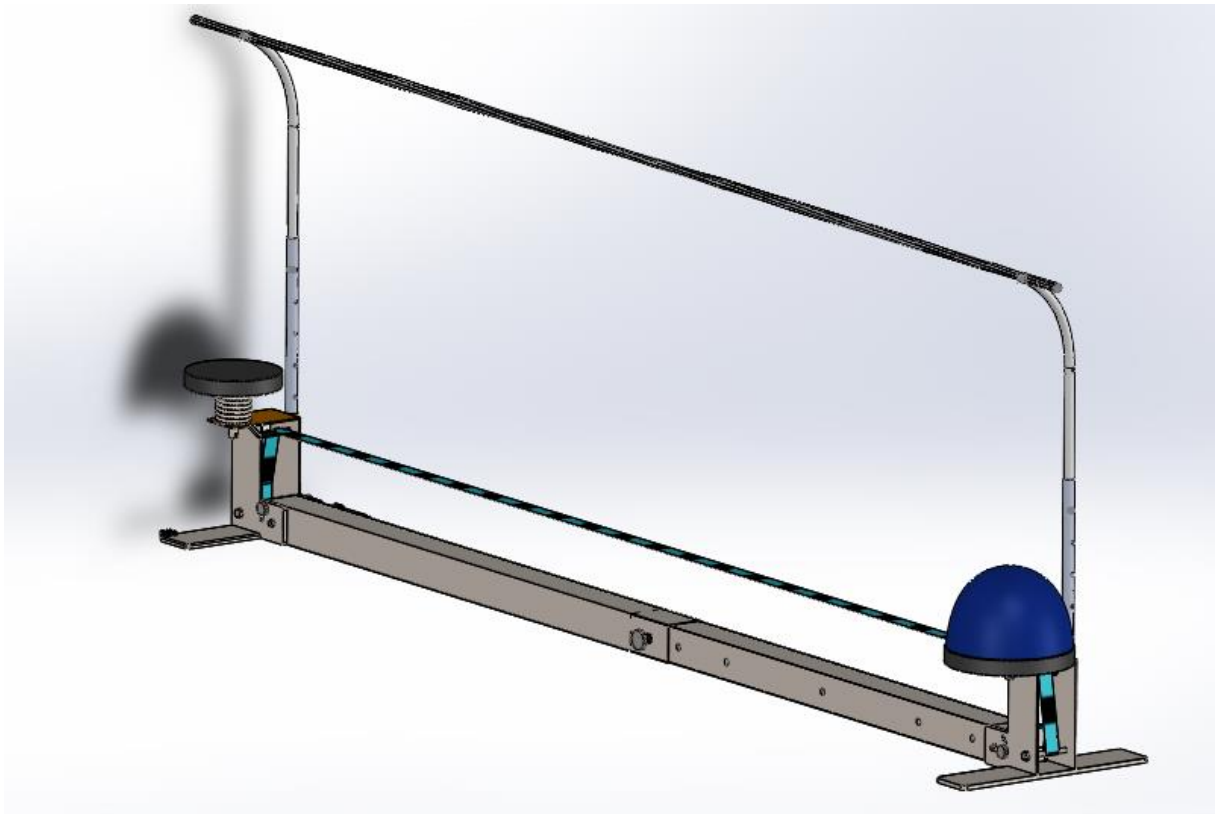
Afbeelding 34: Vooraanzicht tweede plateau.

In afbeelding 35 zijn enkele voorbeelden van modulaire onderdelen te zien welke gebruikt kunnen worden in combinatie met het slackline toestel. Deze zijn eenvoudig op de plateaus te bevestigen door middel van een kliksysteem. Te zien zijn: een in hoogte verstelbare balanceerschijf, een balanceerschijf op een veer, een halve fitnessbal en een ronddraaiende cilinder te zien. De cilinder en de schijven zijn van hout en bekleed met schuimrubber voering.

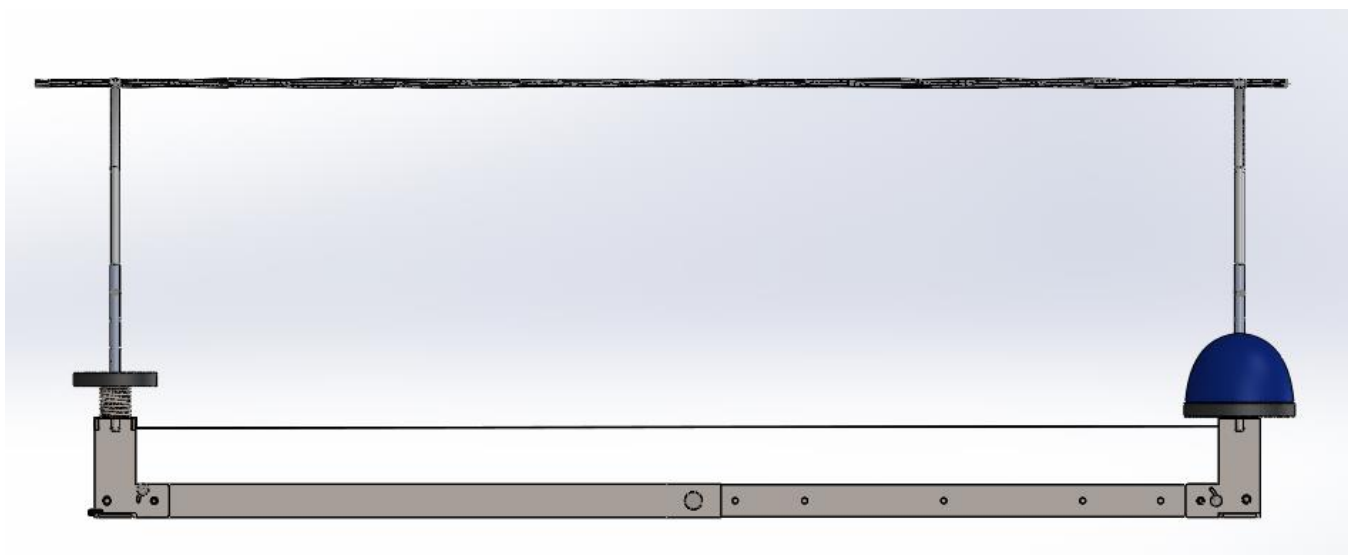


Afbeelding 35: Modulaire onderdelen slackline.

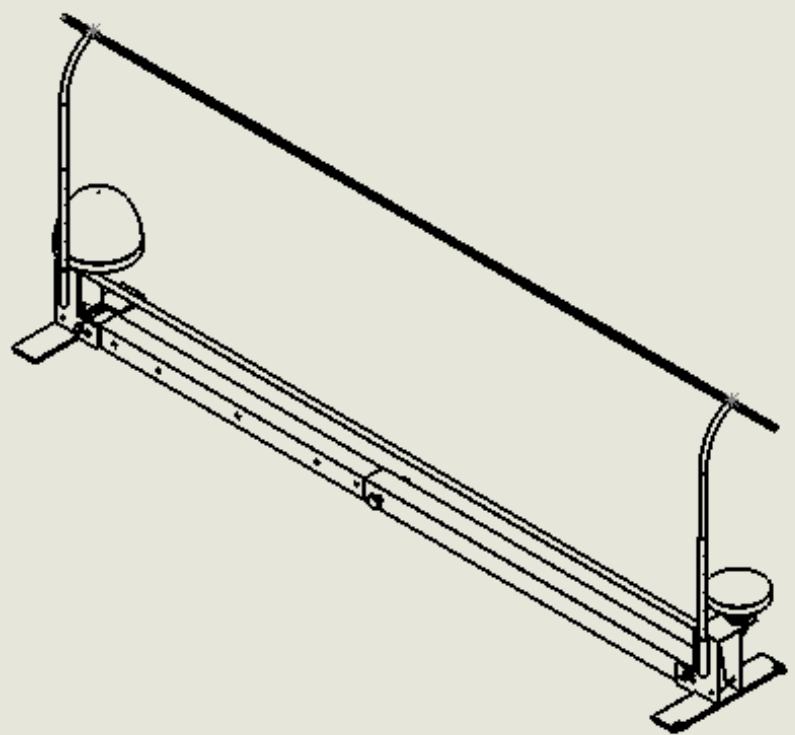
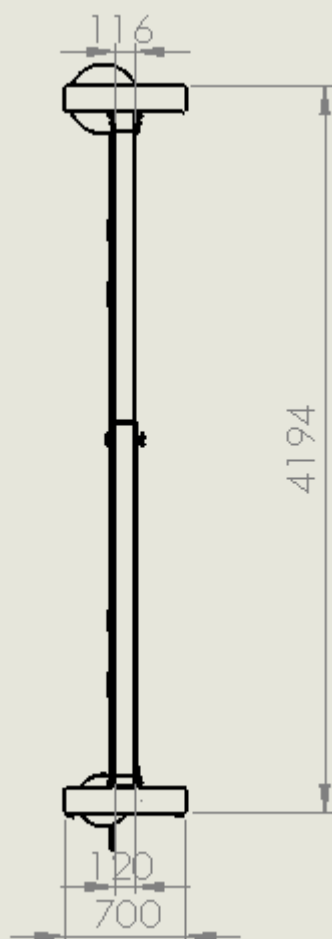
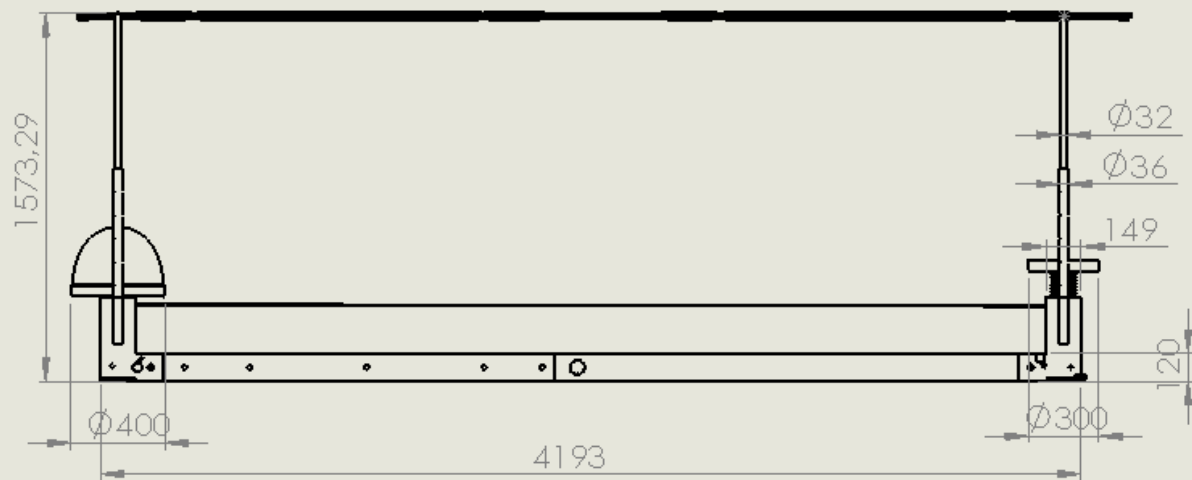
### 3.2 Detaillering – Solidworks model



Afbeelding 36: MVS Solidworks model



Afbeelding 37: MVS Solidworks model 2



Afbeelding 38: Bouwtekeningen MVS

### 3.3 Detaillering - Productiemethode

In deze paragraaf worden de stappen beschreven hoe het prototype op ware grootte zal moeten worden vervaardigd.

#### Plateaus

- Stalen strip (S235) met de afmeting 150x5mm worden op de benodigde lengte gezaagd voor de samenstelling van beide plateaus.
  - 2x 700mm
  - 4x 340mm
  - 2x 250mm
- Stalen strip (S235) met de afmeting 100x5mm worden op de benodigde lengte gezaagd voor de bevestiging van de verstelbare balken.
  - 2x 100mm
- Stalen buis (S235) Ø 40mm wordt op maat gezaagd voor de bevestiging van de staanders. Tevens worden er gaten voor de borging van de staanders geboord.
  - 2x 200mm
- Vervolgens worden de strips voorbereid om in elkaar gelast te worden, hoeken worden afgerond, de benodigde gaten worden geboord (voor de bevestiging van de ratel en de bout voor de slackline, voor het kliksysteem op het plateau, voor bevestiging en verstelling van de tussenbalken). Hierna worden de plateaus in elkaar gelast en worden de lassen afgewerkt.
- De stalen buis van Ø 40mm wordt vast gelast aan de plateaus.
- Er worden bevestigingen aan één grondplaat (700mm) gelast waarin wielen vastgemaakt kunnen worden.

#### Verstelbare vierkante buizen

- Eén vierkante buis van 100x100mm met een wanddikte van 2mm wordt 2100mm afgezaagd. Eén vierkant buis van 95x95mm met een wanddikte van 2mm wordt op 2000mm afgezaagd.
- Vervolgens worden er gaten geboord voor de verstelling voor zowel de lengte verstelling als de hoekverstelling. Er wordt op de buis van 100x100mm een trekborgpin bevestigd, zodat de buizen simpel te verstellen zijn.

#### Touwondersteuning

- Twee buizen van Ø 36mm worden op 750mm afgezaagd en voorzien van de benodigde gaten voor de hoogteverstelling.
- Twee buizen van Ø 32mm worden op 850mm afgezaagd en aan de bovenkant gebogen. Vervolgens worden er klemmen voor het touw aan vast gelast en worden de buizen voorzien van een druk pin (vergrendelsysteem).

## Afwerking

- Alle stalen onderdelen worden klaargemaakt voor het verzinken en poedercoaten en weggebracht. Als dit (extern) gedaan is kan het speeltoestel in elkaar gezet worden. Alle onderdelen worden samengevoegd, de plateaus worden bekleed met gekleurd schuimrubber voor de veiligheid. De modules kunnen op het speeltoestel aangebracht worden en de slackline kan bevestigd en gespannen worden.
- Belangrijk is dat alles wordt gecontroleerd op scherpe punten en hoeken en eventueel uitstekende delen waar de leerlingen zich aan kunnen bezeren. De slackline moet gecontroleerd worden of er geen beschadigingen op te zien zijn. Ook kan er nog antislip materiaal onder de plateaus bevestigd worden, mits dit nodig is.

## Materiaal

- In dit voorbeeld is er gebruik gemaakt van S235 staal, omdat dit goed verkrijgbaar is, een redelijke buig- en treksterkte heeft en makkelijk (in de werkplaats van de Haagse Hogeschool) te bewerken. Als dit speeltoestel in productie zal komen kan er echter ook gebruik gemaakt worden van aluminium, met name uit de 6xxx of 7xxx serie (bijvoorbeeld Al6082 of Al7022 of hoger). Dit materiaal weegt ongeveer 1/3<sup>e</sup> van het staal, heeft dezelfde of hogere buig- en treksterktes en is goed te bewerken. Dit maakt het ideaal materiaal voor een speeltoestel.
- Het touw bestaat uit stevig hennetouw, wat ook normaal gebruikt wordt in de gymzaal als plafondtouwen.
- De plateaus worden bekleed met een dunne laag schuimrubber om de veiligheid en het comfort te verhogen.
- De slackline is gemaakt van een elastische nylonsoort en is berekend op de krachten die erop komen te staan.

## Krachtberekeningen

Er zijn krachtberekeningen uitgevoerd op de as van het plateau waar de slackline overheen loopt en waar de slackline aan vast zit. Op de onderstaande afbeeldingen zijn de berekeningen van de optredende schuif- en buigspanningen te zien. In bijlage 7 zijn de schetsen bijbehorend bij de berekeningen te zien.

Buigspanning: geleidende as (A)

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$
$$= \frac{\pi \cdot 20^3}{32} \approx 785 \text{ mm}^3$$
$$\sigma_b = \frac{800}{785} \quad M_b = 800 \text{ N}$$
$$= 1,02 \text{ N/mm}^2$$

Schuifspanning:

$$\tau = \frac{F}{A}$$
$$A = 20 \times 5 = 100 \text{ mm}^2$$
$$F = \frac{1}{2} \times 800 = 400 \text{ N}$$
$$\tau = \frac{400}{100} = 4 \text{ N/mm}^2$$

Buigspanning: zekerende as (B)

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \quad W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$
$$= \frac{\pi \cdot 16^3}{32} \approx 402 \text{ mm}^3$$
$$\sigma_b = \frac{800}{402} \quad M_b = 800 \text{ N}$$
$$= 1,99 \text{ N/mm}^2$$

Afbeelding 39: Krachtberekeningen

### 3.4 Product - Schaalmodel

In de afbeeldingen 40 t/m 46 zijn enkele foto's van het schaalmodel te zien met enkele modules bevestigd, namelijk de balanceerschijf op veer, de normale balanceerschijf en de halve fitnessbal. Tevens is het verstelmecanisme voor de slackline en de MVS in de maximale en minimale verstelde lengte te zien.



Afbeelding 40: MVS met balanceerschijf op veer en halve fitnessbal. Tevens is het verstelmecanisme van de slackline te zien.



Afbeelding 41: MVS met balanceerschijf op veer en halve



Afbeelding 42: MVS met balanceerschijf op veer en normale balanceerschijf.



Afbeelding 43: MVS, slackline in een hoek versteld en op een verhoging geplaatst.



Afbeelding 44: MVS maximale lengte



Afbeelding 45: MVS minimale lengte



Afbeelding 46: Slackline bevestiging met bout.

## 4. Evaluatie

In het kopje hieronder is er een overzicht gemaakt van alle eisen en wensen en is er getoetst of het schaalmodel hieraan voldoet. In 4.2 is er extra informatie gegeven over de toetsing van het schaalmodel en zijn er opmerkingen of voorbeelden gegeven.

### 4.1 Toetsing eisen en wensen

| Eisen                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Behaald/Niet behaald | Opmerkingen                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Het speeltoestel moet bijdragen aan de ontwikkeling van de posturele controle door middel van balansverstoringen van het dynamisch evenwicht tijdens contact met een ondergrond.                                                                                                                               | Behaald              | De mate van invloed t.o.v. de traditionele balanceeroefeningen moet blijken uit de praktijktest.                                                                      |
| 2. Het speeltoestel moet multifunctioneel zijn, het speeltoestel moet minimaal één bewegingsthema van het kerndoel balanceren aanspreken (balanceren, rijden, glijden en acrobatiek, evenals minimaal één observatievaardigheid van het leerlingvolgsysteem (stilstaan, springen-kracht of springen-coördinatie). | Behaald              |                                                                                                                                                                       |
| 3. Aan het speeltoestel moet veranderingen gemaakt kunnen worden gebaseerd op tenminste 3 van de volgende variabelen: Breedte, lengte of stabiliteit van het balanceervlak, hoek van het balanceervlak met de grond, hoogte van het balanceervlak, complexiteit van de beweging of hulp.                          | Behaald              | Lengte verstelbaarheid, evt. gebruik van bredere of smallere slackline, hoek van het balanceervlak, hulp door de handvatten aan het touw.                             |
| 4. Het speeltoestel moet afbeeldingen, vormen of kleuren bevatten waarmee de focus van de leerlingen extern gericht kan worden.                                                                                                                                                                                   | Behaald              | Mits de plateaus (net als het schaalmodel) felle kleuren bevatten. Eventueel toevoegen van een klittenband roos, welke bijvoorbeeld aan het touw gehangen kan worden. |
| 5. Het moet mogelijk zijn om de leerling extra taken op te leggen (bijvoorbeeld het vangen van een bal) tijdens het doen van oefeningen op het speeltoestel.                                                                                                                                                      | Behaald              | Dit is mogelijk al moet er rekening gehouden worden met de moeilijkheidsgraad.                                                                                        |
| 6. Alle hoeken en/of randen van het speeltoestel moeten afgerond zijn.                                                                                                                                                                                                                                            | Behaald              | Mits de afwerking is zoals voorgeschreven.                                                                                                                            |
| 7. Al het gebruikte hout in het speeltoestel moet splintervrij zijn.                                                                                                                                                                                                                                              | Behaald              | Mits de afwerking is zoals voorgeschreven.                                                                                                                            |
| 8. Het speeltoestel moet voldoen aan de NEN-EN 1176 norm.                                                                                                                                                                                                                                                         | n.v.t.               | Pas te toetsen als er een prototype op ware grootte vervaardigd is.                                                                                                   |

|                                                                                                                    |                     |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 9. Indien er wielen op het speeltoestel aanwezig zijn, moeten deze geremd zijn.                                    | <b>Niet behaald</b> | Het toestel staat niet op de wielen als het gebruikt wordt.        |
| 10. De max. hoogte van het speeltoestel is 2500mm.                                                                 | <b>Behaald</b>      |                                                                    |
| 11. De max. breedte van het speeltoestel is 2000mm.                                                                | <b>Behaald</b>      |                                                                    |
| 12. De max. diepte van het speeltoestel 5000mm.                                                                    | <b>Behaald</b>      | Als het ingeklapt/versteld is.                                     |
| 13. De opstaphoogte van het speeltoestel of een onderdeel ervan is maximaal 387mm (p3, zie antropometrische data). | <b>Behaald</b>      |                                                                    |
| 14. De eventueel benodigde reikhoogte bij het speeltoestel is maximaal 1350mm (p3, zie antropometrische data).     | <b>Behaald</b>      | Mits de ondersteunende touwen op de juist hoogte worden ingesteld. |
| 15. De eventueel benodigde zithoogte bij het speeltoestel is maximaal 632mm (p3, zie antropometrische data).       |                     | N.v.t.                                                             |

| <b>Wensen</b>                                                                                                                                                                                       | <b>Behaald/Niet behaald</b> | <b>Opmerkingen</b>                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Het speeltoestel draagt bij aan zowel de ontwikkeling van het evenwicht als de krachtontwikkeling van de leerling.                                                                               | <b>Behaald</b>              | Nader onderzoek kan dit onderbouwen.                                            |
| 2. Er moet een mogelijkheid zijn om een obstakel, bijvoorbeeld een pion, een lat of een andere vorm van obstructie, te bevestigen aan het speeltoestel om de moeilijkheidsgraad te kunnen verhogen. | <b>Behaald</b>              | Mits de modules zoals de balanceerschijven of halve fitnessbal in worden gezet. |
| 3. De leerlingen moeten met behulp van analogieën de oefeningen op het speeltoestel uit kunnen voeren.                                                                                              | <b>Behaald</b>              | Mits de gymdocent de juiste uitleg en analogieën geeft.                         |
| 4. Het speeltoestel kan gebruikt worden in combinatie met SAR of andere vormen van projecties.                                                                                                      | <b>Behaald</b>              | Mits er een aparte stellage voor een projector ingezet wordt.                   |
| 5. Het speeltoestel maakt gebruik van een slackline of een onderdeel wat gebaseerd is op het principe van slacklinen.                                                                               | <b>Behaald</b>              |                                                                                 |
| 6. Verstelbare poten en/of staanders moeten met maximaal 3 handelingen versteld zijn.                                                                                                               | <b>Behaald</b>              |                                                                                 |
| 7. Het speeltoestel is opgebouwd uit verschillende modules en er is een mogelijkheid om extra modules aan het speeltoestel toe te voegen.                                                           | <b>Behaald</b>              |                                                                                 |

## 4.2 Nadere uitleg toetsing schaalmodel

Het schaalmodel is aan een aantal eisen en wensen getoetst waar mogelijk. Er is gekeken of de eis of wens is voldaan en waarmee er rekening gehouden moet worden als het prototype gebruikt gaat worden in een test. Tijdens de toetsing van het schaalmodel is er onder andere gekeken naar aspecten als: veiligheid en afwerking, multifunctionaliteit/modulariteit, implementatie van de impliciete leerwijze en de antropometrische data.

- De eerste eis is 'behaald' met het oog op de onderbouwing uit de literatuur in de analysefase. De mate van invloed van de MVS op de ontwikkeling van de motorische vaardigheid balanceren ten overstaande van de traditionele balanceeroefeningen zal moeten blijken uit een praktijktest met behulp van een Y-Balance test.
- De vierde eis is behaald door het schaalmodel, omdat er veel verschillende kleuren gebruikt zijn en er zijn ook modules toe te voegen waar de focus op kan worden gelegd.
- De maten van de bouwtekeningen zijn aangehouden bij het toetsen van de eisen aangaande de maximale maten van het speeltoestel en de ruimte waarin deze opgeborgen moet worden.
  
- De eerste wens is 'behaald' met het oog op de onderbouwing uit de literatuur, maar zal nog verder onderzocht moeten worden in de praktijktests.  
Enkele voorbeelden van analogieën (wens 3) welke gebruikt kunnen worden bij de MVS zijn:
  - "Doe alsof je mee zwaait met een liedje".
  - "Doe alsof je zachtjes naar je kamer sluipt om je ouders niet wakker te maken".
  - "Loop geruisloos als een ninja krijger".
- Bij de vierde wens kan er bijvoorbeeld een projectie van een vijver onder de slackline worden afgebeeld waar de kinderen vissen uit moeten vangen met een hengel.

## 5. Discussie

Het onderzoek voorafgaand aan het ontwerpproces is erg gespitst geweest op de literatuur. Er zijn 3 verschillende gymdocenten en een aantal leerlingen van de doelgroep geïnterviewd, echter stond dit niet centraal in het onderzoek. Omdat dit juist de personen zijn die gebruik gaan maken van het speeltoestel, kan er nog meer informatie opgedaan worden bij de doelgroep en de gymdocenten. Tevens heeft er geen informatie-uitwisseling plaatsgevonden met bestaande speel- of gymtoestelleveranciers, terwijl dit van grote invloed kan zijn op bepaalde aspecten bij het ontwerpen van het uiteindelijke prototype. Dit valt onder andere te verklaren doordat de producenten van gym- en speeltoestellen niet graag nieuwe ideeën laten zien en omdat er keuzes gemaakt moesten worden met het oog op het tijdspad van deze afstudeeropdracht.

Het uiteindelijke prototype wat vervaardigd is, is een schaalmodel. Uit de toetsing van het schaalmodel aan de eisen en wensen blijkt dat het prototype volstaat en klaar is voor uitgebreidere testen. Door de positieve uitslag van de evaluatie kan aangenomen worden dat het toestel een goede bijdrage aan het bewegingsonderwijs kan leveren. Het is een veelzijdig toestel, vernieuwend ten overstaande van de turnbank door de variatie in balanceeroefeningen en daardoor ook prikkelend en uitdagend voor de leerlingen. Er zal echter nader onderzoek plaats moeten vinden naar de mate van invloed van het speeltoestel op de ontwikkeling van de grove motoriek en de bevindingen van de leerlingen zelf over bijvoorbeeld het niveau van de oefeningen.

Er zijn aanbevelingen opgesteld waarin aangegeven wordt wat er ondernomen moet worden om een bruikbaar prototype te kunnen vervaardigen. Tevens staat er in de aanbevelingen beschreven welke tests er nog afgenomen moeten worden om uitgebreide conclusies te kunnen trekken, onder andere over de mate van invloed van de MVS en de bevindingen van de leerlingen.

## 6. Conclusie & Aanbevelingen

### 6.1 Conclusie

Naar aanleiding van de ontwerpopdracht van het lectoraat GLSO is er een onderzoeksvraag opgesteld. Deze onderzoeksvraag luidt: *“Welk nog te ontwerpen speeltoestel kan bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren bij leerlingen uit groep drie en vier door op een alternatieve manier leerlingen uit te dagen?”*. Het antwoord op deze vraag luidt: *“Het Modulaire Verstelbare Slackline speeltoestel (MVS) kan bijdragen aan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren bij leerlingen uit groep drie en vier en daagt de leerlingen uit om zich te ontwikkelen.”*

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden en om een leidraad te hebben voor de onderzoeken tijdens de analysefase, zijn er een aantal deelvragen opgesteld. Door het opstellen en beantwoorden van deze deelvragen met behulp van literatuuronderzoek en ‘fieldresearch’ en door het uitvoeren van een marktonderzoek, is er meer informatie opgedaan over onderwerpen als: balanceren en de ontwikkeling van de grove motoriek, impliciet leren en het ontwerpen van speel- en gymtoestellen. Tevens zijn er gesprekken gevoerd met mensen uit de praktijk, waardoor een beeld van het denkbeeld en de wensen van gymleraren geschetst wordt. Uit de onderzoeken zijn eisen en wensen opgesteld welke als leidraad gebruikt zijn tijdens het ontwerpen van het speeltoestel.

Uit deze onderzoeken is gebleken dat het Modulaire Verstelbare Slackline speeltoestel (MVS) kan bijdragen aan het ontwikkelen van de grove motorische vaardigheid balanceren. Door het zelf laten leren van het slacklinen, de ondersteuning van de handgreep of ondersteuning van medeleerlingen en de extra balanceermodules kan de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren gestimuleerd en verbeterd worden. Het toestel biedt een variatie op het bestaande bewegingsonderwijs en zorgt voor een uitdaging voor de leerlingen. Tevens is er de mogelijkheid om de MVS in te zetten bij andere oefeningen tijdens de gymles, bijvoorbeeld als obstakel om overheen te springen of het touw gebruiken om aan te hangen. Er is ingespeeld op de wens om verschillende modules toe te kunnen voegen en om het toestel makkelijk verstelbaar te maken. Dit komt ook goed uit bij het opbergen van het toestel, waarbij binnen enkele handelingen het speeltoestel verkleind en opgeruimd kan worden.

## 6.2 Aanbevelingen

Hieronder is een stappenplan weergegeven, waarin de vervolgstappen worden beschreven om een prototype op ware grootte te vervaardigen. Tevens wordt er beschreven welke onderzoeken moeten worden uitgevoerd om te kijken wat de mate van invloed is van de MVS op het dynamisch evenwicht.

1. Er zullen meer interviews afgenomen moeten worden met gymdocenten en andere betrokkenen in het primair bewegingsonderwijs, zodat met behulp van het schaalmodel en/of prototype er kan worden gekeken of het speeltoestel aan de eisen en wensen voldoet in de praktijk. Tevens kunnen er op- of aanmerkingen gegeven worden zodat het prototype verbeterd kan worden.
2. Er kan opnieuw contact opgenomen worden met producenten van gym- of speeltoestellen, om met behulp van het schaalmodel te discussiëren over de mogelijkheid tot produceren van de MVS. Tevens kan aangegeven worden waar de knelpunten zitten en waar op gelet moet worden mocht het speeltoestel in productie genomen worden.
3. Aan de hand van de interviews en gesprekken uit de voorgaande stappen, zal het prototype aangepast en op ware grootte vervaardigd moeten worden. Bij het vervaardigen van het prototype staan de veiligheidseisen voorop en zal er goed gekeken moeten worden naar bijvoorbeeld het afronden van hoeken, geen splinters en geen openingen waar vingers, handen of voeten tussen kunnen komen.
4. Vervolgens zal contact opgenomen moeten worden met een basisschool, met de vraag of het prototype uitgetest mag worden door de doelgroep (groep drie en vier uit het primaire onderwijs). Hiervoor zal er ook goedkeuring van de ouders nodig zijn en genoeg begeleiding van bijvoorbeeld studenten of gymdocenten.
5. Bij de praktijktest zal er gekeken worden naar een aantal belangrijke punten. Als eerste het gebruiksgemak, zowel voor de docenten als de leerlingen. Evenals het niveau van de oefening en of het past bij de doelgroep. Bijvoorbeeld is de uitdaging te groot voor groep 3, maar juist goed voor leerlingen uit groep 4 of is het niveau goed voor groep 3 en te laag voor groep 4. Ook zal er gekeken moeten worden naar de invloed van de impliciete leermethodes en of deze toereikend genoeg zijn voor de doelgroep.
6. Bij de laatste praktijktest staat de mate van invloed van de MVS op de ontwikkeling van de grove motorische vaardigheid balanceren voorop. Er zal geëvalueerd worden in hoeverre de MVS een grotere bijdrage levert aan de ontwikkeling van het dynamisch evenwicht ten overstaande van de traditionele balansoefeningen. Dit zal worden gedaan door een oefengroep (n=20, 10 jongens en 10 meisjes) en een controlegroep (n=20, 10 jongens en 10 meisjes). De oefengroep gaat 4 weken oefenen met de MVS en de controlegroep zal op de traditionele manier (met behulp van de turnbank) de dynamische balans oefenen. Zowel voorafgaand aan de 4 weken als erna zal er bij beide groepen een Y-Balance test afgenomen worden om te kijken wat het niveau van balanceren voor en na de test is. Zo kan er afgeleid worden of er een significant verschil bestaat tussen het oefenen van het balanceren met behulp van de MVS en de turnbank. Na deze test met een groep leerlingen uit groep drie en vier gedaan te hebben, kan er geconcludeerd worden of het speeltoestel bijdraagt aan het ontwikkelen van de grove motorische vaardigheid balanceren.

## Referenties

Hildebrandt, V.H.; Bernaards, C.M.; Stubbe, J.H. (2011) *Tendrapport bewegen en gezondheid*. TNO/De Bink 2011.

Nederlandse Norm Gezond Bewegen; [http://jeugdmonitor.cbs.nl/nl-nl/inlichtingen/begrippen-en-toelichtingen/nederlandse-norm-gezond-bewegen-\(nngb\)/](http://jeugdmonitor.cbs.nl/nl-nl/inlichtingen/begrippen-en-toelichtingen/nederlandse-norm-gezond-bewegen-(nngb)/). Geraadpleegd op 18-9-2017.

Haskell, W.L.; Lee, I.M.; Powell, K.E.; Blair, S.N. (2007) *Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association*. *Circulation*, V. 116-9, p. 1081-1093

Wrotniak, B.H.; Epstein, L.H.; Dorn, J.M.; Jones, K.E.; Kondilis, V.A. (2006) *The relationship between motor proficiency and physical activity in children*. *Pediatric* 2006, 118-6 p. 1758-65.

Shumway-Cook, A; Woollacott, M. (2007) *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. Lippincott Williams & Wilkins 2007.

Adolph, K.E.; Robinson, S.R. (2015) *Handbook of Child Psychology and Developmental Science, Motor Development*. John Wiley & Sons 2015, New York.

Howe T.E.; Rochester L.; Neil F.; Skelton D.A.; Ballinger C. (2011) *Exercise for improving balance in older people*. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011 Nov 9;(11).

Van Gelder W., Stroes H. (2002). *Leerlingvolgsysteem bewegen en spelen: over observeren, registreren en extra zorg*. 1ste dr. Elsevier: Maarssen 2002. P. 28-140 en 243-272.

Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO) (2009). *Kerdoelen bewegingsonderwijs, kerndoel 57 – Balanceren*. <http://downloads.slo.nl/Repository/tule-bewegingsonderwijs2008.pdf>; geraadpleegd op 19-9-2017.

Bruinink, B.D.; Bruinink, R.H.(2005) *Bruinink-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2)*.

Prof. Dr. Wolters E.Ch., Prof. Dr. Groenewegen H.J. (2004). *Neurologie, structuur, functie en dysfunctie van het zenuwstelsel*, 3de druk, Bohn Stafleu van Loghum 2004, p. 195-98

Berkel, van M. (2011) *Basisdocument bewegingsonderwijs voor het basisonderwijs*. Arko Sports Media BV, augustus 2011.

Beek, P.J. (2011a). *Nieuwe, praktische relevante inzichten in techniektraining. Motorisch leren: uitgangspunten en overwegingen (deel 1)*. Sportgericht 1, 8-11.

Masters, R.S.W. (1992). *Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure*. The British Psychological Society, augustus 1992.

Liao C. M, & Masters R. S. (2001). *Analogy learning: A means to implicit motor learning*. *Journal of Sports Sciences*, 19, 307-319.

Masters, R. S., Poolton, J. M., Maxwell, J. P., & Raab, M. (2008). *Implicit Motor Learning and complex decision making in time-constrained environments*. Journal of Motor Behavior, 2008, 40.1, 71-79.

Schuckler, L, Ebbing, L, & Hagemann, N (2010). *Learning by analogies: Implications for performance*. Human Movement 11, 2010, 191-199.

Wulf, G., Höß, M. & Prinz, W. (1998). *Instructions for Motor Learning: Differential Effects of Internal Versus External Focus of Attention*. Journal of motor behavior 30, 1998. 169-79.

Beek, P. J. (2011b). *Nieuwe, praktische relevante inzichten in techniektraining. Motorisch leren: het belang van een externe focus van aandacht (deel 2)*. Sportgericht 3, 2-5.

Beek, P. J. (2011b). *Nieuwe, praktische relevante inzichten in techniektraining. Motorisch leren: het belang van een externe focus van aandacht (deel 3)*. Sportgericht 6, 31-34.

Pfusterschmied, J., Stöggl, T., Buchecker, M., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2013). *Effects of 4-week slackline training on lower limb joint motion and muscle activation*. Journal of Science and Medicine in Sport, 16(6), 562-566.

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/lokalen/gymnastieklokaal-algemene-eisen/> , geraadpleegd op 19-9-2017.

Broeren, B. (2011) *Antropometrische data*, De Haagse Hogeschool mei 2011.

Afbeeldingen:

<sup>1</sup> zie: <http://www.stilum.com/nl/produkten/balanceerschotel-statim/>, geraadpleegd op 18-9-2017.

<sup>2</sup> zie: [http://www.eibe.nl/balance-springbloem\\_5590070.html](http://www.eibe.nl/balance-springbloem_5590070.html); geraadpleegd op 18-9-2017.

<sup>3</sup> zie: <https://www.nijha.nl/nl/webshop/sportzaal-inrichting/verplaatsbare-sporttoestellen/turnbanken/>; geraadpleegd op 18-9-2017.

<sup>4</sup> zie: <https://arkemaspeelvoorzieningen.nl/speeltoestel/balanceertoestellen/dubbele-balanceerbalk/>; geraadpleegd op 18-9-2017.

<sup>5</sup> <https://www.hoponslacklines.com/products/slackline-kit>; geraadpleegd op 18-9-2017.

<sup>6</sup> zie: <https://nl.aliexpress.com/w/wholesale-velcro-dart-board.html>; geraadpleegd op 29-9-2017.

<sup>7</sup> zie: <http://beautyasalifestyle.blogspot.nl/2012/06/zo-draag-je-felle-kleuren.html>; geraadpleegd op 29-9-2017.

## **Bijlagen**

### **Inhoud**

Bijlage 1: Leerlingvolgsysteem

Bijlage 2: Kerndoelen van het bewegingsonderwijs

Bijlage 3: Overzicht van de interviews met de gymdocenten en leerlingen

Bijlage 4: De Arbo-eisen voor gymtoestellen

Bijlage 5: De WAS-eisen voor gymtoestellen

Bijlage 6: De antropometrische data en afmetingen van kinderen

## Bijlage 1

Leerlingvolgsysteem door dhr. Van Gelder en dhr. Stroes.

| Motorische hoofdgroep                                    | Observatievaardigheid                                   | Kwantificeerbaar in     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Evenwicht → <b>Statisch</b><br>↙ <b>(zeer) dynamisch</b> | Stilstaan                                               | Seconden                |
|                                                          | Springen – Kracht (hinkelen)                            | aantal                  |
| <b>Coördinatie</b>                                       | Springen – Coördinatie (huppelen, wisselsprongen, e.d.) | lukt 't of lukt 't niet |
| <b>Oog-lichaamcoördinatie</b>                            | Stuiten                                                 | aantal                  |

Overzichtsformulier motorische vaardigheden (1) Naam: \_\_\_\_\_ Geboortedatum: \_\_\_\_\_ Bijlage 6.1

|                               | niveau -I<br>2.0 jaar                                                    | niveau 0<br>3.0 jaar                                                     | niveau I<br>4.0 jaar                                               | niveau II<br>5.0 jaar                                                                                        | niveau III<br>6.0 jaar                                                                                  | niveau IV<br>7.0 jaar                                                                                        | niveau VI<br>8.0 jaar                                                                                   | Niveau VIII<br>11.0 jaar                                                                                                    | niveau X<br>13.0 jaar                                                                                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stilstaan</b>              | kan over 4 cm stappen<br><input type="checkbox"/>                        | schiet zonder te vallen een bal<br><input type="checkbox"/>              | staat 3 sec. op één been<br><input type="checkbox"/>               | staat 10 sec. op één been, wiebelen mag<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> | staat 10 sec. op één been, stabiel<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> | staat 30 sec. op één been, wiebelen mag<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> | staat 30 sec. op één been, stabiel<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> | staat 60 sec. op één been, stabiel<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/>                     | staat 10 sec. op één been, met ogen dicht<br>rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> |
| <b>Springen - Kracht</b>      | stapt van een verhoging van 20 cm<br><input type="checkbox"/>            | sprongt van een bank (30 cm) en blijft staan<br><input type="checkbox"/> | hinkelt 3 x<br><input type="checkbox"/>                            | hinkelt 10 x<br><input type="checkbox"/>                                                                     | hinkelt 10 x op het 'andere' been<br><input type="checkbox"/>                                           | Hinkelen over 9 meter<br>11 x <input type="checkbox"/><br>12 x <input type="checkbox"/>                      | Hinkelen over 9 meter<br>9 x <input type="checkbox"/><br>10 x <input type="checkbox"/>                  | Hinkelen over 9 meter<br>7 x <input type="checkbox"/><br>8 x <input type="checkbox"/>                                       | Hinkelen over 9 meter<br>5/6 x <input type="checkbox"/><br>6/7 x <input type="checkbox"/>                      |
| <b>Springen - Coördinatie</b> | trappelt als het kind omhoog wil springen<br><input type="checkbox"/>    | sprongt met 2 benen tegelijk omhoog<br><input type="checkbox"/>          | als een kangoeroe 3 x vooruit springen<br><input type="checkbox"/> | huppelt<br><input type="checkbox"/>                                                                          | maakt 10 x een ski-sprong over een lijn<br><input type="checkbox"/>                                     | maakt snelle wisselsprongen<br><input type="checkbox"/>                                                      | kan in ritme huppelen en in de handen klappen<br><input type="checkbox"/>                               | kan in ritme kruis - spreid - kruisspringen + handen klap<br><input type="checkbox"/>                                       | kan in ritme spreid-sluit-sprong maken klap op spreid<br><input type="checkbox"/>                              |
| <b>Stuiten</b>                | raakt (regelmatig) een goed aangespeelde bal<br><input type="checkbox"/> | houdt een bal 3 tot 5 keer hoog<br><input type="checkbox"/>              | houdt een bal 6 keer hoog<br><input type="checkbox"/>              | 'laat' vallen - stuit - pak'<br><input type="checkbox"/>                                                     | stuit 15 x met de voorkeurs-hand " rechts <input type="checkbox"/><br>" links <input type="checkbox"/>  | stuit 15 x achter elkaar met de 'andere' hand<br><input type="checkbox"/>                                    | kan dribbelen (stuiten en loopas)<br><input type="checkbox"/>                                           | kan meer dan 10 sec. stuiten zonder naar de bal te kijken rechts <input type="checkbox"/><br>links <input type="checkbox"/> | kan 12 x dribbelen in 8-baan (30 sec.)<br><input type="checkbox"/>                                             |

Leerlingvolgsysteem ontwikkeld door dhr. Van Gelderen en dhr. Stroes. Met name moet er gekeken worden naar het kopje 'stilstaan' en het kopje 'Springen-kracht'.

## Bijlage 2

### Kerdoelen bewegingsonderwijs Tule.

#### Inhoud

| groep 1 en 2                                                                                                                                | groep 3 en 4                                                                                                                               | groep 5 en 6                                                                                                                                                                             | groep 7 en 8                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BALANCEREN</b>                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>gaan over een recht balanceervlak</li> <li>gaan over een balanceervlak over een hindernis</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>gaan over een schuin balanceervlak</li> <li>gaan over een balanceervlak met hindernissen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>gaan over een half instabiel balanceervlak</li> <li>elkaar passeren op twee balanceervlakken</li> <li>voortbewegen op een rollend vlak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>gaan over een instabiel balanceervlak</li> <li>elkaar passeren op een balanceervlak</li> <li>voortbewegen op een rollend vlak schuin omhoog</li> </ul>                                            |
| <b>RIJDEN</b>                                                                                                                               |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>fietsen op tweewielers (met zijsteunen)</li> <li>steppen</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>skateboarden zittend vanaf schuin vlak</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>skateboarden staand over de grond</li> </ul>                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>skateboarden staand vanaf schuin vlak</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| <b>GLIJDEN</b>                                                                                                                              |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>glijden van brede glijbaan</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>glijden van smalle glijbaan</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>glijden met afzweven</li> </ul>                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>staand glijden van brede glijbaan</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| <b>ACROBATIEK</b>                                                                                                                           |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>scootertje</li> </ul>                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>platform</li> <li>paard en ruiter</li> <li>handstand tegen de muur (met hulp)</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>schouderzit</li> <li>vormen met het 'stoeltje' (onderpersoon zit)</li> <li>handstand (3tallen)</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>schouderstand met opstappen</li> <li>'stoeltje' (onderpersoon staat)</li> <li>handstand in een acrovorm (bijv. A in handen- knieënstand, B staat op A, C maakt een handstand, B vangt)</li> </ul> |

## Bijlage 3

### Interview gymdocenten primair onderwijs

| Interview LO docenten primair onderwijs; O.B.S. Bos en Vaart, Basisschool De Kring & O.B.S. Martin Luther Kingschool (Meester Jef, Juf Marije & Juf Leontien). |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vraag                                                                                                                                                          | Antwoord                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |
| Algemeen                                                                                                                                                       | Samenvatting antwoorden docenten                                                                                                                                 | Samenvatting antwoorden leerlingen                                                                                                                     |
| Hoe wordt balanceren geoefend in de gymzaal?                                                                                                                   | Turnbank (meerdere oefeningen), grote mat, lijnen op de vloer, handstand, wandrek.                                                                               | -                                                                                                                                                      |
| Bij welke oefeningen wordt er gebruik gemaakt van de turnbank?                                                                                                 | Turnbank normaal met/zonder obstakel, turnbank omgedraaid, hangend in de ringen, schuin tegen wandrek (oplopen/afglijden).                                       | -                                                                                                                                                      |
| Wat zijn de positieve punten van de turnbank?                                                                                                                  | Handig om op te zitten/de leerlingen te groeperen, twee verschillende moeilijkheidsgraden mogelijk, te gebruiken met andere speeltoestellen.                     | Je kan er goed opzitten en met veel kinderen tegelijk, je kan er goed vanaf glijden alleen moet je wel uitkijken dat je er niet aan de zijkant afvalt. |
| Wat zijn de beperkingen/nadelen van deze turnbank?                                                                                                             | Statisch toestel, spreekt niet tot de verbeelding, zwaar.                                                                                                        | -                                                                                                                                                      |
| Welke toestellen/attributen worden er nog meer gebruikt voor balanceeroefeningen?                                                                              | Lijnen van de vloer, matten, kast, pionnen met stang, blokken.                                                                                                   | -                                                                                                                                                      |
| Welke variaties zou u willen zien in balanceeroefeningen?                                                                                                      | Grotere uitdaging qua lopen of dynamisch evenwicht (zeker voor groep 4), prikkelender voor de kinderen (speeltoestellen met kleur of geïmplementeerde spelvorm). | Samen spelen, moeilijkere oefening.                                                                                                                    |
| Zou het toestel moeten kunnen variëren in moeilijkheidsgraad?                                                                                                  | Ja, door bijvoorbeeld het verschil in vaardigheid tussen alleen al groep drie en vier.                                                                           | Ja                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
| Materiaal                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
| Beperkt het materiaal van de turnbank de oefeningen?                                                                                                           | Nee, het draagt bij. Daagt niet uit.                                                                                                                             | -                                                                                                                                                      |
| Mogelijke aanpassingen materiaal?                                                                                                                              | Meer flexibel, kleurig, prikkelend.                                                                                                                              | Zachte dingen (schuimrubber).                                                                                                                          |

|                                                                  |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Is de turnbank goed verstelbaar (hoogte, breedte, lengte, hoek)? | Nee, alleen om te draaien. Verstelbaar door gebruik met andere toestellen.                                                                                                             | -                                                                                                                                                                  |
| Mogelijke aanpassingen verstelbaarheid?                          | Graag makkelijk met weinig handelingen verstelbaar (moet tussen de lessen door kunnen), eventueel 'modulaire' speeltoestellen (onderdelen kunnen makkelijk vast/los gekoppeld worden). | -                                                                                                                                                                  |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
| <b>Op- of aanvullingen</b>                                       |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
| Wat zou u graag willen?                                          | Meer kleurig geheel, multifunctioneel en modulair, mogelijkheid tot variëren, mogelijkheid tot samen spelen.                                                                           | 'Freerunning' of speciaal parcours, 'mission impossible' (als een spion kruipen en springen etc.), door de jungle klimmen, acrobatiek (circus dingen), apenkooien. |
| Ideeën of fantasieën?                                            | Grote ballen zoals in 'Wipeout' (met een knipoog), obstakel parcours, balanceerkoord.                                                                                                  |                                                                                                                                                                    |

## Bijlage 4

### Arbo eisen gymtoestellen

- De toestellen in een gymlokaal worden ten minste eenmaal per jaar geïnspecteerd door bijvoorbeeld de vaste leverancier van de toestellen of een onafhankelijke keuringsinstelling.
- Deze jaarlijkse inspectie laat onverlet de controle - voorafgaand aan het gebruik van de toestellen - op de belangrijkste controlepunten door de docent LO.
- Bij aanschaf dienen de toestellen voorzien te zijn van de CE markering, fabrikantenverklaring en Nederlandstalige gebruiksaanwijzing.
- Inspectiepunten voor de klimtouwen zijn:
  - De wagens waaraan de touwen zijn bevestigd lopen soepel in de verrolinrichting.
  - De kettingen tussen de wagens en het touw om de wagens te verplaatsen vertonen geen gebreken.
  - De klimtouwen verkeren in goede staat: zichtbare beschadigingen en knopen zijn niet aanwezig.
- Inspectiepunten voor de ringen zijn:
  - De (houten) ringen, ringtouwen, leren riemen en kettingen vertonen geen zichtbare gebreken.
  - De disloqueerwartels zijn geborgd.
  - Het losgaan van de kettingbevestiging is tijdens het gebruik van de ringen niet mogelijk.
  - De (houten) ringen worden niet belast over een vlak kleiner dan circa 10 cm (bijvoorbeeld door er toestellen in te hangen).
  - De ringenhaak is aan de achterzijde beschermd om verwondingen en vloerbeschadigingen te voorkomen.
- Inspectiepunten voor de rekstokken zijn:
  - De rekstokken kunnen rammelvrij worden vastgezet.
  - De rekstokken zijn gezekeerd tegen losgaan.
- Inspectiepunten voor de wandrekken zijn:
  - De sporten zitten goed vast en kunnen niet meedraaien.
  - De sporten zijn niet beschadigd en vrij van splinters.
  - Spankabels, kettingen en lieren vertonen geen zichtbare gebreken.
- Inspectiepunten voor de zweedse banken zijn:
  - Het houtwerk van de banken vertonen geen splinters.

- Er is geen kiervorming tussen houtwerk en draagconstructie waarin de vingers kunnen beknellen.
- De omklapbare dragers zijn stevig bevestigd aan de bank.
- Inspectiepunten voor de turnbrug zijn:
  - De staanders zijn gemakkelijk in de stijlen te verstellen.
  - De staanders kunnen met de vastzetinrichtingen geborgd worden.
  - In de berging worden de vastzetinrichtingen enigszins ontspannen. De liggers kunnen in dit geval niet ongewild zakken.
  - De houten liggers zijn onbeschadigd en goed bevestigd aan de staanders.
  - In de berging staat een brug niet op wielen.
- Inspectiepunten voor de afzettrampoline zijn:
  - De verstelbare poten zijn goed vergrendeld (voor iedere les te controleren).
  - Tijdens het gebruik mag de hoek, die gevormd wordt door het raam en de achterste poot, niet groter zijn dan 80°.
  - De antislip vloerbeschermers vertonen geen zichtbare gebreken.
  - Het metalen raam en de veren zijn volledig beschermd door een gepolsterd dek. Dit dek is aan de voorzijde van het raam elastisch bevestigd.
  - De spanning in het springdoek is minimaal zodanig dat, bij het inspringen in de laagste stand, de grond in geen geval geraakt wordt (geen veren toevoegen of weglaten).
  - De veren of elastieken spanners vertonen geen zichtbare gebreken.
  - De afzettrampoline wordt gebruikt in combinatie met een landingsmat.
  - Het toestel is in een afsluitbare ruimte opgeborgen of is verticaal geplaatst en vergrendeld met een slot.
  - De docent is opgeleid in het veilig omgaan met de trampoline.
- Inspectiepunten voor de bok, het paard en de springkast zijn:
  - De antislip-hoeven van bok en paard vertonen geen zichtbare gebreken.
  - De verstelbare poten van bok en paard zijn goed te verschuiven.

- De houten onderdelen van de springkast passen stevig in elkaar en zijn onbeschadigd.
- De springkast staat in de berging niet op wielen en de bedieningshendel is, indien mogelijk, ingeschoven.
- Inspectiepunten voor de matten zijn:
  - De valmat is, met name ter plaatse van de stiksels, onbeschadigd.
  - De vulling is in goede staat en geeft voldoende schokdemping (de hoes moet in onbelaste toestand strak staan).
  - De valmat wordt niet over de vloer gesleept.
  - De turnmatten hebben schokdemping en zijn onbeschadigd.
- Inspectiepunten voor tribunes zijn:
  - De tribune is stabiel opgesteld en geborgd.
  - De zittingen vertonen geen splinters.
- Gebruik geen toestellen die niet aan voornoemde eisen voldoen en geef afwijkingen door zodat de toestellen gerepareerd kunnen worden.

## Bijlage 5

Eisen bijbehorend bij het warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen.

### **BIJLAGE I. Behorende bij artikel 4 van het Warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen. Voorschriften met betrekking tot het ontwerp en de vervaardiging van attractie- en speeltoestellen**

#### **1**

Bij het ontwerp en vervaardiging te verwerken veiligheidsbeginselen

- a. Een attractie- of speeltoestel dient zodanig te zijn vervaardigd dat het kan functioneren en kan worden afgesteld en onderhouden zonder dat men aan gevaren voor de veiligheid en de gezondheid blootstaat wanneer deze handelingen worden voltrokken onder door de fabrikant vastgestelde omstandigheden.
- b. De getroffen voorzieningen moeten erop gericht zijn elk gevaar gedurende de te verwachten

levensduur van het toestel, ook bij het monteren en demonteren, uit te sluiten, ook wanneer de gevaren het gevolg zijn van te voorziene abnormale omstandigheden.

c. Bij het kiezen van de meest passende oplossingen moet de fabrikant de volgende beginselen toepassen in de opgegeven volgorde:

- ? de gevaren uitsluiten of zoveel mogelijk beperken door veiligheidsaspecten optimaal te verwerken in het ontwerp en bij de vervaardiging van het toestel;
- ? de noodzakelijke beveiligingsvoorzieningen treffen voor gevaren die niet kunnen worden uitgesloten;
- ? informeren over de gevaren die nog aanwezig zijn als gevolg van een niet volledige doelmatigheid van de getroffen beveiligingsvoorzieningen, aangeven of een bijzondere opleiding is vereist en signaleren dat bepaalde persoonlijke beschermingsmiddelen moeten worden gebruikt.

d. Bij het ontwerpen en vervaardigen van een attractie- of speeltoestel alsmede bij de opstelling van de gebruiksaanwijzing moet de fabrikant niet alleen uitgaan van een normaal gebruik van het toestel maar tevens van het redelijkerwijze te verwachten gebruik daarvan.

e. Een attractie- of speeltoestel dient zodanig te zijn ontworpen dat abnormaal gebruik, indien gevaarlijk, wordt voorkomen. In voorkomend geval dient de gebruiksaanwijzing de aandacht te vestigen op te ontraden gebruik, dat uit ervaring zou kunnen blijken.

f. Bij het ontwerpen en vervaardigen van speeltoestellen alsmede bij de opstelling van de gebruiksaanwijzing moet de fabrikant rekening houden met het specifieke gedrag van kinderen.

g. Onder de gebruiksomstandigheden waarvoor een attractietoestel is bestemd moeten hinder, vermoeidheid en psychische belasting (stress) van degene die het toestel zal bedienen tot een haalbaar minimum beperkt blijven, rekening houdend met de beginselen van de ergonomie.

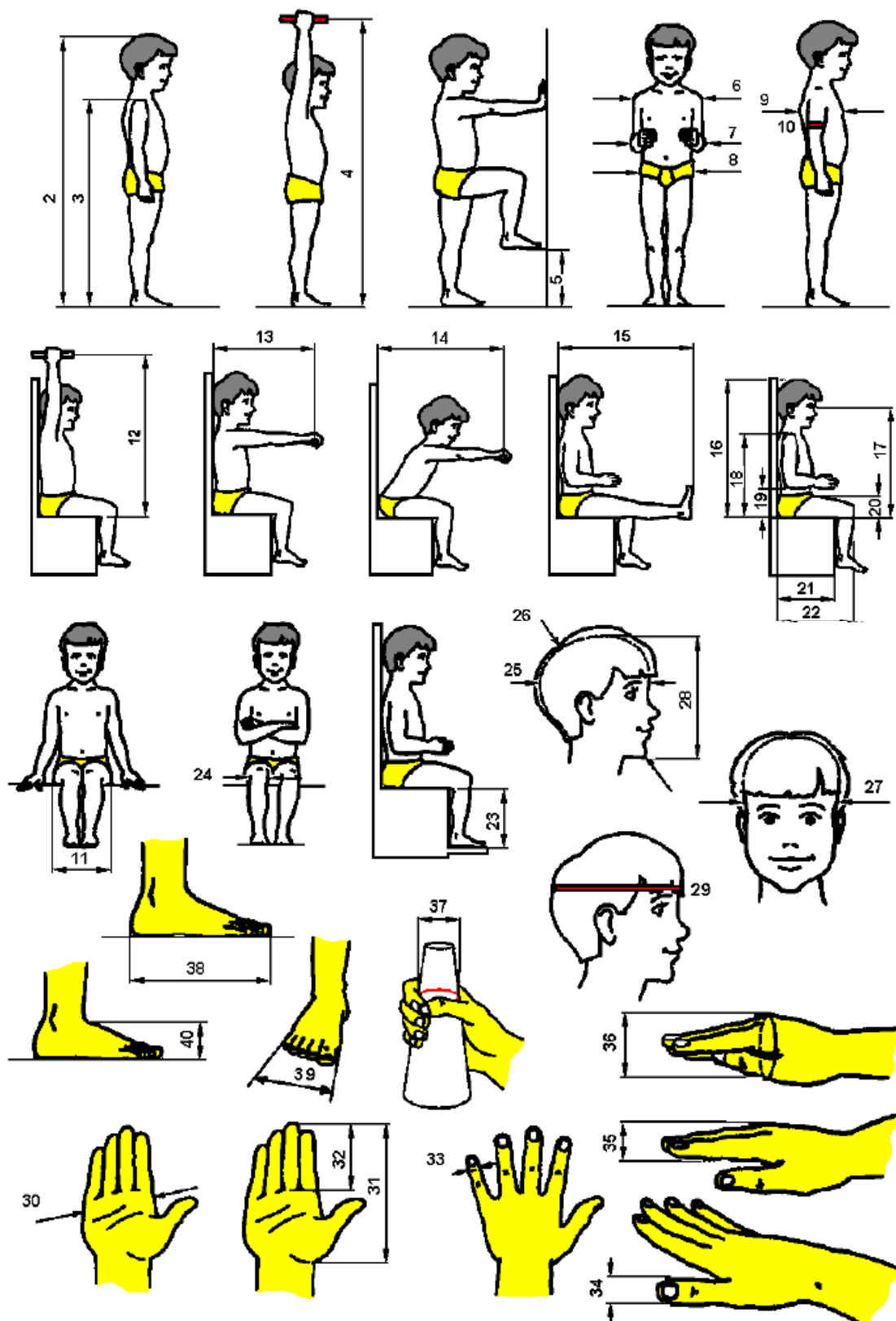
h. Bij het ontwerpen en de vervaardiging dient de fabrikant rekening te houden met de belemmeringen die degene die het toestel zal bedienen ondervindt door een noodzakelijk of te voorzien gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (bijv. schoenen, handschoenen, enz.)

Met name bij het ontwerp en de vervaardiging in acht te nemen gevaarsaspecten, voorzover van toepassing

- a. gevaren ten gevolge van onvoldoende draagkracht van het toestel, rekening houdend met de sterkte, de stijfheid en de vervormingscapaciteit van de toegepaste materialen;
- b. gevaren ten gevolge van het verlies van evenwicht van het toestel, rekening houdend met de ondersteuning van het toestel en de ondergrond, alsmede mogelijke belastingen van het toestel;
- c. gevaren ten gevolge van de toegepaste elektrische energie;
- d. gevaren ten gevolge van de toegepaste mechanische, pneumatische of hydraulische energie;
- e. gevaren ten gevolge van een defect in het bedieningscircuit of defecten in de energievoorziening;
- f. gevaren ten gevolge van het gebruik van het toestel, waaronder vallen, snijden, beklemming, afklemming, verstikking, botsen en overbelasting van het lichaam;
- g. gevaren ten gevolge van de toegankelijkheid en bereikbaarheid van het toestel, waaronder de toegankelijkheid bij defecten en noodsituaties;
- h. gevaren ten gevolge van mogelijke interacties van het toestel en de passagiers met de omgeving waaronder omstanders;
- i. gevaren ten gevolge van het binnenklimaat van omsloten ruimten, waaronder voldoende ventilatie en voldoende verlichting;
- j. gevaren ten gevolge van gebrekkige onderhoudsmogelijkheden;
- k. gevaren ten gevolge van het monteren, demonteren en hanteren van het toestel;
- l. gevaren ten gevolge van brand;
- m. gevaren ten gevolge van hinderlijke straling;
- n. gevaren ten gevolge van blootstelling aan chemische stoffen;
- o. gevaren ten gevolge van de blootstelling aan biologische verontreiniging.

## Bijlage 6

### Kinderafmetingen antropometrische data

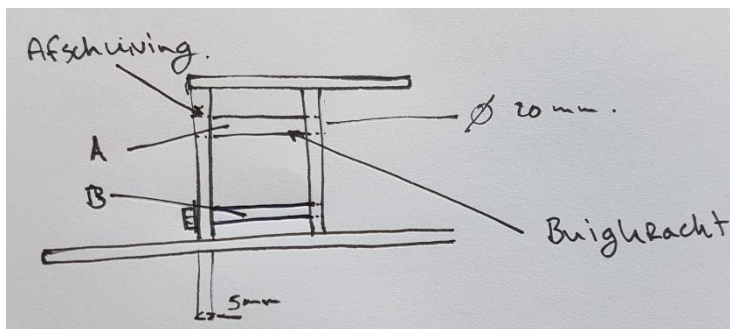
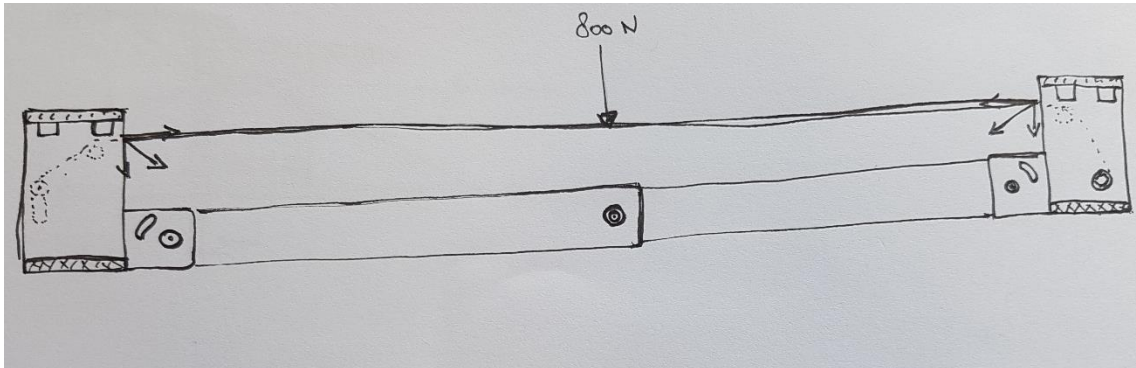


| Kinderen<br>maten in mm | 2 t/m 5 jr. (n=700) |      |           |      | 6 t/m 8 jr. (n=580) |      |           |      | 9 t/m 12 jr. (n=965) |      |           |      |
|-------------------------|---------------------|------|-----------|------|---------------------|------|-----------|------|----------------------|------|-----------|------|
|                         | Sd                  | p3   | $\bar{x}$ | p97  | sd                  | p3   | $\bar{x}$ | p97  | sd                   | p3   | $\bar{x}$ | p97  |
| <b>STAMATEN</b>         |                     |      |           |      |                     |      |           |      |                      |      |           |      |
| 1 lichaamsgewicht [kg]  | 3,4                 | 12,1 | 17,7      | 25,1 | 4,2                 | 20,0 | 26,4      | 36,0 | 7,7                  | 26,8 | 38,0      | 55,1 |
| 2 lichaamslengte        | 97                  | 877  | 1049      | 1228 | 69                  | 1163 | 1284      | 1412 | 87                   | 1326 | 1480      | 1653 |
| 3 schouderhoogte staand | 81                  | 674  | 812       | 960  | 64                  | 904  | 1016      | 1135 | 79                   | 1054 | 1194      | 1357 |
| 4 reikhoogte staand     | 129                 | 990  | 1212      | 1446 | 92                  | 1350 | 1522      | 1699 | 112                  | 1579 | 1780      | 2004 |



## Bijlage 7

### Schetsen en krachtberekeningen



Schuifspanning:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$A = 20 \times 5 = 100 \text{ mm}^2$$

$$F = \frac{1}{2} \times 800 = 400 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{400}{100} = 4 \text{ N/mm}^2$$

Buigspanning: rechterde as (B)

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

$$= \frac{\pi \cdot 16^3}{32} \approx 402 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{800}{402}$$

$$= 1,99 \text{ N/mm}^2$$

$$M_b = 800 \text{ N}$$

Buigspanning: geleidende as (A)

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

$$= \frac{\pi \cdot 20^3}{32} \approx 785 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{800}{785}$$

$$= 1,02 \text{ N/mm}^2$$

$$M_b = 800 \text{ N}$$