

Ontwerp van een onderzoeksorthese voor de objectieve aanmeting van podotherapeutische inlays

D.N. Pikaar - 0066788

Industrieel Ontwerpen
Faculteit der Construerende Technische Wetenschappen
Universiteit Twente

Geschreven in het kader van:
Bacheloropdracht
Vakcode 280310

Datum van publicatie: 11 januari 2007
Oplage: 5
Aantal bladzijden: 57
Aantal bijlagen: 6





Samenvatting vooraf

Mensen met lichamelijke klachten als gevolg van standproblemen van de voet(en), kunnen gebaat zijn bij het dragen van podotherapeutische inlays in hun schoenen. Deze inlays – in de volksmond steunzolen – worden aangemeten door een podotherapeut. Het dragen ervan leidt tot een standcorrectie van (een deel van) de voet, die de klachten kan verminderen of zelfs kan wegnemen.

Aanmeting van podotherapeutische inlays gebeurt subjectief, namelijk op basis van de kennis en kunde van de podotherapeut en het gevoel van de patiënt. De aanmeting vindt plaats in stilstand (statische belasting). De effecten ervan op het lichaam tijdens dynamische belastingen, zoals rennen en traplopen, zijn tijdens de aanmeting niet te bepalen.

Bij de huidige methode ondervinden podotherapeuten enkele problemen. Hiervan is het niet objectief in beeld kunnen brengen van de effecten van de inlay tijdens het aanmeetproces het grootste probleem. Als gevolg hiervan worden er inlays vervaardigd die niet correct en dus niet bruikbaar zijn. Dan moeten nieuwe, betere inlays vervaardigd worden. Dit kost veel tijd en geld, dat bespaard kan worden als de effecten van de correctie eerder zichtbaar zijn.

Er wordt dan ook gezocht naar een oplossing om de aanmeting van podotherapeutische inlays objectiever te maken, zodat fouten in het kiezen van corrigerende elementen worden geminimaliseerd.

De oplossing is in twee richtingen te zoeken: in digitalisatie van het aanmeetproces door middel van computer, scanapparatuur en inlayontwerpsoftware of in een product dat gebruikt kan worden tijdens het aanmeetproces, waardoor er dynamische analyses gedaan kunnen worden om de effecten van de corrigerende elementen tijdens beweging in kaart te brengen.

Digitalisatie van het aanmeetproces is geen optie omdat:

- Onvoldoende persoonlijk contact tussen podotherapeut en patiënt
- Kans op fouten in scan en/of ontwerp van inlay
- Hoge kosten voor apparatuur

Om die reden wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van een product dat gebruikt kan worden voor het uitvoeren van dynamische analyses tijdens het aanmeetproces.

De uiteindelijke oplossing is gevonden in de onderzoeks-inlay QRS, wat staat voor Quick Response Sole. Dit modulaire systeem bestaat uit een serie zolen, gebaseerd op bestaande schoenmaten en beschikbaar in twee breedtes, een serie corrigerende elementen, een hielsteun en een teenstuk. Door de modulariteit van het product en de verschillende zolen is het mogelijk om het product geschikt te maken voor elke maat voet.

Door het leggen van haak/lusverbindingen tussen alle onderdelen, is het mogelijk om met de QRS en de diverse corrigerende elementen een bruikbaar voorbeeld te maken van de te vervaardigen podotherapeutische inlay. De QRS met daarop de elementen kan aan de onderste extremiteit bevestigd worden, zodat er, in combinatie met een drukmat, een dynamische analyse uitgevoerd kan worden. Uit de resultaten van die analyse, waarbij drukmetingen gedaan worden van de afwikkeling van de voet, kan een podotherapeut opmaken of de gebruikte corrigerende elementen het gewenste effect leveren.

Met een gebruikstest is aangetoond dat de QRS de informatie die op dit moment gemist wordt om het aanmeetproces objectief te kunnen maken, verkregen kan worden. Bovendien heeft het gebruik van de QRS weinig invloed op de drukmetingen.



De conclusies die uit de gebruikstest getrokken kunnen worden zijn:

- Kleine verschillen tussen de krachtenverdeling/balansgrafieken van de QRS zonder elementen, de confectieschoenen en de turnschoenen
- Zichtbare veranderingen in de metingen van de QRS zonder elementen en de metingen van de QRS met elementen.
- Beïnvloeding van de metingen door de QRS in met name de hoek van het subtalaire gewricht, de vorm van de voet en de loop van gaitline
- Onplezierig gevoel tijdens het lopen op de QRS met elementen door de afmetingen (niet op de eigen maat gemaakt) en te grote overgang tussen het element en de zool.

Een groot deel van de problemen zijn te op te lossen of te verminderen door de QRS te verbeteren. Daarom worden ook de volgende aanbevelingen gedaan:

- Gebruik van dunner materiaal voor de zolen
- Hielsteunen hoger maken
- Teenstuk aanpassen:
 - Bovenrand voorzien van elastiek voor betere sluiting om de voet
 - Nieuw teenstuk maken voor kleinere en/of smallere voet
- Dunner en minder sterk klevend haak/lusmateriaal gebruiken voor bekleding verschillende onderdelen
- Verbindingsband inkorten

Daarnaast dient er ook nog aandacht besteed te worden aan de validatie en betrouwbaarheid van het product. Hiervoor moet het product gebruikt gaan worden bij de dagelijkse werkzaamheden van de podotherapeuten bij de opdrachtgever.

Hoewel er een aantal minder goede punten aan te wijzen zijn, zijn podotherapeuten ervan overtuigd dat de QRS een goede aanvulling zal zijn op de behandeling van patiënten. Ook de patiënten zelf zijn positief over het gebruik van de QRS tijdens de behandeling en de QRS zelf.



Inhoud

Samenvatting vooraf	2
Lijst van tabellen	6
Lijst van bijlagen	6
Voorwoord	7
Inleiding	8
Hoofdstuk 1 Achtergrond opdrachtgever.....	10
1.1 Het bedrijf	10
1.2 Wat is podotherapie?	10
1.3 Wat wordt er behandeld?.....	10
1.4 Waarmee wordt er behandeld?	11
Hoofdstuk 2 De podotherapeutische inlay	13
2.1 De werking	13
2.2 De onderdelen	13
2.3 De behandeling	14
2.3.1 Het onderzoek	14
2.3.2 Het aanmeetproces	15
2.4 De vervaardiging	16
2.5 De materialen	16
Hoofdstuk 3 Onderzoek	18
3.1 Producten op de markt.....	18
3.1.1 2D-beeldvorming	18
3.1.2 3D-beeldvorming	19
3.1.3 Drukmeting.....	20
3.1.4 Fabricage.....	22
3.2 Producten bij de opdrachtgever	23
3.3 Problemen	23
3.3.1 Aanmeetprocedure.....	23
3.3.2 Gewenning.....	24
3.3.3 Kosten.....	24
3.4 Conclusie.....	25
Hoofdstuk 4 Analyse.....	26
4.1 Stakeholders.....	26
4.2 Gebruikers.....	26
4.3 Productfunctieanalyse	26

4.4 Programma van eisen en wensen.....	27
4.4.1 Eisen	27
4.4.2 Wensen	28
Hoofdstuk 5 Conceptontwikkeling	29
5.1 Idee opdrachtgever.....	29
5.2 Mogelijkheden	29
5.2.1 De eerste keuzes	31
5.3 Concepten	33
5.4 Uitwerking concepten	35
5.4.1 Concept 1 – De kruisband	35
5.4.2 Concept 2 – De slipper.....	35
5.4.3 Concept 3 – De ballerina	36
5.5 Conceptkeuze.....	37
5.6 Conclusie	38
Hoofdstuk 6 Detaillering	39
6.1 Vormgeving	39
6.1.1 Hielsteun	39
6.1.2 Verbindingsband	40
6.1.3 Teenstuk.....	40
6.2 Verbindingen.....	41
6.3 Werking.....	42
6.3 Werking.....	43
6.4 Materialen	44
6.5 Prototypes	44
6.6 Opbergen	46
6.5.1 Concept 1 – De klapper	46
6.5.2 Concept 2 – De map.....	47
6.5.3 Conceptkeuze.....	47
Hoofdstuk 7 Evaluatie.....	48
7.1 Gebruikstest	49
7.1.1 Doelen.....	49
7.1.2 Opzet	49
7.1.3 Uitvoering	50
7.2 Resultaten	51
7.3 Conclusies	54
Conclusies en aanbevelingen	56
Bronnen	58



Lijst van figuren

	Blz.		Blz.
Figuur 1: Podotherapeut in actie	10	Figuur 34: Diverse apparaten voor drukmetingen	21
Figuur 2: Voetstandafwijking	10	Figuur 35: Overzicht productidee opdrachtgever	29
Figuur 3: Likdoorn tussen de tenen	10	Figuur 36: Onderzoeksinlay QRS	30
Figuur 4: Voetproblemen door diabetes mellitus	10	Figuur 37: Elementen i.c.m. drukzooltechnologie	30
Figuur 5: Voetproblemen door reumatoïde artritis	11	Figuur 38: Digitalisatie van het aanmeetproces	30
Figuur 6: Afwijkende nagelvorm, teenstandafwijking	11	Figuur 39: Opvulschoen(zool)	30
Figuur 7: Houdingsproblemen	11	Figuur 40: Alternatieve inlay	31
Figuur 8: Podotherapeutische inlays	11	Figuur 41: Uitgangspunt conceptfase	33
Figuur 9: Orthese	11	Figuur 42: Onderdelen bevestigen	33
Figuur 10: Prothese	11	Figuur 43: Elementen bevestigen	34
Figuur 11: Orthonyxie	12	Figuur 44: Product aan de voet bevestigen	34
Figuur 12: Voorlopige therapieën	12	Figuur 45: Concept 1	35
Figuur 13: Instrumentele behandeling	12	Figuur 46: Extra enkelband	35
Figuur 14: Wondbehandeling	12	Figuur 47: Concept 2	35
Figuur 15: Advies	12	Figuur 48: Concept 2 - Elementen bevestigen	36
Figuur 16: Optimale functionele positie	13	Figuur 49: Concept 3	36
Figuur 17: Vraaggesprek	14	Figuur 50: Concept 3 - Sluiting	36
Figuur 18: Voetafdrukken maken	14	Figuur 51: Gekozen concept (1)	38
Figuur 19: Voetonderzoek	14	Figuur 52: Gekozen concept (2)	38
Figuur 20: Inspectie van de voetstand	14	Figuur 53: Gekozen concept (3)	38
Figuur 21: Ganganalyse	15	Figuur 54: Vormgeving hielsteun	39
Figuur 22: Voeten opmeten	15	Figuur 55: Bevestiging zeilring	40
Figuur 23: Schoeninspectie	15	Figuur 56: Problemen vormgeving teenstuk	41
Figuur 24: Behandelplan opstellen	15	Figuur 57: Vormgeving teenstuk	41
Figuur 25: Start behandelplan	15	Figuur 58: Presentatietekening eindproduct	42
Figuur 26: Aanmeting van podotherapeutische inlays	16	Figuur 59: Bevestigen onderdelen aan zool	43
Figuur 27: Podoscoop	18	Figuur 60: Product verbinden aan de voet	43
Figuur 28: Digitale voetscanner en beeld	18	Figuur 61: Rommelig opbergen	46
Figuur 29: Schuimdoos	19	Figuur 62: Opbergen - Concept 1	46
Figuur 30: Footfax SL digitizer	19	Figuur 63: CD-etui	46
Figuur 31: 3D Footmodeller	19	Figuur 64: Opbergen - Concept 2	47
Figuur 32: 3D laser voetscanner	20	Figuur 65: Opbergvakken onderdelen	47
Figuur 33: Resultaten van een drukscanmeting	20	Figuur 66: Foto's van het prototype	48



Lijst van tabellen

	Blz.
Tabel 1: Verschillende materialen	16
Tabel 2: Overzicht drukmeetapparatuur	21
Tabel 3: Stakeholders en hun belangen	25
Tabel 4: Voor- en nadelen productmogelijkheden	31
Tabel 5: Beoordeling concepten	36
Tabel 6: Relatie voetlengte – schoenmaat	44
Tabel 7: Resultaten observatie gebruikstest	51
Tabel 8: Resultaten evaluatieformulier proefpersonen	53
Tabel 9: Resultaten evaluatieformulier podotherapeuten	54

Lijst van bijlagen

	Blz.
Bijlage A: Morfologisch schema	59
Bijlage B: Corrigerende elementen	60
Bijlage C: Evaluatieformulier proefpersonen gebruikstest	61
Bijlage D: Evaluatieformulier podotherapeuten gebruikstest	62
Bijlage E: Observatieformulier gebruikstest	63
Bijlage F: Krachtverdeling/balans-grafieken QRS en schoen	65



Voorwoord

Twaalf weken hard werken is tot een einde gekomen. Een leuke opdracht heeft mij bezig gehouden met alle aspecten van het vak Industrieel Ontwerpen. In deze opdracht is alles naar voren gekomen: van onderzoek van markt en omgeving, via de eisen en wensen naar de conceptfase en uiteindelijk zelfs naar een werkend prototype.

Een deel van al het gedane werk was niet gelukt zonder hulp. Daarom wil ik graag een aantal mensen heel hartelijk bedanken voor alle informatie, tips en hulp die zij gegeven hebben. Mede dankzij de hulp die deze mensen gegeven hebben, heb ik deze opdracht tot een goed einde kunnen brengen.

Als eerste alle medewerkers van de Praktijk voor Podotherapie Oost-Nederland BV (locatie Enschede) en in het bijzonder Jan Laarhuis en Maikel Caarels.

Ten tweede de mensen die meegholpen hebben aan de evaluatie van het product voor hun tijd en medewerking: Marloes Bertens, Corina Pleij, Maikel Caarels en Nancy Pikaar.

Daarnaast wil ik mijn moeder, Nancy Pikaar, ook bedanken voor het meehelpen met het vervaardigen van het prototype en het opbergsysteem.

Als laatste, maar zeker niet het minst, wil ik mijn begeleider vanuit de Universiteit Twente, Edsko Hekman, bedanken.



Inleiding

Mensen die lichamelijke klachten hebben als gevolg van standproblemen in de voet(en), kunnen gebaat zijn bij het dragen van podotherapeutische inlays in hun schoenen. Deze inlays, die in de volksmond ook wel steunzolen genoemd worden, worden aangemeten door een podotherapeut. Door het dragen van podotherapeutische inlays in de schoenen vindt er een standcorrectie van (een deel van) de voet plaats, die de klachten kan verminderen of zelfs kan wegnemen.

Momenteel wordt tijdens de aanmeting van een podotherapeutische inlay op basis van de kennis en kunde van de podotherapeut en het gevoel van de patiënt gekozen voor bepaalde corrigerende elementen die, samen met een grondzool, de inlay zullen vormen. Deze aanmeting vindt plaats tijdens een statische belasting, namelijk tijdens stilstand op een podoscoop. De effecten van de correctie op het lichaam tijdens dynamische belastingen, zoals rennen en traplopen, zijn alleen te meten nadat de inlay al vervaardigd is. Het is dan namelijk mogelijk om een dynamische analyse te doen op een drukmat; bij de opdrachtgever is dat de Footscan® USB plate. Tijdens de dynamische analyse is de inlay namelijk in de schoen geplaatst en zal deze meegaan met de beweging die de voet maakt.

Door het uitvoeren van een dynamische analyse op de drukmat kan de drukbelasting en de afwikkeling van de voet in beeld te brengen is. Door deze beelden te vergelijken met beelden die verkregen zijn uit een dynamische analyse voorafgaande aan de vervaardiging van de podotherapeutische inlay, kan de podotherapeut objectief beslissen of het effect voldoende is.

Als de analyse niet het gewenste effect laat zien, levert de inlay dus niet de gewenste ondersteuning en correctie en is eigenlijk voor niets gemaakt. Er moet dan een nieuwe, betere inlay vervaardigd worden. Dit kost veel tijd en geld, dat bespaard kan worden als de effecten van de correctie eerder zichtbaar zijn.

Om die reden is de Praktijk voor Podotherapie Oost-Nederland BV op zoek naar een product waarmee de aanmeting van een podotherapeutische inlay objectiever gemaakt kan worden, zodat fouten in het kiezen van corrigerende elementen worden geminimaliseerd.

In dit rapport zal onderzocht worden wat de problemen zijn als gevolg van de subjectieve manier van het aanmeten van podotherapeutische inlays. Naar aanleiding van die informatie zal er gezocht worden naar een geschikte oplossing.

Hoofdstuk één gaat over de achtergrond van de opdrachtgever. Wat voor bedrijf is het, wat houdt podotherapie in en op welke manier worden klachten verholpen. Door deze informatie wordt duidelijk in wat voor soort werkomgeving het product gebruikt zal worden.

In hoofdstuk twee wordt er dieper ingegaan op de podotherapeutische inlay. Door meer informatie te hebben over de werking, het aanmeten en de vervaardiging van podotherapeutische inlays kan er beter tot een geschikt product gekomen worden.



Hoofdstuk drie gaat over de verschillende producten die op de markt te vinden zijn en die podotherapeuten helpen bij hun werk. Daarnaast worden de problemen die op dit moment spelen bij de opdrachtgever in kaart gebracht. Het doen van een marktonderzoek en het in kaart brengen van de problemen zorgt voor een goede basis voor de conceptfase.

Voorafgaande aan de conceptfase, vindt er een analysefase plaats, waarin de functie(s) van het te ontwerpen product in kaart gebracht worden. Verder worden de gebruikers en de eisen en wensen van de betrokken partijen op papier gezet. Deze analyses worden in hoofdstuk vier besproken.

De conceptontwikkeling wordt in hoofdstuk vijf besproken. Hierin vindt de ontwikkeling van de verschillende concepten plaats, in navolging van het onderzoek dat gedaan is. De conceptkeuze wordt ook in dit hoofdstuk gemaakt en toegelicht.

Hoofdstuk zes gaat over de detaillering van het gekozen concept. De vormgeving en uiteindelijke werking van het eindproduct staat in dit hoofdstuk centraal. Daarnaast wordt er de vervaardiging van de prototypes besproken.

Het laatste hoofdstuk staat in het teken van de evaluatie. De doelen, opzet en resultaten van de gebruikstest zullen hier toegelicht worden.

Tot slot zullen de conclusies getrokken worden. Ook worden er een aantal aanbevelingen gedaan voor verdere ontwikkeling van het eindproduct.



Hoofdstuk 1 Achtergrond opdrachtgever

Voordat er met ontwerpen begonnen kan worden, is het van belang om te weten in wat voor soort omgeving het product gebruikt zal gaan worden. Daarom wordt in dit hoofdstuk de achtergrond van de opdrachtgever in kaart gebracht.

1.1 Het bedrijf

De opdrachtgever, de Praktijk voor Podotherapie Oost-Nederland B.V., is een bedrijf die zich bezig houdt met allerlei voetgerelateerde problemen. De praktijk bestaat uit drie vestigingen, die gevestigd zijn in Enschede, Haaksbergen en Groenlo. Het volledige team bestaat uit vijf podotherapeuten, vier podotherapieassistenten, drie zolenmakers, drie secretaresses en één technisch medewerker, die verdeelt zijn over de drie praktijken [1].

1.2 Wat is podotherapie?

Podotherapie is een paramedisch beroep. Dat betekent dat podotherapeuten patiënten alleen behandelen, na verwijzing door een huisarts of specialist. De podotherapeut behandelt alle klachten aan voeten, tenen en nagels en klachten elders in het lichaam die door voet-, teen- of nagelcorrectie beïnvloed kunnen worden.

Een podotherapeut behandelt deze klachten met als doel het opheffen, verminderen of compenseren van stoornissen in het functioneren van het steun- en bewegingsapparaat [1, 2].



Fig. 1: Podotherapeut in actie.

1.3 Wat wordt er behandeld?

Een podotherapeut behandelt mensen met voetklachten en daarmee samenhangende houdingsproblemen zoals:

- Standsafwijkingen aan voeten, tenen en nagels
- Brandende, prikkende, stekende, zeurende en/of pijnlijke voeten
- Huidproblemen zoals overmatig eelt en likdoorns
- Nagelproblemen zoals ingegroeide, verdikte, afgebroken, misvormde en pijnlijke nagels
- Overbelastingsklachten en druk- en wrijvingsplekken
- Vermoeidheidsklachten
- Specifieke voetproblemen bij diabetes mellitus, patiënten met vaatproblemen en reumatoïde artritis
- Pijn in enkels, knieën, heupen, rug en nek
- Afwijkend looppatroon
- Houdingsproblemen

Een aantal van deze problemen zijn in de volgende figuren te zien [1, 2]:



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Fig. 2: Voetstandafwijking

Fig. 3: Likdoorn tussen de tenen.

Fig. 4: Voetproblemen door diabetes mellitus.



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Fig. 5: Voetproblemen door reumatoïde artritis.

Fig. 6: Afwijkende nagelvorm, teenstandafwijking.

Fig. 7: Houdingsproblemen.

1.4 Waarmee wordt er behandeld?

De podotherapeut heeft verschillende preventieve, correctieve en/of protectieve therapieën tot zijn beschikking die erop gericht zijn de oorzaak van de klachten te verhelpen en zo de functie van de voet te verbeteren. Als dit niet mogelijk is, is de behandeling gericht op het behouden van de functie van de voet. De hulpmiddelen worden met de hand op maat gemaakt en kunnen steeds weer worden aangepast als dit bij de vervolgccontroles nodig blijkt.

De verschillende therapieën worden hierna kort besproken en getoond [1, 2].

- Podotherapeutische zolen of inlays
Soepele, relatief dunne, uit elementen opgebouwde inlays, die in goedpassende schoenen gedragen kunnen worden. Als de voet- en houdingsfunctie dit toelaat hebben de podotherapeutische inlays een corrigerend effect. Indien deze functie er niet is, proberen de inlays de voetstand en houding te behouden en kunnen eventuele pijnplekken ontlast en beschermd worden. Deze zolen worden ook wel (functionele) plantairortheses genoemd.
- Orthese
Soepel hulpmiddel van siliconenrubber dat overdag tussen en/of om de tenen in de schoen gedragen wordt en de tenen corrigeert en/of beschermt.
- Prothese voor één of meer tenen
Een van siliconenrubber gemaakt hulpmiddel dat één of meerdere tenen vervangt om vervorming van de voet tegen te gaan, de functie van de voet behoudt en problemen op andere plaatsen op de voet voorkomt.



Fig. 8: Podotherapeutische inlays of (functionele) plantairorthese.



Fig. 9: Orthese.



Fig. 10: Prothese.



- Orthonyxie (nagelbeugel)
Een beugeltje van metaaldraad dat om de nagelranden haakt. Het corrigeert de nagelvorm en voorkomt daarmee het (opnieuw) 'ingroeien' van de nagel.
- Voorlopige therapieën
Kunnen worden gebruikt om acute klachten direct te behandelen of om een eventuele definitieve therapie eerst uit te proberen. Meestal worden er vilten elementen gebruikt, die verbonden worden met tape.
- Instrumentele behandeling
Hierbij worden likdoorns, overmatig eelt, ingegroeide en/of verdikte nagels, kloven in hielen e.d. behandeld als de pedicure dit niet meer kan, mag of durft.
- Wondbehandeling
Langdurig bestaande wonden, die vooral voorkomen bij diabetes mellitus-patiënten en mensen met vaatlijden, worden regelmatig schoongemaakt en drukvrij gelegd, met als doel de wond zo snel mogelijk te laten genezen.
- Advies
Sommige klachten hebben niet direct een hulpmiddel nodig, maar kunnen worden opgelost door een passend advies, zoals een voetverzorgings- of schoenadvies.



Fig. 11: Orthonyxie.
(nagelbeugel)



Fig. 12: Voorlopige
therapieën



Fig. 13: Instrumentele
behandeling.



Fig. 14: Wondbehandeling.



Fig. 15: Advies.



Hoofdstuk 2 De podotherapeutische inlay

Om tot een geschikt ontwerp van het hulpmiddel te komen, dat de aanmeting van een podotherapeutische inlay meer objectief maakt, is het noodzakelijk om meer te weten over deze behandelmethode.

2.1 De werking

Een paar podotherapeutische inlays normaliseert de bewegingen en de positie van de voet, waardoor deze optimaal kan functioneren en daarbij minimaal moet compenseren. Het vervaardigen van een inlay is gebaseerd op biomechanische metingen enerzijds en observaties van de voet statisch en dynamisch anderzijds. De inlay wordt gebruikt voor de meeste, maar zeker niet voor alle afwijkingen van de onderste extremiteiten die een abnormale voetfunctie tot gevolg hebben.

Een inlay synchroniseert de onderste extremiteit door de voet zo dicht mogelijk bij zijn optimale functionele positie te houden en zorgt ervoor dat het gaan, staan en lopen efficiënter verloopt (zie fig. 16). De inlay zorgt voor een optimale relatie tussen ondergrond en voet en tussen voet en proximale segmenten [3].

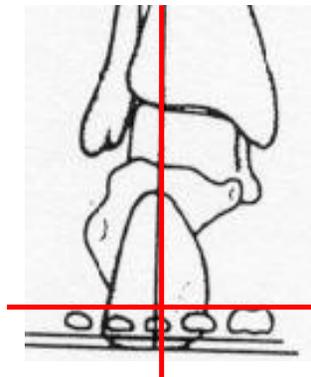


Fig. 16: Vooraanzicht van de optimale functionele positie van de rechervoet ten opzichte van het onderbeen.

Een podotherapeutische inlay wordt niet voor niets gebruikt. De doelen van zo'n inlay zijn [3]:

- Normale schokbreking vrijwaren.
- De voet zo optimaal mogelijk laten functioneren, om compensaties te vermijden gedurende de contactfase van de gang. Zo kunnen pathologische reacties vermeden worden in de voet, heup en lage rug.
- Een normale anatomische hoekverhouding tussen voorvoet en hiel proberen te realiseren en abnormale pronatie¹ en supinatie² vermijden.
- Herpositioneren van de calcaneus (hielbeen) tijdens hielcontact, zodat deze goed neergezet wordt
- Timing van de voetdynamiek (de juiste beweging op het juiste moment) optimaliseren
- Overdreven mobiliteit wegnemen, de natuurlijke mobiliteit behouden of afwezige mobiliteit creëren.

2.2 De onderdelen

Een podotherapeutische inlay wordt in principe uit twee verschillende onderdelen opgebouwd: een zool en corrigerende elementen. Een grondzoolpatroon van de voet, gebaseerd op de voetlengte, wordt als basis genomen. Dit is meestal een standaardvorm, maar deze is, als dat nodig is, aan te passen is naar de voet. Op deze basis worden de verschillende corrigerende elementen verbonden, zodat de voet in de juiste positie geplaatst wordt als deze op de inlay rust. Er bestaan ontzettend veel van die corrigerende elementen, maar er is slechts een handjevol elementen dat zeer regelmatig gebruikt wordt.

¹ Pronatie is het optrekken van de buitenrand van de voet.
² Supinatie is het optrekken van de binnenrand van de voet.



2.3 De behandeling

De behandeling van klachten door middel van de aanmeting van een paar podotherapeutische inlays bestaat uit twee delen: een onderzoeksdeel en een aanmeetdeel. Hiermee probeert de podotherapeut de oorzaak van de klachten te achterhalen.

Is de oorzaak bekend, dan stelt de podotherapeut daaruit een therapieplan op dat daarna besproken en gevolgd wordt. Het aanmeetdeel bedekt het hele aanmeetproces en zal verderop besproken worden [1].

2.3.1 Het onderzoek

Het onderzoek bestaat uit de hiernavolgende onderdelen (zie ook fig. 17 tot en met 25). Afhankelijk van de klacht kunnen een of meerdere onderdelen meer aandacht krijgen [1].

1. Vraaggesprek (anamnese)

Hierin worden de klacht(en) en daarmee samenhangende gegevens besproken.

2. Het maken van blauwafdrukken

Met deze afdrukken kan de podotherapeut verschillende kenmerken van de voeten herkennen, de stand van de voet zien en de lengte van de voet bepalen. Ook kan een eventuele therapie er ingetekend worden.

3. Een voetonderzoek (in zit)

Bij dit onderzoek, gedaan door palpatie, wordt er gelet op eventuele afwijkende botstructuren en pijnplekken en wordt de beweeglijkheid van de voeten beoordeeld. Op indicatie kan ook de knie, heup en/of rug onderzocht worden.

4. Inspectie van de voetstand en houding (in stand)

Hierbij wordt de stand en de stabiliteit van de voeten bekeken. Daar wordt een podoscoop of een scansysteem bij gebruikt. Ook kijkt men naar de houding.



Fig. 17: Vraaggesprek.



Fig. 18: Voetafdrukken maken.



Fig. 19: Voetonderzoek.



Fig. 20: Inspectie van de voetstand op een podoscoop.



5. Ganganalyse

Een ganganalyse wordt gedaan om te kijken naar het totaalbeeld van het lopen. Er wordt gekeken naar de afwikkeling van de voet, de bewegingsuitslag in de knie, heup en romp. De beoordeling vindt meestal plaats op grond van de 'klinische blik' van de podotherapeut. Hierbij kan ook gebruik gemaakt worden van een scansysteem.

6. Opmeten van de voeten

Diverse delen van de voeten worden opgemeten, om zo een driedimensionaal beeld te krijgen van de afmetingen van de voeten. Hierbij kan gedacht worden aan de hoogte van de wreef of de breedte van de leest.

7. Schoeninspectie

De schoenen worden bekeken, beoordeeld en opgemeten omdat gedragen schoenen informatie kunnen geven over de manier van lopen, op basis van slijtageplekken op de zolen.

8. Therapieplan opstellen en voorleggen aan patiënt

Als de podotherapeut voldoende informatie heeft wordt de eventuele therapie gekozen en voorgelegd aan de patiënt.

9. Start therapieplan

Na goedkeuring van de patiënt wordt het behandelplan gestart. Dit kan het uitvoeren van een behandeling zijn of het vervaardigen van de benodigde hulpmiddelen. In dat laatste geval gaat het aanmeetproces van start.

2.3.2 Het aanmeetproces

Het aanmeetproces – en dus de daadwerkelijke aanmeting van de podotherapeutische inlay – wordt gedaan met behulp van een podoscoop. De patiënt staat op blote voeten op deze 'voetspiegel' en de podotherapeut plaatst dan verschillende corrigerende elementen onder de voeten. Er zijn zo'n acht tot tien veel gebruikte elementen, maar er bestaan er veel meer.



Fig. 21: Ganganalyse



Fig. 22: Voeten opmeten.



Fig. 23: Schoeninspectie.



Fig. 24: Behandelplan opstellen en voorleggen aan patiënt.



Fig. 25: Start behandelplan.



Als het element de voet zit, wordt bekeken hoe de voet en het been (en soms zelfs de rest van het lichaam, als daar ook (houdings)problemen waren) erop reageren. Ook kunnen er combinaties van elementen gebruikt worden. Er worden net zo lang elementen vervangen, verplaatst, verwijderd en toegevoegd totdat het optimum qua ondersteuning, houding en reactie bereikt lijkt te zijn. Op dat moment zullen op de eerder gemaakte blauwdruk de elementen getekend worden en notities gemaakt worden. Deze informatie komt daarna bij de zolenmaker terecht, die de uiteindelijke inlay zal vervaardigen. Enige tijd nadat de inlays aan de patiënt zijn gegeven en deze ermee gelopen heeft, vindt er een controle plaats. Een overzicht van het aanmeetproces is in figuur 26 hieronder te zien.

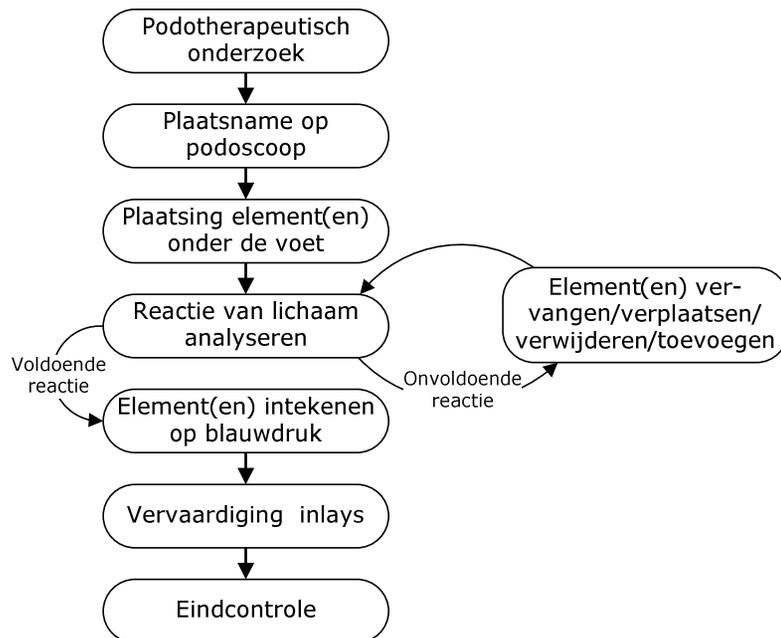


Fig. 26: De aanmeting van een podotherapeutische inlay verloopt volgens deze stappen.

2.4 De vervaardiging

Zoals al eerder gezegd, bestaat een podotherapeutische inlay uit een onderzool met daarop verschillende elementen. In de praktijk van de opdrachtgever wordt voor de vervaardiging van de inlays op een klassieke, arbeidsintensieve manier gewerkt door een zolenmaker. Vanaf de ingetekende blauwdruk worden de elementen op het plaatmateriaal getekend; hiervoor worden de lijnen op de blauwdruk uitgesneden. Daarna worden de elementen uitgeknipt en voorgeslepen en op de onderzool gelijmd. Na het lijmen en uitharden worden de elementen afgeslepen en afgewerkt in de goede vorm. Ten slotte wordt de gehele inlay afgedekt met een afdek materiaal.

Bij de opdrachtgever wordt (nog) op de klassieke manier gewerkt, maar heel veel praktijken werken tegenwoordig met voorgestane elementen, waardoor het vervaardigen van inlays minder arbeidsintensief is. Bovendien is er minder materiaalverbruik. Daarnaast zijn er ook praktijken waar men volgens een CAD/CAM-methode werkt, waarbij het geheel door middel van software en speciale machines vervaardigd wordt.

2.5 De materialen

De materialen die gebruikt worden zijn voornamelijk kunststoffen. Zo wordt voor de onderzool Realux gebruikt en voor de elementen Plastazote, PPT, Evalux (afgekort EVA), Savilux (SX), Softlux (SL), Thermofix (TF), Royal Mousse (RM) en Plastikurk of kurkrubber (PKR). PKR is polyurethaan met stukjes kurk erin. Deze materialen variëren in hardheid en stugheid van elkaar. Dit wordt weergegeven door middel van de zogenaamde shorewaarde. SX, SL, TF, EVA en Plastazote zijn tevens thermoplastisch, waardoor ze na verwarming vervormbaar zijn. Voor de afdeklaag wordt vaak leer gebruikt, maar soms ook kunststof, afhankelijk van de toepassing van de inlay.



De materialen worden in verschillende diktes vervaardigd en gebruikt. Op die manier is het mogelijk om elk element en dus de hele inlay tot de gewenste hoogte op te bouwen.

Op het moment dat er sprake is van een voorlopige therapie – bij acute problemen of het uitproberen van therapieën – wordt er gebruik gemaakt van vilt, dat met tape of verband wordt vastgemaakt aan de voet of van Poron, dat op een standaard zooltje geplakt kan worden. Dit is veel eenvoudiger en bovendien goedkoper. In de onderstaande tabel zijn de verschillende materialen te zien en te voelen. Tussen de haakjes staat de afkorting en de shorewaarde. Een hogere shorewaarde betekent een grotere hardheid.

Vilt	Leder/leer	Realux	PPT (10)	Plastazote (15)	Poron (15)
Savilux (SX, 20)	Softlux (SL, 35)	Evalux (EVA, 35)	Royal Mousse (RM, 45)	Thermofix (TF, 50)	Plastikurk/Kurkrubber (PKR, 65)

Tabel 1: De verschillende materialen die gebruikt worden bij de opdrachtgever. Ze zijn in oplopende shorewaarde geplaatst.



Hoofdstuk 3 Onderzoek

Als basis van de conceptfase die gaat volgen, worden bestaande producten genomen. Het onderzoek is gericht op de twee vlakken. Zo is er gekeken naar wat er op de markt verkrijgbaar is, en naar wat de opdrachtgever zelf gebruikt. Daarbij is gekeken naar wat de producten zijn en wat de sterke en zwakke punten ervan zijn.

Naast het doen van een marktonderzoek en het inventariseren van de producten die bij de opdrachtgever gebruik worden, is er ook gesproken met medewerkers en bezoekers van de praktijk. Dit is gedaan om te achterhalen wat zij ervaren tijdens hun werk of consult en wat zij verbeterd willen zien.

3.1 Producten op de markt

Er zijn diverse soorten hulpmiddelen op de markt, om de aanmeting van een podotherapeutische inlay eenvoudiger te maken. Hierbij gaat het om producten die gebruikt kan worden voor metingen aan de voet, de fabricage van de podotherapeutische inlays en om speciale software. De meet- of maatnamesystemen die momenteel op de markt verkrijgbaar zijn zullen hierna besproken worden. De verschillende producten zijn ingedeeld in drie categorieën, namelijk 2D- en 3D-beeldvorming en drukmeting. Verder zullen ook kort de fabricagemethodes kort besproken worden. De specifieke software is voor deze opdracht niet echt interessant en wordt dan ook niet verder behandeld.

3.1.1 2D-beeldvorming

Bij 2D-beeldvorming wordt de omtrek van de voet vastgelegd en in sommige gevallen wordt ook de globale vorm van de onderkant van de voet zichtbaar gemaakt. In deze categorie

producten horen de podoscoop, het blauwdrukapparaat en de digitale voetscanner thuis.

Een podoscoop (of voetspiegel) bestaat uit een glasplaat waaronder een spiegel gemonteerd is die de onderzijde van de voet reflecteert. Het geheel wordt verlicht door middel van een lamp (zie fig. 27). Patiënten gaan hierop staan en het totale drukvlak van de voetzolen kan dan door de podotherapeut bekeken en geïnterpreteerd, terwijl er gewicht op rust.



Fig. 27: Podoscoop [4].

Het blauwdrukapparaat is eigenlijk een grote doos met een stempelkussen vol (afwasbare) inkt waar de patiënt op moet gaan staan. Vervolgens wordt de voet op een blad papier geplaatst en laat de inkt, op de plekken waar de voet in contact staat met het papier, een afdruk achter.

Bij een voetscanner wordt er door middel van scantechnologie een beeld van de voet gemaakt. Er bestaan twee soorten voetscanners, namelijk digitale scanners en laserscanners.

Een digitale voetscanner – ook wel 2D-scanner genoemd – kan gebruikt worden ter aanvulling, of ter vervanging, van het blauwdrukapparaat. Deze scanner maakt een meting van de lengte en de breedte van het plantair voetoppervlak. Door middel van een USB-aansluiting is het mogelijk om de meting direct zichtbaar te maken op een computerscherm. In figuur 28 is zo'n digitale voetscanner te zien, met daarbij ook het te verkrijgen beeld.

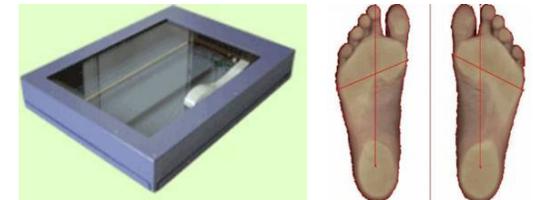


Fig. 28: Digitale voetscanner en het te verkrijgen beeld [5].



Pluspunten

Het gebruik van een podoscoop bij de aanmeting van een podotherapeutische inlay geeft de podotherapeut de mogelijkheid om corrigerende elementen onder de voet te plaatsen en direct te bekijken wat het effect daarvan is op de stand van de voet en soms zelfs de houding van de patiënt. Met het blauwdrukapparaat en de digitale voetscanner is snel en eenvoudig een beeld te verkrijgen van de onderkant van de voeten, terwijl deze belast zijn, zonder dat een podotherapeut vreemde houdingen hoeft aan te nemen om dit beeld te zien. Dat kan wel het geval zijn bij het gebruik van een podoscoop.

Door de beelden kan er informatie verkregen worden die niet met inspectie van de voeten in zit te verkrijgen is. Bovendien zijn het redelijk compacte apparaten, waardoor transport eenvoudig is en metingen zelfs bij een patiënt thuis of in een zorginstelling gedaan kunnen worden. Het verkregen scanbeeld kan goed gebruikt worden in combinatie met speciale software, waarmee het mogelijk is om een inlay te modelleren aan de hand van een scanbeeld. De inlay zou zelfs geproduceerd kunnen worden aan de hand van het beeld en de software, als daar machines voor aanwezig zijn.

Minpunten

Het in beeld brengen van de voetzolen is voor traditionele aanmeting van een podotherapeutische inlay – waarbij een zolenmaker de inlay maakt met behulp van losse elementen – niet erg interessant. Het geeft namelijk een beeld weer, waar verder weinig extra mee gedaan kan worden dan wat er al op een podoscoop gedaan wordt.

3.1.2 3D-beeldvorming

3D-beeldvorming zorgt ervoor dat er een driedimensionaal beeld verkregen kan worden, waar vervolgens verder mee gewerkt kan worden. In oplopende complexiteit behoren de schuimdoos, de digitizer en de laserscanner tot deze categorie producten.

Veel podotherapeuten werken nog met een eenvoudige schuimdoos, waarin de cliënt moet gaan staan met zijn/haar voet (zie fig. 29). Van de afdruk, die achterblijft in het schuim, wordt dan een gips- of siliconenmal gemaakt. Hiermee kan een podotherapeut dan verder werken. Er bestaan ook apparaten die van zo'n schuimafdruk een digitale mal kunnen maken [6].

Ook wordt er gebruik gemaakt zogenaamde digitizers. Dit zijn systemen die net als een voetscanner, de voet in beeld brengen, maar dan met behulp van andere technologieën. Amfit heeft een digitizer op de markt gebracht die pneumatisch werkt met kleine opkomende pinnetjes (zie fig. 30) [6].

Er bestaat ook een nieuw soort systeem, dat de schuimdoos kan vervangen. Dit is een apparaat waarbij de onderkant van de voet gescand wordt op een glasplaat, maar waarbij ook twee tot drie centimeter van de zijkant van de voet gescand wordt. Dit wordt gedaan door middel van een opblaassysteem (zie fig. 31) [7].

De 3D laser voetscanner (zie fig. 32) geeft een scanbeeld met uitgebreide meetinformatie over de lengte, breedte en hoogte van de voet. Met dit apparaat is het mogelijk om de voet rechtstreeks in 3D te scannen of aan de hand van een afdruk in een schuimdoos of een gecorrigeerde gipsmal, afhankelijk van wat er in beeld gebracht moet worden. De gebruikte laserstraal projecteert zich



Fig. 29: Schuimdoos of Foam Casting [6].



Fig. 30: Footfax SL digitizer [6].



Fig. 31: 3D Footmodeller [7].



op de voetzool, schuimdoos of mal – die op de glasplaat is geplaatst – en scant vervolgens het geheel in vijf seconden [5].



Fig. 32: 3D laser voetscanner [5].

Pluspunten

Het voordeel van een laserscanner ten opzichte van een digitale scanner, is dat een laserscanner een drie dimensionaal beeld geeft, terwijl een digitale voetscanner slechts een twee dimensionaal beeld geeft. Een goed punt bij de gemoderniseerde schuimdoos (de 3D Footmodeller) is het feit dat het de problemen weg neemt die kunnen ontstaan door het uitoefenen van de noodzakelijke kracht om het schuim in te drukken.

Minpunten

Het schuim dat gebruikt wordt in schuimdozen, moet zacht genoeg zijn om een goede afdruk in achter te kunnen laten van de voet. Echter, hierdoor kan de afdruk ook eenvoudiger beschadigen, waardoor er onjuistheden kunnen ontstaan in de mal die gemaakt wordt. Ook kan de stand van de tenen niet helemaal correct zijn. Er kan namelijk in verhouding maar weinig kracht uitgeoefend worden met de tenen, om het schuim in te drukken, zonder dat daarbij de 'neutrale' stand van de tenen verloren gaat.

Een slecht punt van de 3D Footmodeller is dat het beeld, dat gescand wordt van de voet, niet het correcte beeld laat zien. Door het opblaassysteem staat de voet als het ware op een kussen, waardoor de statische belasting anders zou kunnen zijn dan als men op een normale ondergrond staat.

De digitizer van Amfit houdt weinig rekening met de zachtheid van de huid van de voet. De huid van de voet kan week worden van langdurig in schoenen zitten, of als men van nature erg warme of zweterige voeten heeft. Door de weekheid van de

huid zouden de pneumatische pinnetjes verder tegen de huid aanduwen dan goed is voor de meting.

3.1.3 Drukmeting

Naast producten waarmee een twee- of driedimensionaal beeld te krijgen is, zodat de vorm en de omtrek van de voet zichtbaar wordt, is het ook mogelijk om informatie te krijgen over aspecten van de voet die niet op die manier te verkrijgen zijn. Hierbij moet gedacht worden aan de verdeling van de druk over de voet, de manier waarop de voet wordt afgewikkeld en aan de verdeling van de krachten over de verschillende botstructuren in de voet.

Het verkrijgen van zo'n beeld van de voet wordt het meeste gedaan met behulp van zogenaamde drukmatten of drukzolen. Bij een drukmat zitten sensoren in de mat verwerkt, die zorgen voor de waarneming. De metingen kunnen gedaan worden in stand (dus statisch) of tijdens beweging (dynamisch).

Een drukmat geeft informatie over de statische en dynamische belasting van de voet. Door bestudering van de gait-line (afwikkeling van de voet) en de drukverdeling tijdens het lopen, kan men meer te weten komen over het functioneren en de afwijkingen tijdens het lopen (figuur 33).

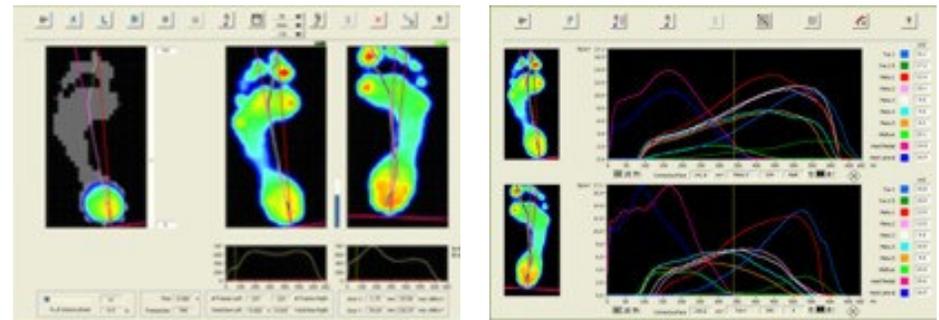


Fig. 33: Afbeeldingen van de resultaten van een scan, waarbij de drukverdeling en de gait line (links) en een overzicht van alle krachten in diverse voetdelen, uitgezet tegen de meettijd (onder), te zien zijn [8].



Ook kan het looppatroon met podotherapeutische inlays in schoenen hiermee gecontroleerd worden op het moment dat er problemen lijken te zijn met de vervaardigde inlays [5, 6]. Zo komt men te weten of de zolen de juiste correctie geven en of de voet beweeglijk genoeg is om de correctie aan te kunnen en niet wordt over gecorrigeerd.

De visualisatie van drukpunten geeft de mogelijkheid om risicoplekken te inventariseren bij mensen die aan neuropathie lijden. Dit zijn meestal mensen die diabetes mellitus hebben en zij hebben daardoor vaak een verminderd gevoel in hun uiterste ledematen. Zij kunnen te laat in de gaten hebben dat zij een wond(je) hebben als gevolg van een te grote druk op de huid.

Drukmaten zijn er in diverse afmetingen: zo zijn er maten die maar een halve meter lang zijn, en alleen singlestep (dus één afdruk per keer in beeld brengen) - en statische (alleen staan) metingen kunnen doen, maar ze bestaan ook in de lengtes van één en twee meter. Hiermee is het maken van een multistepmeting (meerdere afdrukken) mogelijk, waarbij vaak een wat natuurlijkere beweging in beeld gebracht kan worden. Deze zijn alleen veel prijziger [8]. Daarnaast bestaat er ook een drukmatsysteem, dat gecombineerd is met een loopband [9]

Voor een multistepmeting kan, naast een drukmat, ook gebruik gemaakt worden van meetsystemen op basis van een drukzool. Deze zolen bevatten dezelfde sensoren als een drukmat, maar zijn veel goedkoper vanwege de geringe afmetingen van het geheel. Druksolen worden voornamelijk gebruikt voor het maken van een ganganalyse en het meten van drukpunten. Meestal zijn de druksolen voorzien van een draadloos meetsysteem, waardoor er meer bewegingsvrijheid is. Verder wordt de technologie ook gebruikt voor drukanalyse op gewichtdragende stompen (zoals boven- of onderbenen, knie) waar men een prothese op draagt.



Fig. 34: Een drukmat (Dr. Pressure Multisens drukmeetplatform) en druksolen (Dr. Pressure MFD 200) van Jos America [7] en de drie dimensionale drukmat met een lengte van 1 meter (Footscan® 3D plate) van RSscan [8].

Er zijn slechts een paar bedrijven die dit soort meetsystemen (zie figuur 34) maken, geschikt voor gebruik in een podotherapiepraktijk: RSscan International, Tekscan, Paromed, Jos America en Zebris Medical. Vaak hebben ze ook speciale software beschikbaar, waarmee het proces van scannen, modelleren en soms ook produceren geautomatiseerd kan worden. Ze hebben allen ongeveer dezelfde producten, maar die producten zijn in verschillende varianten beschikbaar en bovendien kunnen de meesten uitgebreid worden met andere apparaten en/of software [5, 6, 7, 8, 9, 10].



Bedrijf	Producten
RSscan International	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mobiele USB-mat ▪ Drukmat van 0,5, 1 en 2 meter (in 2D of 3D)³ ▪ Drukzolen
Tekscan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibele drukmat (0,5 en 2 meter) ▪ Partiële drukmat⁴ ▪ Drukzolen
Paromed	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drukmat ▪ Drukzolen met gyroscoop⁵
Jos America	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drukmat ▪ Drukzolen
Zebris Medical	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drukmat van 1,5, 2 en 3 meter ▪ Drukmat op loopband

Tabel 2: Overzicht van de producten van de verschillende bedrijven die meetapparatuur verkopen.

Pluspunten

Door het gebruik van een drukmat is het mogelijk om zowel statische als een dynamische analyse te doen. Hiermee kan veel meer informatie verkregen worden dan met het gebruik van een podoscoop. Doordat er ook systemen bestaan die in de schoenen geplaatst kunnen worden, is het ook mogelijk om een grotere ganganalyse te doen op een mat. Er kan namelijk een grotere afstand afgelegd worden. Bovendien is het systeem zodanig dat er ook tijdens het sporten gemeten kan worden.

³ Bij de drie dimensionale drukmatten is het mogelijk om andere apparatuur, zoals infraroodcamera's of een EMG-meter, aan te sluiten op het meetsysteem (kastje op de lange drukmat in fig. 34).

⁴ Geavanceerde drukmat voor metingen aan een deel van de voet.

⁵ De gyroscoop levert de mogelijkheid op om beweging drie dimensionaal te laten zien.

Minpunten

Sensoren zijn gevoelige onderdelen en kunnen snel minder goed of niet meer functioneren. Bovendien is het vrij prijzige apparaat om aan te schaffen: de koopprijs voor een drukmat begint rond € 1300,- [8].

Doordat de meeste drukmatten van beperkte afmetingen zijn – tot 2 meter lang – is het verkrijgen van een beeld waarbij 'natuurlijk' gelopen wordt moeilijk. Men is zich er bewust van dat één of beide voeten op zo'n mat geplaatst moet worden. Het beeld is dus niet helemaal waarheidsgetrouw.

Sommige van de drukzoolsystemen, waarmee men niet gebonden is aan een drukmat, hebben een relatief groot informatieopslagkastje, dat aan het been vastgemaakt moet worden. Dit kan voor hinder zorgen tijdens het voortbewegen.

3.1.4 Fabricage

In paragraaf 2.4 is al kort gesproken over de mogelijkheden voor de vervaardiging van podotherapeutische inlays. Bij de opdrachtgever worden de onderdelen voor en de inlay zelf nog volledig met de hand vervaardigd, maar er zijn ook andere manieren. Zo kan een inlay ook gemaakt worden met behulp van voorgestante corrigerende elementen. Ook kan de inlay volledig door machines vervaardigd worden: CAD/CAM.

Volledig handmatig vervaardigde inlays bestaan uit verschillende corrigerende elementen, die eerst handmatig op maat gemaakt zijn, die op een onderzool verlijmd zijn. Het geheel is overdekt met een afdeklag. De vervaardiging van de elementen en de afwerking van de inlay voorafgaande aan het afdekken gebeurt met eenvoudige middelen. De afwerking wordt gedaan met behulp van een slijpmachine of een schuurmachine met daarop één of meerdere schuurbanden [5, 7].

Podotherapeutische inlays die gemaakt zijn met behulp van voorgestante elementen worden op éénzelfde manier vervaardigd en afgewerkt, alleen zijn de corrigerende



elementen kant-en-klaar aangeleverd. Een zolenmaker hoeft die dus niet zelf te maken.

Behalve handmatig kunnen podotherapeutische inlays ook door machines gemaakt worden. Deze CAD/CAM-methode wordt vrijwel altijd gecombineerd met speciale software, waarmee de inlay gemaakt kan worden naar aanleiding van verkregen beelden en informatie uit scans [10].

3.2 Producten bij de opdrachtgever

De Praktijk voor Podotherapie Oost-Nederland BV maakt in zijn praktijken voor de aanmeting van een podotherapeutische inlay gebruik van de podoscoop (in paragraaf 3.1.1 besproken), een voetlengtemeter (waarmee alleen maar de lengte van de voet gemeten kan worden), diverse corrigerende profelementen en een blauwdrukapparaat (ook paragraaf 3.1.1). Daarnaast kan het gebeuren dat er een gipsafdruk gemaakt moet worden van de voet. Die wordt vervaardigd aan de hand van een afdruk in een schuimdoos (paragraaf 3.1.2). Dit wordt echter maar weinig gedaan.

Uit het onderzoek van de markt is al gebleken dat er diverse drukmaten op de markt zijn die door middel van metingen en analyses allerlei informatie over de voet en het lopen kunnen vertellen. Zo'n drukmat kan tijdens het onderzoekstraject en het aanmeetproces gebruikt worden van een drukmat, om zo drukpunten en de ganglijn te bepalen. De opdrachtgever heeft ook zo'n mat ter beschikking: de Footscan® USB plate van RSscan. Deze wordt op dit moment echter slechts gebruikt bij de nacontrole en voor het onderzoeken van aanhoudende klachten na aanmeting van een inlay en dus niet tijdens het aanmeetproces.

Pluspunten van deze hulpmiddelen zijn het vergemakkelijken van het stellen van een diagnose en het opstellen van een behandelplan. Daarnaast werken de hulpmiddelen prettig. Jammer genoeg kan het soms noodzakelijk zijn om een ongewone of ongemakkelijke houding aan te nemen door zowel

de podotherapeut als de patiënt. Daarnaast is er geen sprake van echte bewijsvoering: het komt aan op de kennis en kunde van de podotherapeut en wat de patiënt zegt. Hierdoor is het aanmeetproces subjectief.

3.3 Problemen

Naast een onderzoek van de producten op de markt en bij de opdrachtgever, is er ook onderzoek gedaan onder de mensen die betrokken zijn bij het hele proces van aanmeting van podotherapeutische inlays. Op die manier wordt achterhaald welke problemen zij ondervinden en wat hun eisen, wensen en verwachtingen zijn van een nieuw product, zoals de opdrachtgever dat in gedachten heeft. Het onderzoek is uitgevoerd door middel van interviews bij diverse medewerkers en een aantal patiënten. De problemen die spelen zijn de groeperen in problemen bij de aanmeetprocedure, gewinning en kosten. Deze zullen hierna besproken worden.

Behalve de problemen die podotherapeuten en de patiënten ondervinden, zijn er ook andere zaken wie voor extra werk zorgen voor andere medewerkers van de praktijk. Zo krijgt de secretaresse van de praktijk vaak vragen van patiënten over de kosten en de vergoeding. Gelukkig heeft de Nederlandse Vereniging van Podotherapeuten (NVvP) op haar website een gedeelte over verzekeringen opgenomen, waarmee vrijwel alle vragen omtrent dit onderwerp beantwoord kunnen worden [2].

3.3.1 Aanmeetprocedure

Tijdens de aanmeting van een podotherapeutische inlay zelf ondervinden podotherapeuten en patiënten weinig problemen: er moet wel eens een vreemde houding aangenomen worden, maar verder zijn er weinig (lichamelijke) problemen.

Er zijn daarentegen wel regelmatig problemen met de vervaardigde inlay, waardoor podotherapeuten meer werk hebben om het te verbeteren en patiënten hebben wel eens



(lichamelijk) problemen door het gebruik van de podotherapeutische inlays. Daarnaast zijn er natuurlijk ook andere problemen zoals wachttijden door drukte, maar deze hebben geen directe invloed op de aanmeting, vervaardiging en het gebruik van de inlay.

De podotherapeutische inlay zelf kent drie problemen waar een podotherapeut mee te maken kan krijgen. Dit zijn een niet goed om de voet passende grondzool (basis van de inlay), het tegenwerken van de inlay door het lichaam of het niet of onvoldoende reageren van het lichaam op de inlay.

Als de grondzool niet goed is, zit de inlay niet goed. Dit probleem kan echter eenvoudig verholpen worden door het grondpatroon te verbreden of te versmallen.

Op het moment dat er door het lichaam wordt tegengewerkt of niet gereageerd wordt op de inlay, is de podotherapeut genoodzaakt om concessies te doen aan de te gebruiken therapie. Er zal dan een ander element (of combinatie van elementen) gekozen moeten worden. Deze heeft vaak een mindere werking, waardoor de effecten van een podotherapeutische inlay minder zullen zijn.

Een bijkomend probleem van het niet of onvoldoende reageren op of het tegenwerken van een podotherapeutische inlay, is dat dit alleen waar te nemen is door het uitvoeren van dynamische metingen op de Footscan® USB plate. Men moet dan met de inlay in de schoen over de drukmat lopen, om zo de effecten van de inlay in beeld te brengen tijdens het normale gebruik. Als op dat moment blijkt waarom de inlay niet goed is, moet er een nieuwe gemaakt worden. Hierdoor worden er meer kosten gemaakt door zowel de podotherapeut (die moet de aanmeting opnieuw doen) als de zolenmaker (die moet een nieuwe inlay maken) als ook door het extra gebruik van materialen voor de nieuwe inlay. Verder kan de 'wachttijd' op inlays voor nieuwe patiënten en die voor mensen die een incorrecte inlay hebben gekregen langer worden dan gebruikelijk is.

Er is een tijdelijke oplossing door de podotherapeuten gevonden, door het gebruik van een balletschoen waarin de elementen geplaatst worden. Op die manier is het namelijk mogelijk om het effect van de elementen op het lichaam via een dynamische meting en analyse met de Footscan® USB plate in beeld te brengen, zonder dat daarvoor eerst een kostbare (in tijd en in geld) inlay voor vervaardigd hoeft te worden. Het is echter geen optimale oplossing: de elementen kunnen verschuiven ten opzichte van de zool en van elkaar.

3.3.2 Gewenning

Patiënten hebben vaak het idee dat de aangemeten inlay absoluut niet prettig zit. Men denkt dan weleens dat de inlay niet helpt en dat het geen zin heeft om het te gebruiken. Ook laat men de inlay uit de schoen omdat men er teveel last van heeft. Het is echter zo dat er een gewenningsperiode van twee weken staat voor een podotherapeutische inlay. In deze periode kunnen spier- en gewrichtsklachten kunnen optreden, als gevolg van de corrigerende werking van de elementen. Tijdens deze gewenningsperiode kan de patiënt door de klachten beperkt of gehinderd worden in zijn of haar functioneren, wat een groot probleem kan zijn. De klachten verdwijnen echter nadat het lichaam gewend is aan de inlay. Vaak zit daarna de inlay ook prettiger: het is meestal een kwestie van wennen. In sommige gevallen is het zo dat de inlay zelf niet goed is en dat men daardoor problemen heeft. Op dat moment moet er een nieuwe aangemeten en vervaardigd worden.

3.3.3 Kosten

Een ander probleem dat patiënten ondervinden, is het feit dat zij onzeker zijn over de vergoeding van podotherapie door hun verzekeraar. Meestal weten ze niet hoe ze verzekerd zijn. Hierdoor kan het voorkomen dat mensen de stap naar de



podotherapeut niet meteen zullen zetten, terwijl dit wel nodig kan zijn. Hierdoor zou er onnodig meer schade kunnen ontstaan aan het lichaam.

3.4 Conclusie

Aan het einde van deze fase van het ontwerptraject is er veel informatie op tafel gekomen. Hierdoor is duidelijk welke hulpmiddelen gebruikt worden, wat hiervan sterke en zwakke punten zijn, hoe de aanmeting van een podotherapeutische inlay gebeurt en welke problemen men ondervindt tijdens zijn of haar werkzaam- of bezigheden.

Bij het marktonderzoek is gekeken naar de diverse producten die op de markt zijn om het werk van een podotherapeut en/of een zolenmaker eenvoudiger te maken. De veelvoorkomende producten zijn: de podoscoop, scanapparatuur, drukmatten en -zolen en de schuimdoos. Er zijn diverse varianten van deze producten. Daarnaast is er ook de mogelijkheid om gebruik te maken van speciale software en CAD/CAM-freesmachines. Bij alle productgroepen is gekeken naar de goede en minder goede punten in het gebruik, voor zover dat te beoordelen was, zonder het daadwerkelijk uit te proberen.

Bij het onderzoek naar mogelijke problemen, en ook de verwachtingen van een nieuw product, is de blik niet alleen gericht op de podotherapeuten, maar ook op de andere medewerkers van de praktijk, zoals de zolenmaker en de secretaresse. Op die manier is een totaalbeeld ontstaan van de gang van zaken in de praktijk en de achterliggende gedachte van de opdracht.

Bovendien zijn de belangrijkste problemen die zich voordoen naar voren gekomen. Die problemen zijn:

- Alleen subjectief oordeel kunnen krijgen over de effecten van de corrigerende elementen tijdens de aanmeting van een podotherapeutische inlay
- Het aannemen van ongewone of ongemakkelijke houdingen tijdens het gehele aanmeetproces. Hierbij

gaat het vooral om het toevoegen, verwijderen, verplaatsen en/of vervangen van corrigerende elementen onder de voet(en)

- Extra werkzaamheden voor de podotherapeut en de zolenmaker door onjuist aangemeten podotherapeutische inlays
- Materiaalverspilling door het opnieuw moeten vervaardigen van podotherapeutische inlays als er ongewenste effecten optreden

Van deze problemen is vooral het niet objectief in beeld kunnen brengen van de effecten van de inlay een groot probleem bij de werkzaamheden van een podotherapeut. Men heeft een voorlopige oplossing gevonden in balletschoen, maar dit werkt niet voldoende: het wordt gebruikt bij gebrek aan betere oplossingen. Het is eigenlijk niet geschikt voor gebruik in een professionele omgeving.



Hoofdstuk 4 Analyse

In dit hoofdstuk zal de aandacht vooral gericht zijn op de analyse. Daarbij gaat het met name om de functie(s) die het product moet gaan vervullen en de eisen en wensen van de betrokken partijen.

4.1 Stakeholders

Bij het opstellen van de specificaties waaraan het nieuwe product moet voldoen, is het van belang om een overzicht te hebben van alle mensen die belang kunnen hebben bij het product. Om die reden is een overzicht gemaakt van deze mensen – ook wel stakeholders – met hun belangen. Daarnaast is ook te zien in welk deel van de levenscyclus (O = Ontstaan, D = Distributie, G = Gebruik en A = Afdanking) het belang ligt. Het overzicht is te zien in tabel 3.

	Stakeholder	Belangen
O	Ontwerper	Omzet/winst verhogen, image, continuïteit
O	Fabrikant	Omzet/winst verhogen, capaciteitsbenutting, marktaandeel, continuïteit, image creëren
D	Distributeur	Omzet/winst, compleet pakket
D	Verkoper	Omzet/winst verhogen, capaciteitsbenutting, marktaandeel, continuïteit, image creëren
G	Podotherapeut	Objectiever werken, effectiever patiënten behandelen, omzet/winst verhogen, image creëren
G	Patiënt	Behandeling is beter en sneller
G	Zolenmaker	Minder correcties uitvoeren, minder materiaalverbruik
G	Zorgverzekeraar	Lagere kosten per cliënt, omzet/winst verhogen
A	Recycler	Omzet/winst verhogen, capaciteitsbenutting

Tabel 3: Overzicht van de stakeholders en hun belangen.

4.2 Gebruikers

De *primaire* gebruiker van het product zal de podotherapeut zijn. Hij of zij maakt gebruik van het product tijdens de werkzaamheden die verricht worden. Het gaat daarbij specifiek om de aanmeting van een podotherapeutische inlay: voor andere werkzaamheden (dus andere soorten behandelingen) is het niet geschikt. Hier zijn andere producten voor nodig.

Secundaire gebruikers zijn de patiënten, waarbij het product gebruikt wordt voor de objectieve aanmeting van de inlay die zij nodig hebben.

Eventueel *nevengebruik* zou plaats kunnen vinden na een chirurgische ingreep, waarbij iets gedaan is aan de stand van de voet. Door middel van dit product is het eenvoudig om de juiste ondersteuning te vinden, waarmee de voet geholpen kan worden tijdens het genezingsproces. De definitieve ondersteuning kan dan gemaakt worden, nadat er met het product een soort van proefondersteuning gemaakt is.

4.3 Productfunctieanalyse

Om tot een goed programma van eisen te komen, is het nodig om te inventariseren wat de functies van het product zijn. Dit is gedaan door middel van een productfunctieanalyse.

Hoofdfunctie

Objectief aanmeten van een podotherapeutische inlay

Nevenfunctie(s)

- Werktijd podotherapeut per patiënt verkorten
- Werktijd zolenmaker per patiënt verkorten
- Inkomsten praktijk verhogen

Subfunctie(s) van de hoofdfunctie

- Product verplaatsen
- Veiligheid tijdens gebruik bieden
- Snelle behandeling mogelijk maken



- Ongehinderde voetafwikkeling garanderen
- Hygiënisch werken

Emotionele gebruiksfuncties

- Professionaliteit uitstralen
- Gebruiksvriendelijk voor de podotherapeut
- Gebruiksvriendelijk voor de patiënt

Instrumenteel technische functie(s)

- Onderdelen eenvoudig vervangen of aanvullen
- Elementen op elkaar bevestigen
- Elementen op onderzool bevestigen

Bedrijfseconomische functie(s)

- Goedkope behandeling mogelijk maken

Maatschappelijke functie(s)

- Milieu zo min mogelijk belasten

4.4 Programma van eisen en wensen

Uit de productfunctieanalyse, de analysefase en het onderzoek in de praktijk – waarin gesproken is met medewerkers en gekeken is naar de behandelmethode – volgen de eisen en wensen waaraan het product moet voldoen. Het programma van eisen is onderverdeeld in eisen die horen bij het product zijn, de afwerking van het product en het gebruik van het product. Bij een aantal eisen zijn specificaties gegeven waaraan het product moet voldoen. Daarna volgen de wensen.

4.4.1 Eisen

De eisen waaraan het product moet gaan voldoen zijn verdeeld over een paar verschillende categorieën; eisen die voor het product zelf gelden, voor de afwerking of voor het gebruik van het product.

Product

- Effecten objectief controleren tijdens aanmeting
- Verplaatsen met de onderste extremiteit
 - Maximaal formaat lxbxh = 35x15x10 cm
 - Maximaal gewicht 300 gram
- Vorm behouden tijdens gebruik
- Gemaakt van (voldoende) flexibel materiaal
- Onderdelen beschermen tegen vuil en vocht
- Zichtbaar resultaat boeken
- Eenvoudig te vervaardigen
- Duurzame materialen gebruiken
- Onderdelen goedkoop vervangen of aanvullen
- Aanschafkosten beperken
 - Maximale kostprijs basisset € 30,-
 - Materiaalkosten laag houden
- Materiaal moet recyclebaar zijn: 80% van het gebruikte materiaal is recyclebaar

Afwerking

- Voet niet afknellen
- Geen scherpe randen bevatten
- Goede verbindingmethode voor elementen gebruiken
- Geen loshangende of uitstekende onderdelen bevatten
- Niet hinderlijk aanvoelen door materialen en verbindingmethode van de elementen
- Nette afwerking hebben
- Professionele uitstraling hebben

Gebruik

- Verbinden aan de onderste extremiteit
- Snel vervangen/verplaatsen/toevoegen van element
 - Maximaal 20 seconden nodig
- Op de juiste plaats onder de voet blijven
- Bruikbaar door zowel links- als rechtshandigen
- Geen abnormale houdingen aan moeten nemen
- Geen moeilijke handelingen verrichten
- Eenduidige bediening



- Verbinding van onderdelen eenvoudig te verbreken
- Niet veel kracht voor bediening nodig hebben
 - Maximaal 25 N
- Elementen op elkaar bevestigen
- Elementen op onderzool bevestigen

4.4.2 Wensen

Naast de eisen waaraan het product moet voldoen, zijn er ook een aantal wensen. Het is meegenomen als er aan deze wensen ook voldaan kan worden, maar dat is geen verplichting.

- Materiaal moet recyclebaar zijn: 95% van het gebruikte materiaal is recyclebaar
- Werktijd podotherapeut per patiënt verkorten door effectievere behandeling
- Werktijd zolenmaker per patiënt verkorten door afname vervaardiging vervangende (nieuwe) inlays door incorrecte aanmeting
- Inkomsten praktijk verhogen door toename aantal behandelingen en afname onnodige materiaalkosten



Hoofdstuk 5 Conceptontwikkeling

In navolging van het onderzoek en het vergaren van informatie, is de fase van het ontwerpen begonnen. Bij de opdrachtgever bestaat een bepaald idee van wat voor product hij graag op de markt wil zien komen, waardoor het werk beter wordt. Dit idee wordt al uitgangspunt genomen, maar er wordt ook verder gekeken. Het kan namelijk zo zijn dat er andere middelen bestaat of te ontwerpen zijn, die ook zouden kunnen werken. Dit hoofdstuk zal in het teken staan van de ontwikkeling van diverse concepten, waarna de conceptkeuze gemaakt kan worden.

5.1 Idee opdrachtgever

De opdrachtgever is met een bepaald idee gekomen voor een product dat hij graag op de markt zou willen zien. Het productidee zoals de opdrachtgever deze heeft neergelegd bestaat in principe uit een serie corrigerende elementen die aan elkaar en aan een onderzool verbonden kunnen worden. Dit maakt samen één geheel, dat op aan de onderste extremiteit verbonden wordt.

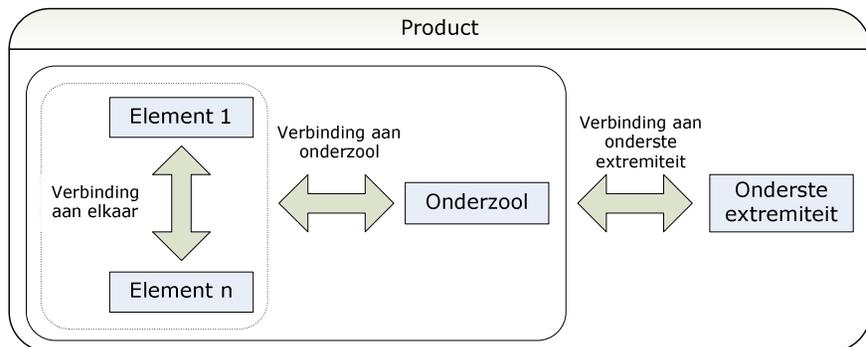


Fig. 35: Overzicht productidee opdrachtgever.

De elementen, de zool en de verbindingmethode vormen het product, waarmee het mogelijk moet zijn om – in combinatie met de drukmat – een objectief beeld te krijgen van de effecten die de elementen hebben op het lichaam.

Verder wil de opdrachtgever graag dat het geschikt is voor diverse voetlengtes. Een oplossing hiervoor is in eerste instantie gezocht in de mogelijkheid om een paar voetlengtes bij elkaar te nemen en dus per groepje een product te hebben. Echter, met deze methode is het eigenlijk altijd zo dat het product bij niemand echt goed zit. Daarom is er voor gekozen om voor elke voetlengte een product te hebben, waarbij het wel mogelijk is om onderdelen onderling te switchen. Het product is dan deels modulair.

5.2 Mogelijkheden

De belangrijkste functie die het product moet uitvoeren, is het objectief aanmeten van een podotherapeutische inlay. Om tot een objectieve aanmeting te komen, zijn er een aantal mogelijkheden. Dit zijn:

- Onderzoeks-inlay QRS (idee opdrachtgever)
- Elementen in combinatie met drukzooltechnologie
- Digitalisatie van het aanmeetproces
- Opvulschoen(zool)

De mogelijkheden worden op de volgende pagina getoond en zijn voorzien van een korte uitleg.



Onderzoeksinlay QRS

Het idee van de onderzoeksinlay QRS is als volgt: door een grondzool en de benodigde corrigerende elementen op de één of andere manier aan de voet te fixeren, kan er met behulp van een drukmat een dynamische analyse gedaan worden, waarmee de effecten direct objectief waar te nemen zijn.

Elementen in combinatie met drukzooltechnologie

De drukzooltechnologie bestaat al en wordt ook gebruikt voor het maken van dynamische analyses. Echter, het kan alleen gedaan worden voor het aanmeetproces. Door op de corrigerende elementen en de drukzool dezelfde soort sensoren te plaatsen als ook in een drukmat gebruikt wordt, kan met één meting alle informatie verzameld worden over de effecten van de elementen.

Digitalisatie van het aanmeetproces

Digitalisatie van het aanmeetproces betekent dat de aanmeting (voornamelijk) gedaan wordt met behulp van apparaten. Er wordt door middel van een voetscanner een digitaal beeld van de voet gemaakt, waarna in speciale software de inlay digitaal opgebouwd kan worden. Vervolgens wordt de blauwdruk naar een CAD/CAM-machine gestuurd, die de inlay dan vervaardigt. Het is ook mogelijk om de blauwdruk naar een speciaal bedrijf te sturen die de productie dan doet, of om de blauwdruk uit te printen en dan door een zolenmaker de inlay te laten vervaardigen.

Opvulschoen(zool)

Het gebruik van een opvulschoen geeft de mogelijkheid om zonder het gebruik van allerlei losse elementen toch een goede inlay te vervaardigen. Door de zool onder de voet te plaatsen, deze te vullen met lucht of gel totdat er voldoende ondersteuning is en daarna een afgietsel te maken kan er een passende inlay op het afgietsel gemaakt worden. Het is ook mogelijk om het als een zool uit te voeren, die in de schoen past.

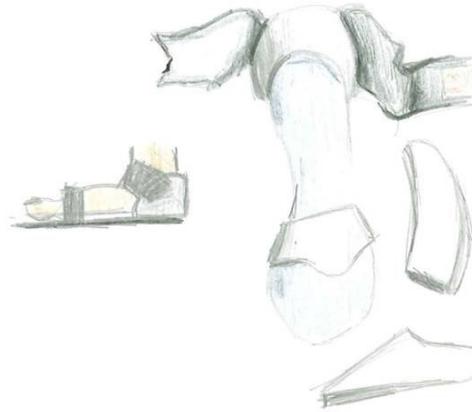


Fig. 36: Onderzoeksinlay ORS

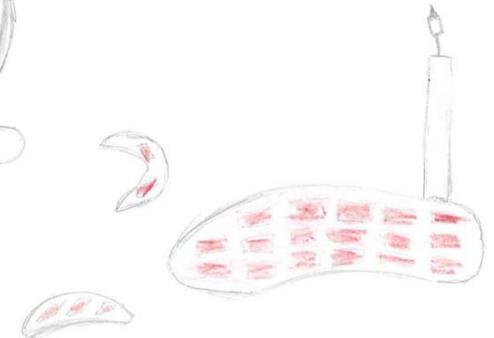


Fig. 37: Elementen i.c.m. drukzooltechnologie

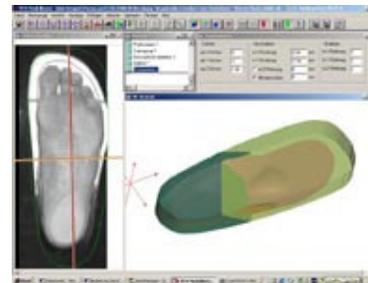
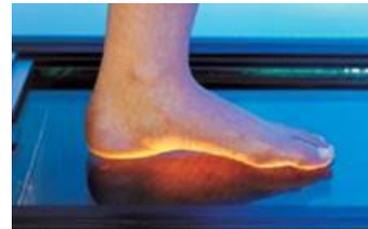


Fig. 38: Digitalisatie van het aanmeetproces; gebruik van scanner en software [10].

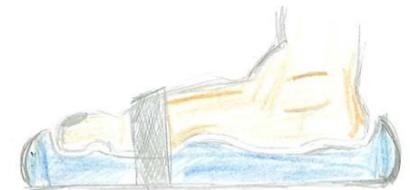


Fig. 39: Opvulschoen(zool)



Naast deze mogelijkheden is het ook mogelijk om andere soorten podotherapeutisch inlays te gebruiken. Hierbij valt te denken aan inlays die gemaakt worden zoals ook de binnenschoen van skischoenen aangepast aan de voet kunnen worden. Men gebruikt hiervoor polyurethaan; dit wordt verwarmd, terwijl de voet erin zit. Op die manier vormt de binnenschoen zich volledig naar de voet. Dit zou ook gebruikt kunnen worden als inlay.

Een andere mogelijkheid is het gebruik van opgevulde zolen, waarbij siliconen of hydrogel gebruikt worden om de voet te ondersteunen. Dit heeft geen blijvende vorm zoals polyurethaan, waardoor het altijd op de juiste manier naar de voet gevormd is, zelfs als die een (lichte) afwijking vertoont van een eerdere vorm of stand. Hierdoor kunnen er geen irritaties ontstaan.

In figuur 40 hiernaast is te zien hoe een zool van polyurethaan of gevuld met siliconen of hydrogel eruit kan zien. Het voordeel hiervan is dat het altijd goed naar de voet gevormd is, maar een nadeel is dat het niet in alle schoenen kan passen, vanwege de opstaande randen aan de voor- en achterkant. Dit kan voorkomen worden als die randen niet gemaakt worden of ontstaan.

5.2.1 De eerste keuzes

Hoewel een aantal verschillende mogelijkheden lijken te zijn, komen er maar twee in aanmerking om de aanmeting echt objectief te maken. Dat zijn het digitaliseren van het aanmeetproces en het idee van de opdrachtgever zelf. Er is tot deze twee mogelijkheden gekomen door overleg met de opdrachtgever en het bekijken van de voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden. In tabel 4 op de volgende bladzijde is het overzicht hiervan te vinden.

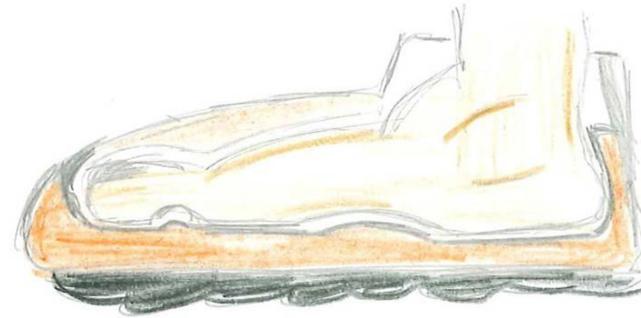


Fig. 40: Het gebruik van polyurethaan als inlays. Uit te voeren als zool, of als volledige binnenschoen. Dit geeft een blijvende vorm en daardoor volledige ondersteuning aan de voet. In plaats van polyurethaan kan ook siliconen of hydrogel gebruikt worden. Dit vormt zich elke keer opnieuw naar de vorm van de voet.



	Voordelen	Nadelen
Onderzoekinlay QRS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Snel en eenvoudig in gebruik ▪ Goedkoop ▪ Objectief effecten meten tijdens in plaats van na vervaardiging van de inlay 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weinig ondersteuning van de voet tijdens het lopen ▪ Meerdere varianten nodig i.v.m. verschillende voetlengtes en –breedtes
Elementen i.c.m. drukzooltechnologie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kan in de eigen schoen ▪ Geen drukmat nodig ▪ Preciezer meting door direct contact tussen zool en voet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mogelijk lokale metingen door groepjes sensoren bij elkaar ▪ Ongewenste effecten door activatie van sensoren door stapeling van elementen op elkaar op of de zool
Digitalisatie aanmeetproces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minder materiaalverbruik ▪ Snelle productie ▪ Korter consult 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kostbare apparatuur ▪ Scan kan fouten bevatten, waardoor de inlay fout vervaardigd kan worden ▪ Geen persoonlijk contact tussen patiënt en podotherapeut tijdens de aanmeting en het ontwerp van de inlay
Opvulschoen(zool)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voldoende ondersteuning ▪ Verschuiven van de voet voorbij de zool niet mogelijk ▪ Eenvoudig 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afgietsel maken met gips noodzakelijk om verder mee te werken ▪ Verbinding aan de voet ▪ Zwaar om te verplaatsen ▪ Vormbehoud

Tabel 4: Overzicht van de voor- en nadelen van de verschillende mogelijkheden.

Er blijven dus twee mogelijkheden over om de aanmeting van een paar podotherapeutische inlays objectief te maken. Echter, digitalisatie is voor de opdrachtgever geen optie: op die manier is er geen persoonlijk contact meer met de patiënten en bovendien zijn de kosten voor de apparatuur veel te hoog. Daarnaast is er bij volledige digitalisatie altijd kans op een fout in de scan, het ontwerp voor de inlay of de apparatuur. Omdat er geen interactie plaatsvindt tussen de podotherapeut en de patiënt plaatsvindt, kan de podotherapeut niet controleren of

het ontwerp voldoet. Op die manier kan het dus vaker voorkomen dat de uiteindelijk vervaardigde inlay niet goed is. De keuze om mee verder te werken valt dus op het bestaande idee van de opdrachtgever: de onderzoeksinlay QRS. Dit is een eenvoudige en goedkope manier om toch de effecten te meten en zichtbaar te maken tijdens het aanmeetproces.



5.3 Concepten

Aan de hand van het programma van eisen en wensen, de onderzoeken en de gesprekken met betrokken partijen, is er begonnen met schetsen. De belangrijkste punten tijdens dit proces om rekening mee te houden zijn:

- Verbinding element aan zool
- Verbinding element aan element
- Verbinding aan de onderste extremititeit
- Verbinding van de hielsteun aan de zool

Het uitgangspunt is het idee van de opdrachtgever, dat te zien is in figuur 41. Bij dit idee bestaat het hulpmiddel uit een onderzool, een hielsteun, verschillende corrigerende elementen en verbindingsbanden.

Door middel van het opstellen van een morfologisch schema zijn alle mogelijkheden op papier gezet voor de belangrijkste aandachtspunten. Het morfologisch schema is te vinden in bijlage A.

Een groot aantal ideeën hebben de revue gepasseerd, waarbij gekeken is naar de verschillende onderdelen en verbindingen. Op deze en de volgende pagina zijn diverse tekeningen te zien van de verschillende ideeën.

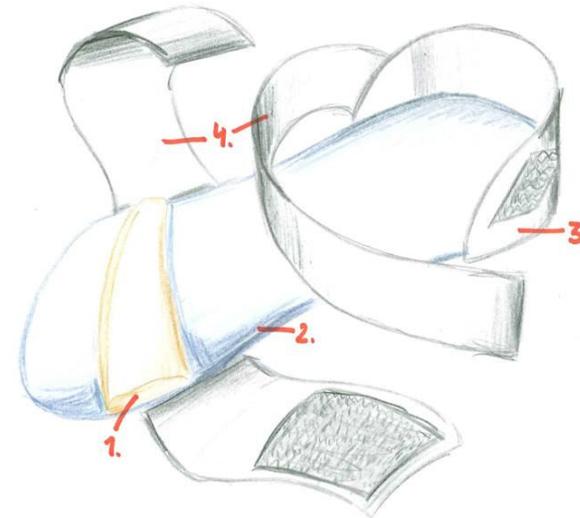


Fig. 41: Het uitgangspunt van de conceptfase: de onderzoeks-inlay QRS. De onderdelen zijn corrigerende elementen (1), een grondzool (2), een hielsteun (3) en verbindingsbanden (4).

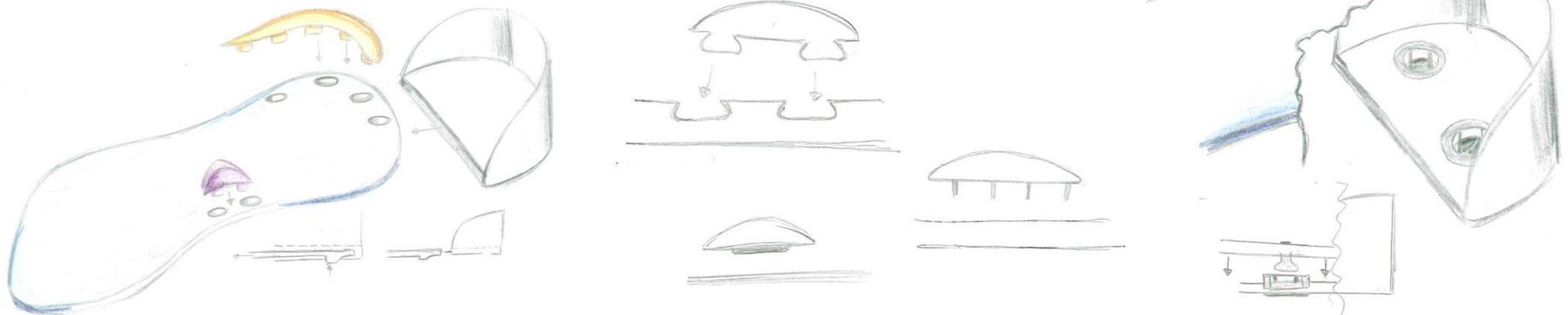
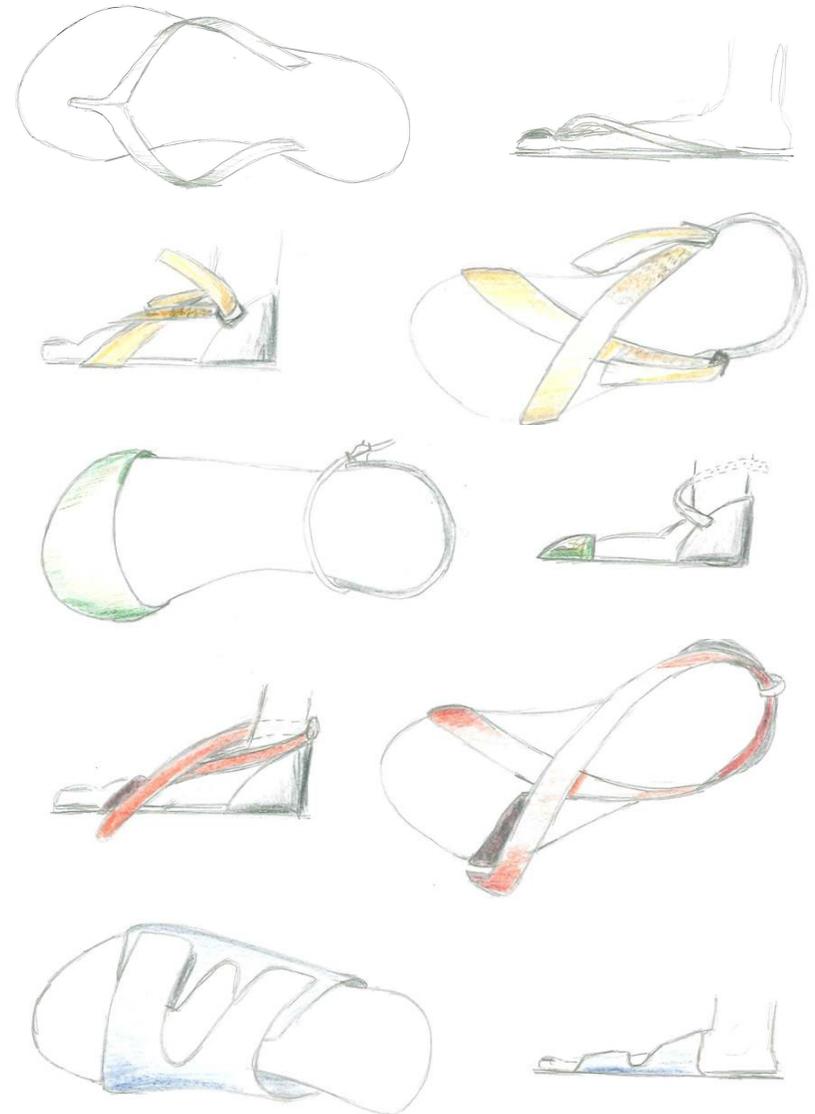
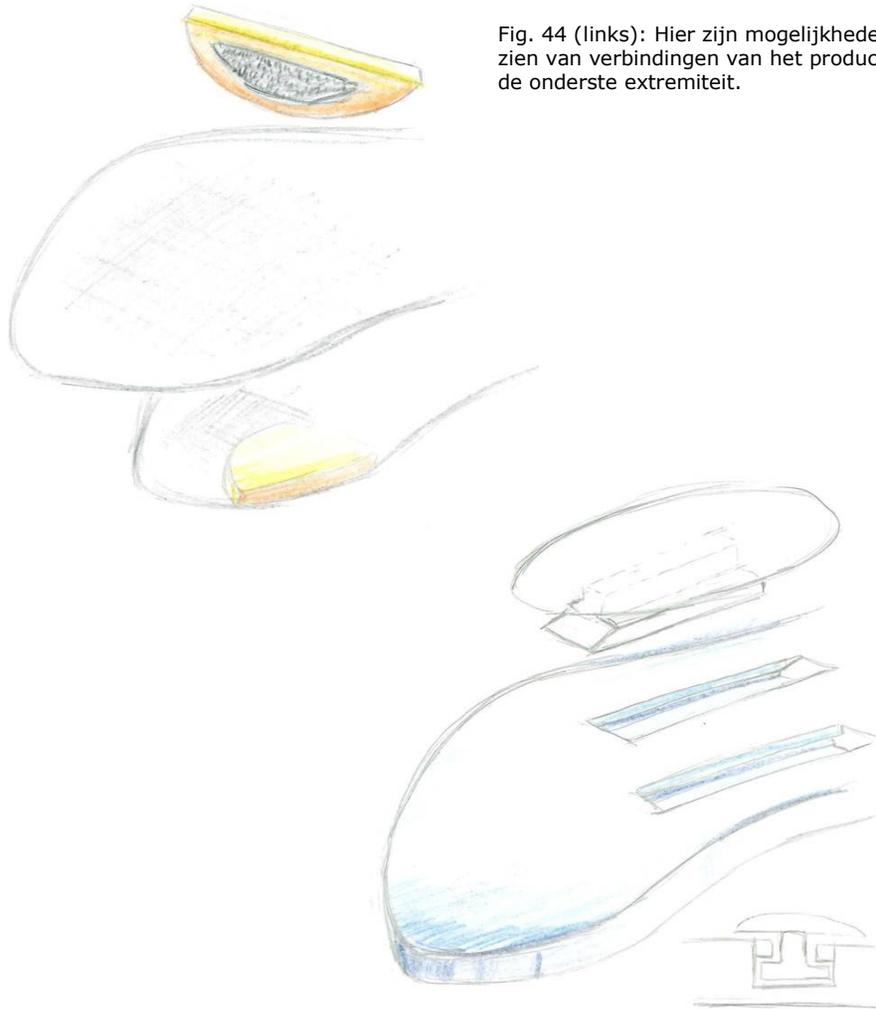


Fig. 42: Een paar mogelijkheden om de hielsteun en de elementen aan de zool te bevestigen.



Fig. 43 (onder): Nog een paar manieren om elementen aan de zool te bevestigen.

Fig. 44 (links): Hier zijn mogelijkheden te zien van verbindingen van het product aan de onderste extremititeit.





De mogelijkheden voor de bevestiging van de elementen op de onderzool en op elkaar zijn zeer beperkt. De te gebruiken verbindingsmethoden zijn een krachtgesloten verbinding of een vormgesloten verbinding.

Bij de vormgesloten verbinding is het echter wel van belang dat het een verbinding is, waarbij je niet gebonden bent aan een specifieke plek. De elementen moeten namelijk op de gehele zool geplaatst kunnen worden en dat is niet mogelijk als de vorm op een vaste plaats ligt. Anders kan het voorkomen dat precies op de plek waar het element bevestigd moet worden, geen vorm zit.

5.4 Uitwerking concepten

Uiteindelijk zijn er uit de conceptgeneratie drie ideeën gekomen die in aanmerking kwamen om mee verder te werken. Deze zijn verder uitwerkt en zullen hierna getoond en besproken worden.

5.4.1 Concept 1 – De kruisband

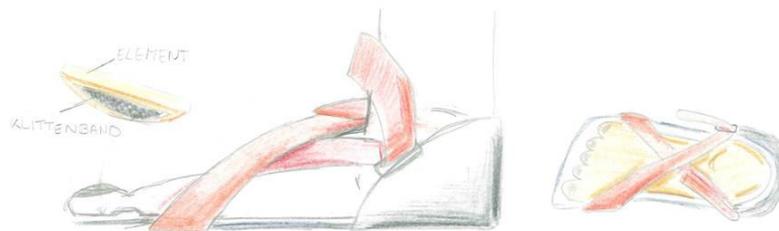


Fig. 45: Concept 1.

Dit concept komt qua vorm sterkt overeen met het idee van de opdrachtgever. Het product bestaat uit een zool die op de hielsteun bevestigd wordt door middel van een krachtgesloten haak/lus-verbinding. De verbinding aan de voet wordt gemaakt

door middel van twee gekruiste banden met een haak/lus-verbinding, die door een lus gehaald zijn aan de zijkant van de hielsteun. Door deze methode kunnen de banden op elke willekeurige afstand weer op zichzelf vastgemaakt. De elementen worden ook door een haak/lus-verbinding op de zool en/of op elkaar bevestigd.

Het is ook mogelijk om een extra verbindingsband aan de hielsteun te bevestigen, als de kruisbanden niet voldoen. Dan is het product beter aan de onderste extremititeit gefixeerd.

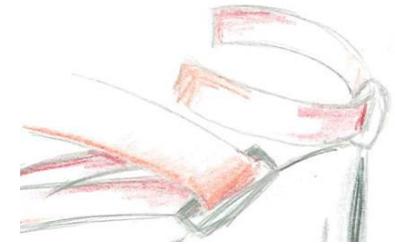


Fig. 46: Een extra enkelband.

5.4.2 Concept 2 – De slippers

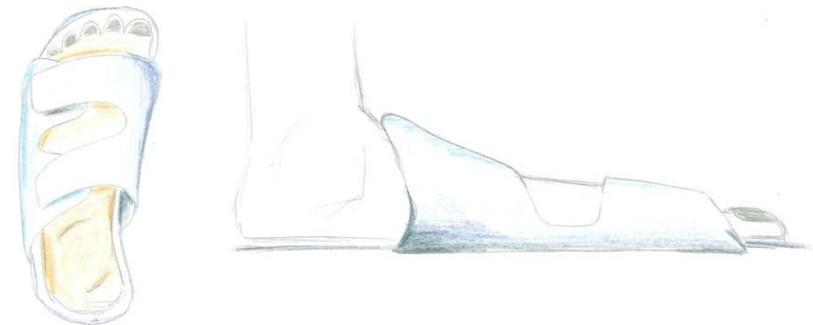


Fig. 47: Concept 2.

Dit concept gaat uit van het idee van een slipper. Doordat de bovenste flap met een haak/lus-verbinding aan de onderliggende flap bevestigd is, is het mogelijk om het gehele bovenwerk te verstellen. Op die manier past de voet er altijd in, zelfs als hoge elementen onder de voet geplaatst worden.



De elementen worden door middel van een vormgesloten verbinding aan de onderzool bevestigd. Er is daarbij voor gekozen om een enigszins poreus materiaal te gebruiken voor de zool, waarin de elementen met pinnetjes – lijkend op punaises – gedrukt kunnen worden. Om deze pinnetjes aan de elementen te bevestigen moeten de dopjes aan de onderkant aan het element verlijmd worden en dan het geheel daarna afgedekt worden met een antisliplaag (zie fig. 48). Op die manier wordt de kans op verplaatsing van de elementen verminderd.

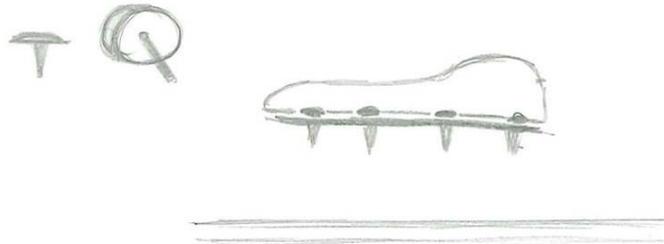


Fig. 48: De punaise-achtige pinnetjes aan de onderkant van een element.

5.4.3 Concept 3 – De ballerina

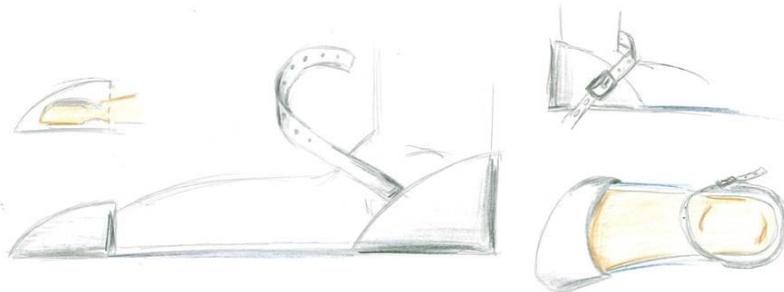


Fig. 49: Concept 3.

Dit concept maakt gebruik van twee hulponderdelen, een hielsteun en een teenstuk, die aan de zool verbonden zijn. Het gebruik van een hielsteun voorkomt dat de voet aan de achterkant van de zool afschuift. Door het teenstuk kan de voorkant van de zool tijdens het lopen niet blijven hangen als de voet(en) niet ver genoeg opgetild (kan) worden. Dit is beter voor de metingen en bovendien ook veiliger voor de patiënt. Het kan namelijk gebeuren dat men valt, op het moment dat de zool blijft hangen. Verder zorgt het teenstuk er ook voor dat de voet aan de voorkant niet van de zool af kan glijden.

Verbinding van het product aan de onderste extremititeit gebeurt door middel van een band rondom de enkel, die op de hielsteun verbonden is. De sluiting is gemaakt van een vormgesloten verbinding, in de vorm van een drukknoop, die op de hielsteun zit. De band zelf is natuurlijk in maat te veranderen. Dit kan door middel van een gespsluiting gedaan worden, waarbij het mogelijk is om er een echte gesp van te maken (zoals in fig. 49) of het bij een schuif blijft waar de band doorheen gelust wordt (zie fig. 50).

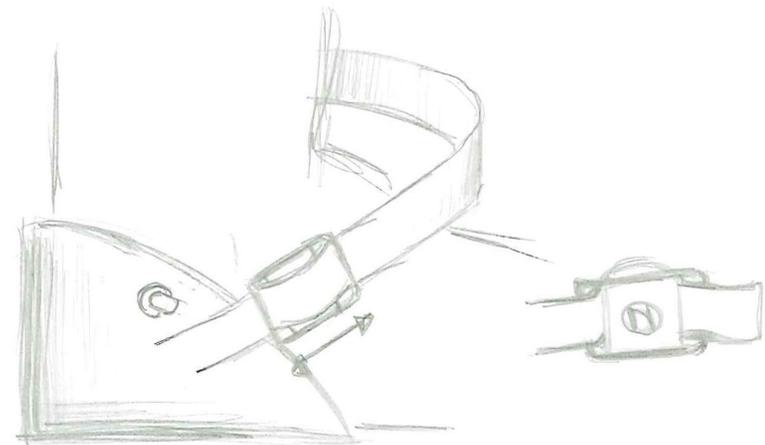


Fig. 50: De drukknoopsluiting, waarbij de sluiting te verschuiven is.



De elementen kunnen aan de zool en aan elkaar verbonden worden met stripjes materiaal dat lijkt op removable poster strips: adhesive tape, zoals het in het Engels wordt genoemd. Dit materiaal kleeft van zichzelf vrij goed aan diverse oppervlaktes, maar laat zich eenvoudig verwijderen. Bovendien is het opnieuw te gebruiken. Op het moment dat het niet meer goed functioneert, is het snel en gemakkelijk te vervangen door een nieuwe strip.

5.5 Conceptkeuze

De drie concepten zijn aan de opdrachtgever gepresenteerd en besproken. Daarnaast is ook het programma van eisen en wensen naast de concepten gelegd, om te bepalen welke daar het beste aan voldoet. Hierbij is vooral gekeken naar een aantal belangrijke punten uit het programma van eisen, die in onderstaande tabel te zien zijn. Aan de eisen is ook een waarde tussen 1 en 3 toegekend om aan te geven hoe belangrijk die eis is in de conceptkeuze. Hierbij geldt dat 1 niet zo belangrijk is en 3 zeer belangrijk.

In de tabel is te zien dat elk concept op deze punten gewaardeerd is met score tussen 1 en 5. Hierbij is 1 het laagst (scoort dus slecht) en 5 het hoogst (scoort dus goed).

De score wordt vermenigvuldigd met de belangrijkheid van het punt. Het concept dat de hoogste score behaalt, voldoet het beste aan het programma van eisen.

Uit tabel 5 valt af te lezen dat de Ballerina (concept 3) het hoogste scoort, maar dat de Kruisband (concept 1) nauwelijks minder voldoet aan de belangrijkste eisen. De opdrachtgever ziet zelf het meeste in de Ballerina, maar wil graag een eenvoudigere, en in zijn ogen ook betere, verbindingmethode voor de elementen zien.

Er wordt dus voor de Ballerina gekozen om mee verder te gaan. Dit concept is ten eerste gekozen omdat deze het meest voldoet aan de belangrijkste punten uit het programma van eisen. Ten tweede is dit een eenvoudig ontwerp, dat zonder al te veel moeite te gebruiken zal zijn. Ten derde zullen de uitkomsten van metingen die ermee gedaan moeten worden – in combinatie met de drukmat natuurlijk – het beste zijn bij dit concept omdat het product, en dan met name de zool, goed onder de voet blijft zitten. Bovendien is ook een veilig product: de voorkant van de zool wordt omgeven waardoor deze niet kan blijven hangen tijdens het lopen en ook wordt de voet niet afgekneld.

Eigenschap	Concept 1 – Kruisband	Concept 2 – Slipper	Concept 3 – Ballerina
Niet afknellen van de voet (2)	3x2 = 6	5x2 = 10	4x2 = 8
Niet hinderen tijdens het lopen (1)	3x1 = 3	4x1 = 4	4x1 = 4
Verbinden aan de onderste extremititeit (3)	4x3 = 12	4x3 = 12	3x3 = 9
Snel vervangen/verplaatsen/toevoegen van element (1)	5x1 = 5	3x1 = 5	4x1 = 4
Op de juiste plaats onder de voet blijven (2)	4x2 = 8	3x2 = 6	5x2 = 10
Goede verbindingmethode voor elementen gebruiken (2)	5x2 = 10	4x2 = 8	2x2 = 4
Professionele uitstraling hebben (3)	4x3 = 12	2x3 = 6	5x3 = 15
Effecten objectief controleren tijdens aanmeting (3)	4x3 = 12	2x3 = 6	5x3 = 15
Totaal	68	57	69

Tabel 5: De concepten zijn beoordeeld op een aantal belangrijke punten uit het programma van eisen.



5.6 Conclusie

Na heel wat teken- en denkwerk zijn uit de conceptfase een drietal concepten gekomen, waaruit een keuze gemaakt moest worden. Deze keuze is gemaakt op basis van het programma van eisen en de wensen van de opdrachtgever.

Op basis van het programma van eisen is concept drie naar voren gekomen als hét concept om mee verder te gaan. Dit concept werd echter zeer kort daarop gevolgd door concept een. De opdrachtgever heeft daarom de beslissende stem gehad. Deze was voor concept drie qua vormgeving, maar wil graag een andere verbindingmethode zien voor de elementen.

In onder- en nevenstaande figuren is het gekozen concept nogmaals weergegeven.

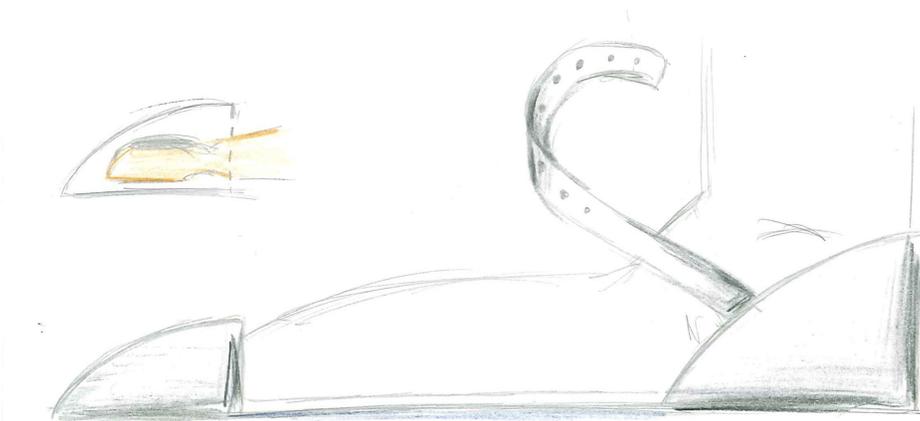


Fig. 51: Rechter zijaanzicht van het ontwerp, waarbij de hielsteun, het teenstuk en de verbindingsband te zien zijn.

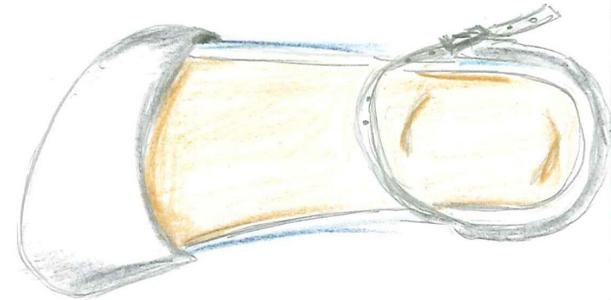


Fig. 52: Bovenaanzicht van het ontwerp.

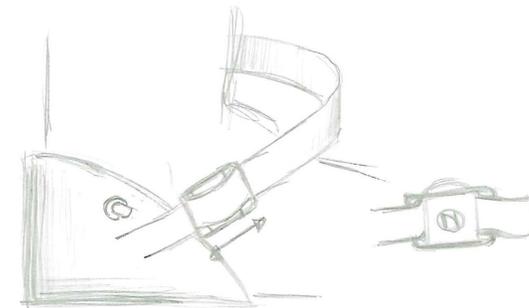


Fig. 53: Linker zijaanzicht van het ontwerp, waarop de sluiting te zien is van de verbindingsband: een verschuifbare drukknop.



Hoofdstuk 6 Detaillering

Nu de keuze is gevallen op één van de concepten, kan de detaillering van het concept van start gaan. De opdrachtgever wil graag dat er nog gekeken wordt naar een andere verbindingmethode voor de elementen. Verder zal er gekeken worden naar de definitieve vormgeving, de werking en de materialen die het beste gebruikt kunnen gaan worden. Ten slotte zal ook het prototype besproken worden en wordt er gekeken naar opbergmogelijkheden voor het gehele product.

6.1 Vormgeving

Het gekozen concept moet op het gebied van vormgeving nog verder uitgewerkt worden. De verschillende onderdelen van het ontwerp zijn daarbij van belang. Een volledig product bestaat uit de volgende onderdelen:

- Zolen (links en rechts)
- Corrigerende elementen (links en rechts)
- Hielsteun
- Teenstuk
- Verbindingsband

De vorm van de zolen en de corrigerende elementen staat vast: die hebben een bepaalde vorm en bepaalde afmetingen, waaraan niets veranderd moet worden. Deze onderdelen zullen dan ook niet in de vormgeving meegenomen worden. De vormgeving van de andere onderdelen zal hierna besproken worden.

6.1.1 Hielsteun

De hielsteun wordt bij het product vooral gebruikt om te voorkomen dat de voet aan de achterkant van de zool af kan glijden. Daarnaast is de hielsteun een belangrijk hulpmiddel bij het kunnen maken van een goede verbinding tussen het

product en de onderste extremiteit. Door de vorm van een hielsteun, omgeeft deze de enkel. Op dat punt komen de voet en het onderbeen bij elkaar. Hierdoor is het leggen van een verbinding, om zo het product dat om de voet zit aan het onderbeen vast te maken, op dat punt handig.

Bij de hielsteun is het van belang dat er rekening wordt gehouden met de uitstekende bot- en ligamentstructuren die zich aan beide kanten van de enkel bevinden. Daarom is vorm van de hielsteun ter hoogte van die structuren verlaagd. Op die manier wordt de enkel niet gehinderd in de afwikkeling van de voet tijdens het lopen, maar kan de hielsteun de voet wel op de plaats houden. In figuur 54 is te zien hoe de vorm veranderd is ten opzichte van het concept.

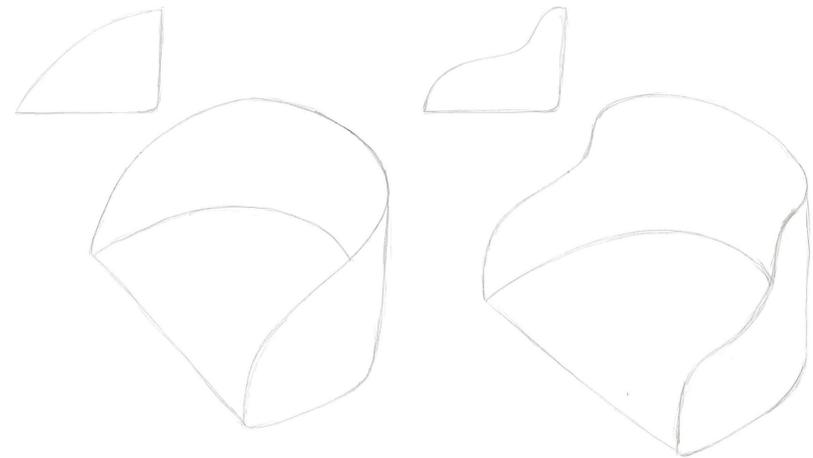


Fig. 54: De vorm van de hielsteun eerst (links) en in het definitieve ontwerp (rechts).

De hielsteun hoeft volgens de opdrachtgever niet bij te dragen aan het geven van steun aan de voet. Om dat te kunnen doen is het nodig om specifieke hielsteunen te maken voor elke patiënt, omdat iedereen een andere vorm van het hielbeen en de aanhechting van de achillespees heeft.



Door gebruik te maken van een redelijk stevig materiaal kan er wel wat steun gegeven worden aan de voet tegen zwikken, maar niet voldoende om het tegen te houden of te voorkomen.

Er wordt voor gekozen om geen blijvende verbinding tussen de hielsteun en de onderzool te plaatsen, omdat dan voor lengtemaat een zool met hielsteun vervaardigd moet worden. Doordat de hielsteun niet specifiek hoeft te zijn voor de verschillende maten, kunnen met één paar hielsteunen alle zolen gebruikt worden.

6.1.2 Verbindingsband

De verbindingsband zal aan de buitenkant op de hielsteun bevestigd worden. Dit wordt gedaan met een zeilring, waardoor het mogelijk is om de band om dat punt te draaien. Op die manier kan de band altijd op de juiste manier om de enkel geplaatst worden. De verbinding die een zeilring maakt kan permanent zijn, maar er zijn ook zeilringen beschikbaar die door middel van schroefdraad aan elkaar bevestigd worden en die zijn weer los te draaien. In figuur 55 op de volgende bladzijde is te zien hoe een zeilring werkt. De tussenliggende laag in het figuur, is in het product de hielsteun en de verbindingsband [11].



Fig. 55: Een zeilring en de bevestiging. Door meer ruimte over te laten tussen de twee helften wordt de beweegbaarheid van de tussenliggende laag vergroot [10].

Oorspronkelijk was de sluiting van de band gemaakt door middel van een drukknop, waarbij het uitstekende deel – dus de pin – op de hielsteun gemaakt is en het omsluitende deel op de verbindingsband zit. Dit omsluitende deel is over de band heen te verplaatsen, door de gesp te verschuiven. Dit levert echter extra werk op, op het moment dat de verbinding tussen beide delen van de drukknop niet goed gemaakt kan worden. Op dat moment moet de gesp namelijk verplaatst worden en dat kost extra tijd. Bovendien is het lastig om de juiste plek te vinden.

Daarom is er voor gekozen om de sluiting van de verbindingsband te maken van een haak/lus-verbinding, waarbij het haakmateriaal aan de buitenkant van de hielsteun bevestigd is en de band zelf gedeeltelijk – alleen het laatste stuk van de band moet kunnen haken – van lusmateriaal gemaakt is. Op die manier is het altijd mogelijk om de band op de juiste plek te sluiten. Bovendien is lusmateriaal een materiaal dat weinig tot geen irritatie op de huid geeft.

De band zal vanaf de binnenkant van de voet om de enkel naar de buitenkant van de voet geleid worden, zodat het uiteinde van de band niet tegen de voet of het been aan kan schuren tijdens het lopen. Bovendien kan op die manier ook de sluiting van de band niet verbroken worden.

6.1.3 Teenstuk

Het teenstuk voorkomt dat de zool los onder de voorvoet gaat hangen en daardoor zou kunnen blijven haken als de patiënt de voet niet voldoende omhoog tilt. Verder voorkomt het ook enigszins dat de voet aan de voorkant van de zool af kan glijden. In principe zou die niet moeten gebeuren doordat de verbindingsband voor de enkel langs loopt en in principe de voet in de hielsteun duwt, maar als dit onvoldoende gedaan wordt, zou de voet naar voren kunnen schuiven. Hierdoor geven eventuele scanresultaten geen goed beeld en dat moet voorkomen worden.



De vorm die het teenstuk moet krijgen, levert wat problemen op. Als het teenstuk te kort is, zouden de tenen gehinderd kunnen worden bij de afwikkeling van de voet. Dan komt namelijk de rand van het teenstuk ter hoogte van de basis van de tenen te liggen (zie fig. 56, links). Echter, als het teenstuk te lang is, is het lastiger om elementen die onder de voorvoet geplaatst moeten worden, op de juiste plek op de onderzool te krijgen. Bovendien moeten zowel voeten met een hoge als met een lage wreef erin passen (fig. 56, rechts). Hier moet dus een tussenweg in gevonden worden.

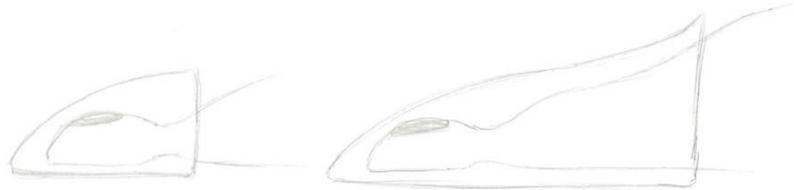


Fig. 56: Een te kort teenstuk werkt niet (links), maar te lang is ook niet goed (rechts).

Verder moet er ook gekeken worden naar hoe de vorm over de voet loopt. Gaat deze vanaf de zool recht naar boven, of wordt er een gebogen lijn gevolgd?

De uiteindelijke vorm van het teenstuk is als volgt:



Fig. 57: Het teenstuk in de definitieve vorm.

6.2 Verbindingen

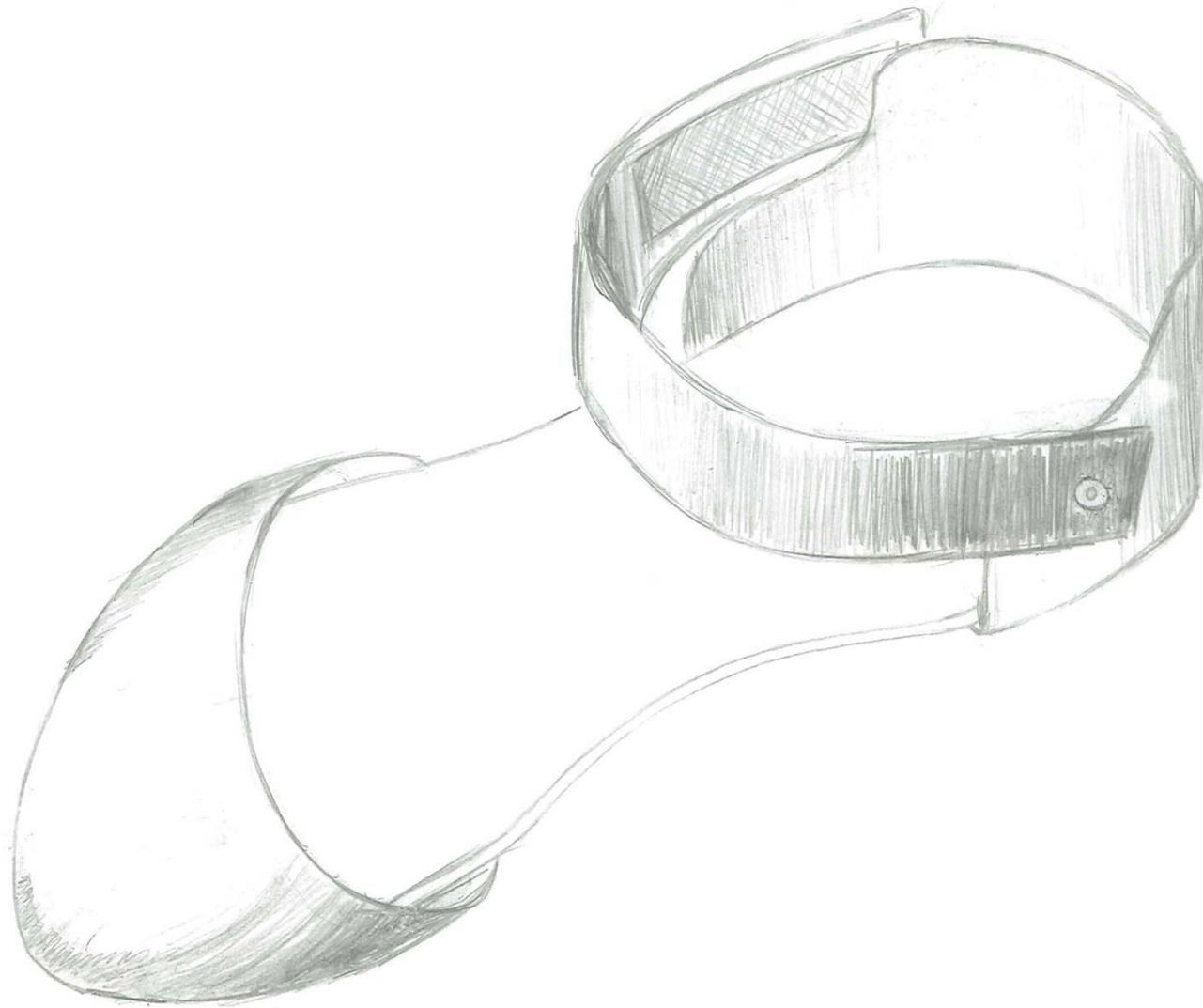
Alle verbindingen, dus die van de hielsteun en het teenstuk met de zool en die van de elementen met elkaar en met de zool, wordt gemaakt met een krachtgesloten verbinding, namelijk een haak/lus-verbinding.

Hier is bij de hielsteun en het teenstuk op de onderzool voor gekozen omdat het bij het maken van deze verbindingen belangrijk is dat daarvan niets te voelen is onder de voet. Daarnaast mag het ook niet als een specifieke drukplek bij de resultaten van de metingen te zien zijn. Dat kan wel gebeuren als er een vormgesloten verbinding, zoals drukknopen, gebruikt worden. Verder is het ook zo dat door het gebruiken van deze methode, de verbinding onder de zool gelegd kan worden, zodat er op de bovenkant van de zool niets van te merken is. Het plaatsen van de elementen wordt daardoor niet gehinderd, wat wel kan voorkomen bij andere verbindingen.

De verbinding van de elementen met elkaar en met de zool wordt met een haak/lus-verbinding gemaakt omdat deze eenvoudig en snel in gebruik is. Bovendien is die verbinding ook het krachtigste en het beste bestand is tegen schuifkrachten. Verder is op die manier de verbinding tussen element en zool beter te leggen en te verbreken, zonder dat er materialen vies worden of beschadigen en kost het maken van de diverse verbindingen bij het gebruik van haak/lus-materiaal minder tijd. De adhesive tape die in de conceptfase geopperd is, moet namelijk goed over de onderkant van het element verspreid zijn en dat is niet altijd het geval. Op dat moment moet de strip eraf gehaald worden, tot een bolletje gedraaid worden en dan weer verspreid worden over het oppervlak.



Fig. 58: De tekening van het uiteindelijke product, de onderzoeksinlay QRS.



Ontwerp van een onderzoeksorthese voor de objectieve aanmeting van podotherapeutische inlays



6.3 Werking

De werking van het product, de onderzoeksinlay Quick Response Sole (QRS), is heel eenvoudig gebleven. Op die manier is het eenvoudig en bovendien snel in gebruik.

Het gereed maken van de QRS voor gebruik is heel eenvoudig. Er hoeven slechts twee handelingen verricht te worden, voordat de QRS voor de eerste meting op de drukmat aan de onderste extremiteit verbonden kan worden:

1. Plaats de voorkant van de zool in het teenstuk
2. Plaats de achterkant van de zool op de hielsteun

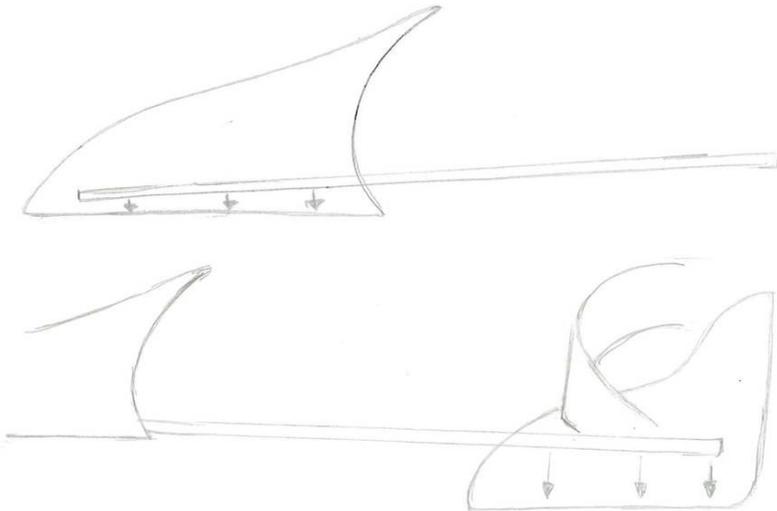


Fig. 59: Het bevestigen van de hielsteun en het teenstuk aan de zool.

De QRS wordt aan de onderste extremiteit verbonden door:

1. Tenen in het teenstuk plaatsen
2. De rest van voet op de zool plaatsen
3. Enkelband om de enkel plaatsen
4. Enkelband op de gewenste maat bevestigen op de hielsteun

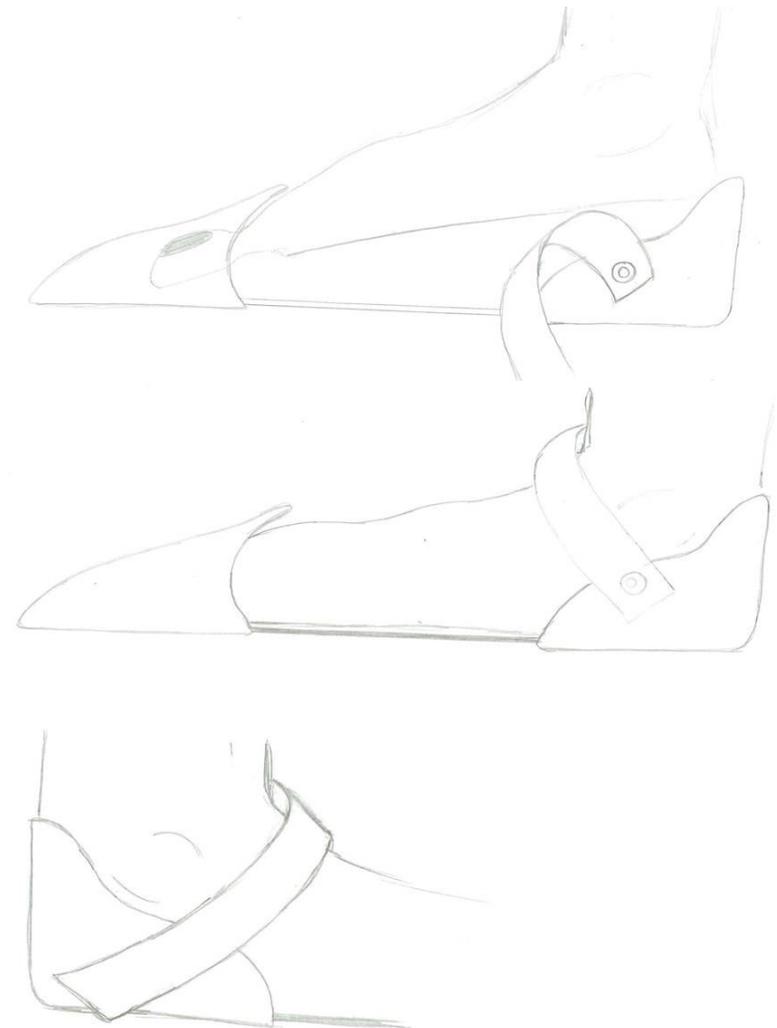


Fig. 60: Het bevestigen van het product aan de onderste extremiteit.



Uit de resultaten van de eerste meting kan de podotherapeut redelijk opmaken welke correcties gemaakt moeten worden aan de voet. De corrigerende elementen moeten nu op de zool geplaatst worden. Hiervoor worden de volgende handelingen verricht:

1. Enkelband losmaken
2. Voet van de zool halen
3. Element(en) plaatsen
4. QRS aan de onderste extremiteit bevestigen

Nu kan er wederom een meting gedaan worden, waaruit de resultaten van de gemaakte correctie(s) te zien zijn. Het proces van elementen plaatsen – en verwijderen, toevoegen of verplaatsen – kan zich een aantal keren herhalen. Hierbij wordt er telkens volgens de bovenstaande handelingen gewerkt.

6.4 Materialen

De QRS wordt in een omgeving gebruikt, waarin het naar verwachting veel gebruikt zal gaan worden. Met dit gebruik dient rekening gehouden te worden bij de materiaalkeuze. Daarnaast zijn de kosten ook van belang.

Het is het verstandigste om gebruik te maken van de materialen die al in de industrie gebruikt worden. Daarmee is het namelijk mogelijk om zo veel mogelijk de realiteit te benaderen tijdens het aanmeetproces, waardoor de kans op fouten door het gebruik van verkeerde materialen verminderd wordt.

Op dit moment worden de elementen die gebruikt worden tijdens het aanmeetproces van Softlux gemaakt en een enkele keer van kurkrubber. Softlux is een materiaal met een vrij gemiddelde shorewaarde, waardoor het voor de meeste mensen geschikt is. Bovendien wordt het ook veelvuldig gebruikt voor de elementen die in de podotherapeutische inlays verwerkt worden. Podotherapeutische inlays worden vervaardigd met een grondzool van Realux. Dat kan daarom

ook het beste gebruikt worden voor de zolen van het product. In tabel 1 op pagina 16 zijn de verschillende materialen te zien.

De praktijken van de opdrachtgever bieden als grote voordeel dat ze beschikken over een zolenmaker en dus ook over veel verschillende materialen. Hierdoor is het heel eenvoudig om een onderdeel te vervangen, mocht dat beschadigd of kwijt raken, als er materialen voor gebruikt worden die de zolenmaker tot zijn of haar beschikking heeft. Echter, niet in alle podotherapiepraktijken is die mogelijkheid er.

6.5 Prototypes

De opdrachtgever wil graag een werkend prototype als eindresultaat zien. Op die manier is het namelijk mogelijk om het idee in de praktijk te testen en te gebruiken.

In overleg met de opdrachtgever zullen er drie prototypes gemaakt worden, gebaseerd op de schoenmaten 38, 41 en 44. De keuze is hierop gevallen na een kort onderzoek naar de gemiddelde voetenlengte – en dus ook schoenmaat – van de Nederlandse mens.

Volgens de DINED2004-tabel is de voetenlengte van een P₅₀-man 268 mm, met een afwijking van +/-15 mm. Een P₅₀-vrouw heeft een voetenlengte van 242 mm en de afwijking is +/-11 mm. Gekeken is naar volwassenen van 20 tot 60 jaar [12]. Dit leidt dan tot gemiddelde voetenlengtes van:

Man	268-15=253 mm 268+15=283 mm
Vrouw	242-11=231 mm 242+11=253 mm

De voetenlengte bepaald welke maat schoenen iemand draagt. In de volgende tabel is een overzicht gegeven van de veelvoorkomende maatverdeling op basis van voetenlengte.



Maat	35	36	37	38	39
Lengte	22,2/22,6	23,1	23,5	24,3	24,8/25,5
Maat	40	41	42	43	44
Lengte	25,6	26,0/26,4	26,9	27,3/27,7	28,1
Maat	45	46	47	48	
Lengte	28,6/29,0	29,4	29,8/30,3	30,7/31,1	

Tabel 6: Overzicht van de relatie tussen voetenlengte en schoenmaat [13].

Als de gegevens van de DINED2004-tabel en die uit de tabel gecombineerd worden, blijkt de gemiddelde schoenmaat voor mannen tussen maat 39 en maat 44 liggen en voor vrouwen tussen maat 36 en maat 39. Daarom is er voor de bouw van de prototypes gekozen voor drie maten die in de range van maat 36 tot 44 liggen. In overleg met de opdrachtgever is het besloten om prototypes te maken, waarbij de grondzolen overeenkomen met de maten 38, 41 en 44. Op die manier is het mogelijk om mensen met kleinere voeten te helpen met de zool maat 38, en mensen met grote voeten met een zool maat 44. Hoewel het altijd het beste is om de juiste maat grondzool te hebben, neemt de opdrachtgever voor nu genoegen met slechts een paar verschillende grondzolen. Als het product in de huidige uitvoering voldoet, is het heel eenvoudig om meer grondzolen te maken in andere maten.

Naast de keuze voor drie verschillende schoenmaten, waarmee veel mensen geholpen kunnen worden, zal er van elk prototype ook een extra brede variant gemaakt worden. Dit kan gedaan worden doordat de basis van de prototypes – de grondzoolpatronen – in een normale en een brede variant beschikbaar zijn. In totaal zullen er dus zes paar zolen vervaardigd worden. Deze zolen zullen aan de bovenzijde bedekt zijn met lusmateriaal en aan de onderkant met haakmateriaal. Daardoor is het mogelijk om de benodigde verbindingen te leggen tussen verschillende onderdelen van het product, maar is het niet vervelend voor de huid. Het lusmateriaal, dat aan de bovenzijde zit en waarmee de voet in aanraking komt, voelt namelijk zacht aan.

Om de prototypes compleet te maken, zijn er ook corrigerende elementen nodig. In totaal zullen er acht verschillende elementen gebruikt worden, waarbij één van de elementen in twee verschillende hoogtes wordt gemaakt. Er zijn dus in totaal negen elementen. Die elementen moeten voor de linker- en de rechterschoen gemaakt worden, waardoor er per schoenmaat achttien elementen nodig zijn. De elementen die de opdrachtgever graag wil gebruiken voor de prototypes zijn te vinden in bijlage B [14].

Er is voor deze elementen gekozen omdat dit de meest gebruikte elementen zijn voor podotherapeutische inlays. De elementen zullen vervaardigd worden van Softlux. De te gebruiken elementen zullen in dezelfde schoenmaten beschikbaar zijn als de zolen; dus in maat 38, 41 en 44.

Hoewel er per schoenmaat twee varianten gemaakt worden, is het niet nodig om voor de bredere grondzool ook bredere elementen te hebben. Het is namelijk zo dat hetzelfde element in een grotere schoenmaat breder is, maar niet veel groter. Het is dus mogelijk om de elementen van een grotere maat te gebruiken voor de bredere variant van een kleinere maat. Ook de elementen worden aan de onderzijde voorzien van haakmateriaal, terwijl de bovenzijde met lusmateriaal bedekt wordt.

Het volgende wordt vervaardigd om als prototypes te kunnen gebruiken:

- Eén paar zolen in de maten 38, 41 en 44 (normaal)
- Eén paar zolen in de maten 38, 41 en 44 (breed)
- Negen paar elementen in maat 38, 41 en 44
- Eén paar hielsteunen
- Eén paar teenstukken



6.6 Opbergen

Doordat de QRS bestaat uit een groot aantal verschillende onderdelen, die bovendien ook nog in meerdere maten beschikbaar moeten zijn, is het handig om een opbergmogelijkheid te hebben. Daarom is daar ook nog naar gekeken. Op dit moment worden bij de opdrachtgever alle elementen in een grote letterbak bewaard. Hierin is het vaak een rommeltje (zie figuur 61). Vanwege dit, maar vooral vanwege het feit dat alle onderdelen van de prototypes voorzien zijn van haakmateriaal aan de ene en lusmateriaal aan de andere kant en dus aan elkaar kunnen gaan haken, is het gebruik van een letterbak geen optie.



Fig. 61: Nu wordt er een letterbak gebruikt voor de elementen. Dit is echter met de elementen van het nieuwe product geen optie.

Een tweetal opbergmogelijkheden zijn uitgewerkt. Op deze en de volgende bladzijde zijn deze twee concepten te zien. Tevens wordt er een korte uitleg bij gegeven.

6.5.1 Concept 1 – De klapper

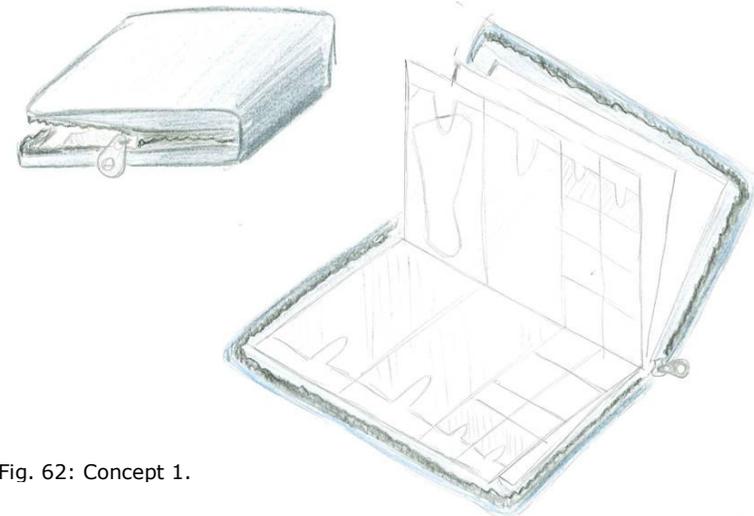


Fig. 62: Concept 1.

Dit concept is gebaseerd op de al bestaande CD-etui, waarin een aantal cd's in een dicht te ritsen klapper op te bergen zijn. In de etui zitten aparte mapjes voor elke cd, waarin die cd geschoven kan worden. In figuur 63 is een bestaande CD-etui te zien in open en gesloten vorm. Er bestaan verschillende formaten van dit soort etui's.



Fig. 63: CD-etui open en dicht (www.PR.nl)



In de etui zitten bladen met daarop mapjes, waarin de zolen en de elementen geschoven kunnen worden. Op die manier kan alles opgeborgen worden, zonder dat het een zootje wordt. Omdat het geheel dicht te ritsen is, kunnen onderdelen niet uit de etui vallen als deze verplaatst of vervoerd wordt.

6.5.2 Concept 2 – De map

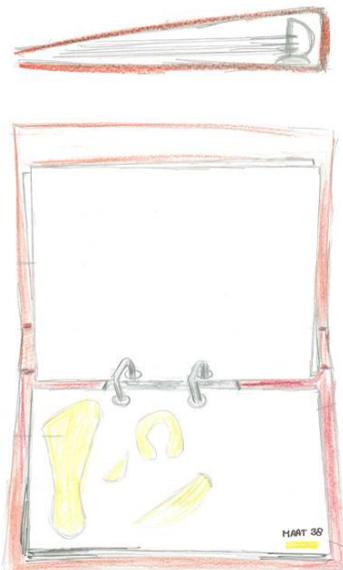


Fig. 64: Concept 2

Dit concept bestaat uit een grote map, met daarin een aantal tabbladen. Op die tabbladen zijn de zolen en de elementen bevestigd. Elk blad heeft een complete set: één paar grondzolen en negen paar corrigerende elementen.

Dit systeem heeft als grote voordeel dat het eenvoudig aan te vullen is met nieuwe bladen en een beschadigd tabblad is zo te vervangen. Door gebruik te maken van het feit dat elk onderdeel haakmateriaal aan de onderzijde heeft, en de tabbladen te voorzien van lusmateriaal, komt er een stevige haak/lus-verbinding tot stand.

Door deze verbinding is alles snel te pakken zodra het nodig is en eenvoudig op te bergen door het terug op het tabblad te duwen.

6.5.3 Conceptkeuze

Vanwege de afmetingen die nodig zijn voor het opbergen van alle onderdelen, is er een voorlopige keuze gemaakt voor concept twee. Bij de onderdelen zitten de grondzolen: deze hebben een redelijke afmeting (zo'n 26 bij 9 cm) en op dit moment bestaat er geen opbergssystemen, gebaseerd op de CD-etui, waarin dat mogelijk is. Daarnaast is het zo dat er een paar verschillende maten mapjes op één pagina moeten zitten, waar de verschillende onderdelen in op te bergen zijn. De elementen hebben tenslotte veel minder groot mapje nodig dan de zolen. Een etui als dit zou apart vervaardigd moeten worden en dat is nu nog niet een optie. Daarnaast bestaat het risico dat de mapjes kapot gaan, die dan moeilijk tot niet vervangen kunnen worden.

Het gebruik van een map met daarin een serie bladen, waarop de grondzolen en de elementen per maat opgeborgen worden, heeft als grote voordeel dat het eenvoudig is. Er kan gebruik gemaakt worden van bestaande ringbandmappen, waardoor het eenvoudig uit te breiden is door het toevoegen van nieuwe tabbladen. Wel moeten alle bladen voorzien zijn van lusmateriaal, anders zullen de zolen en de elementen niet op de bladen vastgrijpen.

De hielsteunen en de teenstukken kunnen niet in de map, dus daarvoor kunnen zakjes op de buitenkant van de map gemaakt worden.

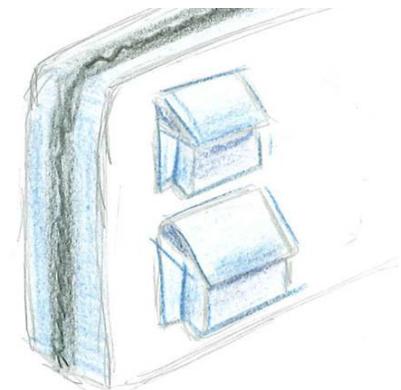


Fig. 65: De opbergvakken.



Dit zijn foto's van de QRS en de opbergmap:



Fig. 66: De opbergmap gesloten en staand en klaar voor gebruik (linksboven- en onder), de zolen in verschillende lengte- en breedtematen (met streep betekent extra breed) en de QRS, verbonden aan de voet en van boven gezien.



Hoofdstuk 7 Evaluatie

Het ontwerp is klaar en de prototypes zijn vervaardigd. Nu is het van belang om te kijken of de QRS daadwerkelijk van toepassing kan zijn om de aanmeting van een podotherapeutische inlay objectiever te laten verlopen. Om dit te kunnen doen, wordt er een gebruikstest gedaan, waarbij het product getest zal worden in de werkomgeving van de opdrachtgever.

7.1 Gebruikstest

Het uitvoeren van een gebruikstest kan aantonen of het product voldoet aan de gestelde eisen uit het programma van eisen en aan de verwachtingen die de opdrachtgever heeft.

De opdrachtgever wil graag weten of de QRS goed aan de voet zit en dat het lopen zo min mogelijk gehinderd worden. Verder wil hij weten of hij met de QRS de gewenste gegevens kan krijgen, die hij op dit moment tijdens het aanmeetproces niet heeft. Hierbij moet gedacht worden aan de veranderingen in de stand van (verschillende delen van) de voet. Daarnaast wil hij graag weten of de QRS daadwerkelijk nut heeft tijdens het aanmeetproces. Kan er een aanmeting mee gedaan worden, is het voor iedereen te gebruiken en hoe is de huidige uitvoering van het prototype; dit zijn vragen die beantwoord moeten worden.

7.1.1 Doelen

Het doel van de gebruikstest is bepalen of de aanmeting van de podotherapeutische inlay met de QRS objectiever is dan met de bestaande methode.

De aanmeting zal objectiever zijn als voorafgaand en tijdens het aanmeetproces in beeld gebracht kan worden hoe de stand is van verschillende delen van de voet en hoe deze verandert tijdens het lopen. Dit kan een podotherapeut momenteel niet

bepalen tijdens beweging, maar alleen in stand. Het kunnen maken van een voorbeeld van de te maken podotherapeutische inlays, waarmee gelopen kan worden, geeft die mogelijkheid wel.

Door het interpreteren van de resultaten van de meting kan een podotherapeut bepalen welke correctie gedaan moet worden en welke corrigerende elementen dus onder de voet geplaatst moeten worden om tot een goede stand van de voet te komen tijdens het lopen. Er zijn namelijk grenswaarden bekend voor die stand, waar binnen moet worden gekomen (en gebleven) met behulp van de podotherapeutische inlays.

De gebruikstest focust zich op de volgende punten:

- Functionaliteit
- Bruikbaarheid
- Vaststellen verbeteringen

Tijdens de test zal er gekeken worden naar de werking en het gebruik van de QRS. Het is namelijk belangrijk om te weten te komen of de QRS werkt zoals het bedoeld is en of het wel een bruikbaar product is geworden. Als dat namelijk niet het geval is, dan zal het product geen toegevoegde waarde hebben en zal het niet gebruikt worden.

7.1.2 Opzet

Omdat de gebruikstest zich op een aantal punten richt, zal de opzet van de gebruikstest besproken worden aan de hand van deze punten.

- Functionaliteit

Voor het vaststellen van de functionaliteit zal er gekeken naar het kunnen verkrijgen van de gewenste gegevens en de bruikbaarheid van deze gegevens. Hiervoor wordt er gekeken naar de uitkomsten van dynamische metingen die gedaan worden op de drukmat. Er zullen vier verschillende basismetingen gedaan worden: op blote voeten, met turnschoenen (wordt soms gebruikt



tijdens aanmeetproces), met eigen schoenen (de schoen heeft invloed op de afwikkeling van de voet) en met de QRS. Daarnaast wordt er ook een meting gedaan met corrigerende elementen in de QRS.

- Bruikbaarheid
De bruikbaarheid wordt getest aan de hand van het gebruik van de QRS door een podotherapeut tijdens het aanmeetproces. Hierbij wordt gekeken naar het gebruiksklaar maken van de QRS en het opbouwen van een inlay met de corrigerende elementen. Hier worden ook naar de mening gevraagd over het product en het gebruik ervan. Daarnaast worden ook een aantal aspecten uit het programma van eisen bekeken, zoals het gewicht van de QRS en de tijd die het doen van verschillende handelingen kost. Verder zal ook het gebruik voor de patiënt belicht worden. De proefpersonen zullen gevraagd worden naar hun mening over het product.
- Vaststellen verbeteringen
Het gebruiken van de QRS in de werkomgeving en tijdens het werk kan laten zien of en welke aanpassingen er gedaan moeten worden aan het prototype om deze te verbeteren.

Voor de gebruikstest zijn vier proefpersonen gevraagd (drie vrouwen en één man), die allen deel zullen nemen aan dynamische metingen op de drukmat Footscan® USB plate van RScan International. De metingen op de drukmat zullen voor elke variant drie keer gedaan worden, zodat er geen sprake kan zijn van een toevalstreffer. In totaal worden er dus per proefpersoon vijftien metingen gedaan worden.

De proefpersonen zullen naar hun mening gevraagd worden over de QRS. Dit wordt gedaan door middel van het aangeven in hoeverre hij of zij het eens of oneens is met de gegeven stelling. Dit evaluatieformulier is in bijlage C te vinden.

Daarnaast zijn ook drie podotherapiestudenten, die in hun voorlaatste jaar van de opleiding Podotherapie zitten, gevraagd

worden om een aantal vragen over het product en het gebruik ervan vanuit het oogpunt van een podotherapeut te beantwoorden. Deze vragen dienen op dezelfde manier beantwoord te worden als de vragen voor de proefpersonen. Dit evaluatieformulier is te vinden in bijlage D.

Voorafgaande aan de test worden een aantal functionele vragen beantwoordt over het gewicht en de afmetingen. Tijdens de gebruikstest zal geobserveerd worden hoe er met het product gewerkt wordt. Ook wordt er gekeken hoeveel tijd het uitvoeren van diverse handelingen met het product kost. Dit observatieformulier is te vinden in bijlage E.

7.1.3 Uitvoering

Tijdens de gebruikstest zullen de proefpersonen afzonderlijk de test doorlopen. De uitvoering van de gebruikstest is per proefpersoon als volgt:

- Drie drukmetingen op blote voeten uitvoeren
- Drie drukmetingen met turnschoenen uitvoeren
- Drie drukmetingen met confectieschoen uitvoeren
- Drie drukmetingen met QRS uitvoeren
- Drie drukmetingen met QRS inclusief elementen uitvoeren
- Vragenlijst invullen

Voorafgaande aan de verschillende metingen zal aan alle proefpersonen tegelijk een korte beschrijving van de QRS gegeven worden.

De elementen die gebruikt zullen worden tijdens de gebruikstest zijn de RCTB en de HAI. Deze worden respectievelijk onder de voetboog van de voet en onder de voorvoet geplaatst en zorgen er in principe voor dat de voet minder proneert tijdens het lopen.



7.2 Resultaten

Voorafgaande aan de drukmetingen zijn een aantal belangrijke punten uit het programma van eisen geëvalueerd. Hierbij gaat het om fysieke aspecten, zoals de grootte, het gewicht en de noodzakelijke tijd.

1. Het gewicht van de QRS zonder corrigerende elementen is 175 gram
2. Het gemiddelde gewicht van een corrigerend element is $100:16 = 6,25$ gram
3. De afmetingen van de QRS zijn $l \times b \times h = 29 \times 10 \times 5$ centimeter

De benodigde tijd voor een aantal acties die te maken hebben met het gebruiken van de QRS is gemeten in seconden voor elk van de drie podotherapeuten (zie tabel 7 hieronder). Er is een hiervan een gemiddelde bepaald, om te bepalen of de eis uit het programma van eisen wordt gehaald.

	PT 1 (tijd in s)	PT 2 (tijd in s)	PT 3 (tijd in s)	Gemiddeld (tijd in s)
Product gebruiksklaar maken	30	18	23	23,66
Plaatsen element op voorste deel van de zool	18	12	14	14,66
Plaatsen element op middelste deel van de zool	8	6	8	7,33
Plaatsen element op achterste deel van de zool	6	5	8	6,33
Verwijderen element van voorste deel van de zool	5	4	4	4,33
Verwijderen element van middelste deel van de zool	4	3	3	3,66
Verwijderen element van achterste deel van de zool	4	3	3	3,66

Tabel 7: De resultaten van het observeren van de podotherapeuten. De benodigde tijd is in seconden weergegeven. PT staat voor podotherapeut.

Door de observaties tijdens de gebruikstest zijn wat aandachtspunten naar voren gekomen. Zo blijkt dat het teenstuk niet echt geschikt is voor mensen met een kleinere of smallere voet, of voeten met een lage wreef. Het teenstuk is dan veel te ruim, waardoor het voorste stuk van de zool gaat flapperen tijdens het lopen.

De hielsteun is aan de lage kant: zonder element op het achterste deel van de zool is het nog te doen, maar zodra daar iets geplaatst wordt, blijft er maar weinig ruimte over voor de hiel om tegenaan te steunen. Ook is de enkelband te lang, waardoor deze niet goed vast te maken is.

Verder valt op dat het vinden van de juiste hielsteun soms moeilijk gaat, hoewel (of misschien wel juist omdat) er 'links' en 'rechts' op de onderkant staat.

Als laatste is opvallend te noemen dat bij het plaatsen van een element op het voorste deel van de zool, het teenstuk meestal verwijderd wordt. Op die manier gaat het plaatsen van het element nauwkeuriger.



De gebruikstest laat het volgende zien met betrekking tot de metingen op de drukmat:

- De QRS komt, kijkend naar de krachtenverdeling/balans-grafieken, bijna overeen met die van een confectieschoen en een turnschoen: er zijn slechts kleine verschillen. Dit is in bijlage F te zien: de groene en rode lijn zijn van de QRS en de gele en blauwe lijn zijn van een confectieschoen en geven de linker- en rechtervoet weer.

Deze kleine verschillen zijn gunstig, want met de QRS kan dan nagebootst worden hoe de podotherapeutische inlays in de schoen werken, terwijl de invloed van de confectieschoen op de inlays direct meegenomen wordt. Dit is in stand niet mogelijk, terwijl de confectieschoen van grote invloed kan zijn op de effectiviteit van de podotherapeutische inlays.

- De afdruk van de metingen met de QRS ziet er niet heel goed uit. Dit komt ten eerste doordat de hoek van het subtalaire gewricht⁶ wordt erg beïnvloed door de QRS ten opzichte van de andere gemaakte afdrukken. Dit is niet vreemd, want in de QRS heeft het subtalaire gewricht veel meer ruimte om te kantelen. Ten tweede is de vorm van de voet minder duidelijk in de afdruk te zien. Dit komt mogelijk door de dikte van het gebruikte materiaal: met de turnschoenen is. Als laatste is ook de gaitline duidelijk anders.

Het feit dat de hoek die het subtalaire gewricht maakt duidelijk anders is met de QRS is op zich niet een groot probleem. Deze informatie is lang niet altijd van belang tijdens het aanmeetproces; het is voornamelijk van belang bij mensen die veel last hebben van zwiakende enkels, omdat dan ook het effect van de correctie daarop bekeken kan worden.

⁶ Onderdeel van het spronggewricht (onderdeel van de enkel)

Dat de gaitline met QRS verschilt ten opzicht van de gaitline op blote voeten is niet vreemd en ook geen groot probleem. De QRS bootst tenslotte enigszins de invloed van de schoen na en in vergelijking daarmee is het verschil minder groot, hoewel het wel duidelijk aanwezig is. De reden dat het verschil groot is, is wel te verklaren. De QRS sluit niet bij elke proefpersoon goed om de voet. Het lopen gaat daarom lastiger en minder natuurlijk, doordat de voeten verder moeten worden opgetild en er wordt ook met de tenen geklauwd om de QRS vast te houden.

- Tijdens de metingen met de elementen zijn in de afdrukken wel veranderingen zichtbaar, maar de verschillen tussen de metingen met de QRS zonder elementen en de metingen met de QRS met elementen zijn erg klein. Uit de zichtbare veranderingen is op te maken dat de elementen waarmee gemeten is, wel invloed op de stand van de voet hebben.

Een reden waarom de invloed van de elementen maar gering is, heeft te maken met het feit dat de proefpersonen geen ondersteuning van de voet nodig hebben door elementen. Mede daardoor zijn er maar geringe verschillen zichtbaar tussen het uitgangspunt – de meting met de QRS zonder elementen – en de meting met de QRS met elementen.

- De proefpersonen geven aan dat ze niet geweldig op de QRS met elementen kunnen lopen. De elementen zitten niet lekker onder de voet, terwijl ze wel goed geplaatst zijn. Dit is met name te wijten aan het feit dat de elementen niet precies op maat waren voor elke proefpersoon, waardoor elementen te groot zijn. Daarnaast zijn de elementen onvoldoende afgeslepen, waardoor de overgang tussen het elementen en de zool te hoog is. Hierdoor wordt het ongemak van het moeten staan op de elementen vergroot.



Het ongemak van slecht passende elementen is echter bij definitief vervaardigde podotherapeutische inlays niet of nauwelijks aanwezig. Deze zijn op maat gemaakt en netjes afgewerkt, waardoor voor de juiste overgang tussen het element en de zool zorgen.

Tijdens de metingen zijn de volgende punten uit de observatie naar voren gekomen:

- Gebruiksklaar maken van QRS gaat vrij goed: werkwijze spreekt voor zich, hoewel het vinden van juiste hielsteun voor links en rechts soms moeilijk is, ondanks of juist door de markering op de onderzijde
- Teenstuk is te groot voor mensen met een kleinere en/of smallere voet of met een lage wreef
- Verbindingsband om de enkel is te lang
- Het op de juiste plaats plaatsen van elementen op het voorste deel van de zool gaat moeilijk: het teenstuk wordt tijdelijk verwijderd
- Hielsteun is te laag: bij plaatsing van een element bij de hiel zal de voet te hoog komen en kan de voet uit de hielsteun gaan tijdens het lopen

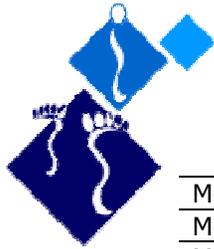
Naast de metingen zijn er ook vragenlijsten ingevuld, door de proefpersonen en door podotherapeuten in de dop. De resultaten van die verschillende vragenlijsten zijn als volgt:

De vragenlijst voor de proefpersonen bevat een aantal stellingen, waarbij de proefpersonen dienen aan te geven in hoeverre zij het eens of oneens zijn met de stelling. Dit doen zij door een cijfer te geven van 1 (oneens) tot en met 5 (eens), waarbij 3 voor neutraal staat. De resultaten hiervan staan in tabel 8. Voor elke stelling is ook berekend wat het gemiddelde is. Op die manier is te bepalen wat de proefpersonen gemiddeld vinden van de stelling, waardoor het mogelijk is om een conclusie te trekken.

	PP 1	PP 2	PP 3	PP 4	Gemiddeld
Met dit product word ik beter geholpen	4	4	4	4	4
Het product voelt prettig aan	3	4	4	4	3,75
Het product is zwaar om aan de voet te hebben	2	2	1	1	1,5
Het product hindert mij tijdens het lopen	4	3	2	2	2,75
Het product past binnen de behandelmethode	4	4	4	4	4
Het product past binnen de werkomgeving	4	4	4	5	4,25
Het product heeft een professionele uitstraling	4	4	4	4	4
Het product heeft een toegevoegde waarde in de behandeling	4	4	4	4	4
Dit product moet altijd gebruikt worden bij de aanmeting van zolen	3	4	4	4	3,75

Tabel 8: De resultaten van het evaluatieformulier voor de proefpersonen: 1 staat voor oneens, 3 staat voor neutraal en 5 staat voor eens. PP staat voor proefpersoon.

De vragenlijst die door podotherapiestudenten wordt ingevuld – vanuit het oog van een podotherapeut – bevat eveneens aantal stelling, waarbij aangegeven dient te worden in hoeverre zij het eens of oneens zijn met de stelling. Hierbij kunnen ook cijfers gegeven worden van 1 (oneens) tot en met 5 (eens). De resultaten staan in tabel 9. Van deze stellingen is eveneens telkens het gemiddelde berekend.



	PT 1	PT 2	PT 3	Gemiddeld
Met het product wordt het aanmeetproces objectiever	3	4	3	3,33
Met het product wordt het aanmeetproces eenvoudiger	4	4	4	4
Met het product verloopt het aanmeetproces sneller	3	3	3	3
Het gebruiksklaar maken van het product kost veel moeite	3	2	2	2,33
Het gebruiksklaar maken van het product kost veel tijd	4	2	1	2,33
Het plaatsen van een element kost veel moeite	2	2	1	1,66
Het plaatsen van een element kost veel kracht	1	1	1	1
Het verwijderen van een element kost veel moeite	3	2	2	2,33
Het verwijderen van een element kost veel kracht	3	1	2	2
Met het product worden de gewenste gegevens verkregen	3	4	5	4
Het product is prettig in gebruik	4	3	4	3,66
Het product is eenvoudig te gebruiken	4	4	3	3,66
Het product past binnen de behandelmethode	4	4	4	4
Het product past binnen de werkomgeving	4	4	5	4,33
Het product heeft een professionele uitstraling	4	4	4	4

Tabel 9: De resultaten van het evaluatieformulier voor de podotherapeuten: 1 staat voor oneens, 3 staat voor neutraal en 5 staat voor eens. PT staat voor podotherapeut.

7.3 Conclusies

De metingen voorafgaande en tijdens de gebruikstest laten zien dat de QRS aan een aantal belangrijke punten uit het programma van eisen voldoet. Zo zijn de afmetingen en het gewicht binnen de grenzen gebleven en is er ook minder tijd nodig voor het plaatsen en verwijderen van elementen dan geëist werd.

Uit de resultaten van de verschillende metingen op de drukmat kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Kleine verschillen tussen de krachtenverdeling/balansgrafieken van de QRS zonder elementen, de confectieschoenen en de turnschoenen
- Zichtbare veranderingen in de metingen van de QRS zonder elementen en de metingen van de QRS met elementen.

- Beïnvloeding van de metingen door de QRS in de hoek van het subtalaire gewricht, de vorm van de voet en de loop van de gaitline
- Onplezierig gevoel tijdens het lopen op de QRS met elementen door de afmetingen (niet op de eigen maat gemaakt) en te grote overgang tussen het element en de zool.

De eerste twee conclusies zijn positief te noemen voor de QRS. Doordat er maar weinig verschil is in de verschillende grafieken, zal de QRS weinig invloed hebben op de behandeling op zich. Verder is het mogelijk om met de QRS en daarin geplaatste corrigerende elementen de effecten van het plaatsen van die elementen onder de voet (in principe tijdens het aanmeetproces) zichtbaar te maken.



Helaas zijn er ook nog een aantal negatieve punten naar voren gekomen tijdens het gebruiksonderzoek. Zo is een deel van de informatie duidelijk anders als er gemeten wordt met de QRS aan de voet. Dit kan invloed hebben op de effecten van de corrigerende elementen. Daarnaast ondervinden de proefpersonen hinder van de elementen, doordat deze te groot zijn en nog niet netjes afgewerkt zijn voor het gebruik in de QRS.

De uitkomsten van de vragenlijsten laten zien dat de proefpersonen en de podotherapeuten redelijk positief zijn over de QRS en het gebruik ervan.

Zo menen zij dat ze met het product beter geholpen zullen worden, het een toegevoegde waarde heeft in de behandeling en daar ook in thuis hoort, terwijl ze weinig hinder ondervinden van het product. De hinder die ondervonden wordt, komt doordat het teenstuk onvoldoende past om een voet die wat kleiner is (kleiner dan maat 40) is en/of een lagere wreef. Hierdoor moet de voet hoger opgetrokken worden of met de tenen moet worden geklauwd om de QRS vast te houden. Dit maakt het lopen minder natuurlijk.

De podotherapeuten zijn redelijk tevreden over de QRS en het gebruik ervan. Er wordt nog wat terughoudend gedaan over de effecten, zoals objectiviteit en snelheid, van het gebruik van de QRS in het aanmeetproces. Dit kan nu nog niet echt bepaald worden, omdat het nog niet gebruikt wordt in het aanmeetproces. Bovendien zal er geleerd moeten worden om met de QRS om te gaan, waardoor het – zeker in het begin – niet sneller zal zijn dan de huidige methode.

Met de QRS kan goed gewerkt worden, de gewenste gegevens worden verkregen en zijn ook bruikbaar en bovendien is het een product dat best gezien mag worden in de werkomgeving. Over het product zelf zijn ze tevreden: het gebruiksklaar maken van het product is goed te doen en ook het plaatsen en verwijderen van elementen verloopt redelijk. Wel is het zo dat het gebruikte haak/lus-materiaal op de bovenkant van de zool en de onderkant van de elementen wat

grof is, en daardoor vrij stevig vastzit. Hierdoor kost het nog best veel kracht om een element te verwijderen.

De observatie laat zien een aantal gebruiksproblemen zien, die voornamelijk te maken hebben met de QRS zelf. Dit zijn problemen die door het aanpassen van onderdelen eenvoudig verholpen kunnen worden. Opvallend is te noemen dat men het teenstuk verwijderd om een element op de juiste plek te kunnen plaatsen op het voorste deel van de zool. Gedacht was dat het met de huidige afmetingen van het teenstuk wel zou lukken om elementen te plaatsen, zonder het teenstuk te moeten verwijderen.



Conclusies en aanbevelingen

Het ontwerpen van een product, dat de aanmeting van een paar podotherapeutische inlays objectief moet maken, lijkt eenvoudig. Dat is echter niet het geval: elke podotherapeutische inlay is anders, doordat elke voet waar de inlay op aangemeten wordt, anders is. Daarom moet er een product komen dat rekening houdt met de uniekheid van elke voet, maar toch universeel gebruikt kan worden, zonder dat er veel aanpassingen aan gedaan hoeven te worden. En dat is vrij redelijk gelukt.

Podotherapeuten ondervinden bij het huidige aanmeetproces een aantal problemen. Hiervan is het grootste probleem het niet objectief in beeld kunnen brengen van de effecten van de inlay tijdens het aanmeetproces. Die effecten zijn nu alleen in te schatten – op basis van de kennis en kunde die een podotherapeut bezit – en alleen na vervaardiging van de podotherapeutische inlays te controleren door metingen op een drukmat.

Er is dan ook gezocht naar een oplossing om de aanmeting van podotherapeutische inlays objectiever te maken, zodat fouten in het kiezen van corrigerende elementen worden geminimaliseerd.

Uit onderzoek is gebleken dat daarvoor in principe twee mogelijkheden zijn. Dat zijn het digitaliseren van het hele proces – waarbij een computer en speciale software nodig zijn – of het ontwikkelen van een product dat als hulpmiddel gebruikt kan worden in combinatie met bestaande meetapparatuur, zoals een drukmat. Het hulpmiddel en de drukmat moeten samen, door middel van analyse op de meetresultaten, tijdens het aanmeetproces objectief laten zien wat de effecten zijn van het plaatsen van verschillende corrigerende elementen onder de voet van de patiënt.

Voor de opdrachtgever is digitalisatie van het aanmeetproces geen optie; er is dan onvoldoende persoonlijk contact tussen de podotherapeut en de patiënt. Hierdoor kan de podotherapeut niet controleren of het ontwerp, dat met software vervaardigd en geanalyseerd is, voldoet. Bij digitalisatie bestaat ook altijd de kans op een fout in de scan, die als uitgangspunt voor het maken van de inlay gebruikt wordt. Op die manier kan het dus vaker voorkomen dat de uiteindelijk vervaardigde inlay niet goed is. Bovendien zijn de kosten voor de benodigde apparatuur veel te hoog.

Vanwege de bovenstaande bezwaren is er gekozen voor het ontwikkelen van een product, dat gebruikt kan worden in combinatie met een al bij de opdrachtgever aanwezige drukmat: een Footscan[®] USB plate van RSscan International. Dat is een eenvoudige, goedkope én objectieve manier om de effecten te meten en zichtbaar te maken tijdens het aanmeetproces.

Tijdens de conceptfase zijn diverse ideeën en concepten op papier gezet en uitgewerkt. Belangrijke aandachtspunten tijdens deze fase zijn de verbinding van de elementen aan elkaar en aan de onderzool en de verbinding aan de voet geweest. Uit de conceptfase zijn drie concepten naar voren gekomen. Deze drie concepten zijn naast de belangrijkste eisen uit het programma van eisen gelegd en ook met de opdrachtgever besproken. Hierna is de concept keuze gemaakt.

Het gekozen concept – de Ballerina – is ten eerste gekozen omdat die het meest voldoet aan de belangrijkste eisen uit het programma van eisen. Ten tweede is dit een eenvoudig ontwerp, dat zonder al te veel moeite te gebruiken zal zijn en voor elke patiënt geschikt te maken is. Ten derde zullen de uitkomsten van metingen die ermee gedaan moeten worden het beste zijn bij dit concept omdat het product, en dan met name de zool, goed onder de voet blijft zitten. Bovendien is een veilig product: de voorkant van de zool wordt omgeven waardoor deze niet kan blijven hangen tijdens het lopen en de voet wordt niet afgekneld.



In de detailleringfase is het concept verder uitgewerkt. Hierbij is de aandacht gericht op de vormgeving en het gebruik van de verschillende onderdelen; de hielsteun, het teenstuk en de verbindingsband zijn verder uitgewerkt. De vorm van de zolen en de corrigerende elementen staat vast: die hebben een bepaalde vorm en bepaalde afmetingen. Verder is er gekeken naar de verbindingsmethode voor de elementen en het verbinden aan de voet.

Alle verbindingen worden gemaakt door middel een haak/lus-verbinding gemaakt. Hiervoor zijn de zolen en de elementen aan de bovenkant voorzien van lusmateriaal: dit voelt zacht aan en irriteert de huid nauwelijks. De onderkanten van deze onderdelen hebben haakmateriaal. Op die manier kunnen de verbindingen gelegd worden, zonder dat de patiënt ongemak ervaart van het gebruikte materiaal.

Om het geheel af te maken, is er een opbergsysteem gemaakt, waarin de verschillende zolen en de elementen in opgeborgen kunnen worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de al aanwezige haak/lus-verbinding op de verschillende onderdelen. De opbergmap is eenvoudig aan te vullen met nieuwe bladen, hoewel de map in de huidige afmetingen onvoldoende bladen kan bevatten om het hele scala van schoenmaten in één map kwijt te kunnen.

De gebruikstest laat zien dat de QRS een bruikbaar product kan worden voor de podotherapie. Het product is zeer goed te gebruiken in combinatie met de drukmat, hoewel er een paar minder goede punten aan te wijzen zijn in de scans. Dit kan echter verminderd worden door het maken van aanpassingen in de gekozen materialen.

Op dit moment is het nog zeker niet zo dat het product optimaal werkt en bij elke patiënt gebruikt kan worden. Door een aantal verbeteringen te doen aan het ontwerp – hierna beschreven – kan het product verbeterd worden. Ook de klachten en feedback die de proefpersonen via het evaluatieformulier hebben gegeven moet worden bekeken.

Hoewel er dus een aantal minder goede punten zijn, zijn podotherapeuten ervan overtuigd dat de QRS een goede

aanvulling is op de behandeling. Ook de patiënten zelf zijn positief over de QRS en het gebruik ervan in de behandeling.

Een groot deel van de problemen en klachten zijn te op te lossen of te verminderen door de QRS te verbeteren. Daarom worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Gebruik van dunner materiaal voor de zolen
- Teenstuk aanpassen:
 - Bovenrand voorzien van elastiek voor betere sluiting om de voet
 - Nieuw teenstuk maken voor kleinere en/of smallere voet
- Verbindingsband voor om de enkel inkorten
- Dunner en minder sterk klevend haak/lusmateriaal gebruiken voor bekleding verschillende onderdelen
- Hielsteunen hoger maken

Daarnaast dient er ook nog aandacht besteed te worden aan de validatie en betrouwbaarheid van het product. In deze gebruikstest is vooral het gekeken naar het al dan niet kunnen verkrijgen van gewenste gegevens tijdens het aanmeetproces. Door de interpretatie van die gegevens is het mogelijk geweest om te bepalen of de QRS een hulpmiddel kan zijn die objectiviteit brengt in het aanmeetproces van podotherapeutische inlays. Het uitvoeren van tests, waarbij gekeken wordt of het aanmeetproces zelf objectiever wordt, dient nog gedaan te worden. Het is niet mogelijk om met een enkele gebruikstest te bepalen of de QRS een substantiële bijdrage levert aan het objectiever maken van aanmeetproces. De QRS is namelijk een product waarbij geleerd moet worden om het te gebruiken en de gegevens op de juiste wijze te interpreteren, voordat het beter zal zijn dan het bestaande aanmeetproces. Hier ligt een taak voor de opdrachtgever, die het gebruik van de QRS en de drukmat moet gaan introduceren in de dagelijkse werkzaamheden van de podotherapeuten, eventueel bij slechts een bepaalde groep patiënten.

De QRS zal een goede aanvulling zijn van het assortiment producten dat op de markt verkrijgbaar is om podotherapeuten te ondersteunen in hun werkzaamheden.



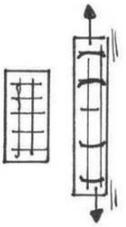
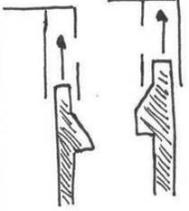
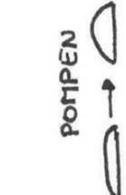
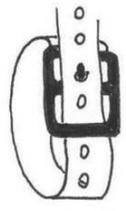
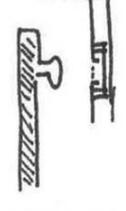
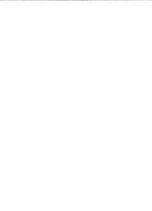
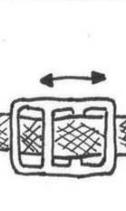
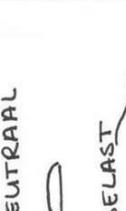
Bronnen

- [1] Praktijk voor Podotherapie Oost-Nederland BV, www.podotherapie.org (4 september 2006)
- [2] Nederlandse Vereniging van Podotherapeuten, *Podotherapie*, www.podotherapie.nl (4 september 2006)
- [3] Dictaat *Functionele orthese*, Borgions, P., Hoornaert, L., 2000
- [4] De steunzool, *Wanneer maatwerk – Foto's*, www.steunzool.com (5 september 2006)
- [5] Medida Solutions, *Maatname systemen en Accessoires*, www.medida-solutions.com (5 september 2006)
- [6] Amfit, *Products*, www.amfit.com (5 september 2006)
- [7] Jos America, *Machines – Podotherapie*, www.josamerica.com (5 september 2006)
- [8] RS Scan International, *Products*, www.rsscanscan.com (5 september 2006)
- [9] Zebris Medical, *Medical – Gait analysis*, www.zebris.de (23 december 2006)
- [10] Paromed, *Improved measuring en ParoContour*, www.paromed.de (5 september 2006)
- [11] Bootdoekshop, *Zeilringen*, www.bootdoekshop.nl (10 november 2006)
- [12] DINED2004-tabel, *Dynamic anthropometry – DINED (20-60 jaar)*, www.dined.nl (15 september 2006)
- [13] Wehkamp, *Matentabel schoenen*, www.wehkamp.nl (15 september 2006)
- [14] Instituut voor Hoger Beroepsonderwijs Eindhoven (IHBO Eindhoven)



Bijlage A

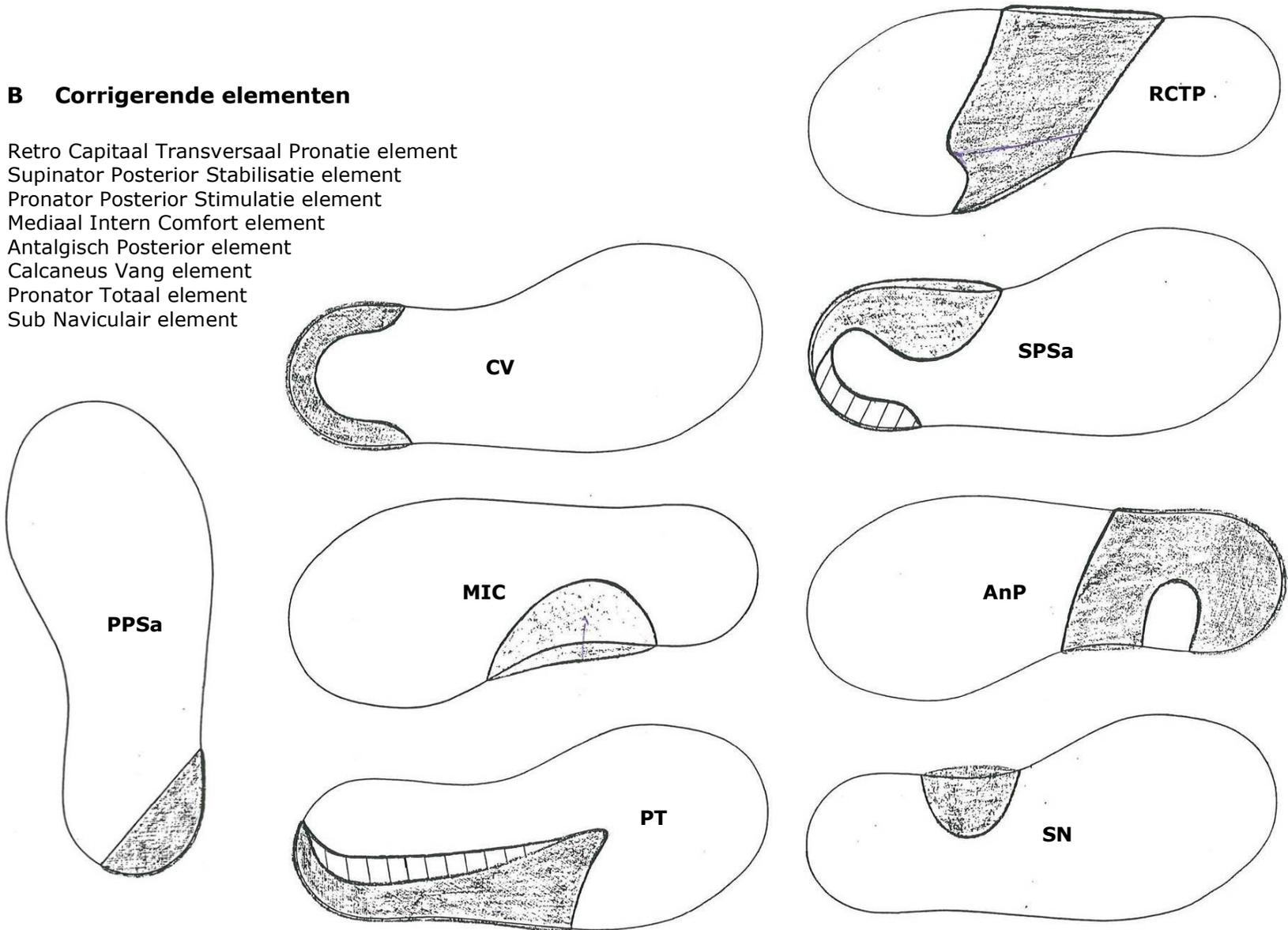
Morfologisch schema

ELEMENTEN VERBINDEN (AAN ELKAAR EN OP ZOOL)		LIJM		PIN/GAT		ELASTIEK		HAAK / OOG		POMPEN	LUCHT		
		KLITTENBAND		HAAK / OOG		GESP		DRUKKNOOP	SL SX PORON PKR PLASTAZOTE PPT	BESTAAND			KUNSTSTOF
		PLAKBAND		SCHUIF / SLEUF		SCHUIF		KLITTENBAND		NEUTRAAL BELAST	WATER		
				DRUKKNOOP		SCHUIF		SCHUIF		NEUTRAAL BELAST	GEL / SILICONEN		
AAN DE VOET VERBINDEN													
GRONDZOOL AAN HIELSTEUN VERBINDEN													
MATERIAAL VOOR ELEMENTEN													



Bijlage B Corrigerende elementen

- RCTB = Retro Capitaal Transversaal Pronatie element
- SPSa = Supinator Posterior Stabilisatie element
- PPSa = Pronator Posterior Stimulatie element
- MIC = Mediaal Intern Comfort element
- AnP = Antalgisch Posterior element
- CV = Calcaneus Vang element
- PT = Pronator Totaal element
- SN = Sub Naviculair element





Bijlage C Evaluatieformulier proefpersonen gebruikstest

Vragen na afloop van de gebruikstest

Bij deze vragen graag het getal omcirkelen dat voor u het meeste overeenkomt met uw mening. De getallen geven een mening weer van oneens (1) tot eens (5), 3 staat voor neutraal.

	oneens			eens
1. Met dit product word ik beter geholpen	1	2	3	4 5
2. Het product voelt prettig aan	1	2	3	4 5
3. Het product is zwaar om aan de voet te hebben	1	2	3	4 5
4. Het product hindert mij tijdens het lopen	1	2	3	4 5
5. Het product past binnen de behandelmethode	1	2	3	4 5
6. Het product past binnen de werkomgeving	1	2	3	4 5
7. Het product heeft een professionele uitstraling	1	2	3	4 5
8. Het product heeft een toegevoegde waarde in de behandeling	1	2	3	4 5
9. Dit product moet altijd gebruikt worden bij de aanmeting van zolen	1	2	3	4 5

Overige opmerkingen

.....
.....
.....
.....
.....

Hartelijk dank voor uw medewerking



Bijlage D Evaluatieformulier podotherapeuten gebruikstest

Vragen na afloop van de gebruikstest

Bij deze vragen graag het getal omcirkelen dat voor u het meeste overeenkomt met uw mening. De getallen geven een mening weer van oneens (1) tot eens (5), 3 staat voor neutraal.

	oneens			eens
1. Met het product wordt het aanmeetproces objectiever	1	2	3	4 5
2. Met het product wordt het aanmeetproces eenvoudiger	1	2	3	4 5
3. Met het product verloopt het aanmeetproces sneller	1	2	3	4 5
4. Het gebruiksklaar maken van het product kost veel moeite	1	2	3	4 5
5. Het gebruiksklaar maken van het product kost veel tijd	1	2	3	4 5
6. Het plaatsen van een element kost veel moeite	1	2	3	4 5
7. Het plaatsen van een element kost veel kracht	1	2	3	4 5
8. Het verwijderen van een element kost veel moeite	1	2	3	4 5
9. Het verwijderen van een element kost veel kracht	1	2	3	4 5
10. Met het product worden de gewenste gegevens verkregen	1	2	3	4 5
11. Het product is prettig in gebruik	1	2	3	4 5
12. Het product is eenvoudig te gebruiken	1	2	3	4 5
13. Het product past binnen de behandelmethode	1	2	3	4 5
14. Het product past binnen de werkomgeving	1	2	3	4 5
15. Het product heeft een professionele uitstraling	1	2	3	4 5

Overige opmerkingen

.....

.....

.....

.....

.....

Hartelijk dank voor uw medewerking



Bijlage E Observatieformulier gebruikstest

Meting voorafgaande aan de gebruikstest

1. Wat is het gewicht van het product zonder corrigerende elementen?
..... gram
2. Wat is het gemiddelde gewicht van de corrigerende elementen?
..... elementen wegen gram, dus gemiddeld weeg een corrigerend element:..... = gram
3. Wat zijn de afmetingen van het product (l x b x h)?
.....x.....x..... centimeter

Metingen tijdens de gebruikstest:

1. Hoeveel tijd is er nodig om het product gebruiksklaar te maken?
..... seconden
2. Hoeveel tijd is er nodig om een element op het voorste deel (bij de tenen) van de zool te plaatsen?
..... seconden
3. Hoeveel tijd is er nodig om een element op het middelste deel van de zool te plaatsen?
..... seconden
4. Hoeveel tijd is er nodig om een element op het achterste deel (bij de hiel) van de zool te plaatsen?
..... seconden
5. Hoeveel tijd is er nodig om een element van het voorste deel (bij de tenen) van de zool te verwijderen?
..... seconden
6. Hoeveel tijd is er nodig om een element van het middelste deel van de zool te verwijderen?
..... seconden
7. Hoeveel tijd is er nodig om een element van het achterste deel (bij de hiel) van de zool te verwijderen?
..... seconden



Observatie tijdens de gebruikstest:

1. Wordt het product op de juiste wijze gebruikt?

Ja / Nee

Zo nee:

a. Wat gaat er mis?

.....
.....
.....
.....

b. Waarom gaat het mis?

.....
.....
.....
.....

Overige opmerkingen

.....
.....
.....
.....



Bijlage F Krachtverdeling/balans-grafieken QRS en confectieschoen

In de grafieken zijn de rode en groene lijnen van de metingen met de QRS en de blauwe en gele lijnen van de metingen met de confectieschoen. De verschillende kleuren staan voor de linker- en rechtersoet: in legenda in het midden aangegeven met L1, R1, L2 en R2.

In alle gevallen, behalve Flexie-Extensie, staan de positieve getallen voor het percentage pronatie en de negatieve getallen voor percentage supinatie. Bij Flexie-Extensie is positief dorsaalflexie (voet naar boven buigen) en negatief plantairflexie (voet naar beneden buigen).

Voor het vergelijken moet er gekeken worden naar de verschillen tussen L1 en L2 of tussen R1 en R2.

