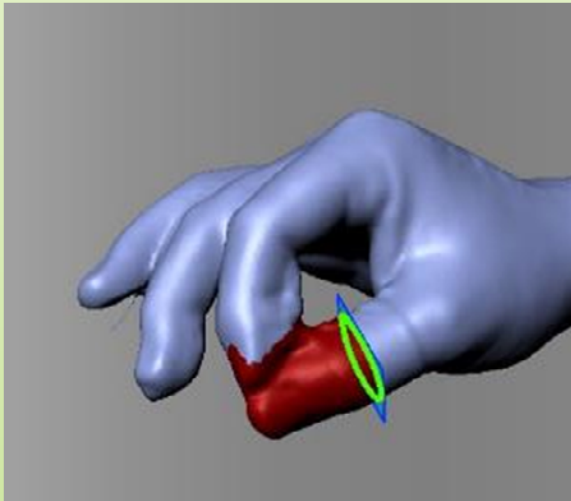


Het realiseren van een methode waarmee de duim in een positie/stand kan worden gefixeerd tijdens 3D-scannen. Met een nieuwe methode kan de behandeld specialist zelfstandig een 3D-scan maken die geen nabewerking behoeft.



3D-SCANMETHODE VOOR DUIMORTHESES IN HET CMC-1 EN MCP-1 GEWRICHT

AFSTUDEERVERSLAG BACHELOR
BEWEGINGSTECHNOLOGIE,
HAAGSE HOGESCHOOL,
DEN HAAG, 13-6-2018

Steven Smits

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Sophia
REVALIDATIE

Ontwerpverslag

3D-SCANMETHODE VOOR DUIMORTHESES IN HET CMC-1 EN MCP-1 GEWRICHT

Auteur: Steven Smits

Opdrachtgever:

ECBT (Haagse Hogeschool)
en Sophia Revalidatie

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Sophia
REVALIDATIE

1^e VERSIE

Den Haag,

13-6-2018

VOORWOORD

Voor u ligt het ontwerpverslag '3D-Scanmethode voor duimortheses in het CMC-1 en MCP-1 gewricht'. Het onderzoek naar de ideale scanmethode is uitgevoerd bij Sophia revalidatie en het Haga Hand en Polscentrum, onderdeel van Sophia revalidatie. Dit ontwerpverslag is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Mens en Techniek (Bewegingstechnologie) aan de Haagse Hogeschool in opdracht van het ECBT, in de periode tussen 8 januari en 13 juni 2018.

Door de verschillende meningen en onkwantificeerbare data was het in eerste instantie moeilijk om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Door compromissen en keuzes is de methode ontstaan die zich in dit verslag laat beschrijven. Gedurende dit onderzoek kon ik altijd terugvallen op mijn afstudeerbegeleider, Joris van Dam, tweede begeleider Martijn van der Ent en de begeleiders bij Sophia revalidatie Elmer Tiebackx en Klaas-Jan van Haastrecht. Doormiddel van een korte presentatie of vragen is de opdracht gestaag verlopen.

Voor de tijd, steun, kennis maar ook vooral de fijne en kwalitatief hoge samenwerking wil ik mijn begeleiders bedanken. Tevens wil ik alle medewerkers van het Haga Hand Polscentrum bedanken en in het bijzonder Fenke Aarsbergen, die door middel van vakkennis en aansturing binnen het centrum mijn project naar een hoger plan heeft weten te tillen.

Als laatste wil ik mijn familie en vrienden bedanken die naast testpersoon ook voor de nodige morele steun hebben gezorgd.

Ik wens u veel leesplezier toe,

Steven Smits

Den Haag, 13 Juni 2018

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	2
Samenvatting	1
Verklarende Woordenlijst	2
1. Inleiding	3
2. Analysefase	3
2.1 Deelvragen	4
Deelvraag 1 – Wat is het Doel van een duimorthese bij verschillende complicaties?	5
Deelvraag 2 – HOeveel handelingen heeft een specialist nodig om tot het eindproduct te komen?	7
Deelvraag 3 - HOeveel tijd heeft een specialist nodig om een duimorthese te scannen?	7
Deelvraag 4 – IN welke duimpositie wordt de 3D-scan gemaakt?	8
Deelvraag 5 - Hoeveel kracht moet de methode kunnen weerstaan?.....	10
Deelvraag 6 –3D-scan Accuratie	11
2.2 Totaal Eisen en Wens.....	12
3. Ontwerpfase	13
3.1 Deelfuncties.....	13
3.2 Concept methoden	14
3.3 COnccept keuze.....	17
4. Detailleringfase	18
4.1 COnccept verbeteringen.....	18
4.2 Materiaalkeuze.....	19
4.3 Antropometrie.....	21
4.4 Krachtberekeningen	22
4.5 bouwtekeningen.....	22
5 Vervaardigingsfase	22
6 Evaluatie fase	23
6.1 CMC-1 Stabilisatie evaluatie	23
6.2 Fixatie evalautie.....	25
6.3 video- en 3D-scanregistratie evaluatie.....	26
7. Discussie	29
8. Conclusie	30
8.1 Aanbevelingen.....	31
9. Literatuurlijst	32
10. Bijlagen	1
10.1 Analyse bijlagen.....	1

Bijlage A – Afstudeer planning	1
Bijlage B – Deelvraag 1, Interview	2
Bijlage C – Deelvraag 2, Eventrecording	3
Bijlage D – Deelvraag 3, Enquête handtherapeuten	8
10.2 Ontwerpfase bijlagen	11
Bijlage E – Deelfunctie schetsen, Cmc-1 Stabilisatie	11
Bijlage F – Deelfunctie Schetsen, MCP-1 Flexie	13
Bijlage G – Deelfunctie schetsen, CMC-1 Abductie	15
Bijlage H - Concept uitwerkingen 3 punts manipulatie (concept 1)	16
Bijlage I, Concept uitwerking Handschoen fixatie (concept 2)	17
Bijlage J, Concept uitwerking Tape fixatie (Concept 3)	18
Bijlage K – Concept uitwerking Use 2 use fixation (COncept 4)	19
Bijlage L – Concept keuze door middel van harris profielen	20
10.3 detailleringsfase Bijlagen	23
Bijlage M – Detaillering gradenboog	23
Bijlage N - Eigenschappen amorfe polymeren	24
Bijlage O – Materiaaleisen	26
Bijlage P – Volledige groeiverloop duimdiameter	27
Bijlage Q – Solidworks krachtberekeningen	28
Bijlage R – Bouwtekeningen	29
10.4 Evaluatie Bijlagen	40
Bijlage S – CMC-1 Stabilisatie Protocol, vragenlijst en quickguide	40
Bijlage T - Fixatie Evaluatie protocol, vragenlijst en quickguide	43
Bijlage U - video- en 3D-scanregistratie evaluatie Protocol	50
Bijlage V – CMC-1 stabilisatie resultaten	54
Bijlage W - Fixatie evaluatie Resultaten	56
Bijlage X – Resultaten videoregistratie	58

SAMENVATTING

De handorthopeed beschikt tot op heden nog niet over een methode om gedurende standsbepaling de duim in het CMC-1 en MCP-1 te kunnen fixeren, dit resulteert in een 3D-scan die veel nabewerking behoeft. Door het ontwikkelen van een methode, waarmee de duim in een positie/stand kan worden gefixeerd tijdens 3D-scannen kan de behandelend specialist zelfstandig een 3D-scan maken die geen nabewerking behoeft. De realisatie van deze methode is tot stand gekomen door het toepassen van het klassiek ontwerp proces, wat begint met een analysefase. In de analysefase zijn verschillende technieken gebruikt om tot informatie te komen, daaruit zijn conclusies getrokken.

De praktijk omschreef zich in de vorm van eventrecordings, enquêtes en interviews met handtherapeuten en de theorie in de vorm van literatuur. De praktijk en theorie zijn vervolgens met elkaar vergeleken om concrete conclusies te kunnen trekken en tevens de lijst aan eisen en wensen te kunnen opstellen.

In de ontwerpfase zijn vier concepten tot stand gekomen middels het toepassen van deelfuncties. Deze deelfuncties zijn: CMC-1 stabilisatie, CMC-1 abductie en MCP-1 flexie. Zo moet de methode ervoor zorgen dat het CMC-1 in $20^{\circ}(\pm 5)$ abductie en het MCP-1 in $30^{\circ}(\pm 5)$ flexie kan worden gefixeerd. Voor de verschillende deelfuncties zijn oplossingen gegereneerd in de vorm van schetsen, die door middel van een morfologische kaart vier concepten hebben opgeleverd. Het toepassen van een "Harris profiel" heeft er toe geleid dat de easy 2 use methode als definitief concept is gekozen. Het concept bestaat uit een buis dat om de duim wordt geplaatst en een boog dat aan deze duimbuis bevestigd wordt.

In de detailleringsfase wordt de nadruk gelegd op het verder uitwerken van het definitieve concept. Details zijn aan het ontwerp toegevoegd in de vorm van: een gradenboog, armbeugel en fixatie tussen duimbuis en de boog. Verder wordt gekeken naar; antropometrie, krachtberekeningen en bouwtekeningen. Dit om het ontwerp te laten voldoen aan de gestelde eisen en wensen.

In de vervaardigingsfase is de armbeugel vervaardigd door middel van de 3D-print techniek en is de easy 2 use fixatie uit acrylaat verspaand.

Voor de evaluaties zijn twee gebruiksonderzoeken met de handtherapeuten uitgevoerd om de verschillende functies binnen de methode te kunnen testen. Hieruit komt naar voren dat de methode voldoet aan de verwachtingen van de therapeut. De fixaties kunnen goed worden uitgevoerd. Echter is doorontwikkeling volgens de respondenten noodzakelijk voordat de methode in de praktijk kan worden toegepast. Verder is voor het stabiliseren van het CMC-1 gewricht door middel van tape nog niet het gewenste resultaat geleverd, echter wordt verwacht dat na meer ervaring in tappen dit zal verbeteren. Naast de gebruiksonderzoeken is naar de kwaliteit van de verschillende fixaties gekeken door middel van videoregistratie en de 3D-scantechniek. Doel van de videoregistratie was om te onderzoeken wat de gemiddelde meetfout was van de MCP-1 Flexie en CMC-1 abductie. Zowel MCP-1 flexie ($33,6^{\circ}$) als CMC-1 ($20,5^{\circ}$) abductie voldeden aan de gemiddeld gestelde eisen. Daarbij moet gesteld worden dat de gradenboog die gebruikt wordt voor het bepalen van de MCP-1 flexie (std. $8,3^{\circ}$) onnauwkeuriger werkte dan de CMC-1 abductie (std. $5,5^{\circ}$) bepaling, wat geen gekwantificeerd meetsysteem heeft. Doel van de 3D-scanregistratie was om te onderzoeken of de gemiddelde anatomische duimdiameter afwijkt van de gemeten 3D-scan duimdiameter; een grotere duimdiameter kan namelijk gevolgen hebben voor de kwaliteit van de duimorthese. Na het meten met de 3D-scanner bleek de anatomische duimdiameter ($22,0$ millimeter) $1,9$ millimeter groter te zijn dan de gemeten duimdiameter ($23,9$ millimeter).

De conclusie is dat de Easy 2 Use methode voldoet aan de gestelde eisen en wens. Dit blijkt uit gekwantificeerbare evaluaties maar ook uit de mening van de verschillende handtherapeuten. Deze combinatie maakt dat het concept wel geslaagd, maar zeker nog niet uitontwikkeld is. Onderzoek en verbetering in de duimdikte is noodzakelijk om de functie van een duimorthese te kunnen waarborgen.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Begrip	Beschrijving
CMC-1	Eerste Carpometacarpaal gewricht, oftewel het basis zadelgewricht van de duim. Het gewricht maakt het mede mogelijk dat; abductie/adductie, flexie/extensie, opponeren/reponeren en circumductie mogelijk is.
MCP-1	Eerste Metacarpofalangeale gewricht, oftewel het scharnier gewricht dat flexie en extensie in de duim verzorgt.
DIP-1	Eerste distaal interphalangeale gewricht, oftewel het scharnier gewricht dat flexie en extensie in het laatste vingerkootje van de duim verzorgt.
Sagittaal	Het sagittale vlak verdeelt het lichaam in een rechter en linker lichaamshelft, van uit dit perspectief wordt het lichaam bekeken.
Frontaal	Het frontale vlak verdeelt het lichaam in een voor en achter lichaamshelft, van uit het
Distaal	Het lichaamsonderdeel licht verder van het centrum van het lichaam
Proximaal	Het lichaamsonderdeel licht dichterbij het centrum van het lichaam
Palmar	Handpalm
Dorsaal	Handrug
Spica	Voertaal handtherapeut voor een platte PVC plaat met een relatief goede pasvorm voor de duim, waardoor nabewerking wordt geminimaliseerd. De PVC plaat wordt verwarmd waarna het in de juiste vorm om de duim wordt gemodeleerd.

1. INLEIDING

Handortheses kunnen baat hebben bij de behandeling van problemen in polsen of de rest van de hand. De orthese zorgt afhankelijk van de klachten voor immobilisatie of mobilisatie van de pols (S. Boyd, 2009). Belangrijk is dat de orthese het carpometacarpaal gewricht (CMC-1) ondersteunt en dus immobiliseert na bijvoorbeeld een operatie, om pijn en verergering van de klachten in het gewricht te reduceren.

De laatste trend binnen de ortheses is het onderzoeken naar mogelijkheden van de laagdrempelige productie eigenschappen van 3D-printen, dit vindt plaats na het 3D-digitaliseren van een object. De 3D-scan techniek is gebaseerd op lasers die de afstand tussen de scanner en de te scannen object berekent. Door alle kanten van het object te scannen, leveren alle berekeningen in de bijbehorende software het gescande object op. Vooral op het gebied van de duimorthese wordt er op dit moment gekeken naar verschillende mogelijkheden die de 3D techniek biedt voor centra met een 3D-printer. Echter het daadwerkelijk gebruik van 3D-printen vindt nu nog sporadisch plaats door verschillende complicaties in het productieproces.

Zo blijkt uit het onderzoek van J. van Dam (van Dam, 2017) dat er nog veel moet gebeuren om een goed lopend 3D duimorthese-productieproces te realiseren. Uit hetzelfde onderzoek is een conceptmethode ontstaan die de fabricatie van een duimorthese binnen één uur beschrijft, hier heeft zowel behandelaar als klant baat bij. N. Admiraal (Admiraal, 2018) heeft deze verschillende aspecten van het 3D printen en scannen onderzocht en concludeert dat er nog geen werkende methode is om de duim in een corrigerende stand te fixeren. Dit is essentieel wil men tot een nauwkeurige 3D-scan komen en de duimorthese goed kunnen mobiliseren dan wel immobiliseren.



Afbeelding 1 - Duimorthese met immobilisatie van het CMC-1 gewricht. Ondanks immobilisatie biedt het toch de mogelijkheid om de pinchgreep uit te voeren.

2. ANALYSEFASE

- **Probleemstelling:** De handorthoped beschikt tot op heden nog niet over een methode om gedurende standsbepaling de duim in het CMC-1 en MCP-1 te kunnen fixeren, dit resulteert in een 3D-scan die veel nabewerking behoeft.
- **Aanleiding:** Sophia revalidatie is gespecialiseerd in het maken van orthopedische voorzieningen en ervaart dat het maken van een handorthese nu nog veel vakwerk en tijd kost. Om deze reden is ook Sophia Revalidatie geïnteresseerd in de mogelijkheden die 3D printen kan bieden binnen het produceren van handortheses. Daar De Haagse Hogeschool al ervaring heeft op dit gebied is er een samenwerking aangegaan tussen beiden instellingen. Het doel van de samenwerking is een nieuw productieproces ontwikkelen voor het printen van de 3D duimorthese.
- **Doelgroep:** De doelgroep betreft alle patiënten met CMC-1/MCP-1 klachten, met uitzondering van patiënten met spasticiteit.

- **Randvoorwaarden:** Bij het behalen van dit doel zal Sophia Revalidatie Centrum (Den Haag) en het experticeentrum bewegingstechnologie (ECBT) van de Haagse Hogeschool mij ondersteunen. Het Haga hand en polscentrum zal mij inzicht geven over de werkwijze gedurende een consult en Sophia revalidatie van de huidige 3D-scan techniek op het gebied van duimortheses. De Haagse Hogeschool zal mij faciliteren in het eventuele gebruik van 3D printers.
- **Doelstelling:** Het realiseren van een methode waarmee de duim in een positie/stand kan worden gefixeerd tijdens 3D-scannen. Met een nieuwe methode kan de behandeld specialist zelfstandig een 3D-scan maken die geen nabewerking behoeft.
- **Planning:** De volledige planning is terug te vinden in de analyse Bijlage A.
- **Vooronderzoek:** Uit gesprekken met deskundigen en het onderzoek van J. van Dam (van Dam, 2017) komt naar voren dat conventionele handortheses nu nog worden nabewerkt door het materiaal te verwarmen.



Afbeelding 2 - Ontworpen hulpmiddel voor het scannen van de onderkant van de voet.

De reden dat er nu nog niet wordt gekozen voor 3D printen is dat de handorthopeed nog veel tijd nodig heeft voor nabewerking in speciale bewerkingssoftware. Deze methode is nu nog te tijdrovend, onnauwkeurig en moeilijk hanteerbaar voor handtherapeuten. Er zijn binnen het 3D-print proces al procesverbeteringen toegepast bij het scannen van voeten. Daarbij was het voor de voetorthopeed niet mogelijk om de voet in een bepaalde positie te behouden en tegelijkertijd de onderkant van de voet te scannen. Door gebruik te maken van een in graden verstelbaar plexiglas (Afbeelding 2) die straling van de scanner toelaat, los je dit probleem op.

2.1 DEELVRAGEN

De probleemstelling wordt doormiddel van de onderstaande deelvragen (Tabel 1) Beantwoord.

Tabel 1 – Opsomming van alle deelvragen in de analysefase

#	Deelvraag	Methode
1	Wat is het Doel van een duimorthese bij verschillende complicaties?	Literatuurstudie en interview
2	Hoeveel handelingen heeft een specialist nodig om tot het eindproduct te komen?	Eventrecording
3	Hoeveel tijd heeft een specialist nodig om een duimorthese te scannen?	Literatuurstudie en interview
4	In welke duimpositie wordt de 3D-scan gemaakt?	Literatuur en enquête
5	Hoeveel kracht moet de methode kunnen weerstaan?	Literatuurstudie
6	Nauwkeurigheid Scanner	Literatuurstudie en interview

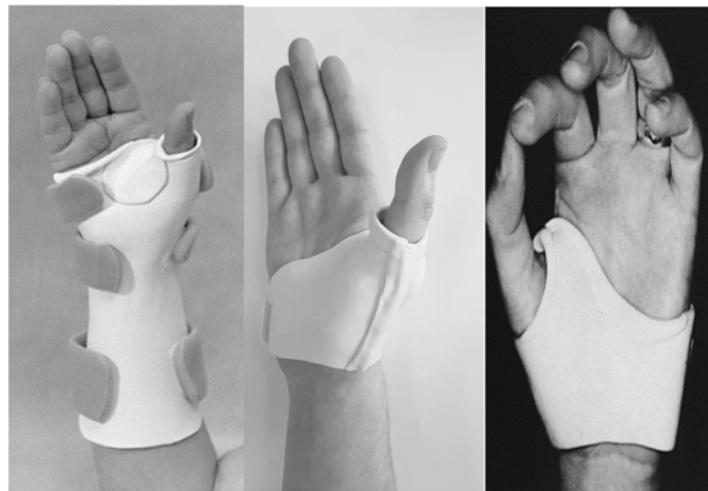
DEELVRAAG 1 – WAT IS HET DOEL VAN EEN DUIMORTHESE BIJ VERSCHILLENDE COMPLICATIES?

De vraag is hoe kunnen de complicaties die ontstaan gedurende een aandoening doormiddel van een duimorthese worden gereduceerd? Om het doel van deze deelvraag te achterhalen wordt literatuur vergeleken met wat in de praktijk plaatsvindt.

1.1 LITERATUURSTUDIE

Voor de duimgewrichten zijn er twee typen duimortheses: “Forarm based” en “Handarm based” (Coppard & Lohman, Splinting, 2008). De “Forarm based” orthese wordt de “Long opponens splint” (wrist-CMC opponens immobilization) genoemd en immobiliseert zowel de pols als de duim (Afbeelding 3). De “Handarm based” ortheses immobiliseren alleen de duim en worden de “Short (CMC-MCP immobilization) (Afbeelding 4) genoemd die het CMC-1 en MCP-1 gewricht immobiliseren, en de “Modified short opponens duimorthese” (CMC immobilization) (Afbeelding 5) die alleen het CMC-1 gewricht immobiliseert (Neumann & Bielefeld, 2003). De duimortheses voorzien de duimgewrichten, stabiliteit in het gewricht, pijnvermindering, ontsteking reducering, functieverbetering en bescherming tegen krachten die voor instabiliteit zorgen (Neumann & Bielefeld, 2003).

- **Stabiliteit:** Bij stabilisatie van het CMC-1 gewricht wordt er druk uitgeoefend op het palmaire gedeelte. Op deze wijze wordt het CMC-1 gewricht in een juiste positie gesteld waarin pijn en functieverlies worden gereduceerd.
- **Pijnvermindering:** De wijze waarop een duimorthese tot stand komt wordt primair bepaald door pijnklachten van een patiënt. Pijnvrije stabiliteit in het CMC-1 gewricht is essentieel voor een normale handfunctie.
- **Reducering ontsteking:** Voor het reduceren van de ontsteking wordt NSAIDS voorgeschreven (Neumann & Bielefeld, 2003)
- **Functieverbetering:** Wanneer de duim door de orthese stabiliteit of steun vindt om gefixeerd bewegingen uit te kunnen voeren, levert dit een functieverbetering op.
- **Bescherming:** Patiënten met een hoog risico op een trauma in de duim krijgen vaak een preventieve duimorthese. Dit zijn trauma's die ontstaan door een hoog inwerkende



Afbeelding 5 - De Long opponens (Wrist-CMC immobilization) handorthese. Deze orthese loopt tot over het polsgewricht.

Afbeelding 4 - De short opponens (CMC-MCP immobilization) handorthese. Zowel Het CMC-1 als het MCP-1 gewricht

Afbeelding 3 - Weergave van de Modified short opponens (CMC immobilization) splint

externe kracht of gedurende het slapen. In tabel 2 wordt per doel nader toegelicht op welke wijze de duimorthese invloed heeft. De keuze uit de drie ortheses zijn gebaseerd op de aangedane gewrichten en in hoeverre de persoon bewegingsvrijheid mag hebben.

Tabel 2 - De drie verschillende soorten duimortheses met omschrijving, voordeel/nadeel van de orthese

Naam	Omschrijving	Voordeel	Nadeel
Forarm Based Long opponens (wrist-CMC immobilization) splint	Immobilisatie van pols, CMC-1 en MCP-1 gewrichten, het DIP-1 gewricht is vrij in zijn beweging.	Geeft over de gehele pols, CMC-1 en MCP-1 gewrichten stabiliteit.	Immobiliseert de pols wat de dagelijkse activiteiten in pols belemmert.
Handarm Based Short opponens (CMC-MCP immobilization) splint	Immobilisatie van de CMC-1 en MCP-1 gewrichten.	Geeft ten opzichte van de Long opponens meer bewegingsvrijheid en tevens een goede CMC-1 en MCP-1 immobilisatie.	Geeft geen immobilisatie en bescherming in het polsgewricht.
Handarm Based Modified short opponens (CMC immobilization) splint	Alleen immobilisatie van het CMC-1 gewricht.	Geeft ten opzichte van de andere orthese meer bewegingsvrijheid.	Geeft geen immobilisatie en bescherming in de duim.

1.2 INTERVIEW

Dit interview is afgenomen op 01/02/2018 en op 06/02/2018. De vragen van dit interview zijn door Steven Smits gesteld aan Fenke Haarsbergen, werkzaam als handtherapeute in “Het hand en polscentrum” (onderdeel van Sophia Revalidatie) gelegen in het Haga ziekenhuis (Sportlaan), Den Haag. Uit dit interview komt naar voren dat een duimorthese de taak heeft om te immobiliseren en dit moet leiden tot pijnvermindering. Het volledige interview is terug te vinden in de analyse bijlage B.

1.3 CONCLUSIE

Wanneer de pijnklacht afneemt zullen de andere doeleinden van de orthese, namelijk; stabiliteit, reducering ontsteking, functieverbetering en bescherming beter tot zijn recht komen. De ortheses die hiervoor zorgen zijn de: Short opponens (CMC-MCP immobilization handorthese) en Modified short opponens (CMC immobilization) splint. Deze ortheses zorgen voor een functionele houding en pijnvermindering doormiddel van CMC-1 stabilisatie

EIS

- De methode moet 3D-scans kunnen maken van de “Short opponens (CMC-MCP immobilization handorthese) splint” en de “Modified short opponens (CMC immobilization) splint”.
- De methode moet het CMC-1 gewricht in een stabiele en functionele stand kunnen fixeren

DEELVRAAG 2 – HOEVEEL HANDELINGEN HEEFT EEN SPECIALIST NODIG OM TOT HET EINDPRODUCT TE KOMEN?

In deze deelvraag moet antwoord komen op de vraag: hoeveel handelingen heeft een specialist nodig om tot het eindproduct te komen? Dat gebeurt door middel van eventrecording om opvallende handelingen (events) en herhalingen te kunnen kwantificeren.

2.1 EVENTRECORDING

Gemiddeld hadden beide ondervraagde specialisten 50 handelingen nodig om tot een volledigduimorthese te komen. De volledige eventrecording staat gearriveerd in de analyse Bijlage C.

2.2 CONCLUSIE

In eerder onderzoek naar het gebruiksgemak van 3D-scannen, stelde N. Admiraal (Admiraal, 2018) dat het scanproces zo min mogelijk handelingen mag hebben; daarom zijn de gemiddelde 50 handelingen onacceptabel. Om het aantal handelingen te beperken is het doel om de methode uit maximaal 20 handelingen te laten bestaan

EIS

De methode mag niet meer dan 20 handelingen hebben.

DEELVRAAG 3 - HOEVEEL TIJD HEEFT EEN SPECIALIST NODIG OM EEN DUIMORTHESE TE SCANNEN?

Gerelateerd aan bovenstaande vraag is nu de vraag hoeveel tijd het kost voor een handtherapeut om deze handelingen uit te voeren. Dit wordt toegelicht door middel van een kort interview met twee specialisten op het gebied van het maken van duimortheses en een literatuurstudie, waar vervolgens een conclusie aan wordt verbonden.

3.1 INTERVIEW

Om goede inschatting te kunnen maken van de maximaal benodigde tijd voor het maken van een 3D-scan wordt aan twee specialisten de volgende vraag gesteld: hoeveel tijd heeft u nodig om een duimorthese te maken?

- **Elan Prieto:** Het maken van een gemiddelde spica orthese duurt 15 minuten.
- **Fenke Aarsbergen:** het maken van een gemiddelde orthese verschilt afhankelijk van de grootte. De spica duimortheses zijn te maken binnen 15 tot 20 minuten.

In beide gevallen waren de ortheses die gemaakt zijn volgens de eventrecording van deelvraag twee, ook binnen 15 minuten vervaardigd.

3.2 LITERATUURSTUDIE

Bij een huidige intake zonder scan heeft de specialist 45 minuten om een spica duimorthese te maken. Dit begint met een intake gesprek van 15 minuten waarna de



Afbeelding 6 –Procesverloop (1-hour hand orthosis) volgens J. van Dam (van Dam, 2017).

specialist nog 30 minuten over heeft voor het maken van de orthese en administratieve bezigheden. Dit houdt in dat de therapeut net zoals in het interview (3.1) 15 minuten heeft voor het maken van de orthese.

Volgens het concept procesverloop van J. van Dam (van Dam, 2017) (Afbeelding 6) duurt de patiënt's eerste afspraak in zijn totaliteit maximaal één uur, waarvan één half uur voor het fixeren en scannen.

3.3 CONCLUSIE

In het huidige proces zonder scannen heeft de handtherapeut 15 minuten nodig om de duim in de juiste positie te fixeren. Omdat zowel in de huidige als in het concept methode dezelfde fixaties zullen worden uitgevoerd, is het doel om alle fixaties van de methode binnen 15 minuten uit te voeren. Deze tijdslijmiet past tevens in het proces beschreven volgens J. van dam waar één half uur staat uitgeschreven voor het fixeren en scannen, dit houdt in dat er nog 15 minuten over is voor het scannen.

EIS

Het fixeren van de methode mag niet meer dan 15 minuten duren.

DEELVRAAG 4 – IN WELKE DUIMPOSITIE WORDT DE 3D-SCAN GEMAAKT?

In deelvraag 2 (hoeveel handelingen) is te zien hoe de stand van de orthese doormiddel van standsbepaling van de duim en correcties van de orthopeed in de goede positie wordt vervormd. De stand van de orthese is daarnaast weer essentieel voor de doeleinden die genoemd zijn in deelvraag 1 (het doel van de duimorthese). Om deze reden is het benoemen van de juiste stand van de orthese belangrijk om te belichten. Hieronder wordt literatuur naast een interview/enquête gelegd om de theorie met de praktijk te kunnen vergelijken.



Afbeelding 10 – Lateral (Key) pinch, duim wordt tussen het MCP en DIP van de wijsvinger gelegd.



Afbeelding 9 -Tip pinch (pincetgreep), uiteinde van de duim wordt tegen de wijsvinger aangelegd



Afbeelding 7 - Pulp pinch, de mediale zijde van de duim wordt tegen de wijsvinger gezet. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij het gebruiken van een naald.



Afbeelding 8 – Chuck pinch, lijkt veel op de tip pinch en pulp pinch. Echter is bij de Chuck pinch contact met wijs en middelvinger.

4.1 LITERATUURSTUDIE

Bij het maken van een orthese is de positie waarin de duim zich bevindt essentieel om de functie die de duim heeft te behouden. De duim kan in samenwerking met de wijsvinger verschillende precisie grepen uitvoeren: key (Afbeelding 7), tip (pincetgreep)(Afbeelding 8), pulp (Afbeelding 9) en chuck (Afbeelding 10) pinch. De ideale standspositie van een tot over de pols lopende duimorthese is een 10 tot 20 graden extensiestand in de pols (Skirven, Osterman, Fedorczyk, & Amadio, 2011), abductie stand in het CMC-1 gewricht waarbij de duim functioneel is, namelijk ongeveer 20° (Nataraj & Li, 2013), (Valero-Cuevas, Johanson, & Towles, 2003) (Merle & Lim, 2009). Wanneer ook het MCP-1 gewricht wordt gefixeerd, vindt dit plaats onder een flexiestand van 30° (Skirven, Osterman, Fedorczyk, & Amadio, 2011) (Merle & Lim, 2009). Opvallend is dat elk gewricht in de duim een licht gebogen houding aan neemt, het uitvoeren van de pincet of chuck pinch in duim en wijsvinger vormen hierdoor samen een ovale ring (Afbeelding 11). De pincetgreep wordt gebruikt bij dagelijkse handelingen zoals het pakken en gebruiken van kleine objecten zoals een pen of sleutel (Johanson, Alto, Valero-Cuevas, & Hentz, 2001).



Afbeelding 11 Weergave van de pincetgreep ((tip-to-tip/tip)-pinch). De ovale lijn (wit) maakt zichtbaar dat alle gewrichten in een lichte flexie stand staan gepositioneerd.

Het juist uitvoeren van een pinchgreep vereist, een juiste coördinatie en krachtoverbrenging van de duim (Valero-Cuevas & Zajac, 1998). Bij een orthese die gedurende handelingen functioneel is, zal de patiënt geen dwang hebben om een geforceerde duimbeweging te maken; het kan ondanks immobiliteit functies uitvoeren. Bij het maken van een duimorthese wordt onder andere om deze reden de duim in de tip greep of bijna vergelijkbare Chuck pinch positie gezet (Coppard & Lohman, approach, Introduction to splinting, 2001). De andere reden is om stabiliteit in het gewricht te creëren, de duim komt in een natuurlijke positie te staan waardoor het gewricht tot rust komt en zichzelf kan herstellen. Dit zorgt eveneens voor pijnvermindering in het CMC-1 en MCP-1 gewricht (Merle & Lim, 2009), zoals eerder benoemt in deelvraag 1 (het doel).

4.2 PRAKTIJK ENQUÊTE

In deelvraag 1 (het doel) is reeds vermeld dat een handtherapeut de pincetgreep in het algemeen het meest hanteert voor de positieve functieverbetering, echter geeft een breed scala aan input een betere weergave van wat in de praktijk gebeurt. Door middel van een uitgebreide enquête op het gebied van instelbaarheid, handelingswijze en favoriete pinchpositie wordt de informatie vergaard. Hieruit moet naar voren komen waar de voorkeuren van de specialisten liggen. De groep ondervraagden bestond uit acht gediplomeerde handtherapeuten. De vragen en antwoorden worden benoemd in de analyse bijlage D, met als belangrijkste uitkomsten; dat MCP-1 flexie en CMC-1 abductie instelbaar zouden moeten zijn. Tevens werd de pincetgreep als favoriete pinchgreep beoordeelt.

4.3 CONCLUSIE

Met de vraag uit de enquête: “naar welke duimpositie streef ik als handtherapeut” werd duidelijk dat de pincet (tip) pinch de voorkeur krijgt maar een eventuele andere pinchgreep is ook welkom. Het juist uitvoeren van een pinchgreep vereist een juiste combinatie van coördinatie en krachtsoverbrenging in de duim (Valero-Cuevas & Zajac, 1998); dit wordt tevens door één van de specialisten in vraag twee aangehaald.

Zowel in de theorie als praktijk blijkt het MCP-1 gewricht in een 30° stand de functionele positie te staan, uit de theorie blijkt dat dit ook geldt voor een 20° graden abductie stand. Tevens bleek dat specialisten op zoek zijn naar “feeling”. Dit om het CMC-1 gewricht goed te kunnen stabiliseren.

EISEN

- De chuck en tip pinch precisiegreep moeten door de methode worden gecoördineerd
- De chuck en tip pinch precisiegreep moeten kunnen worden uitgevoerd
- De methode moet het MCP-1 gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren
- De methode moet het CMC-1 gewricht in een 20(±5) graden abductie stand kunnen fixeren
- De methode moet gedurende CMC-1 Abductie, CMC-1 stabilisatie en MCP-1 Flexie fixering instelbaar zijn.

WENS

- De methode kan ook de andere duimprecisiegrepen (pinchgrepen) hanteren.

DEELVRAAG 5 - HOEVEEL KRACHT MOET DE METHODE KUNNEN WEERSTAAN?

Doormiddel van literatuur wordt gezocht naar de maximale knijpkracht van de spieren rond het CMC-1 en MCP-1 gewricht.

5.1 KRACHTEN ROND HET CMC-1 EN MCP-1 GEWRICHT

Voor het ontwerpen van de methode moet ook rekening worden gehouden met de maximale krachtsinspanning in de hand. Wanneer de hand in het CMC-1 gewricht wordt gestabiliseerd in reponerende positie wil een patiënt met instabiliteit een oppositie beweging uitvoeren, om weer terug in de vertrouwde positie te komen. De duim oefent gedurende een pinch precisie greep ongeveer 93Newton uit, bij een laterale key pinch kan er meer kracht worden uitgeoefend namelijk 102 Newton (Klopsteg, 1955). Het verschil komt door de grote verscheidenheid aan spiergroepen die gedurende een pinch worden aangesproken. Bij de tip pinch zijn de vinger flexoren betrokken daar waar tijdens laterale pinch alleen van spieren rond de duim gebruik wordt gemaakt.

5.2 CONCLUSIE

De laterale pinch buigkracht geeft flexie oppositie in het CMC-1 gewricht, dit is echter niet de maximale kracht die gedurende knijpen zal ontstaan. Om deze reden is de maximale knijpkracht de pinch greep, namelijk 93Newton.

EIS

De methode moet een kracht van 93 Newton kunnen weerstaan.

DEELVRAAG 6 –3D-SCAN ACCURATIE

De duimdiameter kan invloed hebben op de kwaliteit van de scan en de uiteindelijke prestaties van de duimorthese. Om deze reden wordt de benodigde nauwkeurigheid van de methode vastgesteld door de scanresolutie (Tabel 3) te vergelijken met de precisie van de handtherapeut. Conclusies worden gesteld aan de hand van een onderzoek naar de gemiddelde resolutie van de scanner en een interview met een specialist.

Tabel 3 – Handheld 3D-scanners met maximale resolutie.

Naam Scanner	Max. 3D Resolutie
Artec Space Spider	0,10mm
Artec Leo	0,25mm
Artec Eva	0,50mm
Creaform GO!SCAN 50	0,50mm
Creaform HandySCAN 700	0,05mm
Creaform Metrascan 750	0,05mm
Peel 3D, 3D Scanner	0,50mm
Shining 3D EinScan-Pro+	0,24mm
Shining 3D FreeScan X5	0,10mm
Drake THOR3D	0,15mm
Gemiddelde	0,24mm

6.1 LITERATUURSTUDIE

Voor het bepalen van de gemiddelde scanresolutie (Tabel 3) zijn meerdere handheld-scanners vergeleken, dit omdat de handheld-scanner in de praktijk het meest voorkomt.

Wanneer de 3D-scanner accurater kan scannen dan dat de specialisten details moeten aanbrengen, heeft een kleinere duimdiameter op basis van de gemiddelde resolutie geen invloed op de orthese. Dit zou betekenen dat de orthese een grotere diameter mag hebben dan de gemiddelde resolutie van een scanner doordat de specialisten deze nauwkeurigheid niet kunnen overbrengen in de duimorthese. Andersom, wanneer de gemiddelde scan minder accuraat is als dat de specialisten moeten aanbrengen op de duimorthese, heeft dit gevolgen voor de functionaliteit van de orthese.

6.2 INTERVIEW SPECIALISTEN

Uit het interview met Fenke Aarsbergen, zie analyse Bijlage B, volgt dat de orthese rond de anatomische snuifdoos de hoogste nauwkeurigheid behoeft. In dit gedeelte wordt tot in detail van 0,5 millimeter gewerkt.

6.3 CONCLUSIE

Gezien de nauwkeurigheid en resolutie van de scanners zal de gemiddelde scanner geen invloed hebben op de kwaliteit van de scan, dit omdat uit het interview naar voren komt dat de specialisten minder nauwkeurig werken dan de scanners, namelijk 0,5 millimeter.

EIS

Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese).

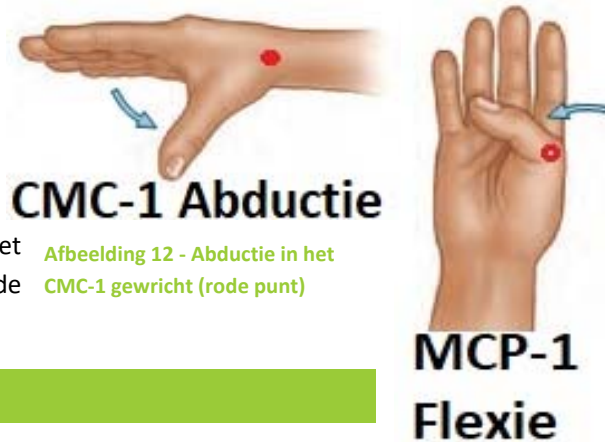
2.2 TOTAAL EISEN EN WENS

Tabel 4 - Eisen en wens lijst

Nr. Eisen	
Prestaties	
1	De methode moet voor elke aandoening toepasbaar zijn. Met uitzondering van aandoening gerelateerd aan spasticiteit.
2	De chuck en tip pinch precisiegrep moeten door de methode worden gecoördineerd
3	De methode moet gedurende CMC-1 abductie, CMC-1 stabilisatie en MCP-1 flexie fixering instelbaar zijn.
4	De methode moet 3D-scans kunnen maken van de "Short opponens (CMC-MCP immobilization handorthese) splint" en de "Modified short opponens (CMC immobilization) splint".
5	Het fixeren van de methode mag niet meer dan 15 minuten duren.
Materiaal	
6	Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese).
Ergonomie	
7	De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren
8	De methode moet het MCP-1 gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren
9	De methode moet het CMC-1 gewricht in een 20(±5) graden abductie-stand kunnen fixeren
10	De chuck en tip pinch precisiegrep moeten door de methode worden gecoördineerd.
11	De chuck en tip pinch precisiegrep moeten kunnen worden uitgevoerd.
12	De methode mag niet meer dan 20 handelingen hebben.
Krachten	
13	De methode moet een adductiekracht van 92Newton kunnen weerstaan.
Wens	
1	De methode kan ook de andere duimprecisiagrepen (pinchgrepen) hanteren.

3. ONTWERPFASE

In de ontwerpfase zullen als eerste de eisen en wens worden vertaald naar **deelfunctie** schetsen. Deze schetsen worden middels een morfologische kaart samen gebracht tot verschillende **concept methoden**. Het definitieve concept voldoet het best aan de gestelde eisen en wens.



Afbeelding 12 - Abductie in het CMC-1 gewricht (rode punt)

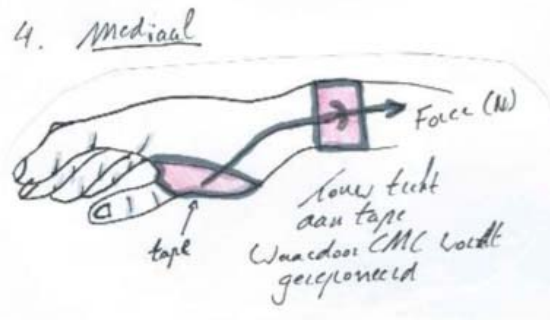
Afbeelding 13 - Flexie in het MCP-1 gewricht (rode punt)

3.1 DEELFUNCTIES

Deelfuncties beschrijven de verschillende functies waaraan het concept moet voldoen. In de analyse fase zijn deze functies al benoemd, namelijk: CMC-1 (stabilisatie), CMC-1 abductie (Afbeelding 12) en flexie MCP-1 (Afbeelding 13). De deelfuncties zullen worden geschetst om de werking te kunnen aantonen. Door deze deelfuncties te bundelen ontstaat het concept. De volgende onderdelen 3.1.1, 3.1.2 en 3.1.3 geven voorbeeld van een deelfunctie schets en tevens de daarbij behorende uitleg.

3.1.1 CMC-1 (STABILISATIE) FIXATIE

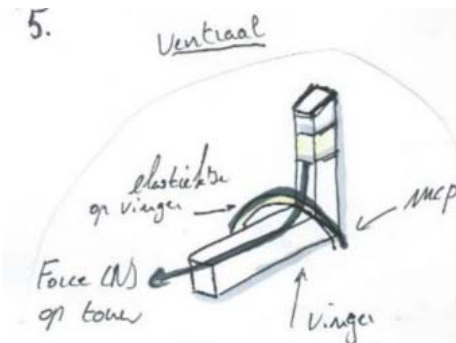
De stabilisatie is een doorslaggevende factor in het ontwerp. zijn er verschillende oorzaken voor een instabiel gewricht. De fixatie moet leiden tot een stabiel gewricht dat functioneel en een neutrale houding heeft. Afbeelding 14 beschrijft de CMC-1 stabilisatie deelfunctie schets, waarbij draad met tape om de vinger wordt geplakt. Door het draad in proximale richting te bevestigen aan een band, wordt de CMC-1 (stabilisatie) instelbaar. De schetsen waarvan afbeelding 14 een voorbeeld is, zijn terug te vinden in de ontwerp Bijlage E.



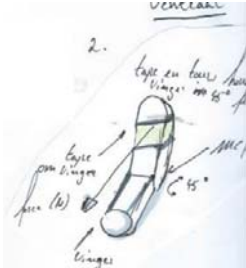
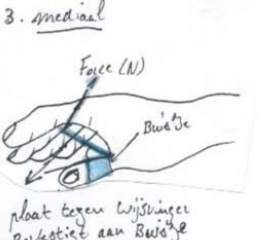
Afbeelding 14 - Voorbeeld van een CMC-1 (Stabilisatie) schets

3.1.2 MCP-1 FLEXIE FIXATIE

Fixatie in een 30° flexie stand zorgt ervoor dat het MCP-1 gewricht naar de meidale kant wordt gefixeerd, dit resulteert in een functionele en neutrale houding. Afbeelding 15 beschrijft de MCP-1 flexie deelfunctie waarbij een elastiek rond het MCP-1 gewricht wordt geplaatst. Door nu draad met tape om het ossa metacarpale te plakken en de draad door het elastiek te trekken, zal flexie in het MCP-1 gewricht ontstaan. Eenmaal in de juiste positie zal door middel van tape de positie worden gefixeerd. De schetsen waarvan afbeelding

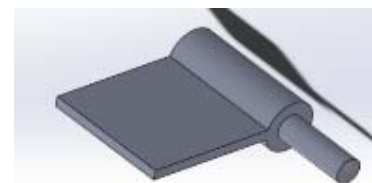


Afbeelding 15 - Voorbeeld van een MCP-1 Flexie

Tape fixatie (Concept 3)			
Easy to use fixatie (Concept 4)			

3.2.1 3 PUNTS MANIPULATIE (CONCEPT 1)

CMC-1 (stabilisatie) fixatie: De drie punts manipulatie methode (Ontwerp Bijlage H) maakt gebruik van het fixerende buizen systeem dat zorgt voor een stabiele positie waarin het CMC-1 gewricht kan worden gemanipuleerd met een palmkuipje (Afbeelding 17). De manipulatie vindt bij een instabiel gewricht plaats door een reponerende beweging. Fixatie in de stabiele positie gebeurt door middel van een schroefmechanisme dat het CMC-1 kuipje vastdraaid in de juiste positie.



Afbeelding 17 - palmkuipje voor het fixeren van het CMC-1 gewricht in een reponerende positie.

CMC-1 Abductie en MCP-1 Flexie: Om een flexie stand in het MCP-1 en abductie in het CMC-1 gewricht te kunnen fixeren is de "Easy pollicis abductor and flexor fixator" (Afbeelding 18 en 19) ontworpen. Dit onderdeel van het concept komt voort uit de eerder beschreven schets (Afbeelding 16) in paragraaf 3.1.3 (CMC-1 Abductie fixatie). De fixator bestaat uit een duimbuis (basis) dat om de duim gedragen en een abductieboog. Door de boog wordt er een MCP-1 flexie (30°) en CMC-1 abductie (20°) stand gecreëerd. Om de duimbuis (basis) diameter te maskeren wordt het gemaakt van transparant materiaal.



Afbeelding 18 - "Easy pollicis abductor and flexor fixator"
Hulpmiddel dat een dubbelfunctie heeft bij fixatie in (CMC-1 abductie) en (MCP-1) flexie.

3.2.2 STABILISATIE HANDSCHOEN (CONCEPT 2)

CMC-1 reponeren en abductie fixatie: De stabilisatie handschoen methode (Afbeelding 20 en ontwerp Bijlage I) bestaat uit een handschoen die twee kanten bezit; een verharde kant aan de palmar radiale zijde en aan de palmar mediale zijde een onverharde kant. Bij kracht aan de mediale zijde, beweegt dit segment zonder dat andere structuren van de duim gaan meebewegen. De stabilisatie van het CMC-1 gewricht vindt plaats door het naar achter brengen van de handschoen met een draad, hierdoor wordt het CMC-1

gewricht bij instabiliteit weer in een stabiele positie gefixeerd. Deze draad wordt vervolgens in de juiste positie verbonden aan een armband om de onderarm. Door de draad meer aan de radiale zijde van armband te fixeren heeft de draad een dubbelfunctie met zowel abductie als reponeren in het CMC-1 gewricht.

MCP-1 flexie fixatie: Fixatie in flexie positie van het MCP-1 gewricht wordt ook door middel van een draad systeem bevestigd aan de armband. De draad wordt bevestigd aan een tape die om het metacarpale-1 wordt geplakt. Wanneer de draad nu zuiver naar de armband zou lopen wordt er geen flexie beweging uitgevoerd in het MCP-1 gewricht. Daarom wordt aan de palmaire zijde van de handschoen een oog geplaatst waar het touw doorheen kan; wanneer nu aan de draad zal worden getrokken, ontstaat MCP-1 flexie.

3.2.3 TAPE FIXATIE (CONCEPT 3)

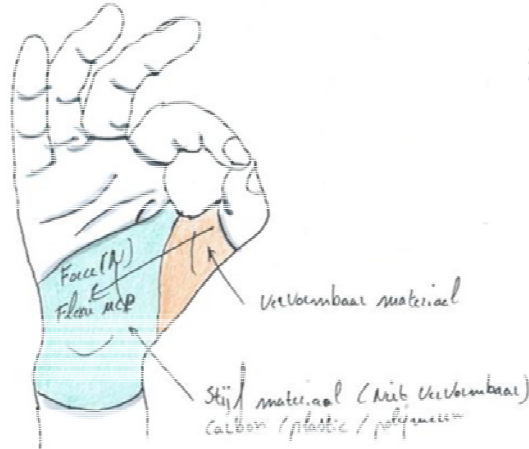
CMC-1 reponeren en abductie: Door middel van de tape (Afbeelding 21) wordt het CMC-1 gewricht van palmar naar dorsaal getrokken. Door het naar achter trekken komt het CMC-1 gewricht weer in een stabiele stand te staan waarbij een scan kan worden gemaakt. De tape kan afhankelijk van de stijfheid van het gewricht worden aangepast. Door de tape meer aan de radiale zijde van de distale onderarm te bevestigen ontstaat er een abductie moment in het CMC-1 gewricht. De totale concept tekening is terug te vinden in de ontwerp Bijlage J.

MCP-1 flexie fixatie: Rondom het metacarpale-1 wordt een tape geplakt waaraan een dun transparante draad wordt bevestigd. Deze draad wordt in de desgewenste flexie stand gefixeerd door de draad op de handschoen te fixeren door middel van tape.

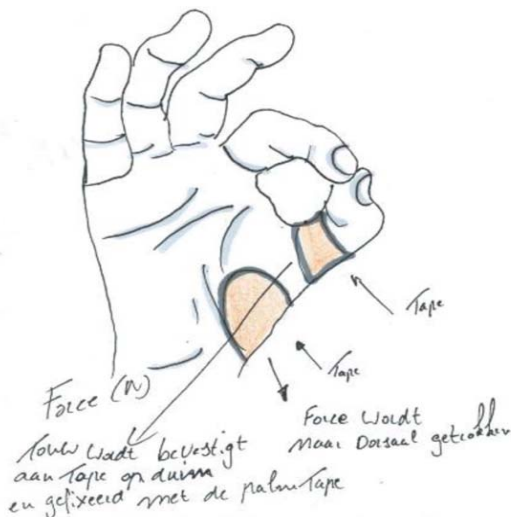
CMC-1 abductie fixatie: Mocht de abductie in het CMC-1 gewricht onvoldoende zijn wordt een tweede draad aan de tape van het metacarpale-1 bevestigd. Deze draad loopt naar een band aan de distale onderarm waardoor desgewenste CMC-1 abductie stand kan worden gefixeerd.



Afbeelding 19 - Linkerhand in pincet greep met behulp van de "Easy pollicis abductor en flexor fixator" bestaande uit de duimbuis (basis) en Abductieboog



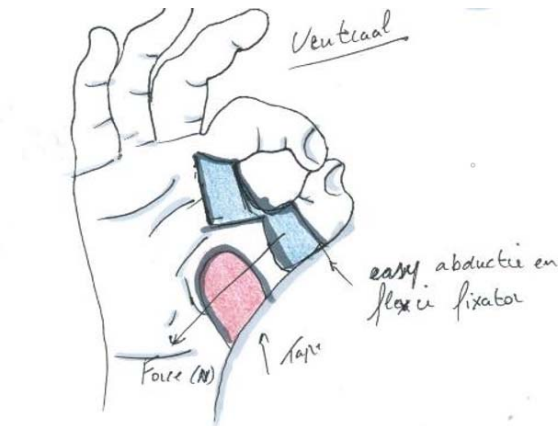
Afbeelding 20 - Gedeelte van de stabilisatie handschoen concept schets.



Afbeelding 21 - Gedeelte van de tape fixatie concept schets

3.2.4 EASY 2 USE FIXATIE (CONCEPT 4)

Concept 4, de easy 2 Use fixatie methode (Afbeelding 22 en ontwerp Bijlage K) is gebaseerd op de meest eenvoudige deelfunctie ideeën die gecombineerd zijn. Dit levert een combinatie op van de stabilisatie van het CMC-1 gewricht door middel van tape, zoals beschreven in concept 3, en de “Easy pollicis abductor and flexor fixator” (Afbeelding 18 en 19) wat voor CMC-1 abductie (20°) en MCP-1 flexie (30°) zorgt. Het concept biedt voor elke deelfunctie een oplossing waarbij gevoel en de mate van instelbaarheid toepasbaar wordt voor de specialist.



Afbeelding 22 – Gedeelte van de Easy 2 Use fixatie concept

3.3 CONCEPT KEUZE

Om de keuze zo duidelijk mogelijk te maken, wordt gekozen voor de belangrijkste vragen uit de eisen en wens lijst op te sommen binnen een “Harris profiel” (zie ontwerp Bijlage L). Uit de profielen komt naar voren dat concept 2 en 3 het minst voldoen aan de eisen en wens. Tevens blijkt concept 1 het betrouwbaarst, echter de complexiteit van dit concept maakt dat specialisten het mogelijk niet gaan gebruiken.

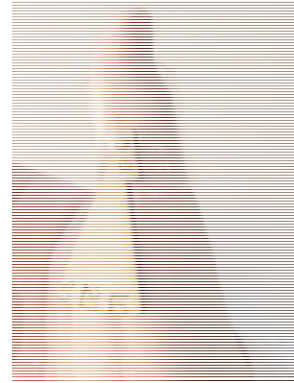
Concept 3, de Easy 2 Use fixatie methode geeft in het CMC-1 gewricht het beste gevoel met tevens in het CMC-1 en MCP-1 een instelbare flexie en abductie stand. Daarbij komt dat het gebruiksgemak ten opzichte van de andere concepten het best is gecombineerd, dit maakt dat dit concept het best voldoet aan de gestelde eisen. De Easy 2 Use methode bestaat uit de “Easy pollicis abductor and flexor fixator” (Afbeelding 18 en 19), wat zorgt voor CMC-1 abductie (20°) en MCP-1 Flexie (30°) en tape (Afbeelding 23) voor het stabiliseren van het CMC-1 gewricht.



Afbeelding 23 – CMC-1 Stabilisatie tape rond het CMC-1 gewricht

4. DETAILLERINGSFASE

In de detailleringsfase wordt de nadruk gelegd op het verder uitwerken van het definitieve concept. Details zijn aan het ontwerp toegevoegd in de vorm van: een gradenboog, armbeugel en fixatie tussen duimbuis en de boog. Verder wordt gekeken naar; antropometrie, krachtberekeningen en bouwtekeningen. Dit om het ontwerp te laten voldoen aan de gestelde eisen en wensen.



Afbeelding 24 – MCP-1 Gewricht gepositioneerd in een 0° flexie stand. Het metacarpale-1 ligt recht op de 0° lijn van de gradenboog.

4.1 CONCEPT VERBETERINGEN

4.1.1 GRADENBOOG

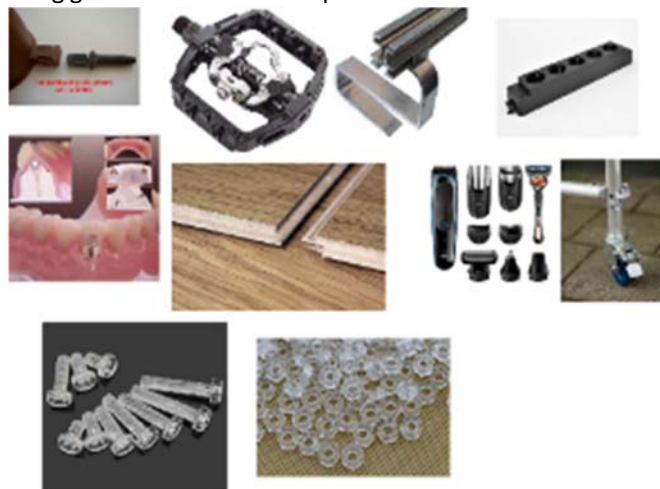
Belangrijk is dat het ontwerp aan zijn eis voldoet om instelbaar te zijn, dit betekent echter ook dat voor de specialist zichtbaar moet zijn in wat voor graden het MCP-1 gewricht wordt gefixeerd. De oplossing is een gradenboog die na fixatie aan de duimbuis (basis) wordt bevestigd. Nu is van de gradenboog af te lezen dat wanneer de duim in een rechte lijn met de metacarpale-1 staat, de duim zich in een nul graden flexie/extensie bevindt (Afbeelding 24). Wanneer het MCP-1 gewricht in een willekeurige andere flexie hoek wordt gefixeerd, is de rechte metacarpale-1 gebruikt als uitgangspositie en is het verschil van de gradenboog af te lezen (Afbeelding 25). Daarna wordt de gradenboog verwijderd voor het scannen. Het totale concept wordt verduidelijkt in de concept tekening, detailleringsfase bijlage M.



Afbeelding 25 – MCP-1 Gewricht gepositioneerd in een 30° graden stand. Het metacarpale-1 loopt in een rechte lijn met de 30°.

4.1.2 MCP-1 FLEXIE FIXATIE BEVESTIGING

Het doorzichtige buisje moet bevestigd worden aan de boog, die samen zorgen voor flexie in het MCP-1 gewricht en abductie in het CMC-1 gewricht. Dit bevestigingssysteem moet rekening houden met het scan kader, moet afkoppelbaar zijn en mag geen invloed hebben op de kwaliteit van het te scannen oppervlak. Door middel van een collage (Afbeelding 26) zijn wat voorbeelden van alledaagse bevestigingssystemen geclusterd om de mogelijkheden makkelijk te kunnen overzien. Op basis van deze mogelijkheden is de keuze gevallen voor een roterend mechanisme dat kan worden vastgezet door middel van bout en moer.



4.1.3 BUIS INKEPING

Om verschillende duimdiameters te kunnen hanteren voor de methode wordt aan de radialezijde van de buis

Afbeelding 26 – Collage met verschillende bevestigingsmechanismen die afkoppelbaar zijn.

een inkeping gemaakt. Door deze inkeping kan het materiaal twee millimeter met de patiënt's duimdiameter vervormen.

4.1.4 ARMFIXATIE

Gedurende het scanproces zal de arm in een flexie stand komen te staan, het continueren van deze stand kost veel kracht. Wanneer de hand gedurende het scannen beweegt heeft dit nadelige gevolgen voor de nabewerking of moet het proces worden herhaald. Om deze reden is een armsteun een hulpmiddel om de elleboog en polsgewricht te kunnen fixeren in de gewenste stand. Uit dit probleem is de armfixator (Afbeelding 27) ontstaan die in het elleboog en polsgewricht instelbaar is.



Afbeelding 27 – Armfixator met toebehoren

4.2 MATERIAALKEUZE

De “Easy pollicis abductor and flexor fixator” onderdelen; duimbuis (basis) en abductieboog, worden gemaakt van transparant materiaal, dit om de daadwerkelijke binnendiameter te meten. Binnen dit spectrum, zijn de amorfe polymeren en verhard glas de enige materialen die voldoen aan de eigenschap; lichtdoorlaatbaar. Dit zijn de polymeren acrylaat (PMMA), polystyreen (PS), polyvinylchloride (PVC) en polycarbonaat (PC). Nadat de eigenschappen zijn beschreven, worden de eisen van het materiaal vastgesteld. Nu kan onderbouwd de materiaal keuze worden gemaakt door middel van de kardinale methode.

4.2.2 MATERIAALEIGENSCHAPPEN AMORFE POLYMEREN

De amorfe polymeren hebben als voordeel dat ze (semi) transparant zijn zonder kleurstoffen waardoor de lichtdoorlaatbaarheid hoog is (Martensgroep). Gezamenlijk zijn ze goed verspaanbaar, kan alleen polycarbonaat 100°C weerstaan en heeft acrylaat de sterkste buigspanning van 120N/mm². Acrylaat en polycarbonaat zijn tevens de enige polymeren die een chemische compatibiliteit (Atlas Acomfa) hebben en UV-bestendig zijn. Verdieping van de verschillende eigenschappen van de amorfe polymeren zijn beschreven in de detaillering bijlage N.

4.2.3 EISEN MATERIAAL

De bedoeling is dat de duimbuis en abductieboog meerdere malen kan worden gebruikt alvorens het product moet worden vervangen. Bij het materiaal moet rekening worden gehouden met de duurzaamheid die van de methode wordt verwacht. Daarnaast zijn er ook mechanische eigenschappen die aan de normen van het ontwerp moeten voldoen. Daar zijn de onderstaande eisen uit voort gekomen, allen eisen worden toegelicht in bijlage o.

MATERIAAL EISEN DUIMBUIS (BASIS)

- Het materiaal moet verwarmd kunnen worden tot 100° Celsius.
- Het materiaal moet krasvrij zijn.
- Het materiaal moet bewerkbaar zijn.

- Het materiaal moet chemisch compatible zijn.
- Het materiaal moet optisch doorlatend zijn.
- Het materiaal moet UV-Bestendig zijn.

MATERIAAL EISEN BOOG

Dezelfde eisen als de eisen van de buis en daarnaast:

- Het materiaal moet een buigkracht van $\sigma = 20,4N/mm^2$ kunnen weerstaan.

4.2.4 KARDINALE METHODE

De wegingsfactor van de verschillende eisen zijn op basis van noodzaak verdeelt. Wegingsfactor 1 is toegekent aan eisen die makkelijk oplosbaar zijn door bijvoorbeeld het toevoegen van een coating, hierdoor wordt het materiaal UV-bestendig en chemisch compatible. Wegingsfactor 2 is toegekent aan materiaaleisen die niet essentieel zijn voor het functioneren van de methode, de optische doorlaatbaarheid en de beschikbaarheid in buisvorm is dat wel. Op basis van de score (Tabel 6) kan worden geconcludeerd dat polycarbonaat de beste amorfe polymeer is om de duimbuis (basis) en abductieboog te maken. Dit ondanks de laagste score bij de optische doorlaatbaarheid. Vooral zijn hoge temperatuur gevoeligheid heeft voor de hygiëne ten opzichte van de andere materialen veel punten opgeleverd.

Tabel 6 – Toepassing kardinale methode voor materiaalkeuze

Nr.	Eisen en wensen Materiaalkeuze	Weging	PMMA	PVC	PS	PC
1	Het materiaal moet bestand zijn tegen temperaturen van 100 graden celcius.	2	2	2	2	8
2	Het materiaal moet chemisch compatible zijn	1	10	2	2	10
3	Het materiaal moet krasvrij zijn	1	10	10	5	10
4	Het materiaal moet optisch doorlatend zijn	3	10	9	8	7
5	Het materiaal moet UV-Bestendig zijn	1	10	0	0	10
7	Het materiaal moet als buis beschikbaar zijn	3	10	10	10	10
8	Het materiaal moet makkelijk bewerkbaar zijn	2	8	8	6	8
Totaalscore duimbuis (basis)			110	89	77	123
9	Het materiaal moet een buigkracht van $\sigma = 20,4N/mm^2$ kunnen weerstaan	2	10	8	8	8
Totaalscore abductieboog			130	105	93	139

4.3 ANTROPOMETRIE

4.3.1 ANTROPOMETRIE DUIMBUIS (BASIS)

Binnen het ontwerp van de duimbuis (basis) dient er rekening te worden gehouden met twee maten: de duimdiameter en de 1^{ste} proximale phalanx lengte. Met de maatvoering wordt bepaald hoe het buisje voor de duim in verschillende modellen wordt ingedeeld.

Duimdiameter: Doordat de een klein object als een buis moeilijk instelbaar is, wordt er gekozen om verschillende modellen te maken, er wordt gekozen voor het productvariantentype. Op basis daarvan wordt telkens twee millimeter speling bij het grotere model opgeteld, zodat er drie volwassen modellen ontstaan (Tabel 7). De gemiddelde groei verloop van duimbreedtes van kinderen tussen de twee en twaalf jaar komen voort uit de Dined tabel van de TU Delft (TU Delft, 2017). Uit de optelsommen ontstaan tevens ook drie modellen voor kinderen (Tabel 7). In de detaillering Bijlage P is een duidelijke chronologische weergave van het groeiverloop tussen twee en twaalf jaar.

1^{ste} proximale falanx lengte: De lengte tussen het Proximaal interfalangeale gewricht en metacarpofalangeale gewricht beschrijft de lengte van de buis. Doordat de verschillen in deze maat minimaal zijn (McLain, 2010), wordt uitgegaan van een model dat rekening houdt met het lager percentiel, voor een lager percentiel betekent dat een te lange buis niet om de duim kan.

Tabel 7 - Modellen op basis van de uitrekbaarheid van twee millimeter en de vaste phalanxlengte

Model	Som Diameter (mm)	Lengte (mm)
Kinderen Small	12+2=14	19.8
Kinderen Medium	14+2=16	19.8
Kinderen Large	16+2=18	19.8
Volwassenen Small	19+2=21	19.8
Volwassenen Medium	21+2=23	19.8
Volwassenen Large	23+2=25	19.8

4.3.2 ANTROPOMETRIE ARMSTEUN

De maten die van toepassing zijn voor de armsteun (Afbeelding 26), zijn onderarm breedte en onderarm lengte.

Armsteun Breedte: Doordat de breedte van de armbeugel moeilijk instelbaar is, wordt gekozen voor de gemiddelde (P50) armbreedte. Voor volwassenen van 20 en ouder geldt een gemiddelde diameter van 10,8 centimeter (Tabel 8) (McDowell, Fryar, Ogden, & Flegal, 2008).

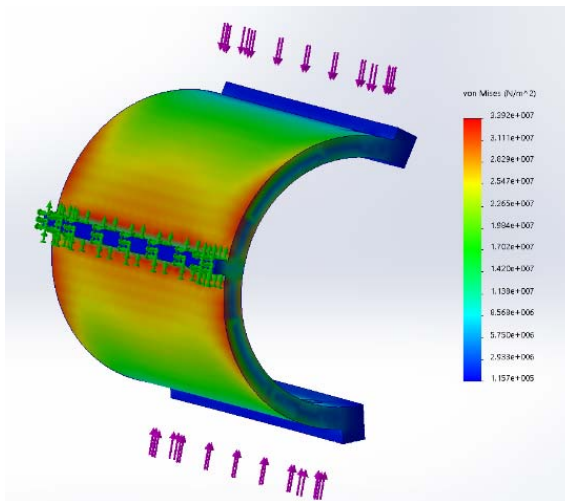
Armsteun Lengte: In vergelijking tot de breedte heeft de lengte meer precisie nodig. Door uit te gaan van het laagste percentiel, namelijk 23,7 gemiddeld voor Volwassenen (Tabel 9) (Gordon, et al., 1989) kan door middel van een schuifmechanisme de hogere lengte percentielen; P50 (25,6mm) en P90 (27,7mm), worden bereikt.

Tabel 8 – P10 lengte en P50 breedte van de armsteun

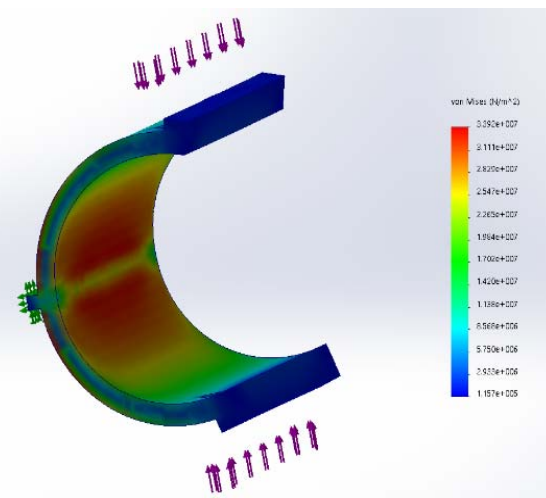
Doelgroep	P10 Lengte	P50 Breedte
Volwassenen	23.7cm	10.8cm

4.4 KRACHTBEREKENINGEN

Gedurende het uitvoeren van de fixaties wordt de abductieboog belast op een constante knijpkracht, deze kracht bedraagt tijdens een maximale krachtsuitoefening 93 Newton, zoals dit beschreven is in deelvraag 5 (hoeveel kracht). Zoals beschreven in detaillering Bijlage O (buigkracht) ontstaat er bij de knijpkracht een maximaal buigspanning van $20,4\text{N/mm}^2$. In "Solidworks" is voor controle een evaluatie uitgevoerd, zichtbaar in het midden van de abductieboog (Afbeelding 28 en 29). De rode kleur in het midden van de abductieboog komt overeen met een maximale buigspanning ("von Mises Stress") van $33,92\text{N/mm}^2$. Het gekozen materiaal polycarbonaat heeft een mechanische buigsterkte van 75N/mm^2 . Dit betekent dat de polycarbonaat abductieboog de maximale buigspanningen bij zowel de handmatige als de "Solidworks" berekeningen zal weerstaan. De volledige "Solidworks evaluation report" evaluatie is terug te zien in de detaillering Bijlage Q.



Afbeelding 28 – Voorzijde abductieboog, met fixatie aan de achterzijde, druk aan beiden zijden van 93 Newton en de hoogste buigkracht in het midden van de



Afbeelding 29 - Achterzijde abductieboog, met fixatie aan de achterzijde, druk aan beiden zijden van 93 Newton en de hoogste buigkracht in het midden van de abductieboog.

4.5 BOUWTEKENINGEN

De bouwtekeningen zijn tot stand gekomen met behulp van het software programma "Solidworks". Gezien de vele onderdelen en omvang van het bouwteken pakket, is het pakket terug te vinden in de bijgeleverde detaillering Bijlage R, afbeelding 30 is een voorbeeld hiervan.

5 VERVAARDIGINGSFASE

Alle details zijn na het uitvoeren van de ontwerpfase nader toegelicht in de detailleringfase, waar een definitieve versie in de vorm van bouwtekeningen zijn voortgekomen. Het eindresultaat betreft de definitieve Easy 2 Use fixatie methode, wat bestaat uit de "Easy pollicis abductor and flexor



Afbeelding 30 - Gemonteerde "Easy pollicis abductor and flexor fixator" bestaande uit de duimbuis (basis) en abductieboog.

fixator” (Afbeelding 30) in verschillende maten duimbuizen (basis) en abductiebogen, tape, gradenboog en de armfixator met al zijn toebehoren (Afbeelding 27). Van deze methode zullen de duimbuis (basis), abductieboog en Armbeugel worden vervaardigd.

- **De duimbuis:** De duimbuis wordt gemaakt voor een verschillend aantal diameters uit het materiaal polycarbonaat. Van elke diameter moet uiteindelijk minstens één beschikbaar zijn (zie antropometrie 4.3.1), het productieproces is bij elke diameter hetzelfde.
- **Abductieboog:** Net als de duimbuis (basis) moeten er ook voor de abductieboog verschillende diameter maten uit polycarbonaat beschikbaar zijn. De diameters van de boog bestaan uit 25 en 28 millimeter, ook hier geldt dat van elke diameter uiteindelijk minstens één beschikbaar moet zijn. Het productieproces is bij elke diameter hetzelfde.
- **Gradenboog:** De gradenboog zal worden gelasercut voor de linker en rechterduim.
- **Armbeugel:** Alle elementen van de armbeugel zijn gemaakt middels het toepassen van de 3D-print techniek. Voor 3D printen is gekozen door de complexiteit van de verschillende onderdelen, maar ook het voordeel dat het relatief snel wordt gefabriceerd.

6 EVALUATIE FASE

In dit hoofdstuk zal de Easy 2 use methode door de eerder gestelde eisen en wens van de ontwerpfase aan de hand van een evaluatie nader worden beoordeeld. Gedurende deze evaluaties zal de nadruk komen te liggen op het resultaat van de verschillende fixaties die in de belangrijkste eisen benoemt zijn. Dit zijn: CMC-1 atabilisatie, CMC-1 abductie en MCP-1 flexie. Dit wordt getest middels drie evaluaties waarvan twee gebruiksonderzoeken en één kwaliteitsonderzoek; waar de verschillende fixaties worden belicht door middel van videoregistratie en 3D-scantechniek.

6.1 CMC-1 STABILISATIE EVALUATIE

Patiënten met een instabiel CMC-1 gewricht, herkenbaar bij aandoeningen zoals reumatoïde artritis en artrose, zijn kenmerkend door degeneratie of botvergroeiingen in de handgewrichten. De gevolgen van een instabiel gewricht zijn door de basispositie van de duim essentieel en zorgt voor problemen in de andere duimgewrichten. Patiënten met een forse rigiditeit door botvergroeiingen zijn moeilijk te stabiliseren of überhaupt te bewegen in de duimbasis. De groep patiënten met gewrichtskapsel degeneratie heeft stabilisatie wel nodig, denk hierbij aan de manipulatie door een reponerende beweging van het CMC-1 gewricht.

De concept methode in ontwikkeling moet het mogelijk maken om een stabiele positie in het CMC-1 gewricht te vertalen naar een gefixeerde positie, waarin de duim zonder nabewerking



Afbeelding 31 - Palmair aanzicht van tape dat van palmair naar dorsaal is getrokken.



Afbeelding 32 - Palmair aanzicht van een CMC-1 stabilisatie doormiddel van het gebruik van fysiotape

kan worden gescand. Het stabiliseren van het CMC-1 is een onderdeel van de gehele Easy 2 Use fixatie methode. De oplossing ligt mogelijk in het fixeren door middel van tape in combinatie met de Easy pollicis abductor and flexor fixator. Er bestaan twee soorten tape; fysiotape en niet-elastische kleeftape, beiden met zijn eigen elasticiteitseigenschappen. Tape biedt in veel opzichten dezelfde overeenkomsten met de duim spica, stabiliteit wordt namelijk net zoals in de spica direct gecreëerd door materiaal vervorming.

Het protocol (Evaluatie Bijlage S) wordt uitgevoerd op patiënten (Afbeelding 31 en 32) met een instabiel CMC-1 gewricht waarna een vragenlijst door de specialist wordt ingevult. In deze evaluatie zal worden onderzocht in hoeverre de stabilisatie door middel van tape effect heeft op patiënten een instabiel CMC-1 gewricht.

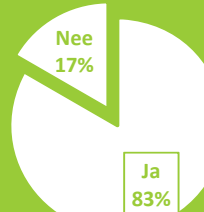
6.1.1 HYPOTHESE

Gezien de overeenkomsten tussen het huidige spica vervormen en het tapen, wordt verwacht dat door middel van tapen dezelfde en misschien zelfs betere stabilisatie kan worden gecreëerd. Dit doordat de therapeut nog dichter op de huid zit waardoor het gevoel van een stabiel gewricht zou moeten verbeteren. Door de verschillende tape soorten en elasticiteits eigenschappen kan de fixatie kwaliteit mogelijk na meer ervaring worden verbeterd.

6.1.2 RESULTATEN

Het gebruiksonderzoek is zonder complicaties zes keer uitgevoerd door twee verschillende handtherapeuten. Uit de vragenlijst (Tabel 9) komen de onderstaande antwoorden voort, in de evaluatie Bijlage V zijn alle vragen met antwoorden per proefpersoon zichtbaar.

Tabel 9- Opsomming resultaten CMC-1 Stabilisatie

Vraag	Antwoord							
Vraag 1: Heeft u met het toepassen van de tape fixatie voldoende stabilisatie weten te creëren?	Drie van de zes therapeuten geeft aan voldoende stabilisatie heeft weten te creëren met tape.	 <table><tr><th>Antwoord</th><th>Percentage</th></tr><tr><td>Ja</td><td>50%</td></tr><tr><td>Nee</td><td>50%</td></tr></table>	Antwoord	Percentage	Ja	50%	Nee	50%
Antwoord	Percentage							
Ja	50%							
Nee	50%							
Vraag 2: Heeft u met het toepassen van de fysiotape voldoende rigiditeit om stabilisatie zoals beschreven in vraag één te creëren?	Vijf van de zes therapeuten geeft aan voldoende rigiditeit te hebben voor stabilisatie	 <table><tr><th>Antwoord</th><th>Percentage</th></tr><tr><td>Ja</td><td>83%</td></tr><tr><td>Nee</td><td>17%</td></tr></table>	Antwoord	Percentage	Ja	83%	Nee	17%
Antwoord	Percentage							
Ja	83%							
Nee	17%							
Vraag 3: Heeft u moeite met het aanbrengen van de tape?	Hier hebben alle respondenten nee geantwoord.							

Vraag 4: Zo ja, kunt u kort verklaren of verwacht wordt dat na meer gebruik de kwaliteit van het taping en daarmee de stabilisatie, kan worden verbeterd?

Doordat alle respondenten de vorige vraag met nee hebben beantwoord, heeft deze vraag geen resultaten.

6.2 FIXATIE EVALUATIE

Het juist kunnen coördineren van de duim in een bepaalde stand, is voor veel patiënten met klachten in de duim een probleem. Naast een goede coördinatie moeten de fixaties zorgen voor een standsfixatie tijdens het 3D-scannen. Wanneer de hand of arm beweegt tijdens het scannen wordt de scan onbruikbaar en of vergt veel nabewerking.

In de vorige evaluatie (CMC-1 stabilisatie evaluatie 6.1) is reeds al benaderd hoe een onstabiel CMC-1 gewricht door middel van taping kan worden gestabiliseerd. Echter zijn er binnen de Easy to Use fixatie methode nog andere bewegingsrichtingen waarin de elleboog, pols en duim kan worden gecontroleerd. Dit zijn CMC-1 abductie en MCP-1 flexie in de Easy pollicis abductor and flexor fixator en de opties in de armbeugel, elleboog en pols flexie/extensie.

Voor deze evaluatie kan zowel bij patiënten met een instabiel CMC-1 gewricht als mensen met een gezond basis gewricht worden uitgevoerd. Voordat de handtherapeut zelf aan de slag kon met de Easy 2 Use fixatie methode, werd een korte introductie gegeven waarin de onderdelen en functies werden uitgelegd. Na fixatie werd gevraagd om een korte vragenlijst in te vullen met betrekking op de verschillende fixaties in elleboog, pols, CMC-1 abductie en MCP-1 flexie gewricht. Het volledige protocol is terug te vinden in de evaluatie Bijlage T en de vragen zijn terug te vinden in Tabel 10.

6.2.1 RESULTATEN

Gedurende dit gebruiksonderzoek hebben 5 handtherapeuten (waarvan één man) succesvol de “Fixatie evaluatie quickguide” en bijbehorende vragen weten uit te voeren. De resultaten zijn gezamenlijk hieronder in tabel 10 beschreven, voor de afzonderlijke resultaten kan de evaluatie Bijlage W worden bekeken.

Tabel 10 – Resultaten fixatie evaluatie

Vraag	Antwoord
Vraag 1: wat is volgens uw stopwatch de benodigde tijd	Antwoord: De tijd die gemiddeld nodig was om de proefpersoon te fixeren bedroeg precies 5 minuten.
Vraag 2: Heeft de fixatie in de elleboog de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	Antwoord: Alle specialisten konden de fixatie goed uitvoeren. Echter moet rekening worden gehouden met personen met schouderklachten.
Vraag 3: Heeft de fixatie in de pols de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	Antwoord: Vier van de vijf handtherapeuten vinden het polsgewricht goed gefixeerd. Een specialist denkt dat een betere fixatie in het polsgewricht zorgt voor een betere passieve houding.

Vraag 4: Heeft de fixatie in het CMC-1 gewricht de juiste abductie stand weten te creëren, zo niet waarom?	Antwoord: Ook hier is gezamenlijk de vraag met ja beantwoord. Als toevoeging wordt opgemerkt dat de standaard acrylaat duimbuisje snel en makkelijk een goede stand creëerd.
Vraag 5: Heeft de fixatie in het CMC-1 gewricht de juiste abductie stand weten te creëren, zo niet waarom?	Antwoord: Opnieuw wordt de vraag gezamenlijk met ja beantwoord. Als toevoeging wordt opgemerkt dat de stand makkelijk kan worden gecontroleerd middels de gradenboog. Een andere specialist vindt de gradenboog naar een paar keer gebruiken overbodig.
Vraag 6: Geven alle fixaties (Vragen 3, 4 en 5) in de duim u genoeg vrijheid om alle gewenste standen te kunnen creëren?	Antwoord: De specialisten hebben deze vraag unaniem met ja beantwoord.

Van alle vijf gesloten vragen (2 t/m 6) waar 25 antwoorden uit voort kwamen, is slechts één negatief antwoord gegeven.

6.3 VIDEO- EN 3D-SCANREGISTRATIE EVALUATIE

Gedurende deze methode zullen tegelijkertijd twee evaluaties plaatsvinden, videoregistratie (zonder CMC-1 instabiliteit) en de 3D-scan kwaliteit. De evaluatie vindt tegelijkertijd plaats, dit omdat wanneer de hand in de juiste positie is gefixeerd middels de Easy 2 Use methode er naast videoregistratie direct ook een 3D-scan kan worden gemaakt (Afbeelding 33). Voor de videoregistratie geldt dat alleen de kwantificeerbare MCP-1 flexie wordt gecontroleerd op flexie stand in graden en gemiddelde meetfout, door middel van de gradenboog. Tijdens de analyfase is naar voren gekomen dat er een 30° MCP-1 flexie, functionele CMC-1 abductie van ongeveer 20° moet zijn en een CMC-1 stabilisatie moet ontstaan wil het voldoen aan de verwachtingen van de handtherapeuten en literatuur. In de eerder uitgevoerde CMC-1 Stabilisatie methode is al door middel van vragen beoordeelt of de methode aan de eisen voldoet.

Bij het evalueren van de scan kwaliteit wordt geëvalueerd of de duimdiameter van de proefpersoon gelijk is aan de duimdiameter van de scan. Wanneer beiden duimdiameters gelijk zijn, voldoet de buis aan de eerder gestelde eisen en wens, dit zal volgens het protocol in de evaluatie Bijlage U worden getest.



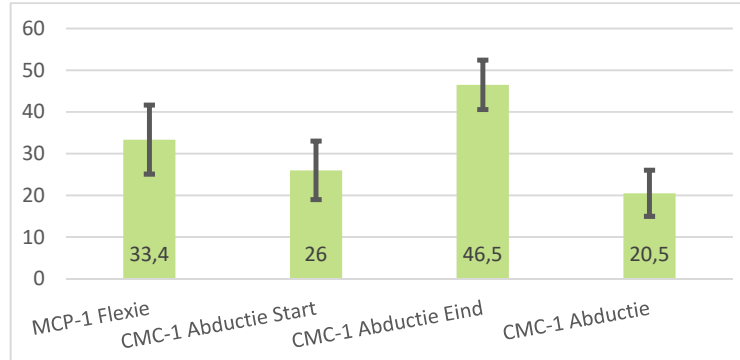
Afbeelding 33 - Videoregistratie en scan kwaliteit setting met proefpersoon gefixeerd met de Easy 2 Use methode.

6.3.1 RESULTATEN

VIDEOREGISTRATIE:

Gedurende het registreren van de proefpersonen was het voor allen mogelijk om de test naar behoren uit te voeren. De gemiddelde MCP-1 flexie over 11 proefpersonen (Tabel 11) bedroeg 33,6°. Tussen de grootste (48°) en kleinste (24°) meetwaarde zat een verschil van 24 graden, de gemiddelde afwijking (standaarddeviatie) bedraagt 8,3° (Grafiek 1).

Grafiek 1 - Gemiddelde (afwijking) van MCP-1 Flexie, CMC-1 Abductie (start/eind)positie



Dezelfde proefpersonen hebben ook de CMC-1 abductie uitgevoerd. Door een fout in het protocol zijn slechts zes van de elf metingen goed verlopen. Uit deze zes metingen blijkt de gemiddelde start positie in het CMC-1 gewricht 26° te zijn, met een gemiddelde afwijking van 7,0°. De gemiddelde eindpositie bevindt zich in 46,5° met een gemiddelde afwijking van 5,9°. Dit betekent dat de gemiddelde positie verandering 20,5° betreft en de gemiddelde afwijking (standaarddeviatie) van de gemiddelde som uitkomst 5,5° is. De gemiddeldes en standaarddeviatie zijn zowel in tabel 11 als grafiek 1 beschreven. De hele data set met foto's van zowel het sagittale beeld (CMC-1 abductie) als frontale beeld (MCP-1 flexie) zijn terug te vinden in de evaluatie Bijlage X.

Tabel 11 – De elf proefpersonen met leeftijd, geslacht, MCP-1 Flexie graden stand, CMC-1 Abductie startpositie, CMC-1 Abductie eindpositie en CMC-1 Abductiestand (Eind-Start).

Pp	Lftd.	M/V	MCP-1 Som	MCP-1 Flexie	CMC-1 Abductie start	CMC-1 Abductie eind	Som	CMC-1 Abductie
1	59	V	180-137	43°	-	-	-	-
2	63	M	180-132	48°	-	-	-	-
3	60	M	180-151	29°	-	-	-	-
4	56	V	180-149	31°	-	-	-	-
5	23	V	180-153	27°	-	-	-	-
6	23	M	180-149	31°	20 °	38°	38-20	18 °
7	22	M	180-148	32°	38 °	49 °	49-28	11 °
8	23	M	180-156	24°	28 °	50 °	50-28	22 °
9	24	M	180-152	28°	23 °	50 °	50-23	27 °
10	25	M	180-134	46°	28 °	52 °	52-28	24 °
11	25	M	180-152	28°	19 °	40 °	40-19	21 °
gemiddelde				33,6°	26°	46,5°	46,5-26	20,5 °
Gemiddelde afwijking (STD)				8,3°	7,0 °	5,9 °		5,5 °

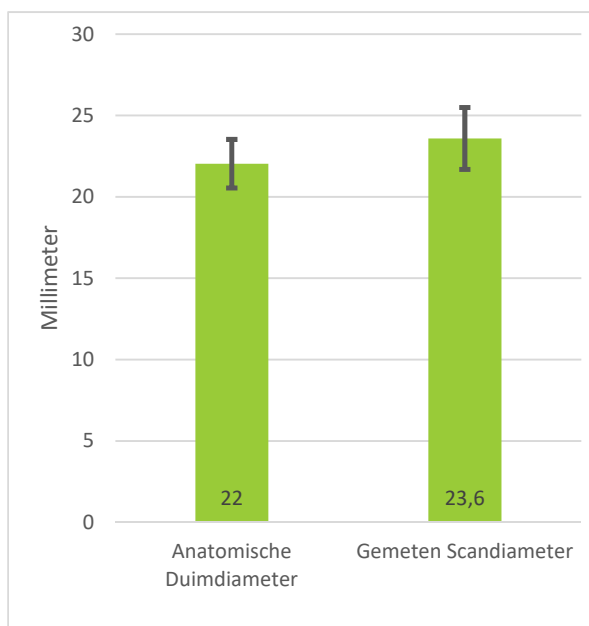
3D-SCANPROCES: Dezelfde elf proefpersonen als in de videoregistratie test zijn chronologisch met nummer terug te vinden in tabel 12. Elke proefpersoon heeft de test uit kunnen voeren, de maatvoering van de duimbuis (basis) heeft geen effect gehad op de resultaten. Eén meting is door een fout binnen de software niet te bepalen op omtrek en daarmee diameter. De gemiddelde proefpersoon heeft een duimomtrek van 69,6 millimeter (Tabel 12) met een standaarddeviatie (STD.) van 4,8 millimeter. Na alle omtrek waarden te delen door pi (π) is de gemiddelde anatomische duimdiameter 22,0 millimeter met een standaarddeviatie van 1,5 millimeter (Grafiek 2).

Alle gemeten 3D-scans (Afbeelding 34) hebben een gemiddelde duimomtrek van 75,1 millimeter met een standaarddeviatie van 6,3 millimeter. Na opnieuw alle omtrek waarden te delen door pi (π) is de gemiddelde scandiameter 23,6 millimeter en de standaarddeviatie 1,9 millimeter. Het verschil tussen de anatomische duimdiameter en scandiameter betreft dus 1,6 millimeter. Het verschil tussen de binnen diameter van de duimbuis (basis) en de anatomische duimdiameter, betreft 0,2 millimeter.



Afbeelding 34 - Gemaakte 3D-scan door middel van de Easy 2 Use methode. De blauwe cirkel om de duim is een hulpmiddel om de duimomtrek te berekenen.

Grafiek 2 – Gemiddelde anatomische duimdiameter en Gemeten Scandiameter met standaarddeviatie.



Tabel 12 – De elf proefpersonen met Duimbuis (basis) binnen diameter, Duimbuis (basis) buiten diameter, Anatomische Duimomtrek, Anatomische Duimdiameter, Gemeten scanmtrek en Gemeten scandiameter

Proefpers.	Duimbuis (basis) binnen diameter (mm)	Duimbuis (basis) buiten diameter	Anatomische Duimomtrek (mm)	Anatomische Duimdiameter (mm)	Gemeten scanmtrek (mm)	Gemeten scandiameter (mm)	Diameter Verschil (mm)
1	25	28	69	22,0	-	-	
2	25	28	75	23,9	81,0	25,8	1,9
3	25	28	73	21,7	85,0	27,1	5,4
4	22	25	68	21,6	75,2	22,3	0,7
5	22	25	60	19,1	68,1	21,7	2,6
6	25	28	78	24,8	85,0	27,1	2,3
7	25	28	70	22,3	71,6	22,8	0,5
8	22	25	65	20,7	66,7	21,2	0,5
9	22	25	68	21,6	75,2	23,9	2,3
10	22	25	70	22,3	74,0	23,6	1,3
11	22	25	70	22,4	75,2	23,9	1,5
Gemiddeld	23,4	26,4	69,6	22,0	75,1	23,9	1,9
STD.	-	-	4,8	1,5	6,3	1,9	1,7

7. DISCUSSIE

7.1 CMC-1 Stabilisatie

In de vooraf gestelde hypotese (6.1.1) werd de verwachting geschept dat vraag 1 (heeft u met het toepassen van de tape fixatie voldoende stabilisatie weten te creëren?) met meer eensgezindheid zou worden beantwoord. De vragen 2 en 3 hadden betrekking op de kwaliteit die tape als fixator heeft. Hier wordt de hypotese bekrachtigd beiden vragen bevestigen namelijk dat de tape de mogelijke fixaties niet belemmert. Vijf van de zes ondervraagden geven namelijk aan voldoende rigiditeit in de fysiotape te vinden. Doordat alle respondenten op vraag 4 (Heeft u moeite met het aanbrengen van de tape?) met nee hebben geantwoord, komt er geen uitsluitel op vraag 4. Daarnaast kan worden geconcludeerd dat patiënten die geschikt zijn voor de evaluatie schaars zijn, dit kan een vertekent beeld geven.

7.2 Fixatie Evaluatie

De vooraf gestelde vragen uit tabel 10, zijn door de handtherapeuten bijzonder positief ingevuld, dit overtreft alle voorafgestelde verwachtingen. Het positieve resultaat komt voort uit de gesloten vragen, slechts één vraag is negatief beantwoord. De resultaten van de open vraag; wat is volgens uw stopwatch de benodigde tijd, is gemiddeld beantwoord met vijf minuten. Eerder werd de eis op 15 minuten gesteld, deze eis is ruimschoots behaald en overtreft hiermee ook alle voorafgestelde verwachtingen.

7.3 video- en 3D-scanregistratie

VIDEOREGISTRATIE: Wat naar voren komt uit de resultaten is de gemiddelde MCP-1 flexie ($33,6^\circ$). Wat echter opvalt is dat de standaarddeviatie tussen MCP-1 flexie en CMC-1 abductie onverwachts groter is bij MCP-1 flexie. De gemiddelde afwijking door de gradenboog die gebruikt wordt bij de flexie fixering, zou relatief lager moeten liggen dan de CMC-1 abductie, waarbij een neutrale stand op het oog ontstaat (Grafiek 1). Zo is de flexie fixatie in het MCP-1 gewricht door middel van de gradenboog valide, maar anderzijds onbetrouwbaar door zijn relatief hoge standaarddeviatie.

Voor elke proefpersoon werd de abductieboog met een diameter van 28 millimeter gebruikt. Bij deze abductieboog was de gemiddelde CMC-1 abductie $20,5^\circ$ en voldoet daarmee aan de abductie eis ($20,0^\circ$). Gesteld kan worden dat de gemiddelde proefpersoon/patiënt gebaat is bij een abductieboog van 28 millimeter.

Over de gehele videoregistratie meting moet worden geconstateerd dat er veel ruimte was voor meetfouten. De plaatsing van de gradenboog, het plaatsen van de markers, de camera positionering en het aflezen van de gradenboog boden genoeg ruimte voor systematische en toevallige fouten. Ondanks de mogelijke meetfouten heeft er een goede evaluatie plaatsgevonden van de gemiddelde afwijking. Tevens is er een duidelijk beeld geschept over de gemiddelde abductieboog die nodig is voor 20° abductie in het CMC-1 gewricht.

3D-SCANPROCES: De gemiddelde anatomische diameter van 22,0 millimeter blijkt gemiddeld na het 3D-scannen 1,9 millimeter dikker te worden, namelijk 23,9 millimeter. Dit was op voorhand niet verwacht, gezien het feit dat de abductieboog in zijn totaliteit niet wordt geregistreert. Om het in een beter perspectief te zetten, de gemiddeld gemeten diameter verschilt 0,5 millimeter met de duimbuis (basis) binnen diameter van 23,4. Doordat de 3D-scanner niet de anatomische duimdiameter scant maar ongeveer de dikte van de buis binnen diameter, moet worden afgevraagd wat de gevolgen zijn van een dikkere duimdikte.

De onnauwkeurigheid is gedurende deze metingen ook iets toegenomen, ten opzichte van de anatomische diameter. Dit is terug te zien in standaarddeviatie, deze verandert van 1,5 naar 1,7 dit weerspiegelt nogmaals de toegenomen onnauwkeurigheid die ontstaat door het meten met de 3D-scanner.

8. CONCLUSIE

De handorthopeed beschikt tot op heden nog niet over een methode om gedurende standsbepaling de duim in het CMC-1 en MCP-1 te kunnen fixeren. Dit resulteert in een 3D-scan die veel nabewerking behoeft. In dit onderzoek zijn verschillende concepten geëvalueerd om dit probleem te verhelpen. De methode die het beste uit de evaluatie kwam was de Easy 2 Use methode. Dit concept is gerealiseerd en in nader detail onderzocht. Uit dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat er een goed concept is neergezet die zijn kerntaken volgens de eisen goed uitvoert. Dit komt naar voren uit evaluaties met handtherapeuten die verschillende gebruiksonderzoeken hebben uitgevoerd op het gebied van kwaliteit en functionaliteit. Daarnaast is de kwaliteit beoordeeld door middel van video- en 3D-scanregistratie. Hier zijn verbeterpunten uitgekomen, die terug te lezen zijn in de aanbevelingen.

8.1 AANBEVELINGEN

Wanneer de extra dikte geen invloed heeft op de functionaliteit, moet de overweging worden gemaakt of een ander materiaal als duimbuis (basis) beter tot zijn recht komt, waardoor het concept eenvoudiger wordt. Een goed alternatief is het 3D printen van de duimbuis (basis), zoals het eerste concept in afbeelding 14. Door zijn hoge buigeigenschappen wordt door middel van klittenband de duimbuis beter instelbaar voor verschillende personen, waardoor de functie als fixator beter kan worden uitgevoerd. Door deze aanpassing zal de gemeten dikte in de 3D-scan niet dikker worden maar wordt de methode in zijn totaliteit wel makkelijker te hanteren en te vervaardigen.

Daarnaast wordt aangeraden om te onderzoeken wat de effecten zijn van een abductieboog die verder doorloopt tot aan de proximaal interfalangeale gewrichten. Door de proefpersonen en therapeuten zijn meermaals opmerkingen gemaakt waardoor deze verbetering wordt aangeraden. Mogelijkerwijs geeft dit een betere ondersteuning voor de wijsvinger, waardoor de algemene coördinatie, houding en steun wordt verbeterd.

Om de meetfouten die voortkomen uit de gradenboog te voorkomen wordt aangeraden om verder onderzoek te doen naar het kwantificeren van de MCP-1 flexie, dit geldt ook voor de CMC-1 standsbepaling. Na de evaluatie kan worden geconcludeerd dat een gemiddelde abductieboogdiameter van 28 millimeter de functionele CMC-1 abductie (20,5°) stand creëert. Echter wordt ondanks deze constatering aangeraden om verder onderzoek te doen naar het CMC-1 abductie verplaatsing om de standsverandering vooraf te kunnen bepalen.

9. LITERATUURLIJST

- Admiraal, N. (2018). *Een advies rapport over de mogelijkheden van 3D print en scan technieken bij handortheses*. The Hague: De Haagse Hogeschool.
- Advies voor de schoonmaak. (2018). *Bij welke temperaturen gaan bacteriën dood*. Opgehaald van Advies voor de schoonmaak: <https://www.avds.nl/food/hygiene-monitoring/welke-temperaturen-gaan-bacterien-dood/>
- Altman, R. (1990). The American college of rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hand. *Official journal of the american college of rheumatology*, 1601-1610.
- Arnett, F., Edworthy, S., Bloch, D., McShane, D., Fries, J., Cooper, N., . . . Mitchell, D. (1988). The American Rheumatism association 1987 Revised Criteria for the classification of rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatology*, 315-324.
- Atlas Acomfa. (sd). *Eigenschappen van polycarbonaat*. Opgehaald van Atlas Acomfa: https://www.atlasacomfa.nl/images/stories/Datasheets/Algemeen/datasheet_ew_pc_algemeen.pdf
- Bakri, K., Carlsen, B., & Moran, S. (2016, Juni 26). *Ligament injuries of the hand and wrist*. Opgehaald van Plastic surgery key: <https://plasticsurgerykey.com/ligament-injuries-of-the-hand-and-wrist/#R16-81>
- BASF. (2010). Polystyrene and Styrolux. In BASF, *Polystyrene and Styrolux* (p. 10). BASF.
- BASF Plastics. (2001). *Polystyrene – the crystal-clear polymer*. Opgehaald van BASF: https://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/styrenics/polystyrene
- Budinski, K., & Budinski, M. (2009). *Materiaalkunde*. Amsterdam: Pearson Education.
- C. Colditz, J. (1996). Principles. In *Surgery of the hand and upper extremity* (pp. 2389-2410). McGraw-Hill.
- C. Sechrest, R. (1992). *Thumb Arthritis*. Opgehaald van eorthopod: <http://eorthopod.com/arthritis-of-the-thumb/>
- Caesar, H. (1993). Polyvinylchloride. *Chemische feitelikheden*, 1-12.
- Cooper, C. (2013). *Fundamentals of Hand Therapy*. Saint Louis: Mosby.
- Coppard, B., & Lohman, H. (2001). approach, Introduction to splinting.
- Coppard, B., & Lohman, H. (2008). *Splinting*. Missouri : Mosby Elsevier.
- Frank, W., & Dobyns, J. (1972). Surgical Pathology of Collateral Ligamentous injuries of the thumb. *Clinical Orthopaedics and related research*, 102-114.
- Gillis, J., Calder, K., & Williams, J. (2011). Review of thumb carpometacarpal arthritis classification, treatment and outcoms. *Pulsus*, 134-138.

- Gordon, C., Churchill, T., Clauser, C., Bradtmiller, B., McConville, J., Tebbets, I., & Walker, R. (1989). *Anthropometric survey of U.S. Arm personal: methods and summary statistics*. Massachusetts: United States Army Natick research.
- Hollister, A., Buford, W., Myers, L., Giurintano, D., & Novick, A. (1992). The axis of rotation of the thumb carpometacarpal joint. *Journal of orthopaedic research*, 454-460.
- Imaeda, T., Niebur, G., Cooney, W., Linscheid, R., & An, K.-N. (1994). Kinematics of the Normal Trapeziometacarpal Joint. *Journal of Orthopaedic Research*, 197-204.
- International Polymer Solutions. (sd). *Acrylic*. Opgehaald van Ipolymer: <http://www.ipolymer.com/pdf/Acrylic.pdf>
- Johanson, E., Alto, P., Valero-Cuevas, F., & Hentz, V. (2001). Activation patterns of the thumb muscles during stable and unstable pinch tasks. *American Society for surgery of the hand*, 698-705.
- Kjeken, I., Smedslund, G., H. Moe, R., Slatkowsky-Christensen, B., Uhlig, T., & Birger Hagen, K. (2011). Systematic review of design and effects of splints and exercise programs in hand osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 834-848.
- Klopsteg, P. (1955). *Artificial Limbs*. Washington D.C. : National Academy of Sciences.
- Magee, D. (2017). *Orthopedic Physical Assessment*. Saint Louis: Saunders.
- Martensgroep. (sd). *Kunststof Vlakke platen*. Opgehaald van Martensgroep: <https://www.martensgroep.eu/downloads/Documentatie131015120551.pdf>
- McDowell, M., Fryar, C., Ogden, C., & Flegal, K. (2008). *Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2003–2006*. Hyattsville: Disease Control and Prevention.
- McLain, T. (2010). *The Use of Factor Analysis in the Development of*. Nebraska: University of Nebraska at Lincoln.
- Meenagh, G., Patton, J., Kynes, C., & Wright, G. (2003). A randomised controlled trial of intra-articular corticosteroid injection of the carpometacarpal joint of the thumb in osteoarthritis. *BMJ journals*, 1260-1263.
- Merle, M., & Lim, A. (2009). *Elective hand surgery*. World Scientific Publishing.
- Morree, J. (1989). *Dynamiek van het menselijk bindweefsel*. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.
- Nanno, M., Buford, W., Patterson, R., Anderson, C., & Viegas, S. (2006). Three-Dimensional Analysis of the Ligamentous Attachments of the First Carpometacarpal Joint. *The Journal of Hand Surgery*, 1160-1170.
- Nataraj, R., & Li, Z. (2013). Robust Identification of Three-Dimensional Thumb and Index Finger Kinematics With a Minimal Set of Markers. *Journal of biomechanical engineering*, 0910021—0910029. Opgehaald van <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3708711/>
- Neumann, D. (2002). *Kinesiology of the Musculoskeletal System*. Missouri: Mosby Elsevier.
- Neumann, D. A., & Bielefeld, T. (2003). The Carpometacarpal joint of the Thumb: Stability, Deformity, and Therapeutic Intervention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 386-399.

- Novoplast. (sd). *Polystyreen plaat*. Opgehaald van Novoplast: <https://novoplast.nl/product/polystyreen-plaat/#toggle-id-1>
- Patel, S., Potty, A., Taylor, E., & Sorene, E. (2010). *Collateral ligament injuries of the metacarpophalangeal joint*. London: Springer.
- Paulsen, F., & Waschke, J. (1994). *Sobotta*. München: Elsevier.
- Pearlman, J., Weisman, M., Valero-Cuevas, F., & Roach, S. (sd). *THE FUNDAMENTAL THUMB-TIP FORCE VECTORS*. Cornell University, Ithaca, NY, U.S.A. : The Hospital for Special Surger.
- Reumafonds. (2017, Maart 8). *Nieuwe behandeling voor duimartrose nu beschikbaar*. Opgehaald van Reumafonds: <http://actueel.reumafonds.nl/nieuwe-behandeling-voor-duimartrose-nu-beschikbaar/>
- S. Boyd, A. (2009). Principles of Casting and Splinting. *American Family Physician*.
- Schreuders, T. (2010). *Onderzoek van de hand*.
- Schreuders, T. (sd). *Richtlijn behandeling skiduim*. Handen team zeeland.
- Schreuders, T. (sd). *Richtlijn behandeling skiduim*. Handen team zeeland.
- Skirven, T., Osterman, A., Fedorczyk, J., & Amadio, P. (2011). *Rehabilitation of the hand and Upper Extremity*. Philadelphia: Elsevier Mosby.
- Stamm, T., Machold, K., Smolen, J., Fischer, S., Redlich, K., Graninger, W., . . . Erlacher, L. (2002). Joint Protection and Home Hand Exercises Improve hand function in patients with hand osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arthritis care & research*, 44-49.
- Stein, V., & Greitemann, B. (2005). *Rehabilitation in Orthopädie und Unfallchirurgie*. Würzburg: Springer.
Opgehaald van
https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=0OcdBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA96&dq=hand+orthese&ots=kPXMpnetmM&sig=4TTEJtmBUu70oiejn4_NHpvJYKo#v=onepage&q=hand%20orthese&f=false
- Trigt, B. v. (2017). *BT-Adaptatie*. Opgehaald van Blackboard: https://blackboard.hhs.nl/bbcswebdav/pid-2442045-dt-content-rid-12119607_2/courses/BT-ADAPT-13-2017/ouderenEnPathologien.pdf
- TU Delft. (2017). *DINED*. Opgehaald van DINED Database: <https://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool>
- Valero-Cuevas, F. J., & Zajac, F. E. (1998). Large index-fingertip forces are produced by subject-independent patterns of muscle excitation. *Journal of Biomechanics*, 693-703.
- Valero-Cuevas, F., Johanson, M., & Towles, J. (2003). Towards a realistic biomechanical model of the thumb. *Journal of biomechanics*, 1019-1030.
- van Boxel Volkel. (sd). *Eigenschappen*. Opgehaald van Van Boxel Volkel:
http://www.vbv.nl/download/pdf/technische_specificaties/Eigenschappen%20kunststoffen.pdf
- van Dam, J. (2017). *Service design for 3dprinted hand orthoses*. The Hague : University of Applied Sciences,.
- Vink. (sd). *Eigenschappen polycarbonaat*. Opgehaald van Vink:
<https://www.vinkwebshop.nl/files/productinfo/pc-industrial-productinfo-industrie.pdf>

Vink. (sd). *Eigenschappen Polymethylmethacrylaat*. Opgehaald van Vink:

<https://www.vinkwebshop.nl/files/productinfo/pmma-productinfo-industrie.pdf>

Vink. (sd). *Eigenschappen Polyvinylchloride*. Opgehaald van Vink Kunststoffen:

<https://www.vinkwebshop.nl/files/productinfo/pvc-productinfo-industrie.pdf>

Vos Kunststoffen. (sd). *Eigenschappen, bewerking Acrylaat, Plexiglas, PMMA, Perspex*. Opgehaald van Vos Kunststoffen: <https://www.voskunststoffen.nl/materiaalinfo/eigenschappen-bewerking-acrylaat-plexiglas-pmma-perspex/>

WSV Kunststoffen BV. (sd). *Polycarbonaat*. Opgehaald van WSV kunststoffen: <http://wsvkunststoffen.nl/pc-polycarbonaat/>

WSV Kunststoffen BV. (sd). *Polystyreen*. Opgehaald van WSV Kunststoffen BV:

<http://wsvkunststoffen.nl/polystyreen/>

WSV Kunststoffen BV. (sd). *PVC - Polyvinylchloride*. Opgehaald van WSV Kunststoffen:

<http://wsvkunststoffen.nl/hard-pvc-polyvinylchloride/>

10. BIJLAGEN

10.1 ANALYSE BIJLAGEN

BIJLAGE A – AFSTUDEER PLANNING

AFSTUDEERPLANNING STEVEN SMITS 2018

FASE PROJECT	START	EINDE	UREN
KENNISMAKING	8 Januari	19 Januari	80
ANALYSE FASE	22 Januari	16 Februari	160
ONTWERPFASE	19 Februari	9 Maart	120
VERVAARDIGINGSFASE	12 Maart	30 Maart	120
EVALUATIEFASE	2 April	20 April	120
ONTWERPFASE 2.0	23 April	4 Mei	80
VERVAARDIGINGSFASE 2.0	7 Mei	18 Mei	80
EVALUATIEFASE 2.0	21 Mei	25 Mei	40
VERSLAGLEGGING	28 Mei	13 Juni (Inleverdatum)	60
VOORBEREIDING PRESENTATIE	14 Juni	Rond 27 Juni	80
TOTAAL:			940

JANUARI	FEBRUARI	MAART	APRIL	MEI	JUNI
Ma Di Wo Do Vr Za Zo 1 2 3 4 5 6 7	Ma Di Wo Do Vr Za Zo 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Ma Di Wo Do Vr Za Zo 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	Ma Di Wo Do Vr Za Zo 23 24 25 26 27 28 29 30	Ma Di Wo Do Vr Za Zo 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	Ma Di Wo Do Vr Za Zo 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

BIJLAGE B – DEELVRAAG 1, INTERVIEW

Tabel 1 – Vragen met antwoorden na het uitvoeren van de interview met Fenke Haarsbergen

#	Vraag	Antwoord
1	Welke aandoeningen ziet u gedurende behandelingen voorbijkomen?	Dit zijn er simpelweg teveel om allemaal op te noemen.
2	Welke aandoeningen ziet u hiervan het vaakst?	20% reuma en daarnaast veel post traumatische patiënten.
3	Wat voor taak heeft een duimorthese? (Bv. ontlasten)	Het immobiliseren van de duim.
4	Wat is het doel van immobilisatie?	Het doel van alle ortheses zijn uiteindelijk pijnvermindering, van uit deze klacht behandelen we een patiënt.
5	Als iemand binnenkomt met RA: welke stappen maakt u in uw hoofd om tot in uw ogen een werkende duimorthese te maken?	Ik kijk niet zo zeer naar de aandoening, ik kijk naar de complicaties in een bepaald gewricht en probeer daar een geschikte orthese voor te maken. Elke casus bekijk ik dus op een unieke manier om met immobilisatie en stabilisatie van het duimgewricht het doel, pijn vermindering te verkrijgen.
6	Welke type duimortheses zijn er?	• Long opponens (Wrist-CMC-1 immobilization) splint • Short opponens (CMC-MCP-1 immobilization) splint • Modified short opponens (CMC-1 immobilization) splint Deze kunnen naar aanleiding van het type aandoening en anatomische aandoeningen dusdanig worden veranderd om de klachten te reduceren.
7	Waar behoeft de orthese de hoogste nauwkeurigheid?	Rond de anatomische snuifdoos
8	In hoeveel detail werkt u in dit gedeelte?	Dit betreft ongeveer 0,5 millimeter

BIJLAGE C – DEELVRAAG 2, EVENTRECORDING

1. EVENTRECORDING DUIMORTHESE FENKE

Op 6/2/2018 is de eerste opname gemaakt in het Haga ziekenhuis (Sportlaan), Den haag, waar Fenke Haarsbergen de duimorthese heeft gemaakt.

1. Thermoplast plastic wordt verwarmd in warmwaterbad.
2. Specialist vraagt naar juist positie hand.
3. Materiaal wordt op de hand aangebracht.
4. Het materiaal wordt licht radiaal met de nagels dichtgeknepen.
5. Het materiaal wordt in de juiste positie vervormd.
6. Ulnair wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.
7. Vervolgens wordt radiaal het materiaal nogmaals dichtgeknepen.
8. Het materiaal wordt weer in de juiste positie vervormd.
9. Ulnair wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.
10. Het materiaal wordt weer in de juiste positie vervormd.
11. Ulnair wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.
12. Het materiaal wordt weer in de juiste positie vervormd.
13. Ulnair wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.
14. Het materiaal wordt weer in de juiste positie vervormd.
15. Er wordt gewacht tot het materiaal hard is.
16. Het materiaal wordt radiaal open gescheurd.
17. Het overtollige materiaal wordt radiaal weggeknipt
18. Het onderste (proximaal) palmaire gedeelte van de orthese wordt bijgeknipt
19. Zowel de dorsale als palmaire radiale zijde van de hand worden concaaf afgeknipt.
20. De orthese wordt gecontroleerd op de randen zodat deze niet schuren tijdens het bewegen van de pols.
21. Het onderste (proximaal) radiale gedeelte van de orthese wordt nogmaals bijgeknipt
22. Standscontrole van de orthese
23. Radiaal wordt de orthese op de naad verwarmd met een föhn
24. Daar wordt vervolgens ter versteviging een los stukje verwarmd plastic op geplaatst.
25. Het overtollige gedeelte van het losse stukje plastic wordt weggeknipt
26. Het losse stukje wordt na bevestiging nogmaals verwarmd
27. Met de vingers wordt vervolgens het losse stukje plastic tegen de orthese gedrukt
28. Het losse stukje wordt nogmaals verwarmd
29. Met de vingers wordt opnieuw het losse stukje plastic tegen de orthese gedrukt
30. Het overtollige gedeelte van het losse stukje plastic wordt weggeknipt
31. De rand van de orthese wordt verwarmd
32. Scherpe randen worden met de vingers stomp gedrukt.

Stap 31 en 32 worden nogmaals 8 keer herhaalt.

33. Een klit gedeelte van een klittenband wordt verwarmd
34. De orthese wordt verwarmd aan de palmair ulnaire zijde.
35. Het klit gedeelte van de klittenband wordt aan de palmair ulnaire zijde van de orthese bevestigd.
36. Een klit gedeelte van een klittenband wordt verwarmd
37. De orthese wordt verwarmd aan de Dorsaal ulnaire zijde
38. Het klit gedeelte van de klittenband wordt aan de dorsaal ulnaire zijde van de orthese bevestigd.
39. De patiënt kan nu een keuze maken uit een kleur band voor de bevestiging.
40. De band wordt van de rol afgeknipt
41. De band wordt aan beide zijden concaaf afgeknipt.



Afbeelding 1 - Eindresultaat duimorthese gemaakt door Fenke Haarsbergen in het Haga ziekenhuis, Den Haag (Sportlaan)

De handelingen die meer dan één keer voorkomen worden hieronder in tabel 6 benoemt.

Tabel 2 – De handelingen tot een orthese die meerdere malen zijn uitgevoerd met het aantal herhalingen (Fenke).

Handelingen die meerdere malen zijn uitgevoerd	Herhalingen
Radiaal wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.	2
Ulnair wordt het materiaal met de nagels dichtgeknepen.	4
Het materiaal wordt in de juiste positie vervormd.	5
Het onderste (proximaal) palmaire gedeelte van de orthese wordt bijgeknipt	2
Het losse stukje wordt na bevestiging verwarmd	3
Het overtollige gedeelte van het losse stukje plastic wordt weggeknipt	2
Met de vingers wordt het losse stukje plastic tegen de orthese gedrukt	2
De rand van de orthese wordt verwarmd	8
Scherpe randen worden met de vingers stomp gedrukt	8
Een klit gedeelte van een klittenband wordt verwarmd	2

2. EVENTRECORDING DUIMORTHESE ELAN

Op 26/2/2018 is de tweede opname gemaakt in het Sophia Revalidatiecentrum (Vrederustlaan), Den Haag, waar Elan Prieto de duimorthese heeft gemaakt.

1. Materiaal aanbrengen op de hand.
2. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
3. Gevraagd wordt om 3 punts houding aan te nemen.
4. Mediale zijde van de duim wordt naar de hand gevormd.
5. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
6. Positie van de hand wordt gecontroleerd.
7. Dorsale zijde van de orthese wordt naar de hand gevormd.
8. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
9. Positie van de hand wordt gecontroleerd.
10. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
11. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.

De handelingen 10 en 11 worden nogmaals tien keer herhaald.

12. Radiale rand van de orthese wordt bijgeknipt.
13. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
14. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
15. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
16. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
17. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
18. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
19. Radiale rand van de orthese wordt bijgeknipt.
20. Radiale zijde van de orthese wordt verwarmd met een föhn.
21. Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen.
22. Radiale zijde van de orthese wordt verwarmd met een föhn.
23. Radiale rand van de orthese wordt bijgeknipt.
24. Radiale rand wordt stomp gemaakt met vingers.
25. Radiale zijde van de orthese wordt verwarmd met een föhn.
26. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.
27. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
28. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.
29. De palmar ulnaire zijde van de orthese wordt bijgeknipt.
30. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
31. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.
32. De orthese wordt gecontroleerd.
33. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
34. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.

De handelingen 33 en 34 worden nogmaals vier keer herhaalt.

35. Bovenkant van duimuiteinde wordt verwarmd met föhn.
36. Bovenkant van duimuiteinde wordt met de vingers stomp gemaakt.

De handelingen 35 en 36 worden nogmaals vier keer herhaalt.

37. De orthese wordt op de hand gecontroleerd.

38. Radiale rand van de orthese wordt verwarmd met een föhn.
39. Radiale rand van de orthese wordt bijgeknipt.
40. Radiale rand van de orthese wordt met de vingers stomp gemaakt.
41. Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn.
42. Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt.

De handelingen 41 en 42 worden nogmaals vijf keer herhaalt.

43. Orthese wordt gedurende een paar minuten opnieuw verwarmd in warm water.
44. De orthese wordt aan de binnenzijde van de duim met de föhn verwarmd.
45. De orthese wordt aan de buitenzijde van de duim met de föhn verwarmd.
46. De orthese wordt weer om de hand aangebracht.
47. Gevraagd wordt om een 3 punts houding aan te nemen.
48. De orthese wordt naar de hand toe gevormd.
49. Een potlood word in de 3 punts houding gezet ter controle.
50. De orthese wordt naar de hand toe gevormd.
51. De ventrale zijde van de orthese wordt met potlood gemarkeerd.
52. De orthese wordt aan de palmar ulnaire zijde bijgeknipt.
53. Het klit gedeelte van de klittenband wordt aan de Dorseel ulnaire zijde van de orthese bevestigd.
54. De orthese wordt verwarmd aan de palmar ulnaire zijde.
55. Het klit gedeelte van de klittenband wordt aan de palmar ulnaire zijde van de orthese bevestigd.
56. De palmar ulnaire zijde wordt bijgeknipt.
57. Het kleur klittenband wordt vervolgens uitgekozen.
58. Het klittenband wordt op maat en concaaf geknipt.



Afbeelding 2 - Eindresultaat duimorthese gemaakt door Elan Prieto in het Sophia Revalidatiecentrum (vrederustlaan), Den Haag.

Tabel 3 - De handelingen tot een orthese die meerdere malen zijn uitgevoerd met het aantal herhalingen (Elan).

Handelingen die meerdere malen zijn uitgevoerd	Herhalingen
De orthese wordt aan de palmar ulnaire zijde bijgeknipt	3
Gevraagd wordt om 3 punts houding aan te nemen	2
De orthese wordt naar de hand toe gevormd	3
De orthese wordt op de hand gecontroleerd	2
Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn	25
Met de vingers worden de scherpe randen bot gemaakt	25

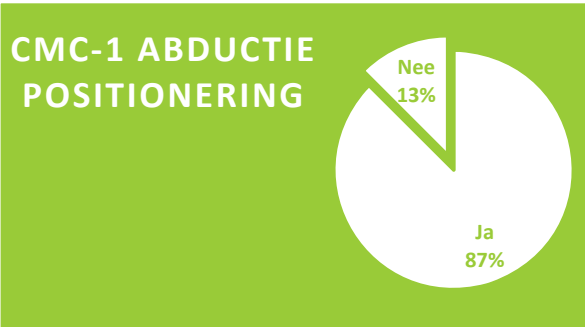
Radiale rand van de orthese wordt bijgeknipt	3
Randen van de orthese worden verwarmd met een föhn	6
Radiale zijde van de orthese wordt dichtgeknepen	4
Radiale zijde van de orthese wordt verwarmd met een föhn	3
Radiale rand wordt stomp gemaakt met vingers	2
Bovenkant van duimuiteinde wordt verwarmd met föhn	5
Bovenkant van duimuiteinde wordt met de vingers stomp gemaakt	5

BIJLAGE D – DEELVRAAG 3, ENQUÊTE HANDTHERAPEUTEN

1. Ik als specialist streef er altijd naar om het CMC-1 gewricht in een abductie stand te zetten

Grafiek 1 – CMC-1 abductie positionering respons

Antwoord: Zichtbaar is dat 87% (zeven van de acht deelnemers) ja hebben gestemd (Grafiek 1), dit duidt op een gemeenschappelijk antwoord van zowel theorie als praktijk, waarbij functionaliteit door middel van een lichte abductie wordt gecreëerd.

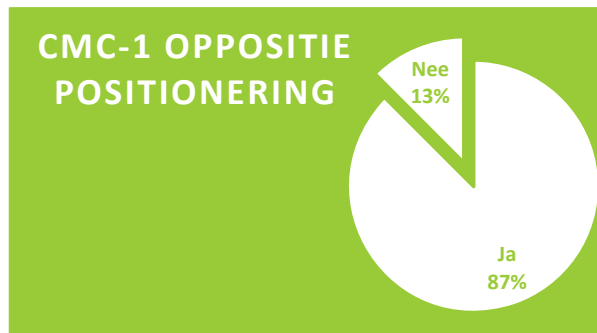


2. Ik als specialist zou het CMC-1 gewricht precies instelbaar willen hebben (abductie)

Grafiek 2 – CMC-1 Oppositie positionering respons

Antwoord: Uit het antwoord van vraag twee blijkt dat zeven van de acht deelnemers het CMC-1 gewricht in abductie stand instelbaar willen hebben.

Als het antwoord op vraag 2 ja is beantwoord: in hoeveel graden oppositie wilt u het CMC-1 gewricht ongeveer hebben gefixeerd?



Antwoord:

- Oppositie is niet te meten, maar een samengestelde beweging. De wenselijke stand is een neutraalstand.
- Max pijnvrije abductie/oppositiestand
- Ik wil vooral een functionele greep, het liefst in een zo goed mogelijke stand, maar dit is niet altijd haalbaar, afhankelijk van de mobiliteit van de duim.
- Doel vaak pijnvermindering dan niet nodig. Wanneer stands verandering het doel is dan zou het mooi zijn de stand van de duim precies in te kunnen stellen. Tenminste als de patiënt regelmatig een ander spalkje krijgt?
- Sub maximale abductie met oppositie tot Kapandji 3-4 mogelijk. Het aantal graden is bij iedereen verschillend, ik houdt de mate van oppositie aan uitgedrukt in Kapandji.

Uit de antwoorden blijkt dat de specialisten geen specifieke graden hanteren, wel zijn de therapeuten het unaniem eens dat naar stabiliteit in het CMC-1 moet worden gezocht.

3. Ik als specialist wil het MCP-1 gewricht precies instelbaar hebben (flexie).

Antwoord: Uit het antwoord van vraag drie blijkt dat zeven van de acht deelnemers (Grafiek 3) het MCP-1 gewricht in flexie stand instelbaar willen hebben.

Als het antwoord op vraag 3 ja is beantwoord: in hoeveel graden flexie wilt u het MCP-1 gewricht hebben?

Antwoord:

- Dit is afhankelijk van de mogelijkheden in de duim. (bijvoorbeeld in geval van deformiteiten). Het meest wenselijke is een lichte flexiestand. (tussen de 5 en 30 graden)
- Max. pijnvrije flexie
- Ook hierbij weer een functionele stand
- Hangt af van pt. Mooie duimboog belangrijk. Weet niet of dit bij elke pt hetzelfde is.
- Circa 30 graden

Uit de respons (Grafiek 6) komt naar voren dat naar een functionele houding wordt gezocht, namelijk 30°. Hier bevestigt zich de praktijk met de achterliggende theorie zoals beschreven in deelvraag 3.

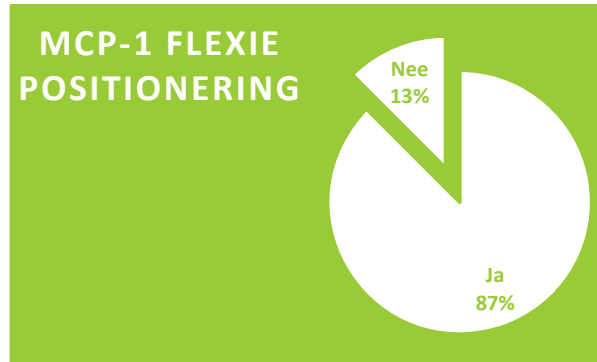
4. U als specialist heeft een patiënt met instabiliteit in het CMC-1 gewricht, een methode die u feedback geeft (in de vorm van gevoel, op basis van ervaring) is belangrijk om het gewricht te stabiliseren.

Antwoord: Uit dit antwoord (Grafiek 4) kan worden opgemaakt dat gevoel een belangrijke factor is om tot een goede standpositie te komen.

5. Naar welke duimpositie streef ik als handtherapeut:

- A. Key pinch
- B. Tip (pincetgreep) pinch
- C. Pulp pinch
- D. Chuck pinch
- E. Dit verschilt, afhankelijk van de

Grafiek 3 – MCP-1 Flexie positionering respons



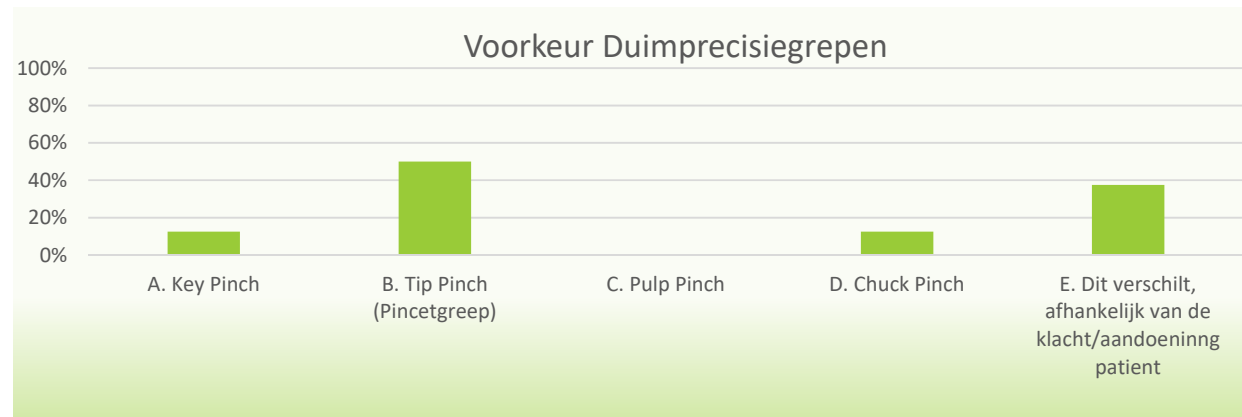
Grafiek 4– Stabilisatie (Reponatie) Feedback CMC-1 respons



Antwoord: Zichtbaar is dat optie B) (Grafiek 5) de tip pinch (Pincetgreep) en optie E) dit verschilt, afhankelijk van de klacht/aandoening patiënt, de meeste voorkeur hebben gekregen.

Om dit antwoord behalve te kwantificeren naar percentages, is vraag twee gesteld om de motivatie van vraag één beantwoord te krijgen.

Grafiek 5 – Respons voorkeur duimprecisiegrepen



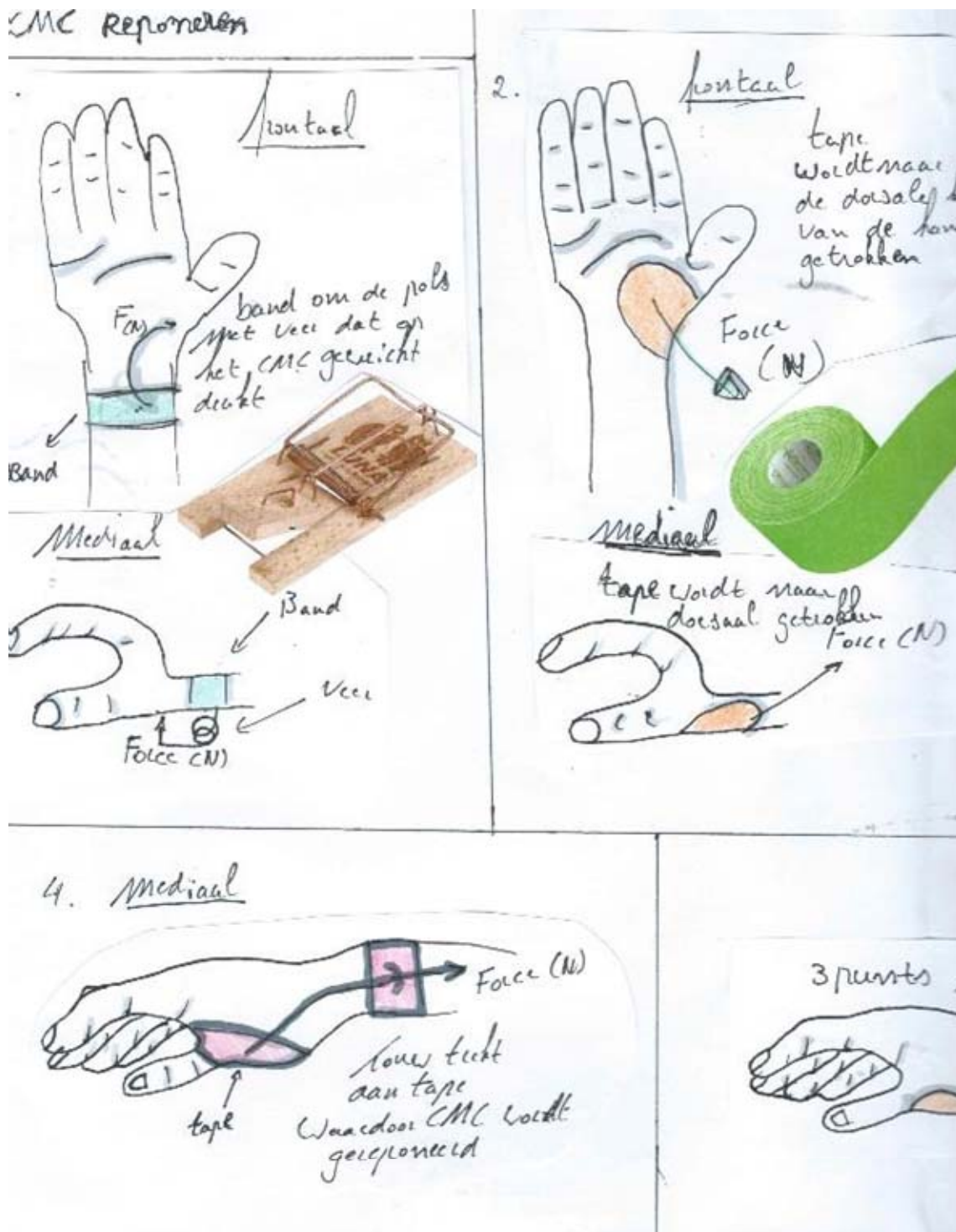
6. Waarom wild u deze positie aannemen?

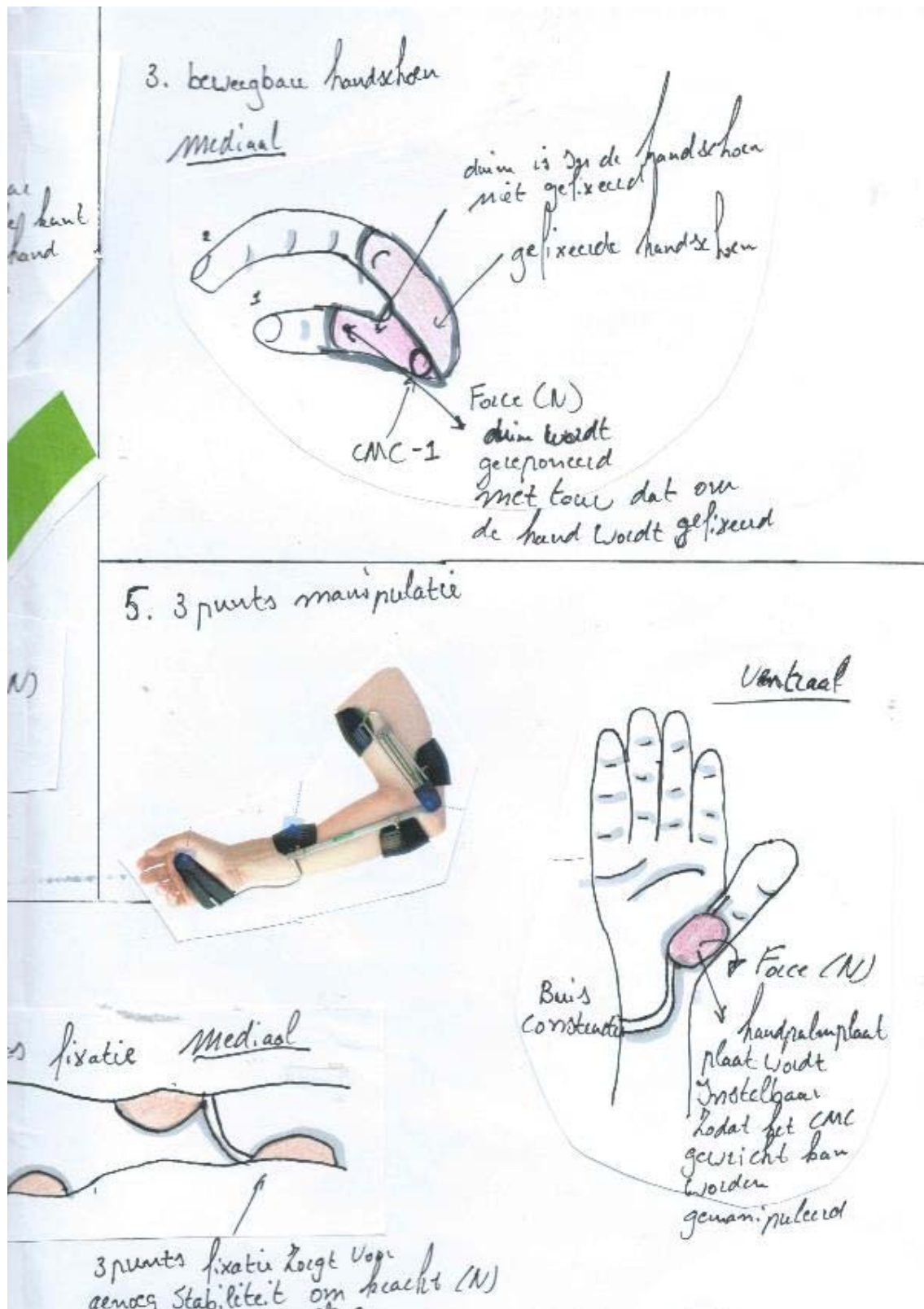
Antwoorden:

- Dit is de meest functionele en neutrale stand van de duim waarin de gewrichten het best/meest belastbaar zijn.
- Belangrijk voor de functionele inzetbaarheid van de duim.
- Afhankelijk van de klacht.
- Komt het meest overeen met de functie die dagelijks nodig is.
- De Key pinch is het makkelijkst aan te leren voor de patiënt, voor de tip pinch en chuck pinch is veel meer stabiliteit nodig, om dit voor elkaar te krijgen lukt vele patiënten niet. De pulp pinch geeft teveel adductie en flexie van CMC-1.

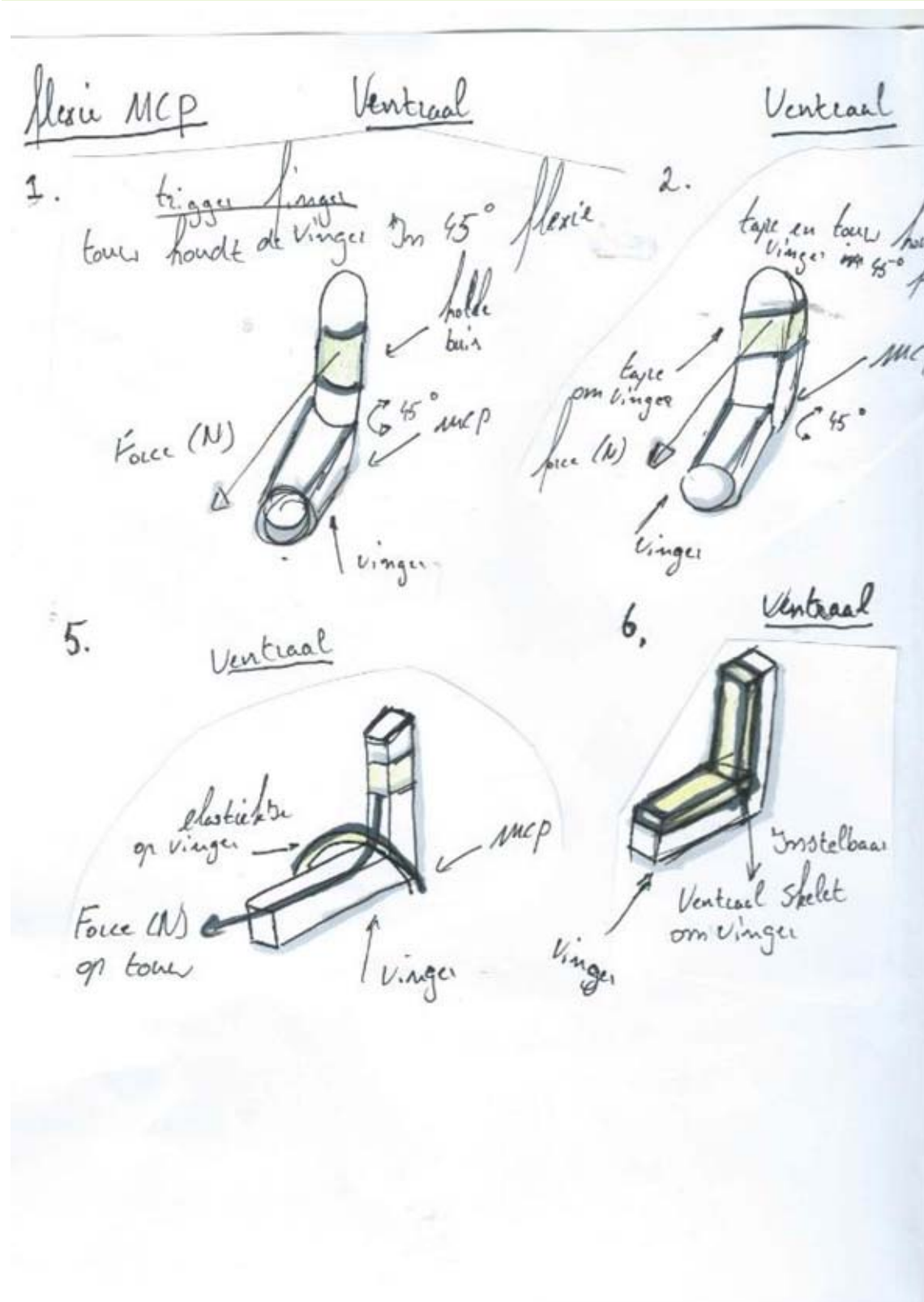
10.2 ONTWERPFASE BIJLAGEN

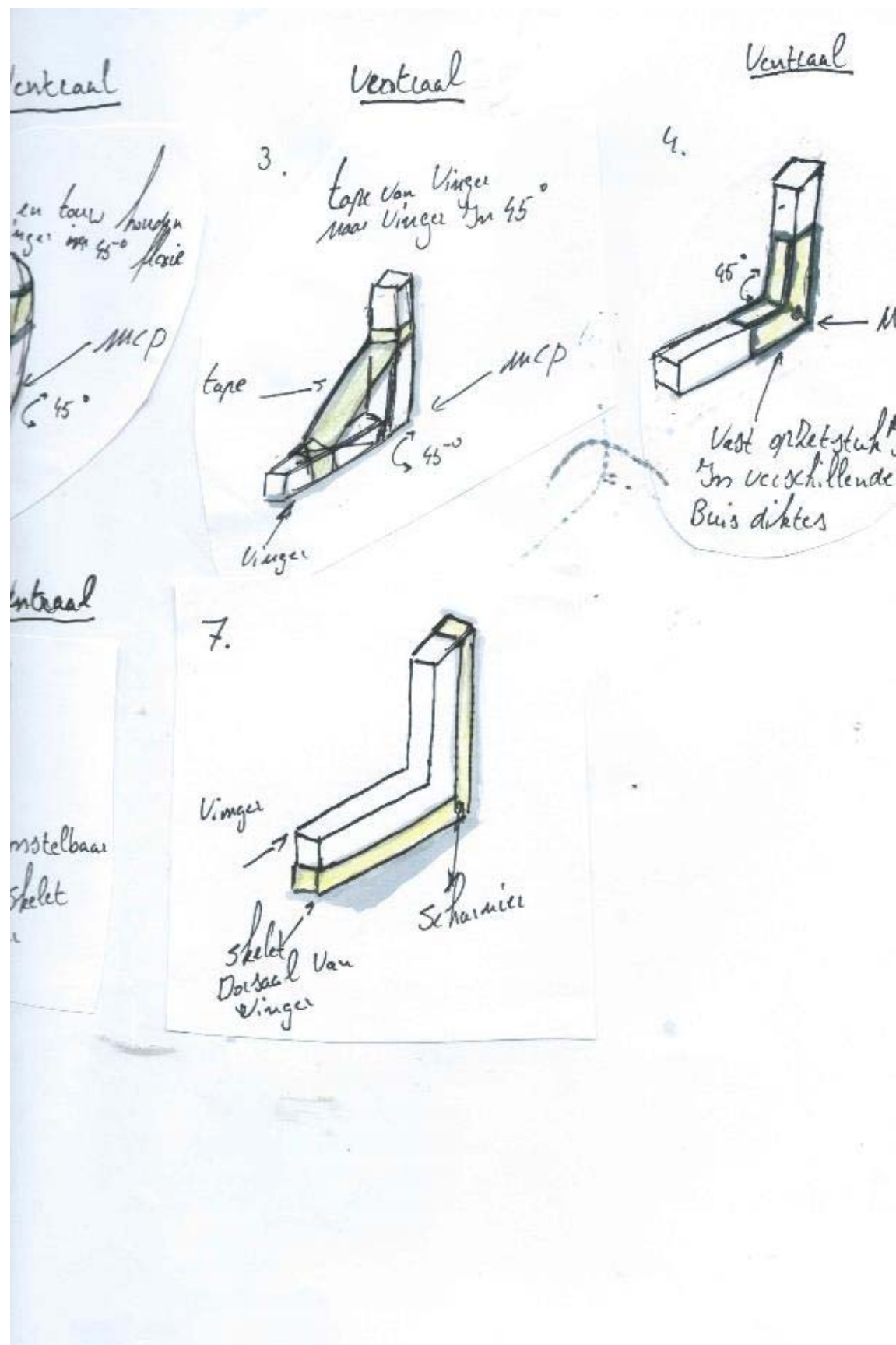
BIJLAGE E – DEELFUNCTIE SCHETSEN, CMC-1 STABILISATIE



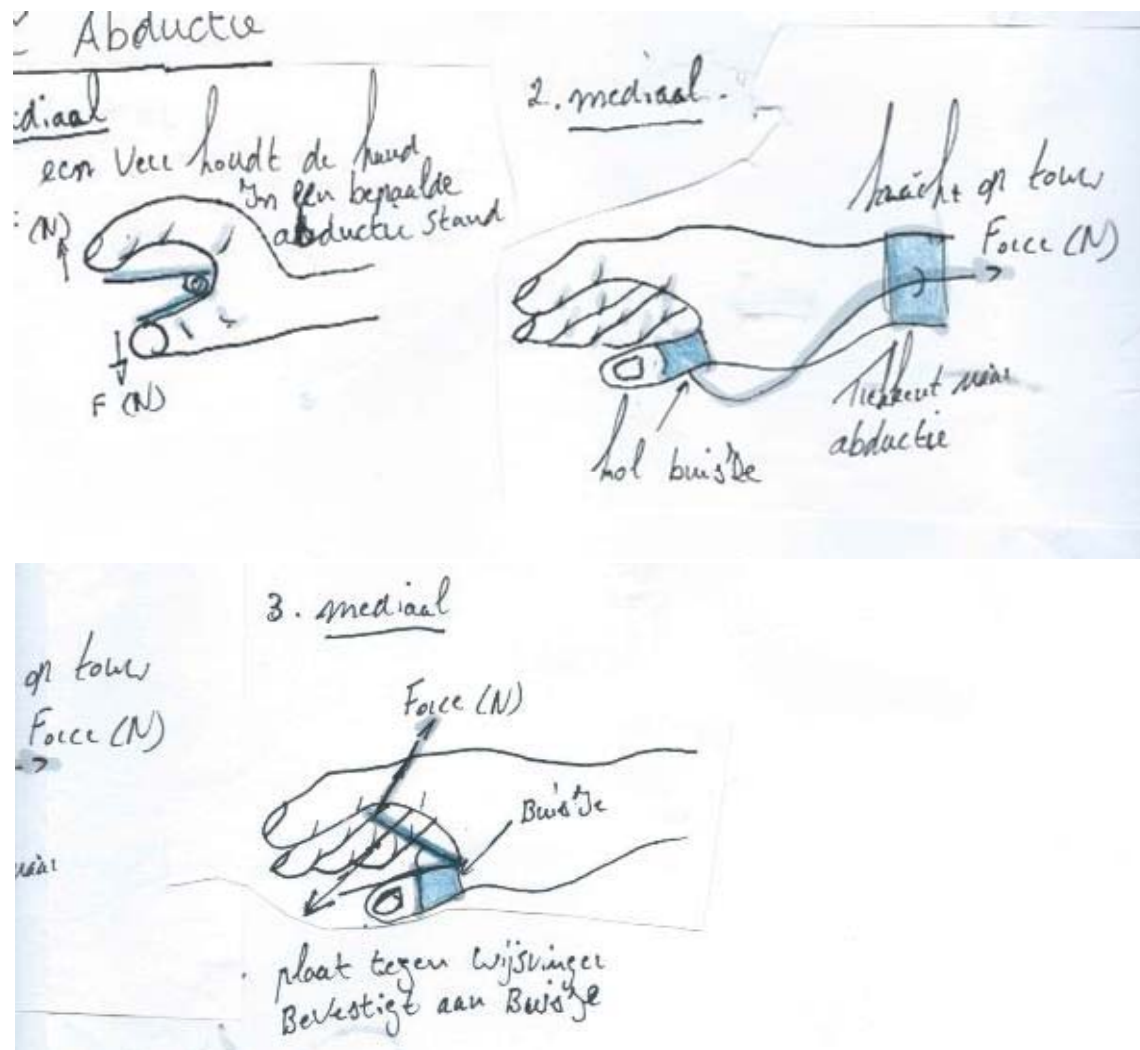


BIJLAGE F – DEELFUNCTIE SCHETSEN, MCP-1 FLEXIE

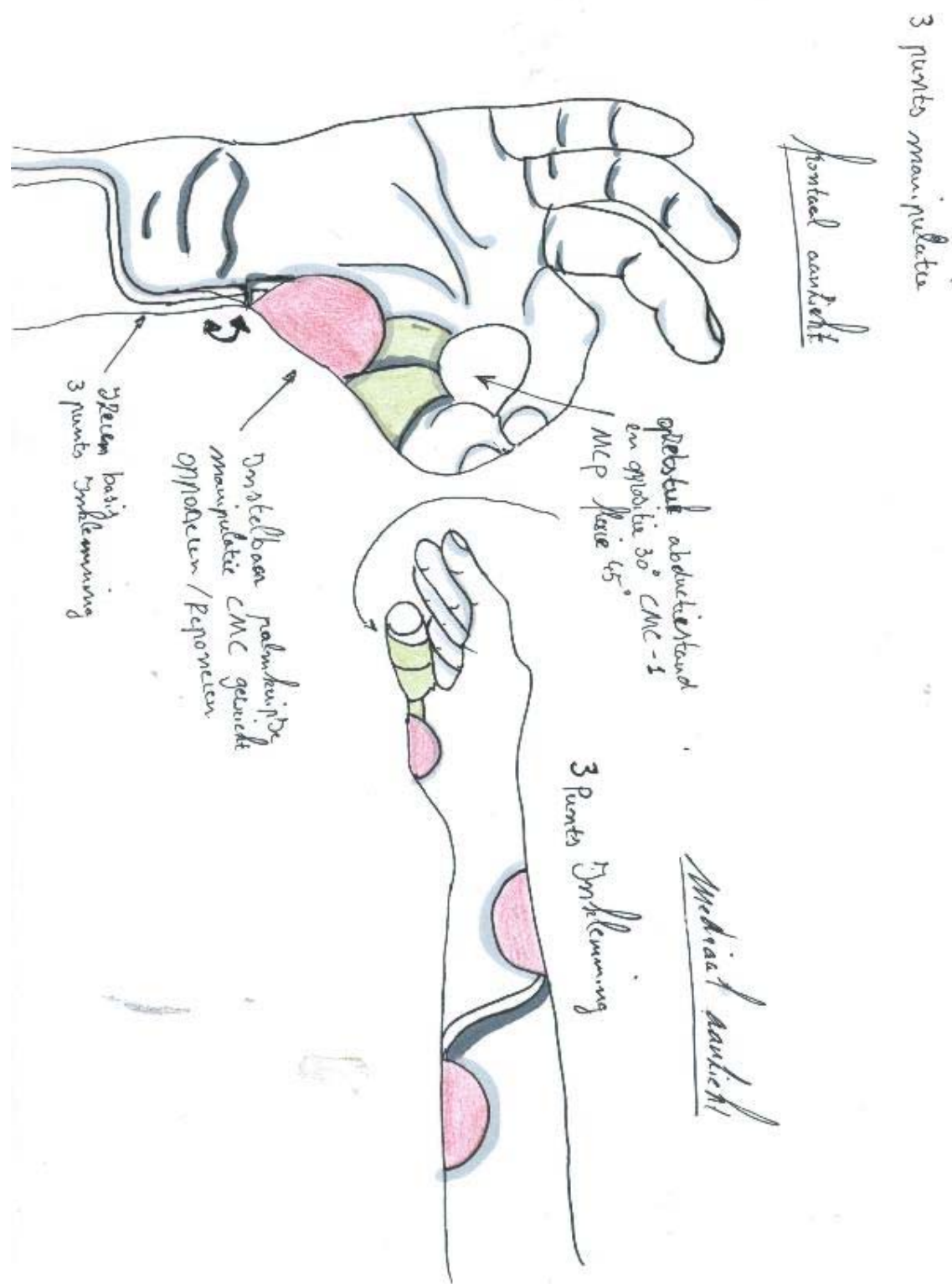




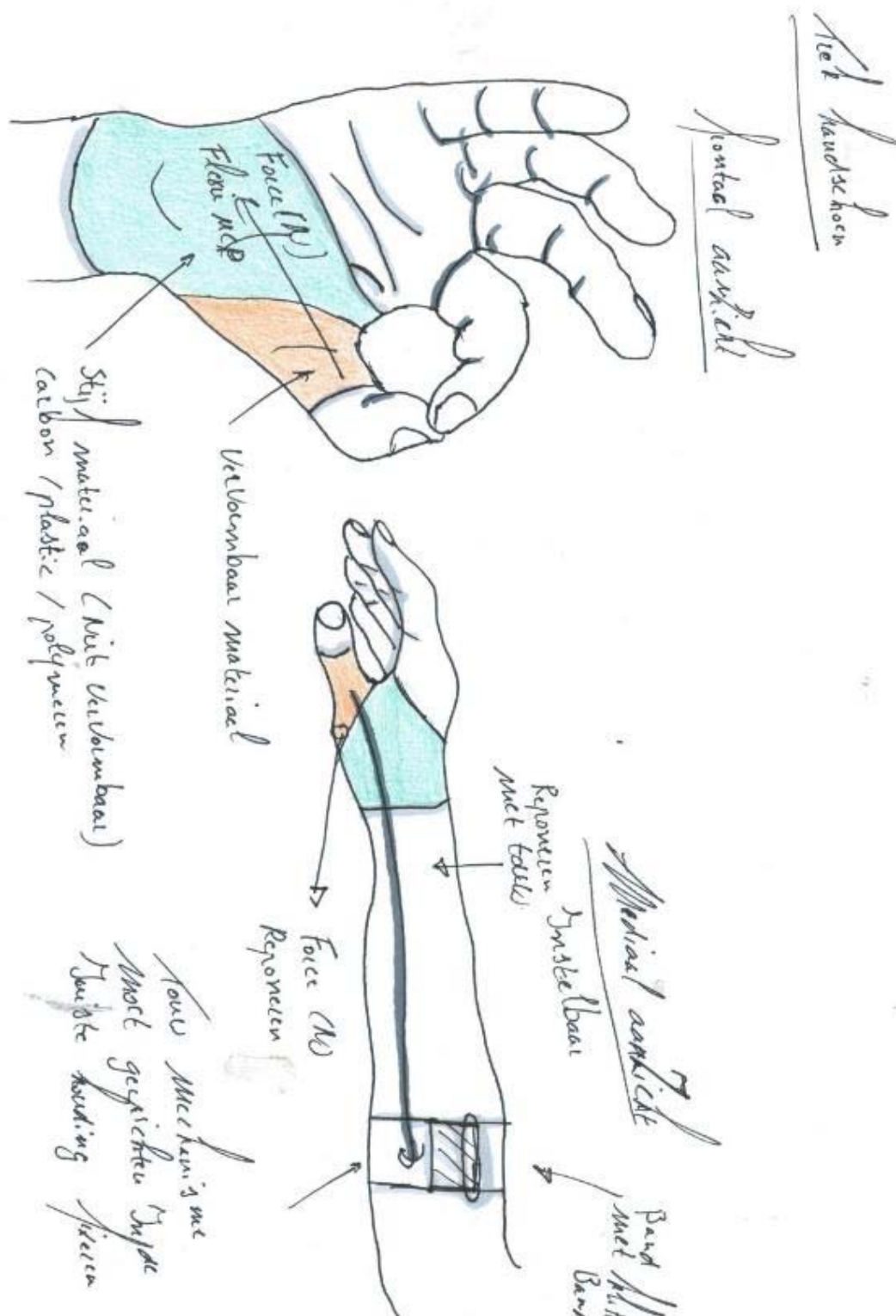
BIJLAGE G – DEELFUNCTIE SCHETSEN, CMC-1 ABDUCTIE



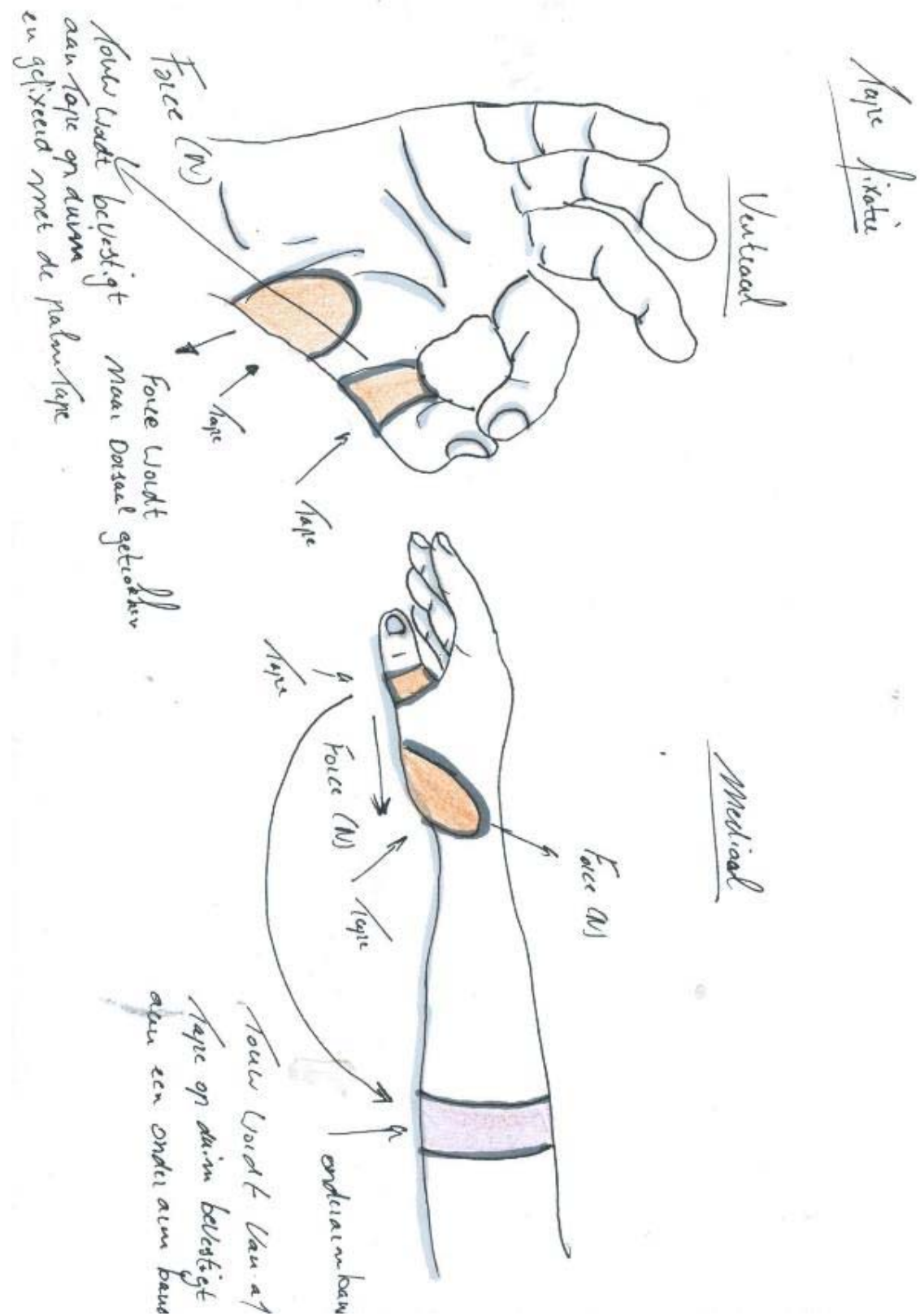
BIJLAGE H - CONCEPT UITWERKINGEN 3 PUNTS MANIPULATIE (CONCEPT 1)



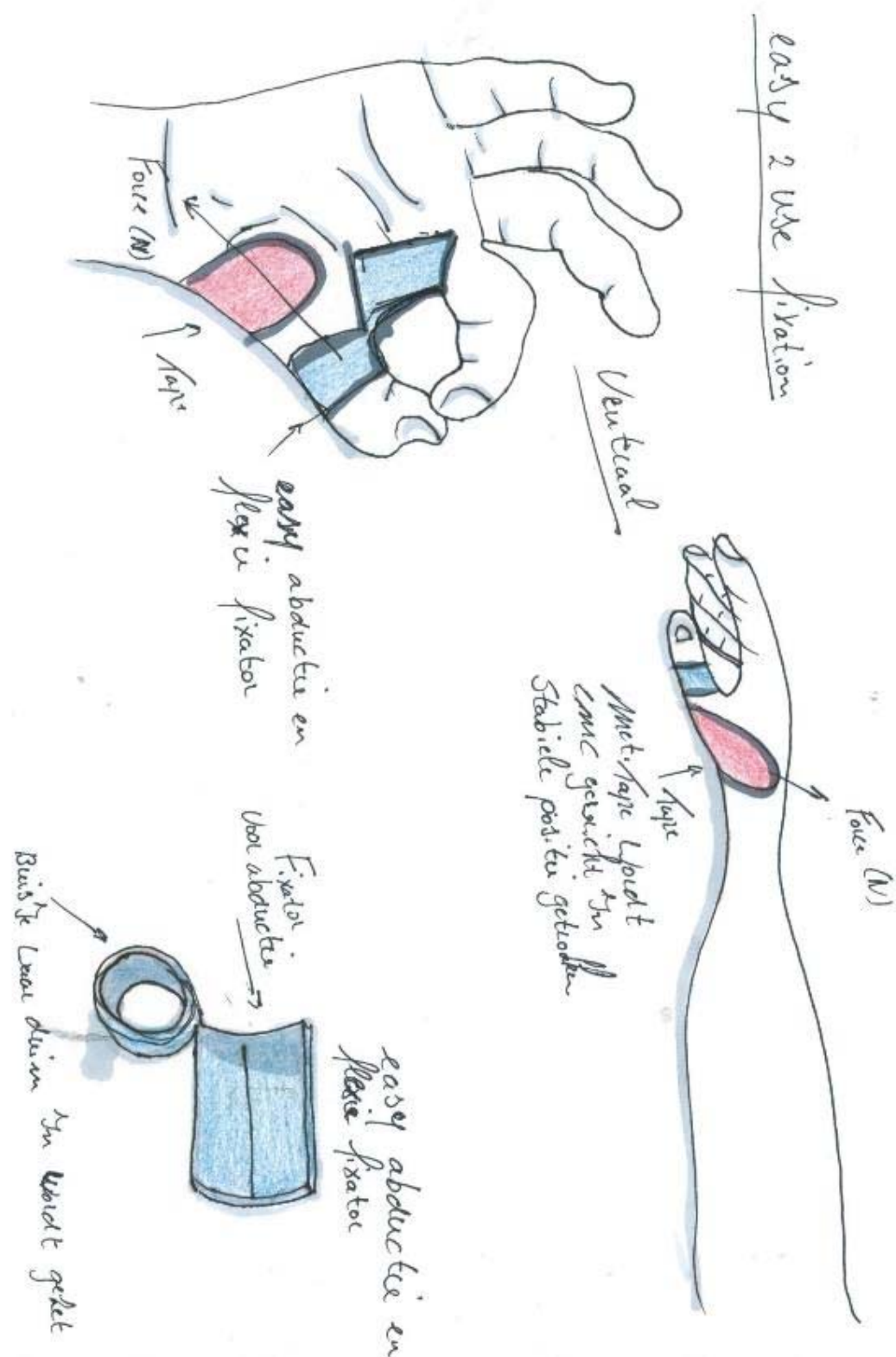
BIJLAGE I, CONCEPT UITWERKING HANDSCHOEN FIXATIE (CONCEPT 2)



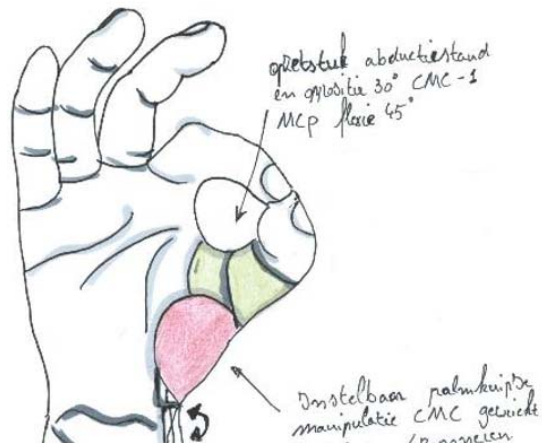
BIJLAGE J, CONCEPT UITWERKING TAPE FIXATIE (CONCEPT 3)



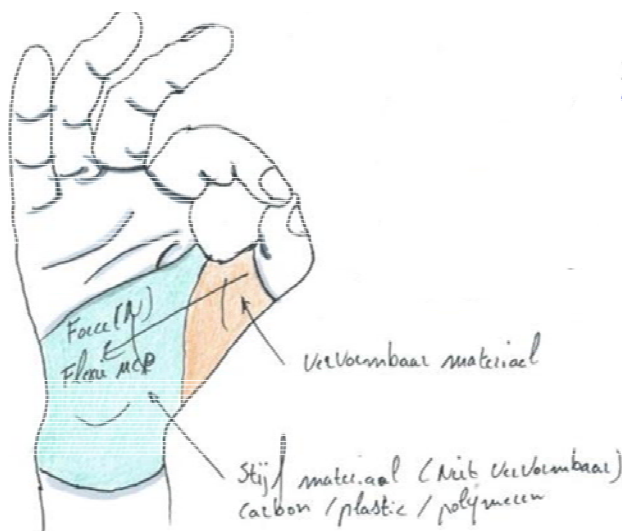
BIJLAGE K – CONCEPT UITWERKING USE 2 USE FIXATION (CONCEPT 4)



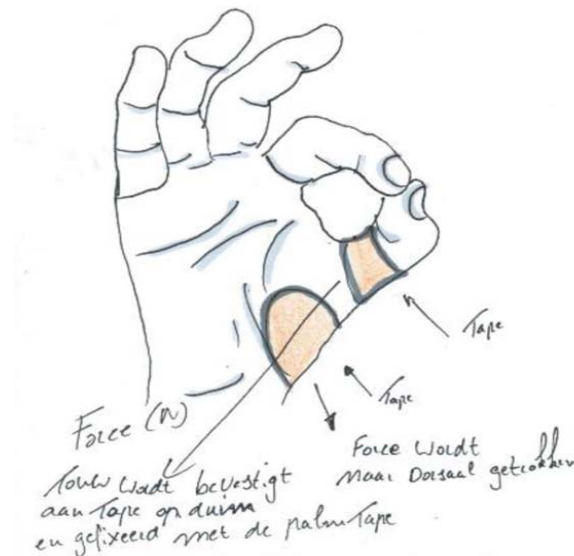
BIJLAGE L – CONCEPT KEUZE DOOR MIDDEL VAN HARRIS PROFIELEN



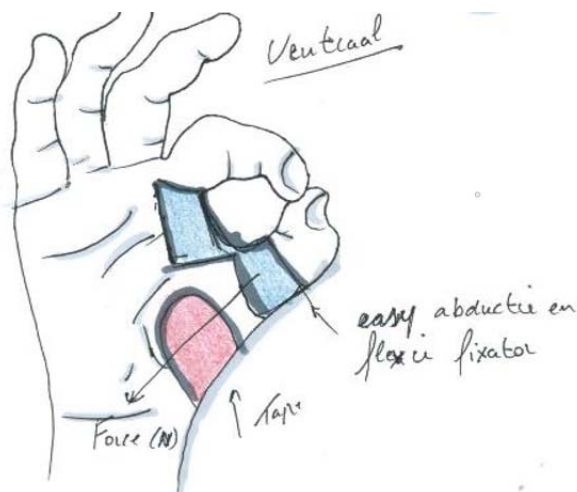
3 Punts manipulatie (Concept 1)	-2	-1	+1	+2
De methode moet voor elke aandoening toepasbaar zijn. Met uitzondering van aandoening gerelateerd aan spasticiteit.				
Het totale scan proces mag niet meer dan 15 minuten duren.				
Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese)				
De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren				
De methode moet het MCP gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren				
Het CMC gewricht moet in een lichte abductie stand van 19(±5) graden worden gefixeerd				



Stabilisatie Handschoen (Concept 2)	-2	-1	+1	+2
De methode moet voor elke aandoening toepasbaar zijn. Met uitzondering van aandoening gerelateerd aan spasticiteit.				
Het totale scan proces mag niet meer dan 15 minuten duren.				
Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese)				
De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren				
De methode moet het MCP-1 gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren				
Het CMC-1 gewricht moet in een lichte abductie stand van 25(±5) graden worden gefixeerd				



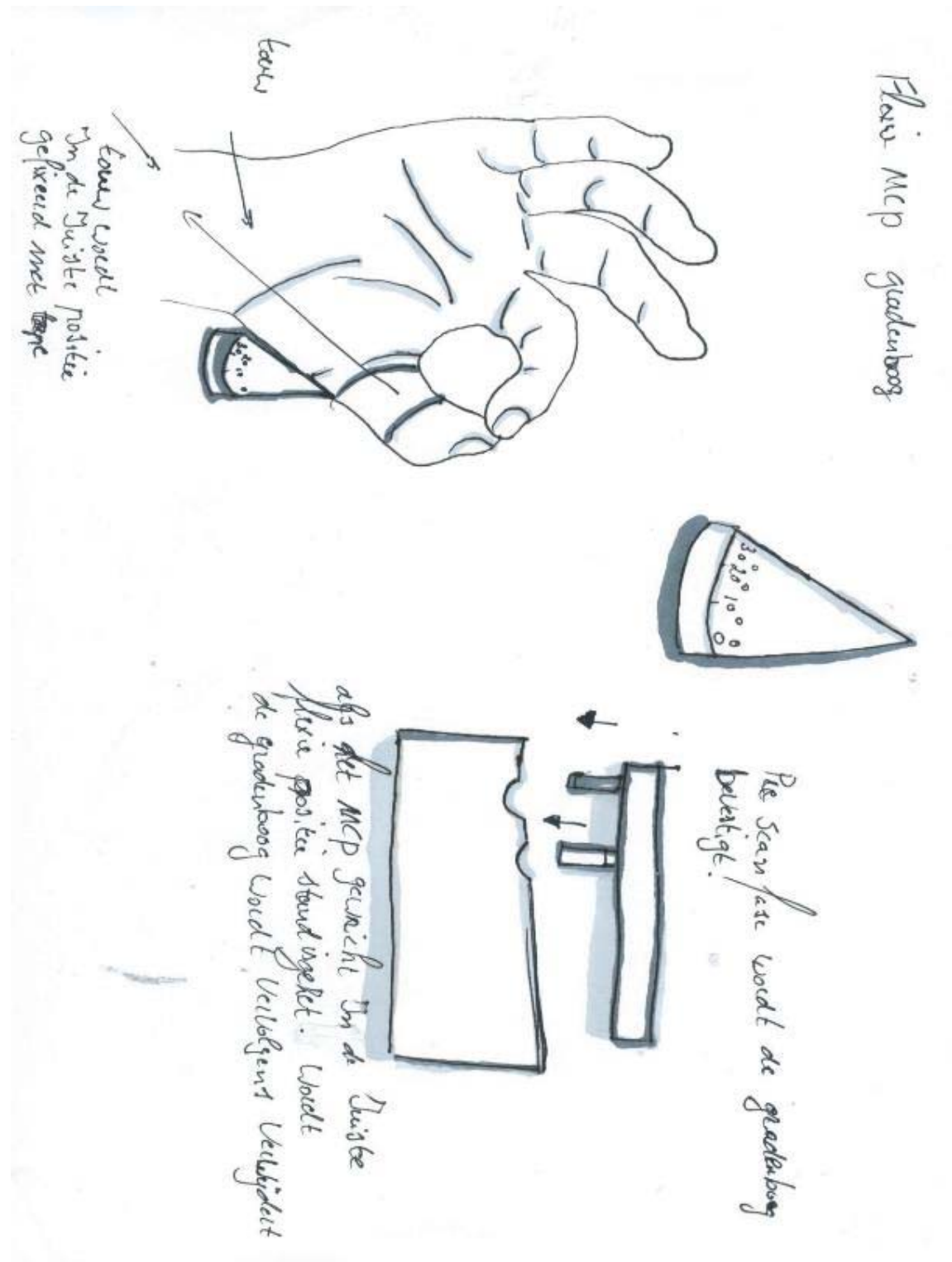
Tape fixation (Concept 3)	-2	-1	+1	+2
De methode moet voor elke aandoening toepasbaar zijn. Met uitzondering van aandoening gerelateerd aan spasticiteit.				
Het totale scan proces mag niet meer dan 15 minuten duren.				
Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese)				
De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren				
De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren				
De methode moet het MCP-1 gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren				



Easy 2 Use Fixation (Concept 4)	-2	-1	+1	+2
De methode moet voor elke aandoening toepasbaar zijn. Met uitzondering van aandoening gerelateerd aan spasticiteit.				
Het totale scan proces mag niet meer dan 15 minuten duren.				
Bij een dikte van 0.5 millimeter moet de methode gemaakt kunnen worden van een 3D-scan doorlatend materiaal (binnen het scan kader van een short opponens en CMC-MCP duimorthese)				
De methode moet het CMC-1 gewricht een stabiele/functie stand kunnen fixeren				
De methode moet het MCP-1 gewricht in een 30(±5) graden flexie stand kunnen fixeren				
Het CMC-1 gewricht moet in een lichte abductie stand van 25 (±5) graden worden gefixeerd				

10.3 DETAILLERINGSFASE BIJLAGEN

BIJLAGE M – DETAILLERING GRADENBOOG



BIJLAGE N - EIGENSCHAPPEN AMORFE POLYMEREN

Polyacrylaat (PMMA): Polyacrylaat heeft onder andere de merknamen als: perspex en plexiglas. Acrylaat wordt veel als alternatief van glas aangeboden doordat het onder ander sterker, goedkoper, Uv-Bestendig en een betere doorlaatbaarheid heeft dan glas, namelijk 92%. In tabel 4, zijn alle eigenschappen onder elkaar gezet waarbij opvalt dat acrylaat ten opzichte van zijn anderen amorf polymeren het sterkst in zijn soort is. Echter een groot nadeel is dat het materiaal niet boven de 70°C mag worden verhit, dit heeft gevolgen voor de hygiëne, omdat bacteriën pas worden gedood bij het kookpunt van 100°C. Teven is het aanschaffen van een geëxtrudeerde buis van ongeveer 20mmØ mogelijk.

Polyvinylchloride (PVC) PVC vindt zijn toepassing in en rond het huis, waar het naast de riolering ook de binnenhuisbekabeling begeleid rond het huis. Daarnaast wordt PVC ook gebruikt in flessen, ze breken minder snel en zijn lichter dan gewicht in vergelijking tot glas. PVC is minder sterk dan Acrylaat, niet Uv-Bestendig en heeft het een mindere lichtdoorlaatbaarheid van 90%. Anderzijds is het materiaal goed bestand tegen temperaturen tot 100°, wat betekent dat het materiaal het kookpunt kan bereiken en bacteriën van het materiaal worden verwijderd.

Polystyreen (PS) polystyreen heeft als kenmerk dat in het dagelijks leven voor wegwerpartikelen wordt gebruikt, dit omdat het materiaal goedkoop is. Hierbij moet je denken aan wegwerpbestek, plasticzakken, klerhangers, speelgoed en koelkastopberging (BASF Plastics, 2001). Samen met de polymeren acrylaat en vinylchloride is styreen een materiaal dat niet al te warm mag worden. Bij een warmte van 115°C is het materiaal namelijk al een vloeibare staat.

Polycarbonaat (PC): Polycarbonaat (Afbeelding 41) heeft een uitstekende slagvastheid, vormbaarheid, temperatuurweerstand en doorzichtigheid. Door zijn hogere slagvastheid die wel 16 keer hoger kan zijn dan acrylaat, heeft polycarbonaat met zijn doorzichtigheid een unieke combinatie binnen de polymeren. Het nadeel ten opzichte van de andere doorzichtige polymeren is echter dat de prijs duurder is. De afweging moet dus gemaakt worden of hoge slagvastigheid noodzakelijk is. Dit is noodzakelijk bij objecten die onder constante mechanische stress worden belast, zoals transparante tandwielen, maar ook objecten zoals veiligheidsbrillen (Budinski & Budinski, 2009). Door zijn hoge slagvastigheid is het materiaal ontzettend goed bewerkbaar. (Vink, Eigenschappen polycarbonaat)

Tabel 4 – Eigenschappen van de verschillende amorphe polymeren; acrylaat (geëxtrudeerd) (PMMA), PVC-C (high-temp.), polystyreen (PS) en Polycarbonaat (PC).

Eigenschap	PMMA	PVC-U	PS	PC
Buigsterkte (N/mm ²)	120	80	78.5	75
Temperatuur Max. Toelaatbaar (onbelast) (°C)	80	70	70	120
Temperatuur Min. Toelaatbaar (onbelast) (°C)	-30	0	-10	-40
Lichtdoorlaatbaarheid (%) (Martensgroep) (BASF, 2010)	92	90	88	86
Lichbrekingsindex (van Bortel Volkel, sd)	1.49	1.52	1.52	1.58
UV-Bestendig	Ja	Nee	Nee	Ja
Geëxtrudeerde buizen verkrijgbaar	Ja	Ja	Ja	Ja
Bewerkbaarheid	Goed*	Goed**	Goed***	Goed ****
Slijtvast	Goed	Goed	-	Goed
Chemisch Compatibiliteit (Atlas Acomfa)	Goed	Zwak	Zwak	Goed

Bronnen:

- PVC: (WSV Kunststoffen BV, PVC - Polyvinylchloride) (Caesar, 1993) (Vink, Eigenschappen Polyvinylchloride)
- PMMA: (International Polymer Solutions) (Vos Kunststoffen) (Vink, Eigenschappen Polymethylmethacrylaat)
- PS: (WSV Kunststoffen BV, Polystyreen) (van Bortel Volkel, sd)
- PC (Vink, Eigenschappen polycarbonaat) (WSV Kunststoffen BV, Polycarbonaat)

Verduidelijking:

* verspanend, lassen, lijmen, waterstraal snijden, laserstraal snijden, warm buigen en thermisch vormen.

** verspanend, lassen, lijmen, waterstraal snijden, laserstraal snijden, warm buigen, koud zetten en thermisch vormen (Vink, Eigenschappen Polyvinylchloride).

*** zagen, frezen, boren en stanzen, warm buige (Novoplast, sd)

****verspanend, lassen, lijmen, waterstraal snijden, laserstraal snijden, warm buigen en thermisch vormen (Vink, Eigenschappen polycarbonaat).

BIJLAGE O – MATERIAALEISEN

Hygiëne: De methode wordt gedurende een dag verschillende malen aangebracht bij verschillende patn. De kans op het overbrengen van bacteriën is hierdoor aannemelijk en moet ten alle tijden worden voorkomen door middel van het desinfecteren. Het desinfecteren van bacteriën gebeurt bij een temperatuur tussen de 70 en 100° Celsius. Een goed materiaal zou het liefst de 100° moeten halen om vervormingen of het verlies van materiaal eigenschappen tegen te gaan. (Advies voor de schoonmaak, 2018)

Lichtdoorlaatbaarheid: De verschillende amorfe polymeren hebben een verscheidene mechanisch eigenschappen op het gebied van lichtdoorlaatbaarheid. Zo krijgt een amorf met een hogere lichtdoorlaatbaarheids percentiel de voorkeur boven een amorf met een lagere doorlaatbaarheid percentiel.

Bewerkbaarheid: zoals beschreven in het ontwerp wordt de duimbuis en abductieboog verschillende malen bewerkt, om deze reden moet de bewerkbaarheid van het materiaal goed zijn.

Buigkracht: In de boog kan zoals aangegeven in deelvraag 5 van de analysefase een kracht van 98 Newton ontstaan. Dit moet een door het materiaal kunnen worden opgevangen.

De Variabelen in het ontwerp:

- Een statische belasting van 98Newton ($F=98\text{Newton}$)
- Een Radiaal afstand van 12,5mm ($R=12,5\text{mm}$)
- Een boog dikte van 3mm ($h=3\text{mm}$)
- Een boog hoogte van 40mm ($b=40\text{mm}$)

$\sigma = M/Wx$, Oftewel het buigmoment gedeelt door het weerstandsmoment.

$$M = R \cdot F$$

$$M = 12,5 \cdot 98$$

$$M = 1225\text{Nmm}$$

$$Wx = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

$$Wx = \frac{1}{6} \cdot 40 \cdot 3^2$$

$$Wx = (40 \cdot 9)/6$$

$$Wx = 60\text{mm}^3$$

$$\sigma = M/Wx,$$

$$\sigma = 1225/60$$

$$\sigma = 20,4\text{N/mm}^2$$

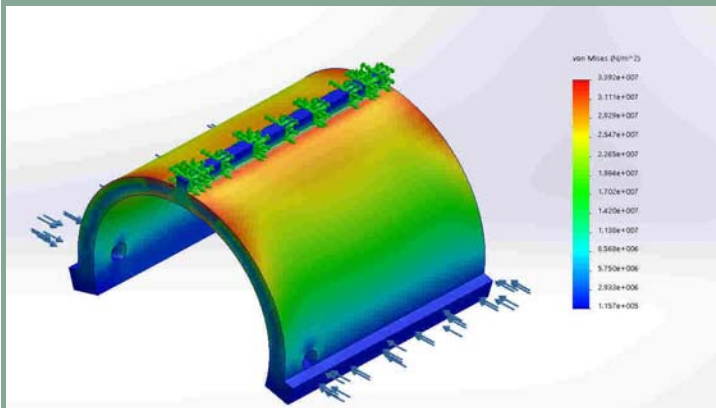
BIJLAGE P – VOLLEDIGE GROEIVERLOOP DUIMDIAMETER

Tabel 13 – Gemiddelde, P10 en P90 percentielen in de leeftijdscategorie 2 tot en met 12 jaar.

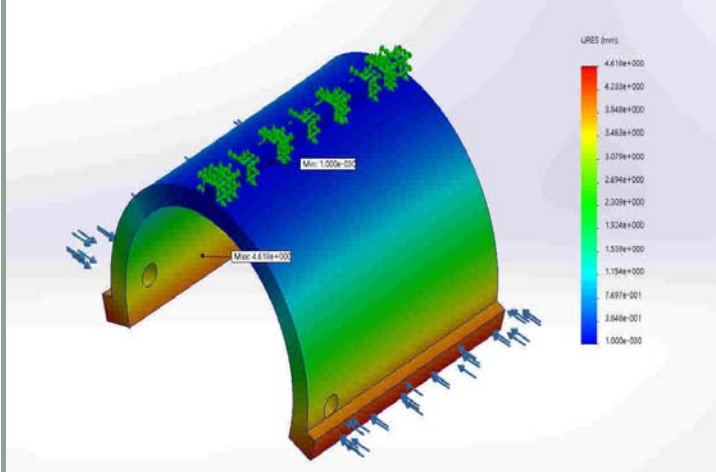
Lftd.	SD	Gemiddeld (P50)	Som P10	Som P90
2	1	13	$13 - (1.28 \cdot 1) = 12mm$	$13 + (1.28 \cdot 1) = 14mm$
3	1	14	$14 - (1.28 \cdot 1) = 13mm$	$14 + (1.28 \cdot 1) = 15mm$
4	1	14	$14 - (1.28 \cdot 1) = 13mm$	$14 + (1.28 \cdot 1) = 15mm$
5	1	15	$15 - (1.28 \cdot 1) = 14mm$	$15 + (1.28 \cdot 1) = 16mm$
6	1	15	$15 - (1.28 \cdot 1) = 14mm$	$15 + (1.28 \cdot 1) = 16mm$
7	1	16	$16 - (1.28 \cdot 1) = 15mm$	$16 + (1.28 \cdot 1) = 17mm$
8	1	16	$16 - (1.28 \cdot 1) = 15mm$	$16 + (1.28 \cdot 1) = 17mm$
9	1	16	$16 - (1.28 \cdot 1) = 15mm$	$16 + (1.28 \cdot 1) = 17mm$
10	1	17	$17 - (1.28 \cdot 1) = 16mm$	$17 + (1.28 \cdot 1) = 18mm$
11	1	17	$17 - (1.28 \cdot 1) = 16mm$	$17 + (1.28 \cdot 1) = 18mm$
12	1	18	$18 - (1.28 \cdot 1) = 17mm$	$18 + (1.28 \cdot 1) = 19mm$
12-20	?	?	?	?
20-60	2	21	$21 - (1.28 \cdot 2) = 19mm$	$21 + (1.28 \cdot 2) = 25mm$

BIJLAGE Q – SOLIDWORKS KRACHTBEREKENINGEN

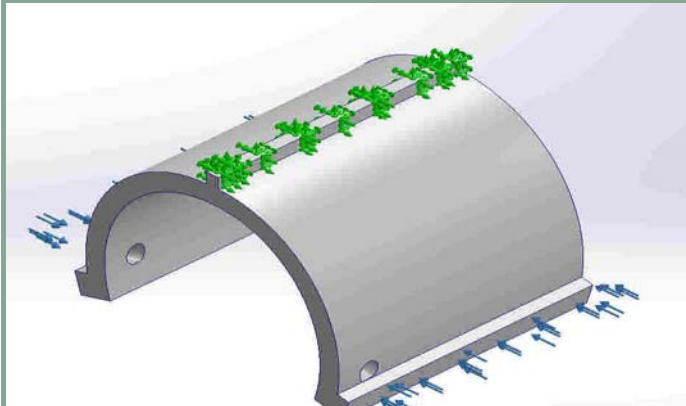
Name	Type	Min	Max
Stress	VON: von Mises Stress	1.157e+005N/m^2 Node: 15227	3.392e+007N/m^2 Node: 13933



Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0.000e+000mm Node: 435	4.618e+000mm Node: 1578

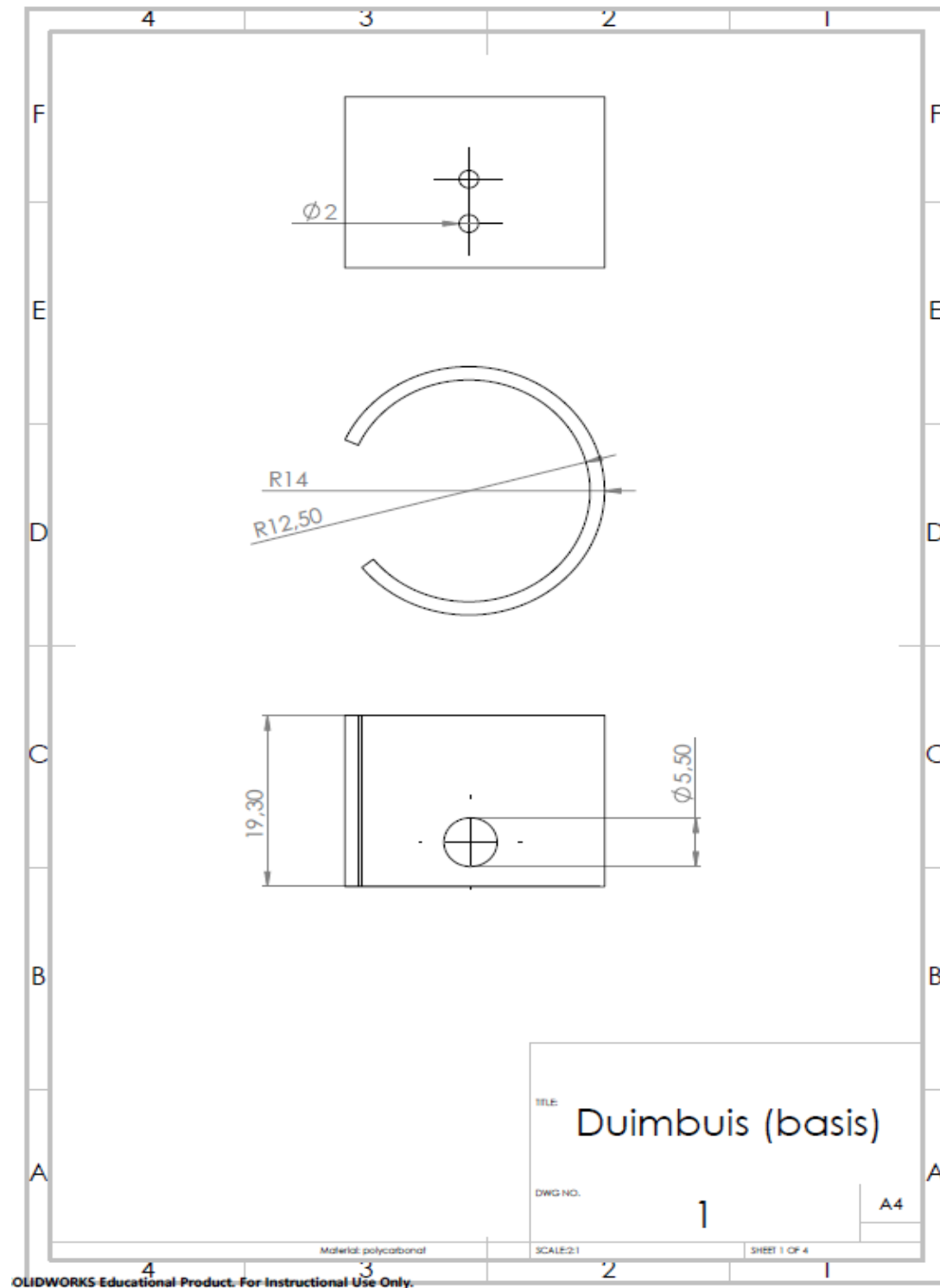


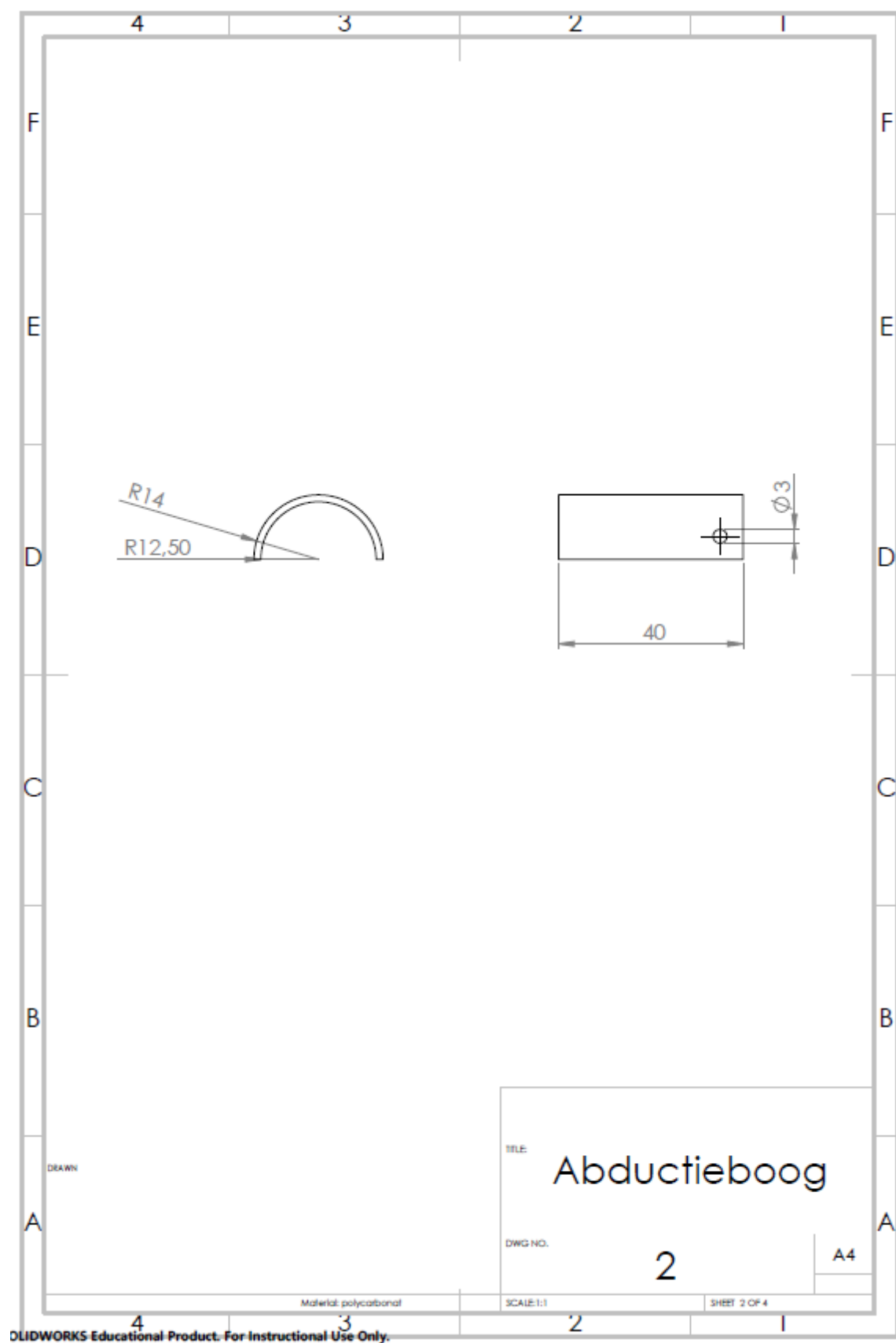
Name	Type		
Deformation	Deformed shape		

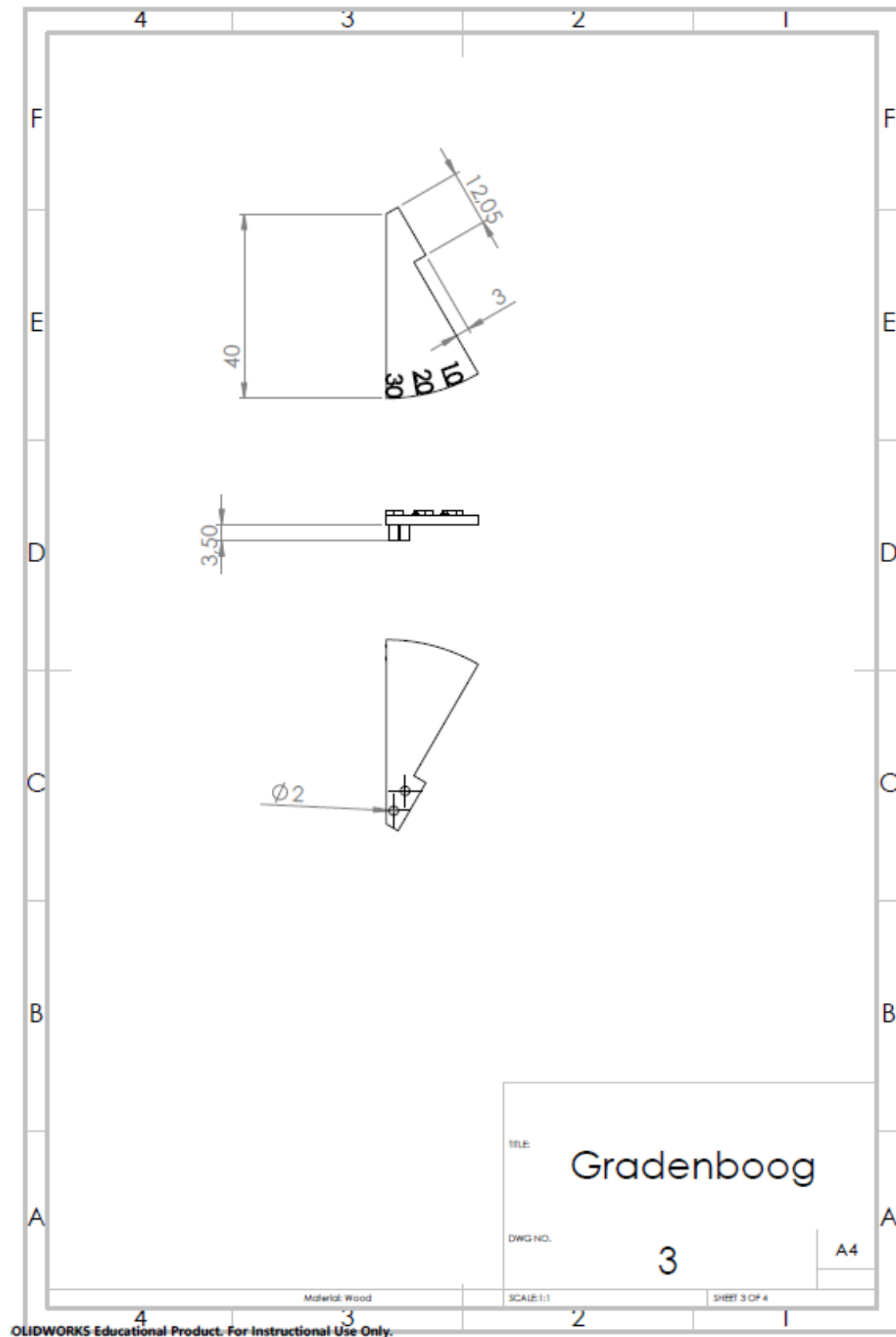


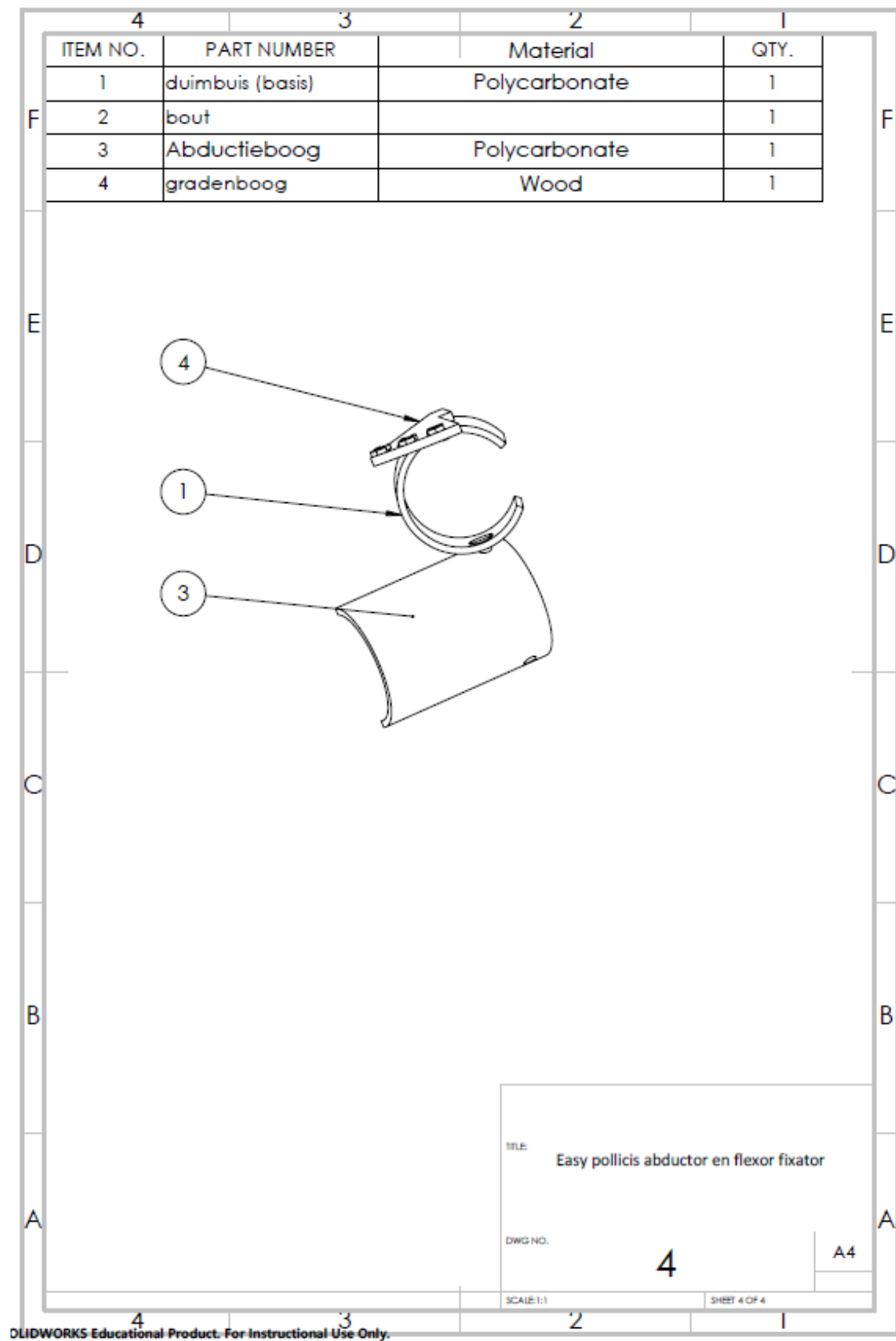
BIJLAGE R – BOUWTEKENINGEN

1. EASY POLLICIS ABDUCTOR EN FLEXOR FIXATOR
BOUWTEKENINGEN

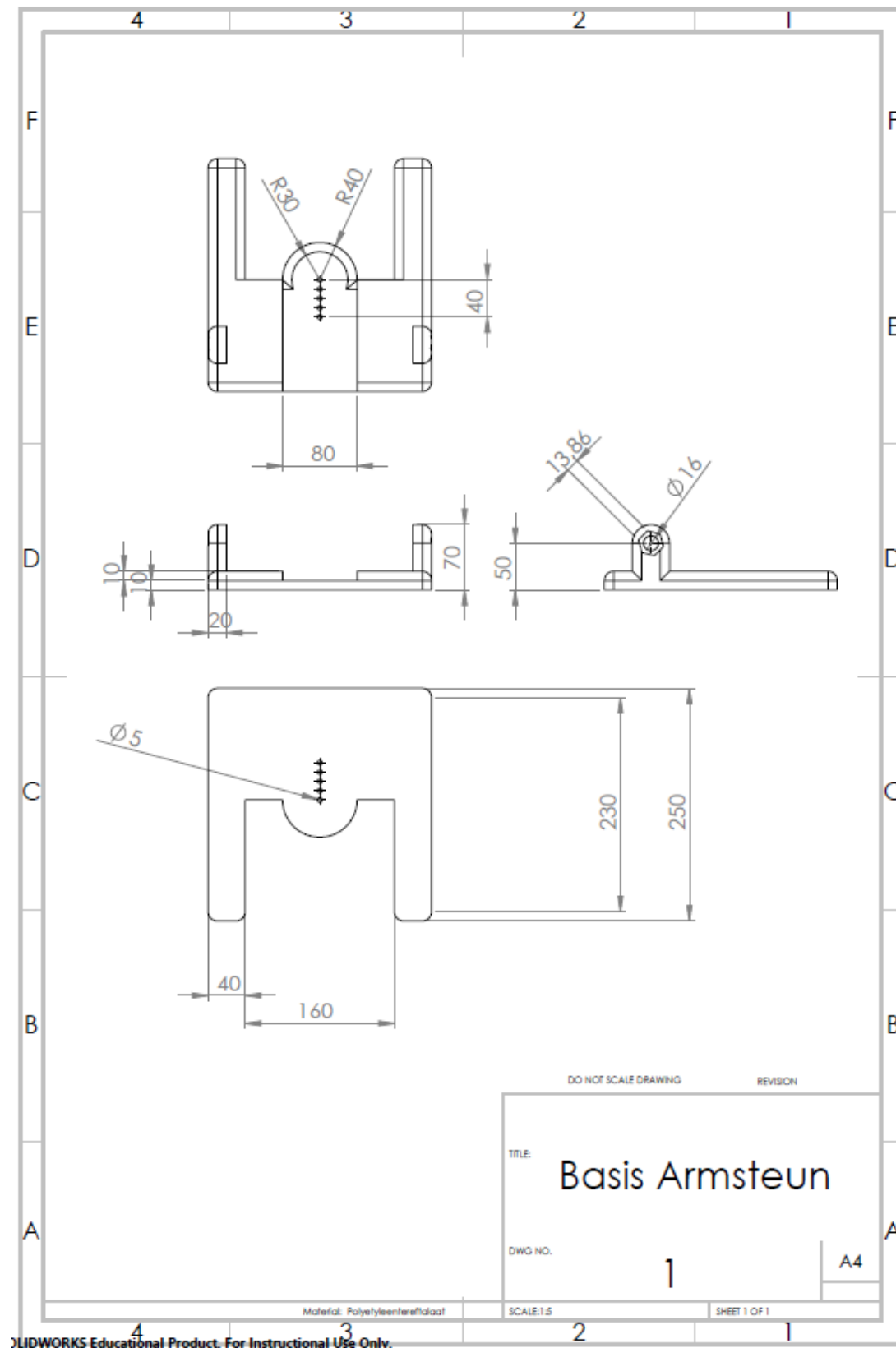


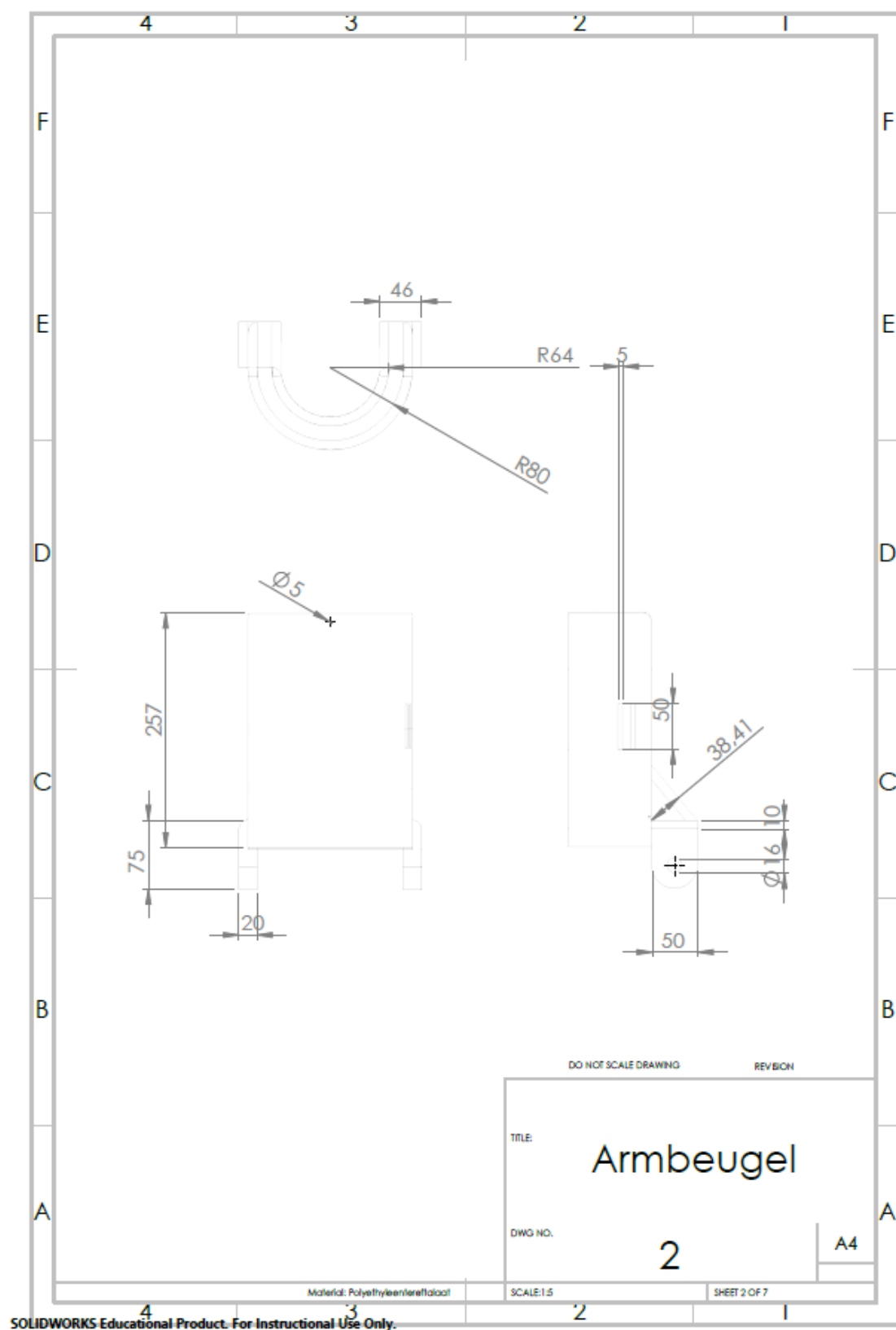


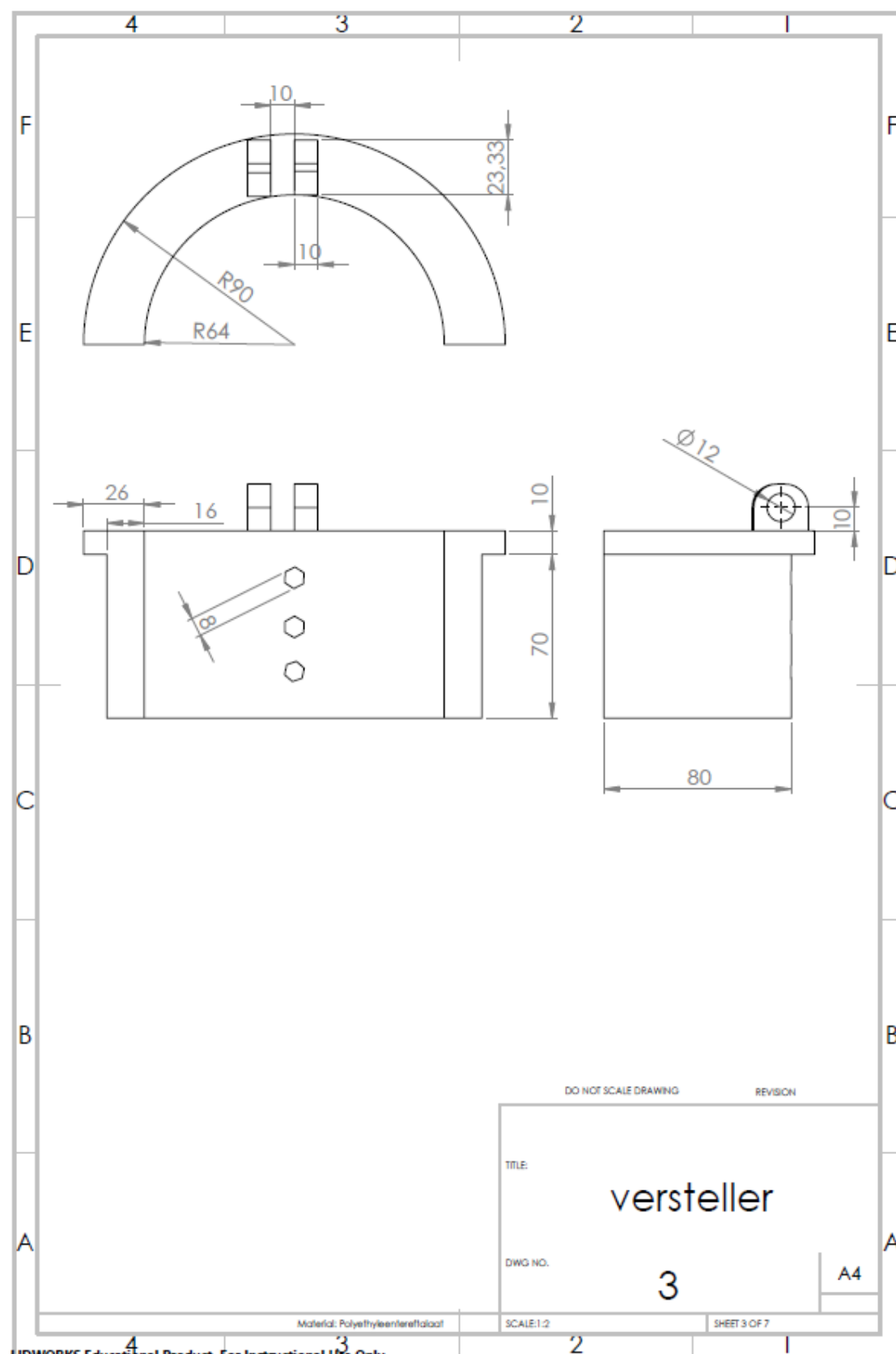


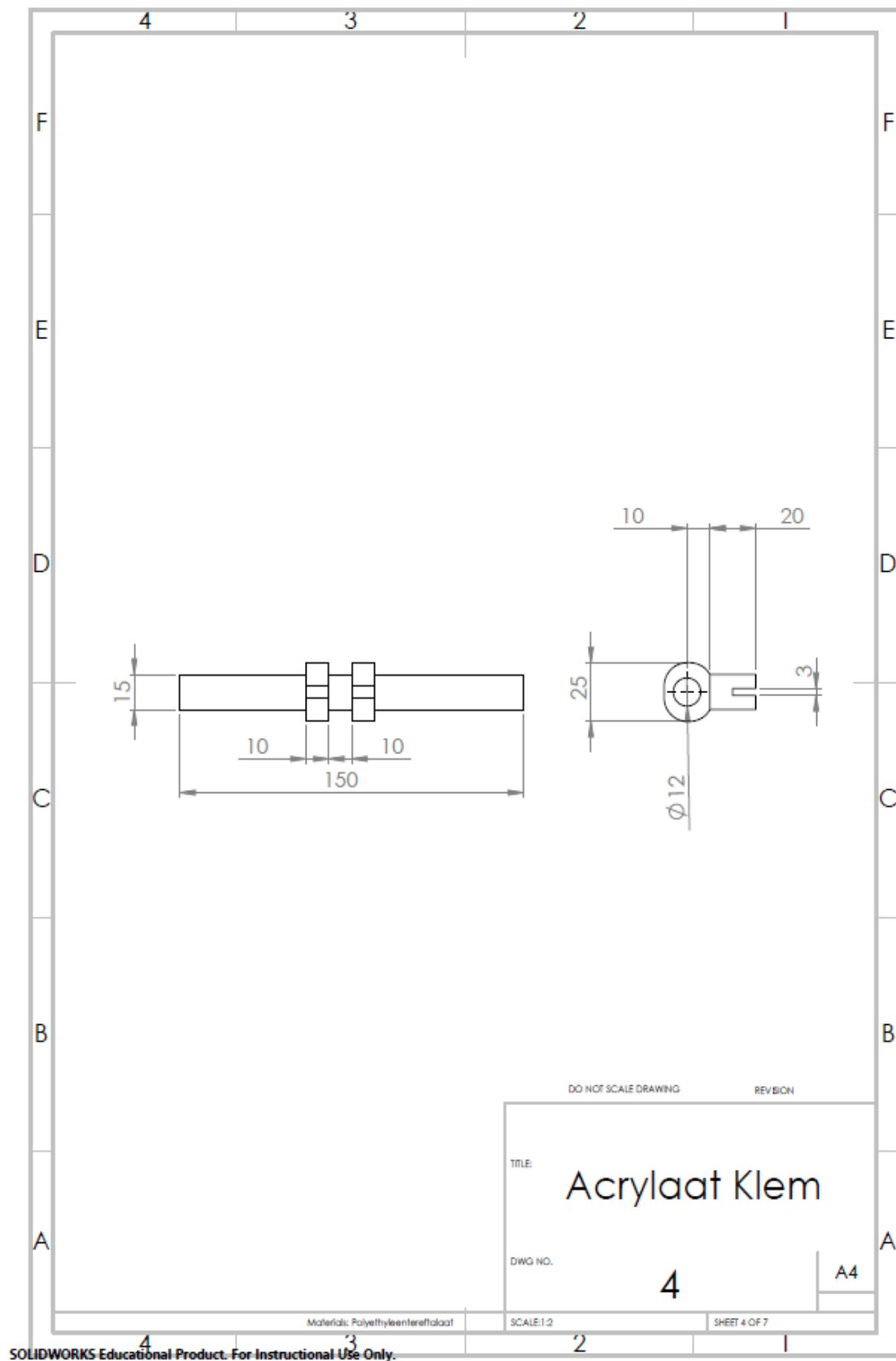


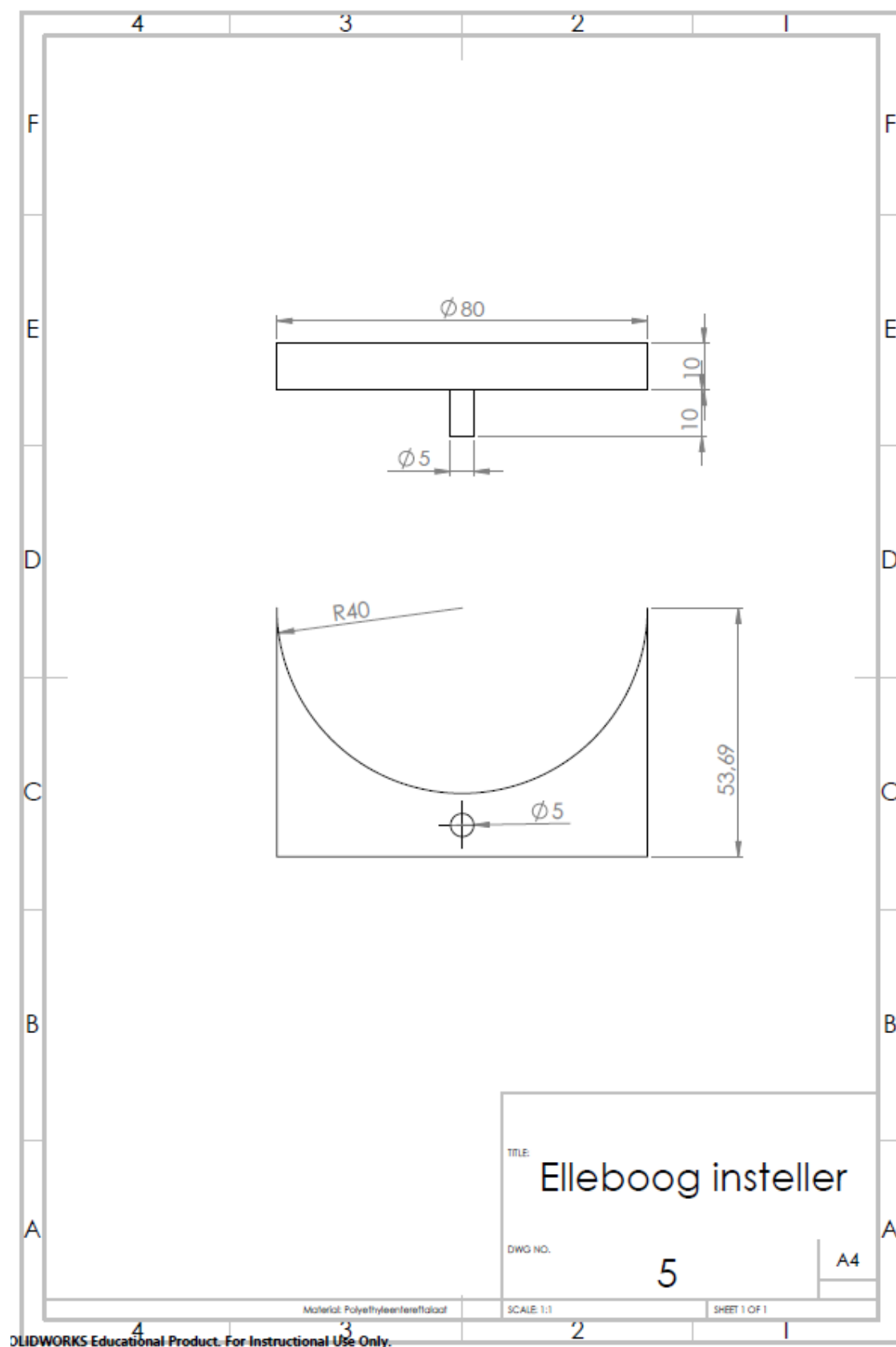
2. ARMBEUGEL BOUWTEKENINGEN

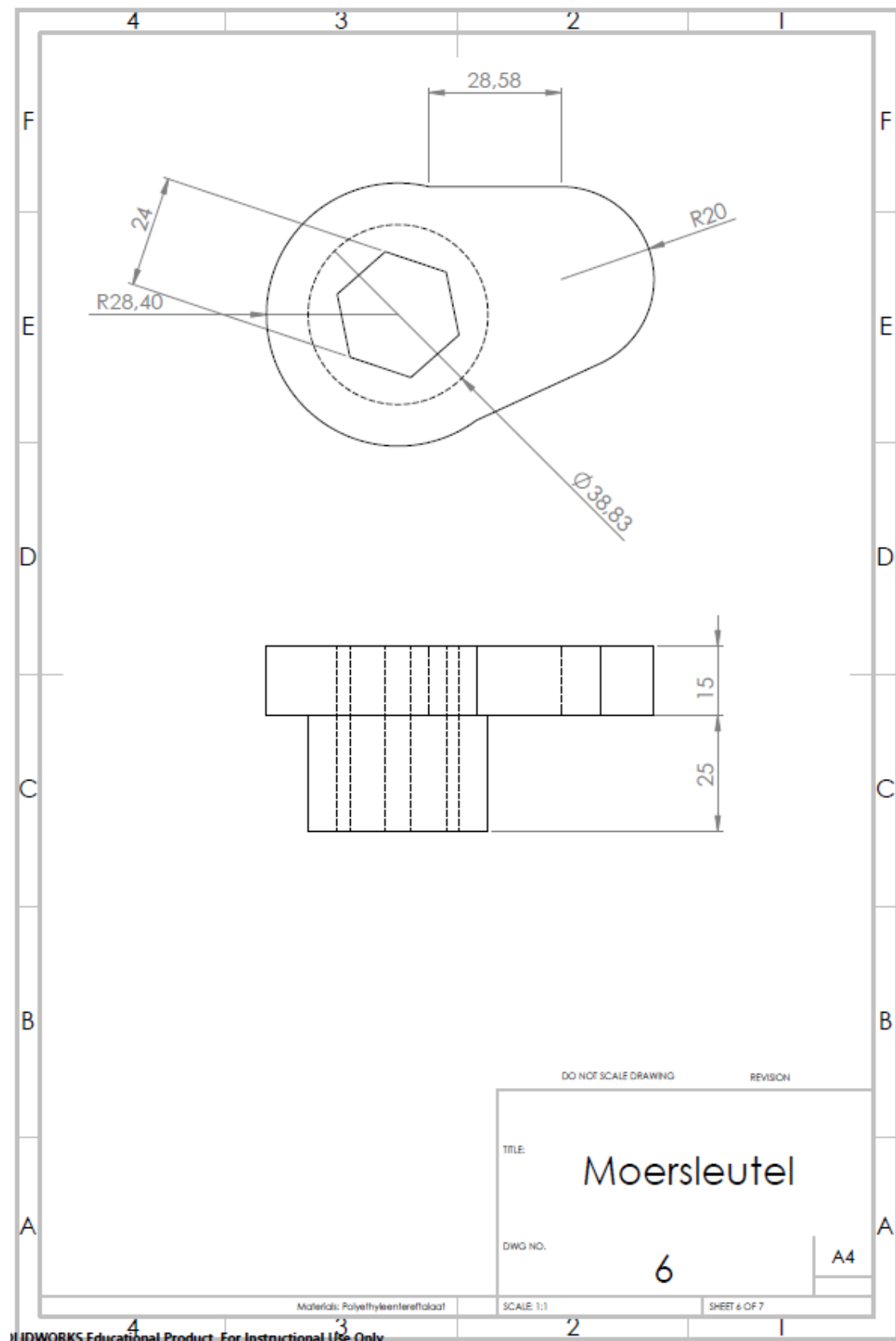


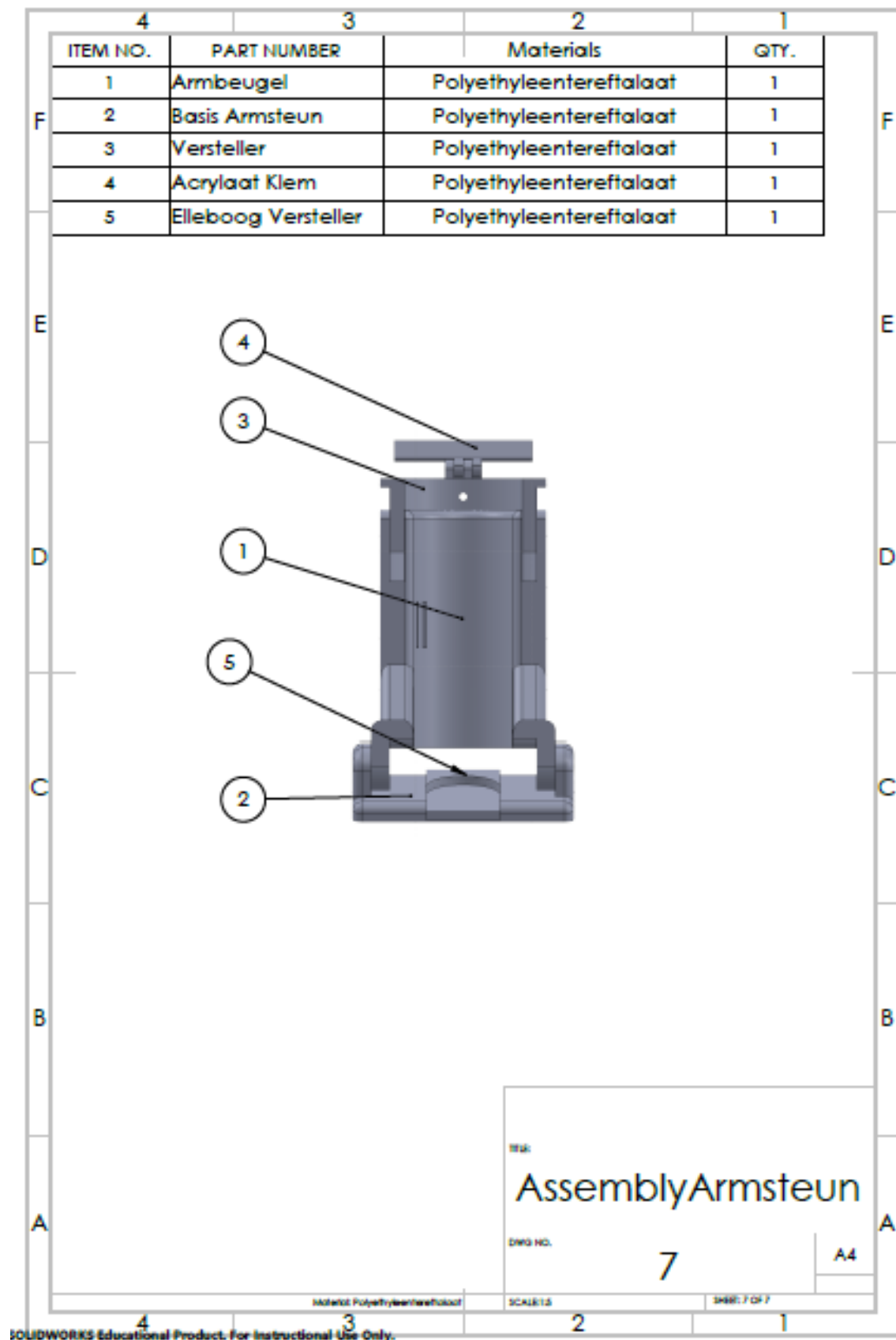












10.4 EVALUATIE BIJLAGEN

BIJLAGE S – CMC-1 STABILISATIE PROTOCOL, VRAGENLIJST EN QUICKGUIDE

MATERIALEN

Gedurende dit onderzoek naar stabilisatie met tape, wordt gebruik gemaakt van de volgende materialen:

- Fysiotape (curetape)
- Niet-elastische kleeftape (merkloos)
- Schaar
- Patiënt met CMC-1 instabiliteit

PRE-TESTFASE

Verschillende stukken fysiotape worden op lengtes van ongeveer tien centimeter afgeknipt, waarna er aan beiden zijden een halve ovaal vormig figuur wordt uitgeknipt.

TESTFASE

Bij patiënten met een instabiel CMC-1 gewricht wordt gevraagd om plaats te nemen op een instelbare kruk/stoel. Afhankelijk van de ernst van het instabiele gewricht wordt gevraagd om desgewenste precisiegrep aan te nemen. Dit is afhankelijk van de ernst wel of niet mogelijk, wanneer het wel mogelijk is wordt het instabiele CMC-1 gewricht in deze positie gestabiliseerd. Wanneer dit niet mogelijk is wordt getracht om het gewricht te stabiliseren zonder precisiegrep. Stabiliseren gebeurt door middel van de eerder geprepareerde fysiotape, die als eerste rond de opbolling van de m. Abductor pollicis brevis wordt bevestigd (Afbeelding 1) en vervolgens naar de dorsaal radiale zijde van de onderarm wordt getrokken (Afbeelding 2). Afhankelijk van de instabiliteit wordt de tape meer op rek gebracht, waardoor het CMC-1 gewricht meer wordt gereponeerd. Mocht dit niet voldoende zijn wordt gekozen voor een tweede laag fysiotape die nogmaals over dezelfde delen wordt getrokken. Mocht dit als nog niet het gewenste resultaat leveren, wordt er gekozen voor het niet-elastische kleeftape en wordt de fysiotape verwijderd. Dit omdat een derde laag effect kan hebben op de kwaliteit van de scan. De niet-elastische kleeftape mag eveneens als de fysiotape uit maximaal twee lagen over elkaar bestaan. Na een succesvolle stabilisatie worden de bevindingen in de korte vragenlijst beantwoordt (1.4), de tape kan nu van de duim worden verwijderd. Het invullen van de vragenlijst gebeurt ook bij een onsuccesvolle stabilisatie



Afbeelding 1 - Palmair aanzicht van een CMC-1 stabilisatie doormiddel van het gebruik van fysiotape.



Afbeelding 2 - Dorsaal aanzicht van tape dat van palmair naar dorsaal is getrokken.

VRAGENLIJST

In onderstaande vragenlijst wordt gevraagd naar uw ervaring met de CMC-1 stabilisatie methode.

Vragen	Antwoord
1. Heeft u met het toepassen van de tape fixatie voldoende stabilisatie weten te creëren?	
2. Heeft u met het toepassen van de fysiotape voldoende rigiditeit om stabilisatie zoals beschreven in vraag één te creëren?	
3. Heeft u moeite met het aanbrengen van de tape?	
4. Zo ja, kunt u kort verklaren of verwacht wordt dat na meer gebruik de kwaliteit van het tapen en daarmee de stabilisatie, kan worden verbeterd?	

QUICKGUIDE CMC-1 STABILISATIE

Binnen deze quickguide worden de handelingen van de evaluatie in een verkorte versie stap voor stap herhaalt. Hierdoor wordt het herhalen van de

PRE-TESTFASE

1. Verschillende stukken fysiotape worden op lengtes van ongeveer tien centimeter afgeknipt, waarna er aan beiden zijden een halve ovaal vormig figuur wordt uitgeknipt.

TESTFASE

2. Stabiliseren gebeurt door middel van de eerder geprepareerde fysiotape, die als eerste rond de opbolling van de m. Abductor pollicis brevis wordt bevestigd (Afbeelding 1) en vervolgens naar de dorsaal radiale zijde van de onderarm wordt getrokken (Afbeelding 2). *Afhankelijk van de instabiliteit wordt de tape meer op rek gebracht, waardoor het CMC-1 gewricht meer wordt gereponeerd.*
3. Mocht dit niet het gewenste resultaat leveren wordt er gekozen voor het niet-elastische kleeftape, en wordt de fysiotape verwijderd. Dit omdat een derde laag effect kan hebben op de kwaliteit van de scan. De niet-elastische kleeftape mag eveneens als de fysiotape uit maximaal twee lagen over elkaar bestaan.
4. Na een succesvolle stabilisatie worden de bevindingen in de korte vragenlijst beantwoordt, het invullen van de vragenlijst gebeurt ook bij een onsuccesvolle stabilisatie.
5. De tape kan na het beantwoorden van duim worden verwijderd.



Afbeelding 1 - Palmair aanzicht van een CMC-1 stabilisatie doormiddel van het gebruik van fysiotape.



Afbeelding 2 - Dorsaal aanzicht van tape dat van palmair naar dorsaal is getrokken.

BIJLAGE T - FIXATIE EVALUATIE PROTOCOL, VRAGENLIJST EN QUICKGUIDE

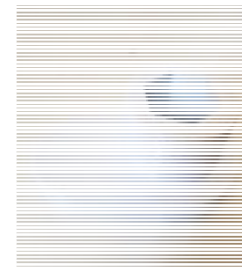
MATERIALEN

Voor u ligt de Easy 2 Use methode, bestaande uit de volgende elementen:

- Instelbare stoel
- Stopwatch
- De Armfixator met de volgende bijbehorende onderdelen:
- De Easy 2 Use fixator, met de volgende onderdelen:
 1. Elleboog versteller (Afbeelding 1)
 2. 1e elleboog verhoging (Afbeelding 3)
 3. 2e, 3e en 4e elleboog verhoging (Afbeelding 4)
 4. M16 moersleutel (Afbeelding 2)
 5. Armlengte versteller (Afbeelding 7)
 6. Acrylaat plaat (Afbeelding 7)
 7. Inbussleutel (Afbeelding 8)
- Easy pollicis abductor en flexor fixator, met de volgende onderdelen:
 1. Duimbuis (basis) (Afbeelding 6)
 2. Abductieboog (Afbeelding 5)
 3. Flexie gradenboog (Links en Rechts) (Afbeelding 11)
 4. Moersleutel (M3)
 5. Moer (M3)



Afbeelding 1 – Elleboog versteller



Afbeelding 2 – Moersleutel (M16)



Afbeelding 3 – 1e verhoging



Afbeelding 4 – 2e, 3e en 4e verhoging voor de armsteun

PROTOCOL

PRE-TESTFASE

Vraag de proefpersoon zich achter een tafel met instelbare kruk/stoel te positioneren, waarna de stopwatch kan worden aangezet.

TEST FASE

De methode beschrijft de handelingen direct tussen het anamnese gesprek met patiënt en het scannen van de hand in goede positie. Hiertussen zullen alle handelingen voor u stap voor stap worden uitgelegd. De methode zal tevens in de vorm van een Quick guide op locatie van



Afbeelding 5 – Verschillende maten abductiebogen.



Afbeelding 6 – verschillende duimbuizen (basis) voor de rechter en linker duim.

proefafname beschikbaar zijn. Vraag de proefpersoon zich te positioneren achter een tafel met instelbare kruk/stoel. Mocht zijn vastgesteld dat de persoon een instabiel gewricht heeft wordt verzocht eerst de CMC-1 stabilisatie methode (5.1) toe te passen.

Duim stabilisatie: Mocht het CMC-1 gewricht stabiel zijn wordt aan de patiënt gevraagd om de duim in desgewenste duimprecisiegreep te brengen. De duim diameter wordt opgemeten door middel van een schuifmaat, op basis hiervan kan de geschikte duimbuis (basis) worden bepaald. Als laatste moet de abductieboog diameter nog worden bepaald. Belangrijk is dat de abductieboog de functionele/natuurlijke abductie positie weerspiegelt, ongeveer 20°. Nu zijn van beiden buiselementen de diameters bepaald en kan de proefafnemer beiden elementen monteren door de abductieboog aan de duimbuis (basis) vast te schroeven met de moer (M3) (Afbeelding 9). *De duimbuis heeft voor de linker en rechter duim een aparte versie. De bout moet naar proximaal zijn gericht en de opening aan de radiale zijde, dit kan alleen bij de juiste duimbuis (basis).* Na montage van beide elementen wordt de duimbuis (basis) om de duim van de proefpersoon aangebracht (Afbeelding 10). Controleer hierna nogmaals de diameter van beiden elementen waarna de proefpersoon de abductieboog mag omsluiten. Aan de ventrale zijde wordt nu de gradenboog aangebracht, waarna het MCP-1 gewricht in desgewenste positie kan worden gebracht (functioneel $\pm 30^\circ$) (Afbeelding 11). Eenmaal in de juiste positie kan door middel van aandraaien met de moersleutel (M3) de abductieboog worden vastgedraaid. De gradenboog kan van de duim worden verwijderd en samen met de moersleutel weer worden opgeborgen.



Afbeelding 7 – Bovenzijde armsteun, Zichtbaar is de de Armlengte versteller, Acrylaat klem en het Acrylaat plaatje.

Arm stabilisatie: Nu de duim in de juiste positie staat gefixeerd, moet alleen de arm nog in de juiste positie worden gezet door middel van de armbeugel. *De kwaliteit van de scan valt of staat met een vaste positie gedurende het scanproces.* Pak de armsteun vast en bevestig deze op een vlakke ondergrond tegenover de proefpersoon. *Onder de beugel basis*



Afbeelding 8 - Achterzijde Armsteun, Zichtbaar is de inbussleutel voor de polsfixatie en draaiknop om de armversteller te



Afbeelding 9 – Gemonteerde duimbuis (basis) en abductieboog



Afbeelding 10 – gemonteerde duimbuis (basis) en abductieboog na aanbrengen op de proefpersoon.

zijn zes zuignappen bevestigd, die ervoor zorgen dat de basis niet beweegt gedurende het scannen. Nadat de basis in de juiste positie is gepositioneerd wordt de volledige arm tegen de armsteun geplaatst en de elleboog versteller (Afbeelding 1) ingesteld op hoogte en de diepte. Nadat de basis in de juiste positie is gepositioneerd wordt de volledige arm tegen de armsteun geplaatst en de elleboog versteller (Afbeelding 1) ingesteld op diepte (Afbeelding 12) en op hoogte, door de 1^e verhoging (Afbeelding 3) te positioneren tegen de elleboog versteller. De 2^e, 3^e en 4^e hoogte versteller kunnen naar behoefte worden opgestapeld (Afbeelding 4). Bij een te korte armbeugel lengte kan de armlengte versteller (Afbeelding 5) naar boven worden veresteld, door de schroef los te draaien en in de volgende verhoogde stand, weer vast te draaien (Afbeelding 8). Door het kantelen van de armbeugel (Afbeelding 12) (voren/achter), kan de hand onder een comfortabele hoek worden ingesteld, dit door middel van de moersleutel (M16) (Afbeelding 2) aan weerszijden aan te draaien. Hier op volgend wordt rond het polsgewricht de pols in de juiste positie gezet, en vast gedraaid met de inbussleutel (Afbeelding 8). De preciese hoek is voor duimspalken niet van invloed, doordat deze spalken niet tot over de pols lopen. Nadat de hand in beide gewrichten goed gepositioneerd staat en de arm tegen de armbeugel is gezet, kan met klittenband (Afbeelding 12) de arm worden gefixeerd en kan de stopwatch worden gepauzeerd.

POST-TESTFASE

Wanneer het scan proces voltooid is kan het klittenband los worden gemaakt, waarna de proefpersoon mag worden gevraagd om de hand uit de armbeugel te halen. Voor de volgende meting wordt het polycarbonaat plaatje vervangen voor een nieuwe, samen met de duimbuis (basis) en abductieboog worden de onderdelen schoongemaakt voor her gebruik. Na uitvoeren worden aan de uitvoerende proefafnemer vragen gesteld omtrent de handelingen die zijn uitgevoerd.



Afbeelding 11 – De gradenboog laat zien dat de fixatie van het MCP-1 Gewricht in flexie stand nu 30° betreft.



Afbeelding 12 – Onderte deel van de armbeugel, zichtbaar is de klittenband fixatie, elleboog versteller en de hoekkanteling van de armbeugel.

VRAGENLIJST

VRAGEN	ANTWOORD
1. Wat is volgens uw stopwatch de benodigde tijd die u nodig had voor het creëren van een goede arm en hand fixatie?	
2. Heeft de fixatie in de elleboog de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	
3. Heeft de fixatie in de pols de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	
4. Heeft de fixatie in het CMC-1 gewricht de juiste abductie stand weten te creëren, zo niet waarom?	
5. Heeft de fixatie in het MCP-1 gewricht de juiste flexie stand weten te creëren, zo niet waarom?	
6. Geven alle fixaties (Vragen 3, 4 en 5) in de duim u genoeg vrijheid om alle gewenste standen te kunnen creëren	

FIXATIE - QUICK GUIDE

MATERIALEN

Voor u ligt de easy 2 use methode, bestaande uit de volgende elementen:

- Instelbare stoel
- Stopwatch
- De Armfixator met de volgende bijbehorende onderdelen:
 1. Elleboog versteller (Afbeelding 1)
 2. 1e elleboog verhoging (Afbeelding 3)
 3. 2e, 3e en 4e elleboog verhoging (Afbeelding 4)
 4. M16 moersleutel (Afbeelding 2)
 5. Armlengte versteller (Afbeelding 5)
 6. Acrylaat plaat (Afbeelding 5)
 7. Inbussleutel (Afbeelding 8)
 - De Easy pollicis abductor en flexor fixator, met de volgende onderdelen:
 1. Duimbuis (basis) (Afbeelding 7)
 2. Abductieboog (Afbeelding 6)
 3. Flexie gradenboog (Links en Rechts) (Afbeelding 11)
 4. Moersleutel (M3)
 5. Moer (M3)



Afbeelding 1 – Elleboog versteller



Afbeelding 2 - Moersleutel



Afbeelding 3 - 1e verhoging



Afbeelding 4– 2e, 3e en 4e verhoging voor de armsteun

PROTOCOL

PRE-TESTFASE

1. Plaats het acrylaat plaatje in de acrylaat klem, boven op de armbeugel.



Afbeelding 6 – (Links) Verschillende maten abductiebogen.



Afbeelding 536 – (Boven) Bovenzijde armsteun, Zichtbaar is de de Armlengte versteller, Acrylaat klem en het Acrylaat plaatje.

Afbeelding 7 – (Rechts) 3 verschillende duimbuizen (basis) voor de rechter en linker duim.

TESTFASE

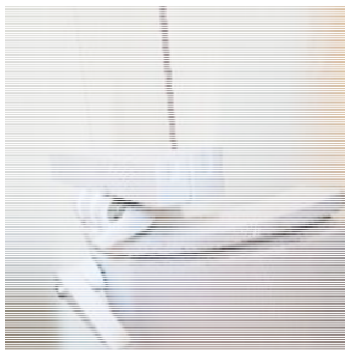
2. Vraag de proefpersoon zich achter een tafel met instelbare kruk/stoel te positioneren, waarna de stopwatch kan worden aangezet. Mocht zijn vastgesteld dat de persoon een instabiel gewricht heeft wordt verzocht eerst de CMC-1 stabilisatie methode (5.1) toe te passen.

Duim stabilisatie:

11. De duim diameter wordt opgemeten door middel van een schuifmaat, op basis hiervan kan de geschikte duimbuis (basis) worden bepaald.
12. De diameter van de abductieboog moet als laatste nog worden bepaald en met een moertje (M3) aan de duimbuis (basis) gemonteerd (Afbeelding 9). *De duimbuis heeft voor de linker en rechter duim een aparte versie, de bout moet naar proximaal zijn gericht en de opening aan de radiale zijde.*
13. De duimbuis (basis) wordt om de duim van de proefpersoon aangebracht (Afbeelding 10).
14. Aan de palmaire zijde wordt nu de gradenboog aangebracht, waarna het MCP-1 gewricht in desgewenste positie kan worden gebracht (functioneel $\pm 30^\circ$) (Afbeelding 10).
15. Eenmaal in de juiste positie kan door middel van aandraaien met de moersleutel (M3) de abductieboog worden vastgedraaid.
16. De gradenboog kan van de duim worden verwijderd en samen met de moersleutel weer worden opgeborgen.

Arm stabilisatie:

17. De armsteun basis wordt met ieder een hand vast gepakt en vastgedrukt tegen de tafel. *Onder de beugel basis zijn zes verschillende zuignappen bevestigd, die ervoor zorgen dat de basis niet beweegt gedurende het scannen.*
18. Nadat de basis in de juiste positie is gepositioneerd wordt de volledige arm tegen de armsteun geplaatst en de elleboog versteller (Afbeelding 1) ingesteld op diepte (Afbeelding 12) en op hoogte, door de 1^e verhoging (Afbeelding 3) te



Afbeelding 8 - Achterzijde Armsteun, Afbeelding 9 – Gemonteerde duimbuis
Zichtbaar is de inbussleutel voor de (basis) en abductieboog.
handfixatie en draaiknop om de
armversteller te kunnen fixeren.



Afbeelding 1037 – Gemonteerde
duimbuis (basis) en abductieboog na
aanbrengen op de proefpersoon

- positioneren tegen de elleboog versteller. De 2^e, 3^e en 4^e hoogte versteller kunnen naar behoefte worden opgestapelt (Afbeelding 4). Bij een te korte armbeugel lengte kan de armlengte versteller (Afbeelding 5) naar boven worden veresteld, door de schroef los te draaien en in de volgende verhoogde stand, weer vast te draaien (Afbeelding 8).
19. Door het kantelen van de armbeugel (Afbeelding 12) (voren/achter), kan de hand onder een comfortabele hoek worden ingesteld, dit door middel van de Moersleutel (M16) (Afbeelding 2) aan weerszijden aan te draaien.
 20. Hier op volgend wordt rond het polsgewricht de pols in de juiste positie gezet, en vast gedraaid met de inbussleutel (Afbeelding 10).
 21. Nadat de hand in beide gewrichten goed gepositioneerd staat en de arm tegen de armbeugel is gezet, kan met klittenband de arm worden gefixeerd (Afbeelding 12) en kan de stopwatch worden gepauzeerd.



Afbeelding 11 – De gradenboog laat zien dat de fixatie van het MCP-1 Gewricht in flexie stand nu 30° betreft.

POST-TESTFASE

22. Wanneer het scan proces voltooid is kan het klittenband los worden gemaakt, waarna de proefpersoon mag worden gevraagd om de hand uit de armbeugel te halen.
23. Voor de volgende meting wordt het acrylaat plaatje (Afbeelding 5) vervangen voor een nieuwe, samen met de duimbuis (basis) en abductieboog worden de onderdelen schoongemaakt voor her gebruik.



Afbeelding 12 – Onderte deel van de armbeugel, zichtbaar is de klittenband fixatie, elleboog versteller en de hoekkanteling van de armbeugel.

BIJLAGE U - VIDEO- EN 3D-SCANREGISTRATIE EVALUATIE PROTOCOL

MATERIALEN

Gedurende de fixatie zijn de volgende benodigdheden nodig:

- Instelbare stoel
- De Armfixator met de volgende bijbehorende onderdelen:
 1. Elleboog versteller (Afbeelding 1)
 2. 1e elleboog verhoging (Afbeelding 3)
 3. 2e, 3e en 4e elleboog verhoging (Afbeelding 4)
 4. M16 Moersleutel (Afbeelding 2)
 5. Armlengte versteller (Afbeelding 7)
 6. Acrylaat plaat (Afbeelding 7)
 7. Inbussleutel (Afbeelding 8)
- De Easy 2 Use fixator, met de volgende onderdelen:
 1. Duimbuis (basis) (Afbeelding 6)
 2. Abductieboog (Afbeelding 5)
 3. Flexie gradenboog (Links en Rechts) (Afbeelding 11)
 4. Moersleutel (M3)
 5. Moer (M3)



Afbeelding 3 - 1e verhoging Afbeelding 4 – 2e, 3e en 4e verhoging voor de armsteun



Afbeelding 1 – Elleboog versteller

Afbeelding 2 - Moersleutel (M16)

Afbeelding 5 – verschillende duimbuisen (basis) voor de rechter en linker duim.

Afbeelding 6 – Verschillende maten abductiebogen.

Voor de videoregistratie zijn de volgende materialen nodig:

- 2 Digitale fotocamera's met de volgende onderdelen:
- Oplader
- USB 2.0 Kabel voor data
- 2 Digitale fotocamera standaarden

Voor de 3D-scan zijn de volgende benodigdheden nodig:

- Ipad met de volgende onderdelen:
 1. Ipad oplader
 2. Apple Ipad USB 2.0 kabel
 - Ipad 3D-scanner met de volgende onderdelen:
 1. Ipad 3D-Scanner oplader



Afbeelding 7 – Bovenzijde armsteun, Zichtbaar is de de Armlengte versteller, Acrylaat klem en het Acrytlaa plaatje.

2. 3D-Scanner USB 2.0 Kabel

- Verbinding met een Wifi Netwerk

PROTOCOL

PRE-TESTFASE

Vooraf wordt bij de proefpersonen de volgende gegevens genoteerd: leeftijd, gender en duimomtrek.

FIXATIE PROCES: Op de armbeugel wordt het acrylaat plaatje (Afbeelding 7) bevestigd waarna de eerst volgende proefpersoon kan aantreden.

VIDEOREGISTRATIE PROCES: Voor de test zijn de twee digitale camera's door middel van de oplader en bijbehorende USB kabels opgeladen. Bij onvoldoende geheugen wordt overbodige data van de geheugenkaart verwijderd.

IPAD EN 3D-SCANNER: Voor de test zijn de twee digitale camera's, Ipad en Ipad 3D-scanner door middel van de oplader en bijbehorende USB kabels opgeladen.

TESTFASE

FIXATIE PROCES: Vraag de proefpersoon zich te positioneren achter een tafel met instelbare kruk/stoel. Mocht zijn vastgesteld dat de persoon een instabiel gewricht heeft wordt verzocht eerst de CMC-1 stabilisatie methode (5.1) toe te passen.

Duim stabilisatie: Mocht het CMC-1 gewricht stabiel zijn wordt aan de patiënt gevraagd om de duim in desgewenste duimprecisiegreep te brengen. De duim diameter wordt opgemeten door middel van een schuifmaat, op basis hiervan kan de geschikte duimbuis (basis) worden bepaald. Als laatste moet de abductieboog diameter nog worden bepaald. Belangrijk is dat de abductieboog de functionele/natuurlijke abductie positie weerspiegelt, ongeveer 20°. Nu zijn van beiden buiselementen de diameters bepaald en kan de proefafnemer beiden elementen



Afbeelding 8 - Achterzijde armsteun, zichtbaar is de inbussleutel voor de handfixatie en draaiknop om de armversteller te kunnen fixeren.



Afbeelding 9 – Gemonteerde duimbuis (basis) en abductieboog



Afbeelding 10 – gemonteerde duimbuis (basis) en abductieboog na aanbrengen op de proefpersoon.

monteren door de abductieboog aan de duimbuis (basis) vast te schroeven met de moer (M3) (Afbeelding 9). *De duimbuis heeft voor de linker en rechter duim een aparte versie. De bout moet naar proximaal zijn gericht en de opening aan de radiale zijde, dit kan alleen bij de juiste duimbuis (basis).* Na montage van beide elementen wordt de duimbuis (basis) om de duim van de proefpersoon aangebracht (Afbeelding 10). Controleer hierna nogmaals de diameter van beiden elementen waarna de proefpersoon de abductieboog mag omsluiten. Aan de ventrale zijde wordt nu de gradenboog aangebracht, waarna het MCP-1 gewricht in desgewenste positie kan worden gebracht (functioneel $\pm 30^\circ$) (Afbeelding 11). Eenmaal in de juiste positie kan door middel van aandraaien met de moersleutel (M3) de abductieboog worden vastgedraaid. De gradenboog kan van de duim worden verwijderd en samen met de moersleutel weer worden opgeborgen.



Afbeelding 11 – De gradenboog laat zien dat de fixatie van het MCP-1 Gewricht in flexie stand nu 30° betreft.

Arm stabilisatie: Nu de duim in de juiste positie staat gefixeerd, moet alleen de arm nog in de juiste positie worden gezet door middel van de armbeugel. *De kwaliteit van de scan valt of staat met een vaste positie gedurende het scanproces.* Pak de armsteun vast en bevestig deze op een vlakke ondergrond tegenover de proefpersoon. *Onder de beugel basis zijn zes verschillende zuignappen bevestigd, die ervoor zorgen dat de basis niet beweegt gedurende het scannen.* Nadat de basis in de juiste positie is gepositioneerd wordt de volledige dorsale zijde van de arm tegen de armsteun geplaatst μ en de elleboog versteller (Afbeelding 1) ingesteld op diepte (Afbeelding 12) en op hoogte, door de 1^e verhoging (Afbeelding 3) te positioneren tegen de elleboog versteller. *De 2^e, 3^e en 4^e hoogte versteller kunnen naar behoefte worden opgestapeld (Afbeelding 4).* *Bij een te korte armbeugel lengte kan de armlengte versteller (Afbeelding 5) naar boven worden versteld, door de schroef los te draaien en in de volgende verhoogde stand, weer vast te draaien (Afbeelding 8).* Door het kantelen van de armbeugel (Afbeelding 12) (voren/achter), kan de hand onder een comfortabele hoek worden ingesteld, dit door middel van de Moersleutel (M16) (Afbeelding 2) aan weerszijden aan te draaien. Hier op volgend wordt rond het polsgewricht de pols in de juiste positie gezet, en vast gedraaid met de inbussleutel (Afbeelding 8). *De precieze hoekinstelling is voor duimspalken niet van invloed, doordat deze orthoses niet tot over de pols lopen.* Nadat de hand in beide gewrichten goed gepositioneerd staat en de arm tegen de armbeugel is gezet, kan met klittenband (Afbeelding 12) de arm worden gefixeerd en is alles gereed voor de videoregistratie en 3D-scan proces.



Afbeelding 12 – Onderte deel van de armbeugel, zichtbaar is de klittenband fixatie, elleboog versteller en de hoekkanteling van de armbeugel.

VIDEOREGISTRATIE PROCES: Nu de arm in de juiste positie is gefixeerd, wordt er een markering geplaatst op

het palmaire MCP-1 gewricht en op de radiale zijde van het CMC-1 gewricht, door middel van botpalpatie. De digitale camera's worden vervolgens aan de standaarden bevestigd en aangezet in de video opname stand. De standaard met camera wordt nu frontaal en sagitaal rond de hand en armbeugel geplaatst. *Let hierbij op dat de camera en standaard horizontaal wordt geplaatst.* In het frontale vlak moet het middelpunt van de lens gericht zijn op het MCP-1 gewricht, waardoor de volledige flexie beweging wordt geregistreerd. Voor het sagittale vlak wordt de camera lens gericht op het CMC-1 gewricht, waardoor de volledige abductie beweging wordt geregistreerd. Nu kunnen de video opnames tegelijkertijd worden gestart door middel van de opname knop in te drukken. De opname duurt 10 seconden waarna de meting kan worden gestopt door nogmaals op de opname knop te drukken.

3D-SCANPROCES: De scan kan worden gestart door op 'start scan' te drukken. Door om de hand te bewegen zal stukje bij beetje de gehele hand op het scherm grijs worden ingekleurd. Let hierbij op dat ook de binnenzijde aan de palmaire zijde goed wordt geregistreerd, hier heeft de scanner moeite mee. Wanneer de scan klaar is wordt op 'done' gedrukt, je ziet nu een preview van de zojuist gemaakte scan. Bij goedkeuring wordt nogmaals op 'done' gedrukt, doe je dit niet dan wordt de scan niet bewaard.

POST-TESTFASE

VIDEOREGISTRATIE: de verschillende video opnames worden overgezet van camera naar computer. Daar worden de verschillende opnames binnen het programma kinovea geladen. Met de gradientool kunnen de gemarkeerde punten worden gevolgd. Printscreens worden van de MCP-1 flexie, CMC-1 abductie start en eind positie gemaakt, waarna de grades worden overgenomen naar een tabel (Evaluatie resultaten tabel 10)

3D-SCANPROCES: met de "meet tool" dat geïntegreerd is in het softwareprogramma wordt de duimomtrek gemeten. Gebruik hierbij de instellingen; circumference, Verticaal (Y-as) en right. Er verschijnt een boog om de duim die wordt verplaatst naar het 1^{ste} proximale phalanx, de omtrek is nu af te lezen.

BIJLAGE V – CMC-1 STABILISATIE RESULTATEN

Vraag 1: Heeft u met het toepassen van de tape fixatie voldoende stabilisatie weten te creëren?

Proefpersoon	Antwoord
PP1	Nee, minder dan actieve stabilisatie
PP2	Ja
PP3	Ja
PP4	Nee
PP5	Nee, minder dan actieve stabilisatie
PP6	Ja,

Vraag 2: Heeft u met het toepassen van de fysiotape voldoende rigiditeit om stabilisatie zoals beschreven in vraag één te creëren?

Proefpersoon	Antwoord
PP1	Ja, alleen met kinesiotape gedaan
PP2	Ja
PP3	Ja
PP4	Ja, na op rek brengen
PP5	Ja
PP6	Nee

Vraag 3: Heeft u moeite met het aanbrengen van de tape?

Proefpersoon	Antwoord
PP1	Nee
PP2	Nee
PP3	Nee
PP4	Nee
PP5	Nee
PP6	Nee

Vraag 4: Zo ja, kunt u kort verklaren of verwacht wordt dat na meer gebruik de kwaliteit van het tapen en daarmee de stabilisatie, kan worden verbeterd?

Proefpersoon	Antwoord
PP1	-
PP2	-
PP3	-
PP4	-
PP5	-
PP6	-

BIJLAGE W - FIXATIE EVALUATIE RESULTATEN

De handtherapeuten zijn genummerd van proefpersoon 1 tot en met proefpersoon 5, het antwoord op de gestelde vraag is rechts van de proefpersoon zichtbaar.

Vraag 1: wat is volgens uw stopwatch de benodigde tijd	
PP1	2:02
PP2	5:05
PP3	7:41
PP4	5:03
PP5	5:14
Gem.	5:00 minuten (301 Seconden)

Vraag 2: Heeft de fixatie in de elleboog de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	
PP1	Ja
PP2	Ja
PP3	Ja, alleen niet prettig voor mensen met een schouder aandoening
PP4	Ja, op verschillende punten instelbaar
PP5	Ja

Vraag 3: Heeft de fixatie in de pols de juiste positie voor u weten te creëren, zo niet waarom?	
PP1	Ik denk dat pols ook gefixeerd zou kunnen worden. Dat zorgt voor een betere passieve houding.
PP2	Ja
PP3	Ja
PP4	Ja, op verschillende punten instelbaar
PP5	Ja

Vraag 4: Heeft de fixatie in het CMC-1 gewricht de juiste abductie stand weten te creëren, zo niet waarom?	
PP1	Ja
PP2	Ja
PP3	Ja, geen afwijkingen CMC-1 en/of MCP-1
PP4	Ja, door de standaard acrylaat duimbuisje wordt snel en makkelijk de goede stand gecreëerd.
PP5	Ja

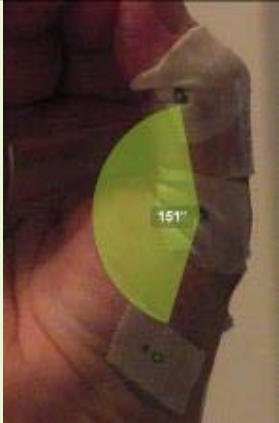
Vraag 5: Heeft de fixatie in het MCP-1 gewricht de juiste flexie stand weten te creëren, zo niet waarom?

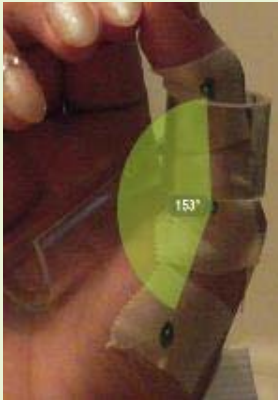
PP1	Ja
PP2	Ja
PP3	Ja, geen afwijkingen CMC-1 en/of MCP-1
PP4	Ja, door de standaard acrylaat duimbuisje wordt snel en makkelijk de goede stand gecreëerd. Dit kan gecheckt worden met de gradenboog.
PP5	Ja, de gradenboog is in het begin handig daarna zal het meer op gevoel worden gepositioneerd.

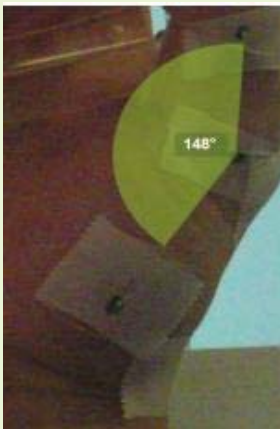
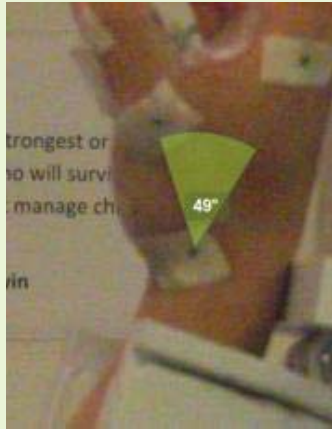
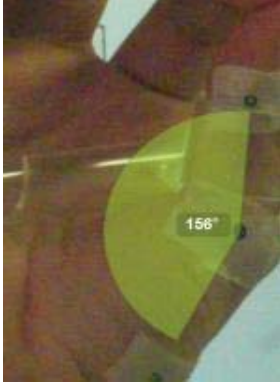
Vraag 6: Geven alle fixaties (Vragen 3, 4 en 5) in de duim u genoeg vrijheid om alle gewenste standen te kunnen creëren

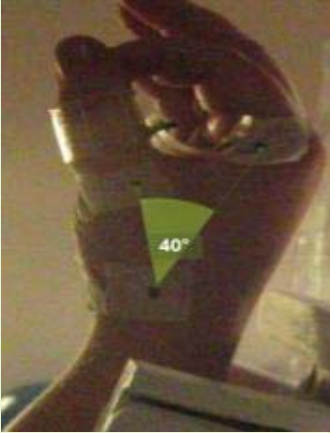
PP1	Ja
PP2	Ja
PP3	Ja, verwacht wordt dat tape in de meeste gevallen voldoende abductie kan geven.
PP4	Ja op alle antwoorden is ja geantwoord
PP5	Ja

BIJLAGE X – RESULTATEN VIDEOREGISTRATIE

Proefpers.	MCP-1 Flexie	CMC-1 Abductie beginstand	CMC-1 Abductie eindstand
PP1	 A photograph of a hand model with a yellow semi-circular protractor placed over the MCP-1 joint. The protractor shows a measurement of 137°.		
PP2	 A photograph of a hand model with a yellow semi-circular protractor placed over the MCP-1 joint. The protractor shows a measurement of 132°.		
PP3	 A photograph of a hand model with a yellow semi-circular protractor placed over the MCP-1 joint. The protractor shows a measurement of 151°.		

PP4			
PP5			
PP6			

PP7			
PP8			
PP9			

PP10			
PP11			
Gemiddelde	146,6°	26°	46,5°
Som Gemiddelde	$180-146,6=33,4^{\circ}$	$46,5-26=20,5^{\circ}$	