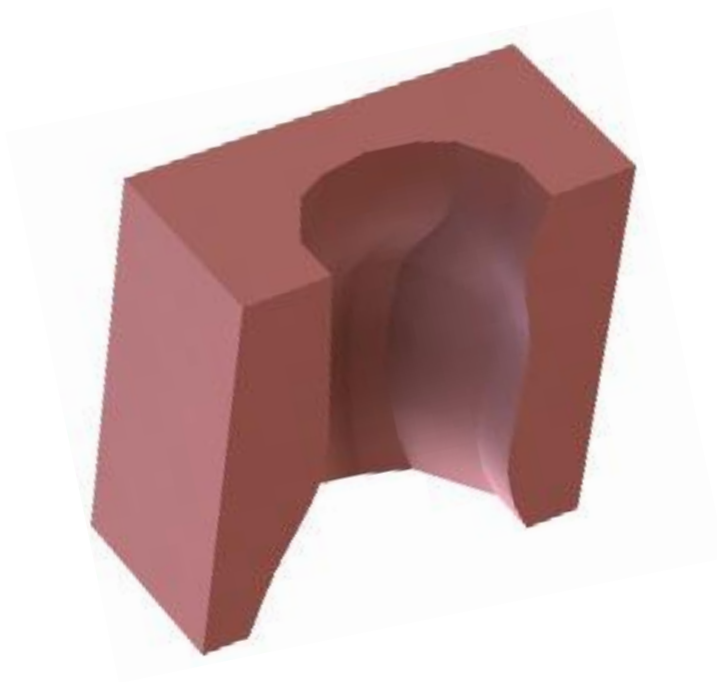


Mens en Techniek | Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

De productie van halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug

Afstudeerstage 2023

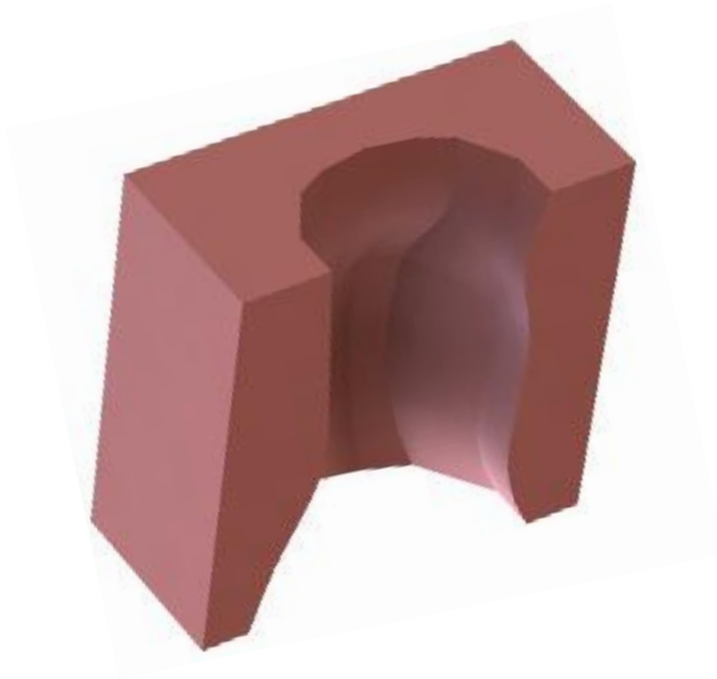


Guinevere Verbrugge

Mens en Techniek | Bewegingstechnologie, De Haagse Hogeschool

De productie van halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug

Afstudeerstage 2023



Guinevere Verbrugge

14-6-2023

Begeleider Ortho Innovatief: Arie van Tienhoven

Begeleider Haagse Hogeschool: Hajo Mossink

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeerscriptie voor de opleiding Mens en Techniek Bewegingstechnologie van Guinevere Verbrugge aan de Haagse Hogeschool. De afstudeeropdracht is in opdracht van Ortho-Innovatief onder begeleiding van dhr. H. Mossink van de Haagse Hogeschool en dhr. A. Van Tienhoven van Ortho-Innovatief. In dit verslag wordt de totstandkoming van het eindproduct beschreven en het is geschreven voor zowel zitorthesemakers binnen als buiten Ortho Innovatief. Het eindproduct is vooral gemaakt voor de nieuwe generatie zitorthesemakers en die van praktijken in het buitenland waarmee Ortho-Innovatief in contact staat.

Ik wil graag H. Mossink bedanken voor de ondersteuning en feedback die hij geboden heeft tijdens deze gehele afstudeerperiode en A. van Tienhoven en J. Siereveld voor deze uitdagende opdracht en nodige sturing. Ook wil ik M. Huisman bedanken voor de tijd die hij heeft genomen om ondersteuning en opheldering te bieden op het gebied van aanmeten. Tot slot wil ik mijn medestudent Dorien van der Veen bedanken voor de steun en gezelligheid die ze mij heeft geboden tijdens deze periode.

Guinevere Verbrugge

14 juni 2023, Nieuwkerk aan den IJssel

VOORWOORD	1
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
1.1 AANLEIDING	5
1.2 DOELSTELLING	6
1.2.1 Hoofdvraag.....	6
1.2.2 Deelvragen	6
1.3 RANDVOORWAARDEN	6
2. ANALYSE	7
2.1 DEEL 1	7
Scoliose in het algemeen	7
De gradatiebepaling van scoliose	8
De oorzaken van scoliose	8
Variantie en classificatie van scoliose	10
De doelgroep met scoliose in een zitorthese.....	11
Conclusie analyse deel 1	12
2.2 DEEL 2	12
De aanmeting van een scoliose rug.....	12
Verkrijgen van symmetrie bij een persoon met scoliose	14
De invloed van een scoliose op het lichaamsswaartepunt.....	14
Het bepalen van het verloop van de ribben	15
Verbeteringen ten opzichte van huidige aanmeetprocedure en de meerwaarde hiervan	16
Het Rhino programma	17
Conclusie analyse deel 2	17
3. EISEN EN WENSEN	18
3.1 EISEN	18
3.2 WENSEN	18
4. ONTWERPFASE	19
4.1 HOE KUN JE'S	19
4.2 MORFOLOGIE.....	19
4.2.1 Deel 1	19
4.2.2 Deel 2	20
4.3 CONCEPTEN.....	20
4.3.1 Concepten maken	21
4.3.2 Harrisprofiel.....	24
4.3.3 Eindconcept.....	24
4.3.4 Optimalisatie eindconcept	24
4.4 HET EINDPRODUCT	25
5. EVALUATIE	28
5.1 CONTROLE VAN DE EISEN	28
5.2 CONTROLE VAN DE EISEN	29
6. DISCUSSIE	30
6.1 ANALYSEFASE.....	30
6.2 CONCEPTFASE.....	30
6.3 EVALUATIE.....	30
7. CONCLUSIE	31

7.1 AANBEVELINGEN	31
LITERATUUR.....	33
BIJLAGE	35
BIJLAGE 1 : ZITBELASTINGANALYSE.....	35
BIJLAGE 2: DRUK MAT METINGEN.....	36
BIJLAGE 3: HOE KUN JE'S	40
BIJLAGE 4: FEEDBACK VAN DE ZITORTHESEMAKERS.....	44
BIJLAGE 5: HET AANMEETPROTOCOL	45
BIJLAGE 6: HET <i>GRASSHOPPER</i> PROGRAMMA VOOR <i>RHINO</i>	61
BIJLAGE 7: HET <i>HALFFABRICAT</i>	62

Samenvatting

In deze scriptie wordt het ontwikkelproces van een halffabricaat rugsteun voor mensen met een scoliose rug beschreven. Een scoliose is een deformiteit van de wervelkolom in alle drie de anatomische vlakken, die zicht kan onderscheiden in: krommingpatronen, -lengtes, -oriëntatie, -locatie en -mate. Daarnaast zijn er ook simpel gezegd vier oorzaken binnen scoliose: Congenitale-, Neuromusculaire, (adolescente) Idiopathische- en Degeneratieve scoliose. Een groot deel van deze groep kan met behulp van fysio-oefeningen, een brace of een operatie relatief normaal door het leven. Maar een klein deel van deze groep komt terecht in een zitorthese, waarbij het vaak gepaard met andere beperkingen. Er zijn dus ontzettend veel verschillende combinaties mogelijk binnen de scoliose rug, wat het onmogelijk maakt om één gestandaardiseerd halffabricaat te maken. Uiteindelijk is er voor gekozen om een aanmeetprotocol met corresponderend computerprogramma te maken een coördinaten systeem. Er zijn drie aanmeetprotocol concepten uitgewerkt en uiteindelijk is er gekozen voor het aanmeetprotocol op basis van een contourmeter, die de rug contour om vijf of zes verschillende op basis van niveaus vast kan leggen. Aan de hand hiervan kunnen tijdens het aanmeten coördinaten vastgelegd worden, die vervolgens in het programma geplaatst worden en er een halffabricaat ontstaat die al voor 80-90% af is. Bij de vervolg afspraak met de klant kan meteen getest worden hoe deze zit en hoeven alleen nog de details die de contourmeter heeft gemist, aangepast te worden. Deze gehele eindoplevering is relevant en voordelig voor de nieuwe generatie zitorthesemakers die het vak nog moeten leren en samenwerkingspartners in het buitenland doordat er met de coördinaten een universele communicatie gecreëerd is en daarmee op afstand samenwerken beter mogelijk wordt.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor ieder mens is een goede zithouding van groot belang, om zo andere lichamelijke ongemakken te voorkomen. Alleen is niet iedereen in staat om de correcte zithouding te handhaven, neem bijvoorbeeld de groep mensen die wegens een aandoening het grootste deel van de dag in een rolstoel zitten. Zij hebben een structurele deformiteit (scoliose), vergroeiingen (hyperlordose & -kyfose) of spieren die weinig tot geen kracht leveren (parese & paralyse) om de romp overeind te houden. Wanneer iemand langdurig een verkeerde lichaamshouding aanneemt, ontstaan of verergeren lichamelijke klachten als nek- en rugpijn (Barrington, z.d.). Deze pijn ontstaat doordat een verkeerde druk ontstaat op de botten en spieren van de rug. Ook kan het zorgen voor een slechtere bloedsomloop, doordat het bloed minder goed het desbetreffende lichaamsdeel kan bereiken. Bovendien kan er extra druk ontstaan op de maag en darmen, wat kan lijden tot een slechte spijsvertering (Corner Chiropractic Center, 2020). Bij een verkeerde nek- en hoofdpositie kan een slecht slikvermogen ontstaan door een slechte tong positionering (ACP, 2018). Voor mensen met een scoliose rug is het van groot belang dat zij een zo goed mogelijke zithouding aannemen om het vergroeiingsproces minder snel te laten verlopen.

Bij Ortho Innovatief komen mensen binnen die fysiek dusdanig beperkt zijn, dat zij vaak niet volledig of helemaal niet meer in staat zijn om zelf rechtop te kunnen zitten. De specialisten van dit bedrijf proberen er alles aan te doen om deze zithouding zo optimaal mogelijk te maken, om de gebruiker zo comfortabel mogelijk te maken en om bovengenoemde complicaties te voorkomen. Binnen Ortho Innovatief wordt onderscheid gemaakt tussen drie zogenoemde rug-groepen; parese/paralyse van de romp en rug, kyfose/lordose en scoliose. Hiervan is de scoliose rug het meest voorkomend, bij zowel kinderen als volwassenen (Mayfield Clinic, 2018). Ook is het de meest gecompliceerde rug omdat deze deformiteit zich in alle drie de anatomische vlakken bevindt (Illés, Tunyogi-Csapó & Somoskeőy, 2010). Bovendien kent scoliose vier oorzaken die allemaal eigen kenmerken hebben, deze oorzaken zijn: neuromusculair, congenitaal, idiopathisch en degeneratief (De Baat, van Biezen, & de Baat, 2012a). Dit allemaal maakt het een gecompliceerdere rug dan een parese/paralyse maar ook de kyfose/lordose rug die zich uitsluitend oriënteert in het sagittale vlak (Rohlmann, Klöckner & Bergmann, 2001).

Echter heeft A. van Tienhoven opgemerkt dat de kwaliteit van de zitortheses de afgelopen jaren achteruit gaat. De reden van deze achteruitgang komt doordat de vraag naar zitortheses met de jaren is toegenomen maar het aanbod binnen Ortho Innovatief onvoldoende is. Ze hebben te weinig zitorthesemakers die binnen dezelfde tijd de nodige kwaliteit kunnen leveren, doordat het voor nieuwe zitorthesemakers tijd kost om tot dit niveau te komen. Het kan zo zijn dat zij de theorie van het vak al snel begrijpen, maar ze de nodige apparatuur niet goed toepassen of te veel fouten maken in het aanmeten. Iedere klant is uniek, dus de nieuwe zitorthesemaker leert het best door mee te kijken met de ervaren zitorthesemaker en zelf werkervaring op te doen. Dit kost veel tijd en de ervaren zitorthesemakers hebben hier minder tijd voor, dus de nieuwe generatie moet al sneller zelfstandig werken. Een ander aangekaart probleem is dat de kwaliteit in minder ontwikkelde landen nog lang niet is waar ze bij Ortho Innovatief al wel zijn. De reden hiervoor is dat zij niet de beschikking hebben tot alle apparatuur die ze binnen Ortho Innovatief wel hebben en de kwaliteit van het aanmeten lager ligt.

Tijdens deze afstudeer periode zal er gekeken moeten worden om de kwaliteit van zitortheses binnen Ortho Innovatief en in minder ontwikkelde landen te verbeteren. Hierbij is het idee ontstaan om halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug te produceren binnen Ortho Innovatief. Oorspronkelijk was hierbij het idee dat het een gestandaardiseerd halffabricaat zal worden in drie maten, echter blijkt dit niet mogelijk door de extreme variaties en complexiteit van de scoliose rug. Van daaruit is er een nieuwe idee ontstaan om een aanmeetprotocol te maken. Dit aanmeetprotocol zal deels aspecten bevatten van de huidige aanmeetmethode, die er al voor zorgen dat de klant een goede zithouding

aanneemt. Hier zullen nog nodige stappen aan toegevoegd worden om onder andere de gibbus goed vast te leggen en te communiceren tussen zitorthesemakers onderling. Ook zal er een *Rhino* programma gemaakt worden, die correspondeert met de gegevens uit het aanmeetprotocol. Dit allemaal zorgt er voor dat er universele communicatie ontstaat en er makkelijker, sneller en op langere afstand beter samengewerkt kan worden en de kwaliteit van zitortheses verhoogt wordt.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek zal zijn **om een algemeen aanmeetprotocol en corresponderend *Rhino* programma te maken, waarmee er unieke halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug geproduceerd kunnen worden.** Met behulp van dit aanmeetprotocol wordt universele communicatie gecreëerd, waardoor het aanmeten voor minder ervaren zitorthesemakers vergemakkelijkt wordt en zitortheses op afstand gemaakt kunnen worden.

1.2.1 Hoofdvraag

“Hoe zien het aanmeetprotocol en – het corresponderend programma eruit die toegepast kunnen worden bij het produceren van halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug?”

1.2.2 Deelvragen

Deel 1

- Wat is Scoliose?
- Hoe wordt de gradatie per scoliose geval bepaald?
- Wat zijn de oorzaken van scoliose?
- Welke varianten en classificaties omvat scoliose?
- Welke doelgroep met scoliose zit er in een zitorthese?

Deel 2

- Hoe worden lichaamsmaten van een scoliose rug aangemeten?
- Wat zijn de huidige referentiepunten tijdens het aanmeten van een klant?
- Hoe wordt symmetrie verkregen bij een persoon met scoliose?
- Wat is de invloed van een scoliose op het lichaamszwaartepunt?
- Hoe kan het verloop van de ribben bij iedere breedte bepaald worden?
- Wat is de meerwaarde van dit nieuwe aanmeetprotocol?
- Welke aspecten zijn extra nodig tijdens het aanmeten van een klant?
- Wat is van belang bij het maken van het *Rhino* programma?

1.3 Randvoorwaarden

- De rugsteun moet passen op de schalen die binnen Ortho Innovatief verkregen worden.
- De rugsteun moet worden gemaakt van het polyether schuim die reeds aanwezig is binnen Ortho Innovatief.

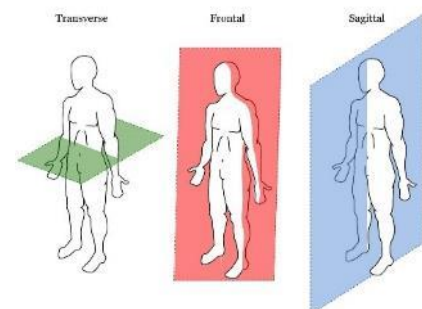
2. Analyse

Voorafgaande aan de concept- en ontwerpfase is het noodzakelijk dat een aantal zaken onderzocht worden. Om antwoord te kunnen krijgen op deze vragen zullen eerst een aantal deelvragen opgesteld en beantwoord moeten worden. Dit wordt gedaan aan de hand van een vooronderzoek, die zal bestaan uit literatuuronderzoek en een internonderzoek binnen Ortho Innovatief. Halverwege deze fase is er besloten om de analyse op te delen in twee delen. Het eerste deel had oorspronkelijk de insteek om een gestandaardiseerd halffabricaat te maken, maar deze insteek is veranderd waar in deel twee naar gehandeld wordt. In het eerste deel is vooral literatuuronderzoek gedaan waar diepgang gevonden is over alles rondom scoliose. In het tweede deel van de analyse wordt er onderzoek gedaan naar alles rondom het aanmeten. Hierbij is de insteek van de opdracht veranderd naar het produceren van een meetprotocol en -programma voor op maat gemaakte halffabricaten.

2.1 Deel 1

Scoliose in het algemeen

Scoliose is een deformiteit van de wervelkolom die bij 2-3% van de wereldwijde bevolking voor komt, waarbij er ter hoogte van de cervicale, thoracale en/of lumbale wervels afwijkende kromming plaatvinden. Scoliose kan ontstaan in zowel de eerste levensjaren als de latere levensjaren, maar bij het grootste deel van de gevallen ontstaat het tussen het tiende en vijftiende levensjaar. De deformiteit is redelijk gelijk verdeeld over de geslachten, maar bij meisjes en vrouwen komt het ongeveer acht keer vaker voor dat de scoliose zich doorontwikkeld, waarbij uiteindelijk een behandeling nodig is (AANS, z.d.). De scoliose bevindt zich in alle drie de anatomische vlakken die in figuur 1 zijn weergegeven, echter is het afhankelijk van de ernst van de scoliose in hoeverre dit per vlak tot uiting komt. In het frontale vlak is vaak een s- of c-vorm terug te zien, terwijl dit in een gezonde wervelkolom een enigszins rechte lijn is. *Het is dus belangrijk om deze twee vormen mee te nemen in het produceren van het halffabricaat.* In het sagittale vlak kan er links of rechts van de wervelkolom een gibbus ontstaan, wat zich uit als een bochel in de rug (Moninger, z.d.). Ook in het transversale vlak kan een deformiteit ontstaan, deze komt tot uiting als een kanteling in de wervelkolom die van bovenaf te zien zou zijn, zoals in figuur 2 is weergegeven (Illés, Lavaste & Dubousset, 2019). Ook is de deformiteit in dit vlak te zien wanneer iemand voorover buigt, waarbij de gibbus aan één van de zijdes van de wervelkolom uitsteekt wat is weergegeven in figuur 3. (MedlinePlus, z.d.).

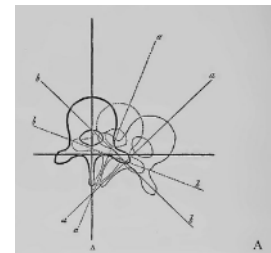


Figuur 1. De drie anatomische vlakken (Intergrative Fitness Training, 2017)



Figuur 2. Voorover buigtest gibbus (Medlineplus, 2021)

Een Scoliose kan zorgen voor een asymmetrische rug, waarbij de schouders, ribben en bekken aan de linker en rechterzijde een andere hoogte hebben. Bij een scoliose waarbij de kromming een cobbse-hoek van 50-60° heeft, zullen rugpijnklachten veel



Figuur 3. Wervel kanteling transversaal vlak (Illés, Lavaste & Dubousset 2019)

voorkomen (AANS, z.d.). Deze klachten zullen over het algemeen naar mate de persoon ouder wordt zonder behandeling erger worden. Ook kunnen er in de meest ernstige gevallen ademhalingsproblemen ontstaan, doordat de ribben tegen de longen aan drukken (Scoliosis Research Society, z.d.).

Eis: Het halffabricaat moet een beginnende s- en c-vorm uitgefreesd hebben.*

De gradatiebepaling van scoliose

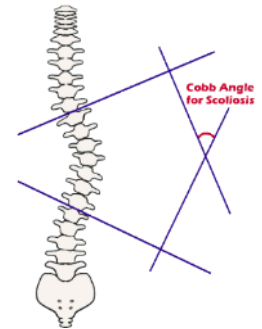
De ernst van scoliose gevallen is voor een groot deel afhankelijk van de grote en hoek van een kromming. Deze wordt bepaald aan de hand van de Cobb-methode, die inhoudt dat de hoek tussen de bovenste dekplaat van de bovenste meest scheefstaande wervel en de onderste dekplaat van de onderste meest scheefstaande wervel wordt gemeten (figuur 4).

Om de ernst te bepalen, wordt er onderscheid gemaakt tussen drie classificaties:

- 10-25° → lichte scoliose
- 25-40° → matige scoliose
- 40+° → hevige scoliose (clear institute, z.d.)

Iedere classificatie heeft een eigen behandelmethode, zo kan bij een *lichte* scoliose het monitoren van de kromming door regelmatige bezoeken aan de arts al voldoende zijn. Bij een *matige* scoliose lijkt het dragen van een brace nog een meerwaarde te hebben, doordat het vergroeien kan worden afgeremd of voorkomen. Echter werkt dit niet voor iedereen en kan de kromming uitgroeien tot boven de 40°, waarbij een operatieve spinale fusie bij uitgegroeide mensen een realistische optie lijkt. Hierbij wordt er een soort botmateriaal geplaatst tussen de desbetreffende wervels waardoor deze met elkaar fuseren waarna er metalen implantaten worden toegevoegd. Hierdoor wordt de kromming zoveel mogelijk gecorrigeerd, waarbij er stabiliteit in de wervelkolom gecreëerd wordt. (Boston Children's Hospital, z.d.; Medtronic, z.d.-b). *Klanten met een scoliose binnen Ortho Innovatief hebben vaak al een matige vorm, dus het is belangrijk dat het halffabricaat vanaf deze classificering toegepast kan worden.*

Eis: Het halffabricaat kan toegepast worden op ruggen van matige tot hevige scoliose.*



Figuur 4. De cobbse hoek (Polytechnic University, z.d.)

De oorzaken van scoliose

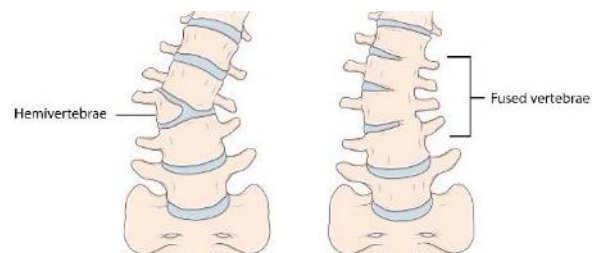
De oorzaken van scoliose kunnen verdeeld worden over vier categorieën (De Baat, van Biezen, & de Baat, 2012a):

- Congenitale scoliose (CS)
- Neuromusculaire scoliose (NMS)
- (Adolescente) Idiopathische scoliose (AIS / IS)
- Degeneratieve scoliose (DS)

Congenitale scoliose

Deze scoliose ontstaat door scheefgroei van de wervelkolom tijdens de embryonale ontwikkeling. De scheefgroei komt tot stand door een formatiedefect waar één of meerdere wervels niet volledig groeien (hemivertebra), een segmentatiedefect waar de wervel juist vergroeit met de boven- of onderliggende wervel of een combinatie van deze twee defecten (figuur 5).

Van de vier oorzaken komt deze het minst voor en wanneer de kromming in verloop van tijd niet groter wordt, hoeft er geen verdere behandeling plaats te vinden. (De Baat, van Biezen, & de Baat, 2012b). De progressie bij deze vorm van scoliose is variërend waarbij een groot deel van de doelgroep klachten zal ondervinden. Bij 50% vergroeit de kromming in een hoog tempo en is een behandeling nodig (Cho, Shepard & Arlet, 2018). Deze vergroeiingen vinden in veel gevallen plaats voor het tiende levensjaar waarbij de cobbse hoek al gauw rond de 40° ligt, maar het kan ook abrupter en op jongere leeftijd plaatsvinden (Giampietro et al, 2003). De krommingen kunnen zich op lumbaal, thoracolumbaal of thoracaal niveau bevinden maar op thoracaal niveau zal de hoek zelden voorbij 30% komen. Op (thoraco)lumbaal niveau zullen bij



Figuur 5. Rugwervels met hemivertebra en segmentatiedefect (Boston Children's Hospital, z.d.)

progressie deze krommingen in veel gevallen wel de 30% voorbij gaan (Arlet, Odent, Aebi, 2003). Deze vorm van scoliose gaat ook vaak gepaard met andere cognitieve defecten en afwijkingen van de ledematen, gehoorgang, blaas, nieren en spieren en botten (Boston Children's Hospital, z.d.-a).

➔ Voor 10^e levensjaar, vooral lumbaal maar ook thoracaal & klein stuk van de wervelkolom.

Neuromusculaire scoliose

Deze vorm ontstaat door scheefgroei van de wervelkolom ten gevolge van een beperkte ondersteuning van de wervelkolom door een neurologische aandoening, doordat de spieren zwak, spastisch of verlamd zijn. Van IS en CS is het de tweede meest voorkomende vorm van Scoliose, die voornamelijk bij kinderen en adolescenten ontstaat (De Baat et al., 2012b). In de volwassen levensjaren zullen de krommingen in de meeste gevallen wel verergeren, echter komt het bij deze vorm van scoliose niet veel voor dat er NMS ontstaat in de volwassen levensjaren. Voorbeelden waarbij dit wel gebeurt, zijn ziektebeelden als Multiple Sclerose (MS) of Parkinson (Columbia University, z.d.; UCLA Health, z.d.). Deze vorm van scoliose komt voornamelijk voor bij kinderen die dankzij de neuromusculaire aandoening al in een rolstoel zitten waarbij de scoliose vaak ontstaat of verergerd tijdens de groeispurt in de adolescentie jaren. Kinderen met een NMS die in een rolstoel zitten, vertonen regelmatig dat ze onderuitzakken of naar één zijde leunen of een gekanteld bekken waarbij decubitus kan ontstaan. De krommingen omvatten in de meeste gevallen een groot deel van de wervelkolom en de grote van de kromming neemt abrupter toe dan bij de andere oorzaken (De Baat et al., 2012b; Boston Children's Hospital, 2019).

➔ Vooral kinderen en adolescenten, zowel lumbaal als thoracaal & groot stuk van de wervelkolom.

(adolescente) Idiopathische scoliose

Als er over scoliose in het algemeen gesproken wordt, gaat dit vaak over IS, doordat zo'n 80% van alle scoliose gevallen in deze categorie valt. Idiopathisch wil zeggen dat er geen duidelijke oorzaak is, maar het is wel bekend dat genetica hierin een rol kan spelen en dat er in de meeste gevallen geen onderliggende gezondheidsproblemen spelen. IS kan verdeeld worden in drie leeftijdscategorieën; infantiel, juveniel en adolescent.

Infantiel (0-4 jaar):

Omvat zo'n 4% van de IS gevallen, komt meer voor bij jongens, bevindt zich meestal op thoracaal niveau en heeft 75% van de tijd een linksconvex.

Juveniel (4-9 jaar):

Omvat zo'n 15% van de IS gevallen, komt meer voor bij meisjes, bevindt zich meestal op thoracaal niveau en heeft meestal een rechtsconvex.

Adolescent (AIS) (+10 jaar):

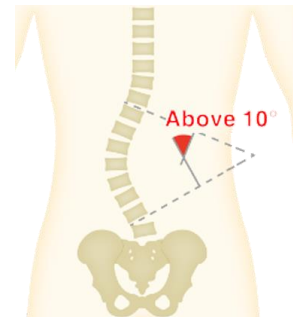
Omvat zo'n 80% van de IS gevallen, komt meer voor bij meisjes/vrouwen, bevindt zich meestal op thoracaal of thoracolumbaal niveau en heeft meestal een rechtsconvex.

Wanneer de scoliose in de infantiele of juveniele jaren al opgemerkt wordt, kan het goed gemonitord en beter behandeld worden dan in de adolescentie jaren (De Baat et al., 2012a). Dit kan wanneer de krommingshoek tijdens de groei onder de 25° en bij een uitgegroeid persoon onder de 50° blijft. Dit kan doormiddel van het dragen van een brace. Wanneer de hoek van een groeiend persoon groter dan 45° en van een uitgegroeid persoon groter dan 50° is, lijkt een operatie in veel gevallen de beste optie (Scoliosis Research Society, z.d.-b).

Degeneratieve scoliose

Deze vorm van scoliose heeft veroudering als oorzaak en gaat vaak gepaard met een hyperlordose - kyfose (de Baat et al., z.d.). Een hyperlordose houdt in de onderrug extra hol wordt en een hyperkyfose betekend dat de boven rug extra bol wordt (Gezondheidsplein, 2022). Ieder gezond mens die ouder wordt zal achteruitgang van de tussenwervelschijven ervaren, simpelweg omdat deze schijven verslijten. Echter gaat dit proces bij sommige mensen sneller en ontstaan er meer

lichamelijke- en pijnklachten. Wanneer dit proces aan één zijde sneller gaat dan aan de andere zijde en deze Cobbse hoek groter is dan 10° , ontstaat er een scoliose. Deze kromming bevindt zich bij DS meestal in een c-vorm in de lumbale wervels en het is een relatief klein gebied van de wervelkolom die verkromd (figuur 6). De exacte statistieken zijn onbekend, maar de schatting is dat 60% van de mensen boven de zestig jaar een DS hebben. Echter is de scoliose bij het grootste deel van deze groep licht, waarbij ze met enig regelmaat pijn of stijfheid in de onderrug ervaren wat verholpen of verlicht kan worden doormiddel van fysiotherapie, medicatie en aanpassingen van levensstijl. Zelden komt het voor dat deze populatie geopereerd wordt aan de scoliose. De redenen hiervoor zijn onder andere dat de kromming vaak licht tot matig blijven en zo'n rugoperatie riskant en niet altijd voordelig is voor deze leeftijdsgroep (De Baat et al 2012b; Duncan, 2017).



Figuur 6. Rugwervels met degeneratieve Scoliose (ILClinic, 2022)

→ Komt voor bij ouderen, vooral lumbaal, klein stuk van de wervelkolom

Hieruit valt het dus op dat alle vier de oorzaken allemaal andere kenmerken hebben. Zo komt het bij DS sneller voor dat de scoliose zich bevindt op lumbaal niveau terwijl de andere drie vormen vaak naast lumbaal- ook op thoracaal niveau zitten. *Deze variaties moeten daarom meegenomen worden in het eindproduct.*

Eis: Het halffabricaat moet geproduceerd kunnen worden voor krommingen op alle rugwervelniveaus*

Eis: Het halffabricaat moet geproduceerd kunnen worden voor alle vier types scoliose.*

Variantie en classificatie van scoliose

In scoliose kan er onderscheid gemaakt worden tussen de oriëntatie van de kromming (links of rechts), het aantal krommingen (enkel, dubbel of trippel), locatie (lumbaal, thoracolumbaal, thoracaal, thoracocervicaal en cervicaal), de lengte van de kromming over de wervelkolom, de mate van de kromming (cobbse hoek; licht, matig, hevig) en de oorzaak (CS, MNS, IS of DS). Al deze factoren spelen mee in de impact en ernst van de scoliose en kan variëren tussen geen klachten ervaren tot meervoudige beperkingen (De Baat et al., 2012a).

Convex oriëntatie

Wanneer de kromming zich aan de linkerzijde van het lichaam bevindt, wordt dit ook wel een linksconvex of een levoscoliose genoemd. Wanneer deze juist aan de rechterzijde is georiënteerd, wordt dit een rechtsconvex of dextroscoliose genoemd (Cleveland Clinic, 2022).

Uit onderzoek blijkt dat 85% tot 90% van de AIS gevallen een rechtsconvex hebben, waarbij de kromming zich op thoracaal niveau bevindt. Echter wordt een linksconvex waarbij de kromming zich op thoracaal niveau bevindt eerder gekoppeld aan een scoliose waarbij onderliggende neuromusculaire aandoeningen voorkomen. Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat bij een NMS de prominente kromming vaak een linksconvex heeft op thoracaal niveau (Horne, Flannery, Usman, 2014). Dit gaat deels in tegen de conclusie die getrokken kan worden uit het onderzoek van Chiu, Huang & Hsu (1998). Zij concluderen namelijk dat meest voorkomende combinaties rechtconvex op thoracaal niveau met 28% en linksconvex lumbaal niveau met 22% zijn. Het is wel duidelijk dat de NMS in relatie staat met de linksconvex maar het is uit deze twee onderzoeken niet volledig helder of dit meer voorkomt op thoracaal of lumbaal niveau. *Het is dus belangrijk dat in de eindoplevering rekening gehouden wordt met deze convex mogelijkheden.*

Kromming patronen & oriëntatie

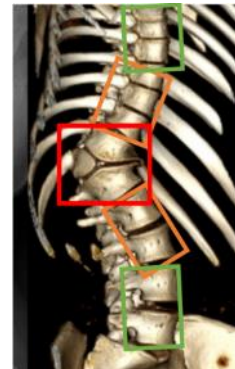
Er kan onderscheid gemaakt worden tussen diverse krommingspatronen in combinatie met de kromming oriëntatie. De enkele thoracale kromming is het meest voorkomende patroon met 37%,

daarna komt de enkele lumbale kromming met 30%, de dubbele thoracale/lumbale krommingen met 13%, enkele thoracolumbale kromming met 13% en tot slot de dubbele thoracale kromming met 6,6% (Chiu et al., 1998).

Kromming omvatting wervelkolom

De impact van de scoliose is afhankelijk van de omvatting van de kromming over de wervelkolom, dit verschilt per soort scoliose en varieert ook binnen elke soort. Bij NMS kan dit een groot deel van de wervelkolom omvatten op zowel thoracaal als lumbaal niveau (Boston Children's Hospital, 2019).

Wanneer er gekeken wordt naar CS, dan kan deze omvatting erg variëren. In principe gaat het bij deze scoliose om twee wervels die incorrect groeien en het is afhankelijk van deze cobbse hoek, hoe groot deel van de wervelkolom omvat wordt. Wanneer deze hoek matig is, zal de omvatting kleiner zijn dan bij een extreme cobbse hoek. Bij een extreme kromming kost het namelijk meer wervels om over te lopen (oranje kaders) in de rechte wervels (groene kaders), in figuur 7 is zo'n verloop weergegeven. IS is een grote groep waarbij per leeftijdscategorie al grote verschillen in oriëntatie en krommingspatronen ondervonden worden. Wanneer de kromming enkel C-vormig is zal de omvatting kleiner zijn bij een dubbele of trippel S-vormige kromming. Al deze gevallen komen regelmatig voor bij IS. In het geval van DS is de omvatting over het algemeen ook relatief klein in vergelijking met de NMS omdat het voornamelijk impact heeft op de lumbale wervels en meestal C-vormig is waardoor een groot deel van de thoracale wervels recht verlopen (Duncan, 2016).



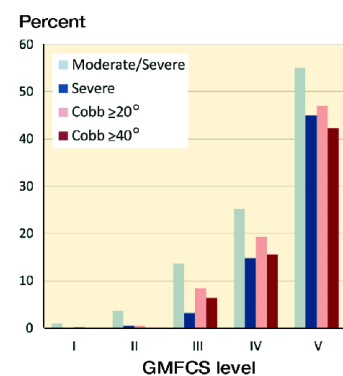
Figuur 7. Korte kromming (International Journal of Orthopaedics, 2020)

Eis: Het halffabricaat moet geproduceerd kunnen worden voor zowel een linksconvex als rechtsconvex*

De doelgroep met scoliose in een zitorthese

Om een duidelijk overzicht te krijgen van de scoliose doelgroep die in een rolstoel zitten, kan dit geclassificeerd worden aan de hand van het Grof Motorisch Functionering Classificatie Systeem (GMFCS). Binnen Ortho Innovatief komen voornamelijk mensen binnen die zich bevinden in klasse 4 of 5. Klasse 4 houdt in dat de persoon in principe nog instaat is om korte afstanden te lopen met bijvoorbeeld een looprek, maar een groot deel van de tijd zitten ze in een rolstoel. Wanneer ze zich in klasse 5 bevinden, zijn ze niet instaat om zelf te lopen en dus rolstoel gebonden. Het motorisch functioneren is hier vaak beperkt, waardoor ze veel ondersteuning in de rolstoel en begeleiding nodig hebben (Cerebral Palsy Society, z.d.).

De scoliose gevallen die in een rolstoel terecht komen, hebben vaak al last van spiervernakking en door de zwaartekracht die op hun lichaam werkt, wordt de scoliose in verloop van tijd erger. Scoliose is in de meeste gevallen daarom ook niet de primaire oorzaak, maar juist een gevolg van een mobiliteit gerelateerde aandoening, waaronder een groot deel neuromusculair is (Watanabe, 2015). NMS heeft over het algemeen ook een progressiever verloop dan IS waardoor de klachten extremer zijn, juist omdat het gepaard gaat met deze aangedane mobiliteit en daarom zullen ze ook sneller in een zitorthese terecht komen. (Allam & Schwabe, 2013). Binnen Ortho Innovatief is o.a. Cerebrale Parese (CP) een veel voorkomend ziektebeeld, wat vaak gepaard gaat met NMS. Uit een onderzoek van Hägglund, Pettersson, Czuba, Persson-Bunke & Rodby-Bousquet (2018) is naar voren gekomen dat van de mensen met CP die zich bevinden in klasse 5 van het GMFCS, zo'n 40% tot 55% een matige tot hevige scoliose heeft. Oftewel, de Cobbse hoeken zijn groter dan 20°, zie figuur 8.



Figuur 8. Percentages van individuen van GMFCS klasse 1-5 met de categorieën 'moderate/severe' en 'severe' aan de hand van klinisch onderzoek en 'cobb ≥ 20°' en 'cobb ≥ 40°' (Hägglund, Pettersson, Czuba, Persson-Bunke & Rodby-Bousquet, 2018)

Conclusie analyse deel 1

Uit dit deel van de analyse kan geconcludeerd worden dat tussen de vier verschillende soorten scoliose meerdere aspecten zijn waarin ze zich onderscheiden van elkaar en dat dit verschil zelfs binnen elke soort al te zien zijn. Daarom is het niet mogelijk om een gestandaardiseerde scoliose halffabricaat te produceren die een meerwaarde zou hebben. Als al deze variaties meegenomen worden in het halffabricaat zal er maar weinig polyether gefreesd worden waardoor er geen tijd bespaard wordt en de productie vermoedelijk juist meer tijd gaat kosten in verband met voorbereidingstijd. Als de halffabricaten wél een meerwaarde moeten hebben, komen er te veel specifieke halffabricaten, omdat er onderscheid gemaakt moet worden in de oorzaak, krommingpatronen, -lengtes, -oriëntatie, -locatie en -mate. Het opbergen en het uitzoeken van het meest toepasselijke halffabricaat zal ook tijd in beslag nemen.

Dit is ook in overleg met A. van Tienhoven en M. Huisman (orthopedische zitorthesen specialist) geconcludeerd. Daaruit is wel een nieuw idee ontstaan waarbij er op maat gemaakte halffabricaten geproduceerd kunnen worden waarbij het wél een meerwaarde heeft. Dit kan doormiddel van een aanmeetprotocol en corresponderend *Rhino* programma. Aan de hand van dit protocol komen gegevens die in het programma gezet kunnen worden, die er een halffabricaat van zal maken.

2.2 Deel 2

In dit deel van de analyse zal er meer ingegaan worden op het aanmeten van de klanten. Een deel hiervan zal onderbouwt zijn aan de hand van literatuur onderzoek en het andere deel van de informatie is verkregen van M. Huisman, met wie gesproken is, klanten bekeken zijn en een casus is doorgelopen. Ook zal er gekeken worden hoe het mogelijk gemaakt kan worden om het *Rhino* programma te laten corresponderen met het aanmeetprotocol.

De aanmeting van een scoliose rug

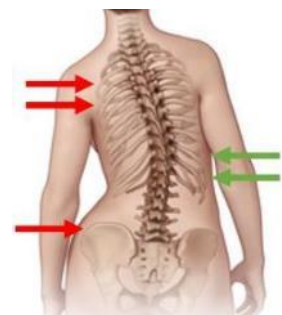
Binnen Ortho Innovatief wordt er gewerkt met een zitbelastinganalyse, die teruggevonden wordt in bijlage 1. Dit formulier geeft aan welke lichaamsmaten gemeten moeten worden en hoe dit ongeveer moet gebeuren. Iedere klant is uniek, iedere zitorthesemaker heeft een eigen manier van handelen en door ervaring op te doen kunnen ze beredeneren waarom ze bepaalde keuzes moeten maken tijdens zo'n aanmeting. *Het is dus belangrijk om in het protocol soms meerdere aanmeetmogelijkheden aan te bieden, omdat er vaak meer dan één goede methode bestaat en die niet altijd uitgevoerd kan worden.* De huidige aanmeetmethode omvat een analyse die opgedeeld wordt in drie of soms vier fases. Deze analyse bestaat uit: de huidige zitting, ligpositie en in de passtoel. In sommige gevallen wordt na de analyse in de ligging ook nog gekeken naar het zelfstandig zitten, vaak bij kinderen.

Analyse in huidige zitting

Tijdens de kennismaking zal de zitorthesemaker eerst samen met de (verzorgers van) de klant bespreken wat de aandachtspunten zijn, waarna de evaluatie in de huidige zitting uitgevoerd wordt. Er wordt gekeken naar de zitdiepte en rug positionering.

Analyse in ligging

Hierbij wordt de klant in liggende positie gebracht, waarbij de zwaartekracht zorgt dat alle lichaamsdelen naar het oppervlak getrokken worden en geen spierkracht nodig is om in deze positie te liggen. Op deze manier kan het lichaam makkelijker gemanipuleerd worden en kan gekeken worden naar de mogelijkheden om symmetrie te verkrijgen. Dit wordt gedaan door met één hand de convex en met de andere hand in tegenovergestelde richting boven of onder het convex niveau zoveel mogelijk naar mediaal te duwen (figuur 9). Ook wordt hier gekeken naar de mobiliteit van de nek, heupen en onderrug.



Figuur 9. Steunpunten romp voor symmetrie (My Heart Alberta, z.d.)

Analyse in passtoel

In de passtoel wordt eerst de uitgangszithoek bepaald, waarbij een hoek van 90° tot 105° wordt gezien als een actieve zithouding en de hoeken boven de 105° als passief (Beumer, et al., 1999). Deze keuze wordt gebaseerd op de behoeften van de klant. Hierna wordt gekeken of de klant goed achterin de passtoel zit, om verkeerde metingen te voorkomen. Ook kan met behulp van een laserlijn de hartlijn gevisualiseerd worden, die de zitorthesemaker helpt bij het verkrijgen van symmetrie. Vervolgens zullen diverse lichaamsmaten aangemeten worden: talud diepte, lumbaal hoogte, zitdiepte en onderbeenlengte. Nadat al deze maten zijn vastgelegd, gaat de zitorthesemaker de klant zo positioneren zoals gewenst wordt. Dit wordt gedaan met behulp van extra handen, polyetherschuimblokken en/of opblaaskussentjes. Wanneer deze gewenste positie aangehouden wordt, kan de zitorthesemaker de heupbreedte, rompbreedte, okselpunten en schouderhoogte aftekenen en/of afmeten. Wat deze huidige referentiepunten en lichaamsmaten betekenen en hoe deze gemeten worden, wordt hieronder kort samengevat:

Romplengte: De afstand tussen het zitvlak en de bovenkant van de schouders.

Okselhoogte: De afstand tussen het zitvlak en de oksels.

Bij een volwassen persoon is de vuistregel dat de afstand tussen de oksels en bovenkant van de schouders ongeveer 20 cm is. Wanneer dit erg afwijkend is, moet dit opnieuw gemeten worden omdat de kans zeer aanwezig is dat de zitorthesemaker een fout heeft gemaakt.

Rompbreedte: De afstand die gemeten wordt op ongeveer het breedste stuk van de romp. Deze ligt ongeveer rondom de 6^e rib en ligt vaak iets onder de oksel punten. Momenteel is hier geen streng protocol voor.

Heupbreedte: De afstand die gemeten wordt op het breedste stuk van heupen/bovenbenen.

Wanneer de persoon zit, zal het been vet wat uitspreiden over het zitvlak. De zitorthesemaker zet bij zowel het linkerbeen als rechter been aan de laterale zijde een streep op het zitvlak en meet deze afstand op.

Zitdiepte: Dit is de afstand van de rugsteun tot de knieholtes. Het is hierbij van noodzaak dat de persoon volledig achterin de passtoel zit.

Onderbeenlengte: Dit is de afstand tussen de voetzolen en de knieholtes, wanneer de voetsteun op de juiste hoogte is ingesteld.

Bij een volwassen persoon zijn de boven benen vaak tussen de 2 en 5 cm langer dan de onderbeenlengte. Wanneer dit verschil dus meer dan 6 cm is, lijkt het verstandig om deze twee metingen opnieuw te doen. Vaak zit het probleem dan in de zitdiepte doordat de persoon niet volledig achterin zit. De zitorthesemaker kan in sommige gevallen hierbij helpen, door de persoon naar voren te laten leunen, de handen van de zitorthesemaker vast te laten pakken waarbij ze iets naar de zitorthesemaker toetrokken worden en vervolgens verder naar achter te schuiven. Dan zit de persoon volledig achterin en is de zitdiepte betrouwbaar.

Taludlengte: De talud is de zitkuil van het zitvlak. Deze kuil zorgt er voor dat het achterwerk van de persoon dieper ligt dan de bovenbenen waarbij de persoon verplicht wordt om verder achterin de orthese te zitten. Deze lengte kan op meerdere manieren bepaald worden:

1. De lengte wordt bepaald door te kijken waar het achterwerk overloopt in de bovenbenen.
2. De lengte wordt bepaald met behulp van een roller die onder het zitvlak ligt. Deze wordt richting het achterwerk gerold totdat de weerstand te groot wordt. De afstand tussen de rugsteun en de roller is de lengte van de talud.

Lumbaal hoogte: dit is de afstand tussen het zitvlak en de crista iliaca.

Al deze maten worden afgetekend en genoteerd en verwerkt in een polyetherschuimblok. De methodes die nu uitgevoerd worden werken goed, alleen kost dit te veel tijd om binnen een korte periode volgens gewenste kwaliteit te leren. *Het protocol wordt daarom liever niet te afwijkend van de huidige methode.* Wanneer dit wel gebeurt, wordt de kloof tussen de ‘oude’ en ‘nieuwe’ methode anders te groot, waardoor het juist moeilijker wordt om onderling te communiceren.

Eis: Het protocol biedt indien mogelijk minimaal twee aanmeetmethodes aan die tot hetzelfde resultaat leiden.

Eis: Het aanmeetprotocol bevat minstens de drie fases van de huidige analyse tijdens het aanmeten.

Wens: Het aanmeetprotocol zal niet te veel afwijken van huidige meetmethode.

Verkrijgen van symmetrie bij een persoon met scoliose

Bij het aanmeten van een klant wilt de zitorthesemaker het liefst dat er symmetrie gevonden wordt in de romp en de bekken. Het komt vaak voor dat het niet mogelijk is om deze symmetrie in beide lichaamsdelen te verkrijgen, waardoor er een keuze gemaakt moet worden. In veel gevallen wordt het bekken zo symmetrisch mogelijk gepositioneerd en de romp daarop aangepast. Om met het blote oog te zien of iets symmetrisch is, wordt er gebruik gemaakt van een hartlijn. Dit is een lijn die mediaal door het lichaam loopt en wordt in het midden van het bekken gezet en verticaal doorgetrokken in de zitting en rugsteun. In figuur 10 is te zien hoe zo'n lijn loopt over een passtoel. Dit kan gedaan worden met een krijtstreepje op de passtoel (groene cirkel) maar het kan ook met een laserlijn (rode kader) die eventueel ook overgetrokken kan worden. Met behulp van deze lijn is snel te zien waar de asymmetrie plaatsvindt doordat de romp meer aan een zijde van de lijn gepositioneerd is dan aan de andere.



Figuur 10. Passtoel met de hartlijn weergegeven in krijt (groene cirkel) en een lichtlaser lijn (rode kader).

De zitorthesemaker moet uiteindelijk een keuze maken in hoeverre het voordelig is om de symmetrie te verkrijgen. Het kan zo zijn dat er veel in de romp aangestuurd kan worden waardoor wel het hoofd in een onprettige hoek komt te staan waarbij het blikveld aangetast wordt. Hiervoor is geen streng protocol en daarom is het aan de zitorthesemaker om in overleg met de verzorger van de klant of met de klant zelf (wanneer de klant zelf kan communiceren) te overleggen welke afwegingen er gemaakt moeten worden.

Eis: Het aanmeetprotocol werkt aan de hand van de hartlijn.

De invloed van een scoliose op het lichaamszwaartepunt

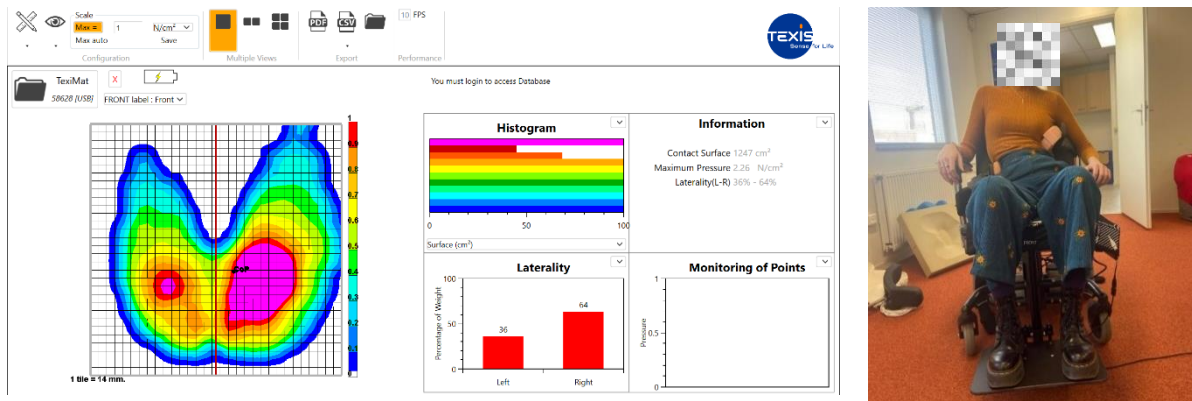
Scoliose kan zorgen voor een drukverschil tussen de linker en rechterzijde van het lichaam, waarbij ook het lichaamszwaartepunt kan afwijken van de hartlijn en meer ligt aan de zijde waar druk geleverd wordt. Dit gebeurt vaak al bij een Cobbse hoek van $\geq 10^\circ$, dit blijkt uit het onderzoek van Park et al. (2013). In dit onderzoek waren er drie groepen die verdeeld werden op basis van de Cobbse hoek ($10-19^\circ$, $20-29^\circ$ & $\geq 30^\circ$) die vergeleken werden met een controle groep bestaande uit mensen zonder een scoliose ($\leq 10^\circ$). Het resultaat was dat tussen de scoliose groepen en de controle groep wél een significant verschil te zien was tussen de links-rechts balans, oftewel bij de scoliose groepen neigde de bekken en romp meer te leunen naar links of rechts.

Om dit fenomeen zelf te bekijken, is er gekozen om ook nog metingen met een druk mat te doen, waarbij er diverse vormen van scoliose zijn gesimuleerd. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in tabel 1. Hier is te zien dat aan de zijde waar de kromming het meest prominent is, ook de druk hoger is en dat betekend ook dat het lichaamszwaartepunt aan die zijde ligt.

Tabel 1. Drukverdeling tussen links en rechts bij scoliose op verschillende niveaus bij twee proefpersonen.

Scoliose verloop	Proefpersoon 1	Proefpersoon 2
Thoracal rechts & Lumbaal links	L-58% & R-42%	L-59% & R-41%
Thoracolumbaal rechts & Lumbaal links	L-68% & R-32%	L-61% & R-39%
Lumbaal rechts & Thoracal links	L-35% & R-65%	L-37% & R-63%
Lumbaal rechts & Thoracolumbaal links	L-33% & R-67%	L-35% & R-65%
Thoracolumbaal rechts & Thoracolumbaal links + Hoofdsteun	L-29% & R-71%	L-39% & R-61%

In figuur 11 is één van deze resultaten weergegeven (lumbaal rechts & thoracolumbaal links, proefpersoon 2) met de drukverdeling en een foto van de bijbehorende scoliose simulatie. De rest van de metingen zijn terug te vinden in bijlage 2.



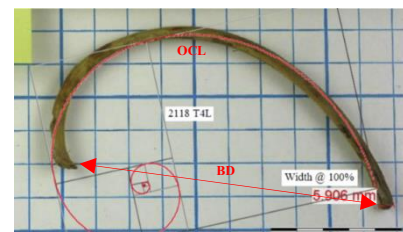
Figuur 11. Drukverdeling en foto van proefpersoon 2 waarbij een dextroscoliose rondom (thoraco)lumbaal is gesimuleerd. Hier is te zien dat de druk aan de convex zijde (rechts) verhoogd is en daardoor ook het lichaamszwaartepunt naar die zijde verplaatst is.

Wens: Het opgeleverde halffabricaat zorgt er voor dat het lichaamszwaartepunt zo dicht mogelijk bij de hartlijn komt te liggen.

Het bepalen van het verloop van de ribben

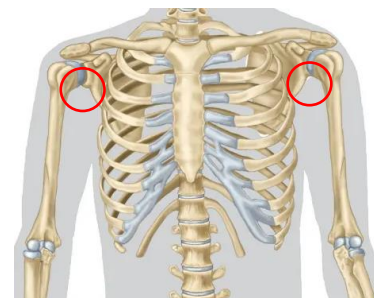
In heviger scoliose gevallen vindt vaak asymmetrie in de riblengte plaats, waarbij de ribben van de convex korter zijn dan die van de concave, dit blijkt uit het onderzoek van Zhu et al. (2010). Echter blijkt hieruit ook dat deze rib-asymmetrie secundair aan de scoliose is, dus niet de oorzaak. In de meeste gevallen wordt er gesproken over een hoekverandering van de ribben, een lateraal verschil tussen de ribben aan de linker en rechterzijde van de wervelkolom of de fusering van meerdere ribben. Bij scoliose gaat het dus niet om een misvorming van de rib zelf, deze vorm zal nooit in grote maten veranderen (Schwend et al, 2015).

Uit diverse onderzoeken blijkt dat de vorm van ribben erg overeenkomt met de logaritmische spiraal ofwel de 'gouden ratio', zoals in figuur 12 is weergegeven. Er wordt een gemiddelde afwijking van 8% tussen de ribben en deze spiraal gevonden, waarbij een groot deel van deze afwijking bij zich bevindt bij de aanhechtingen tussen de ribben en het Sternum en de wervelkolom. Ook komt deze afwijking doordat niet alle ribben exact dezelfde vorm en formaat hebben en allemaal een ander groeiverloop doormaken. Zowel de Outer Coastal Length (OCL) als de Base Diameter (BD) doorstaan over het algemeen en lineaire groei, die rond het twintigste levensjaar stopt (Schwend et al, 2015).



Figuur 12. De vierde rib van een mens, waarin te zien is dat deze de vorm van een logaritmische spiraal aanhoudt. (Schwend et al., 2014)

Voor de radius die uit het schuim gesneden moet worden, is het alleen van belang om deze van T5 t/m T10 te berekenen. Zoals in figuur 13 te zien is, vallen T1 t/m T4 namelijk boven het okselpunt, vanaf waar de uitlijning van de ribben niet meer aangehouden wordt omdat de schouderbladen zich hier bevinden. Ook T11 en T12 worden niet meegenomen hierin omdat dit de zwevende ribben zijn die niet aan het sternum verbonden zijn en daardoor soms afwijken van de rest. Tijdens het aanmeten geldt de berekening van de radius dus alleen voor T5 t/m T10.



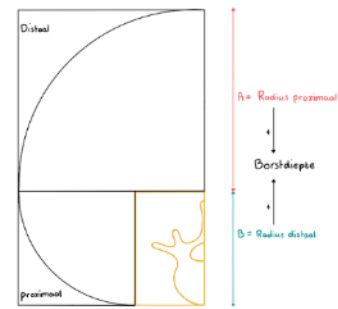
Figuur 13. Skelet van de thorax waarin te zien is dat ribben 1 t/m 4 boven de okselpunten (rode cirkels) liggen en de zwevende ribben niet aan het sternum verbonden zijn (britannica, z.d.)

Om de radius van de proximale zijde van de ribben (verbonden aan de wervelkolom) te bepalen, kan de logaritmische spiraal gebruikt worden. Omdat iedereen een andere borstdiepte heeft, kan dit gezien worden als de variabele, waarop de kromming/radius zich aanpast. Deze borstdiepte (die gelijk is aan de BD) is te bepalen met de afstand tussen het sternum en de wervel op dezelfde hoogte (figuur 14). Ook bij mensen met een hoger vetpercentage is het mogelijk te bepalen doordat over het algemeen weinig vet op de wervelkolom en het sternum zit. De radius van de proximale zijde kan als volgt berekend worden:

$$1. \text{ Radius Distaal} = \frac{\text{borstdiepte}}{\varphi}$$

$$2. \text{ Radius Proximaal} = \frac{\text{Radius Distaal}}{\varphi}$$

Eis: Indien de radius van ribben T5 t/m T10 wordt meegenomen in het halffabricaat, wordt deze bepaald aan de hand van de gouden ratio.



Figuur 14. Gouden ratio van de ribben, waarbij de radius van de proximale zijde berekend kan worden aan de hand van de borstdiepte.

Verbeteringen ten opzichte van huidige aanmeetprocedure en de meerwaarde hiervan

De manier waarop de gehele aanmeetprocedure in elkaar steekt, werkt goed voor de ervaren zitorthesemakers binnen Ortho Innovatief. Voor hen zal dit aanmeetprotocol daarom ook niet direct relevant zijn. Dit protocol zal wél relevant zijn voor de nieuwe generatie zitorthesemakers en degene die in minder ontwikkelde landen werken. Het doel is om een aanmeetprotocol met het bijbehorende programma op te leveren die voor het volgende zorgen:

1. Een helder en toegankelijk stappenplan die uitgevoerd wordt tijdens het aanmeten.
2. Een protocol die uitkomsten geeft die in een programma ingevoerd kunnen worden, waardoor er op afstand samengewerkt kan worden.

Hierbij is het idee ontstaan om gebruik te maken van coördinaten in plaats van afmetingen. De grote meerwaarde hiervan is dan het eerder duidelijk is waar in de ruimte de referentiepunten zich bevinden, waardoor universele communicatie ontstaat. Wanneer je een groep coördinaten hebt, kunnen deze aan elkaar verbonden worden en ontstaat er een 3-dimensionaal vorm. In dit geval kan dit geuit worden in de vorm van een rug contour. Hierbij behoort dus ook de gibbus, wat anders een uitdaging is om vast te leggen. Dit biedt de mogelijkheid om vanuit losse numerieke waarden, naar verbindingen te gaan en hier uiteindelijk een rug contour van te maken. Dit zal niet meteen een perfecte rugsteun opleveren, maar het halffabricaat zit dan al in de buurt van de uiteindelijke rugsteun. Dit systeem biedt voor de minderontwikkelde landen de mogelijkheid om goed leren aan te meten van de klanten met het aanmeetprotocol. Daarna kunnen zij de coördinaten opsturen naar Ortho Innovatief, die met de freesrobot (die minderontwikkelde landen niet hebben) het halffabricaat produceren en terug sturen naar het desbetreffende land. Daar hoeven alleen nog de eventuele kleine meetfouten en/of harde lijnen verbeterd te worden. Ook kan er voor gekozen worden om bijvoorbeeld de okselpunten van de rugsteun ter plekke pas uit te snijden om dit zo precies mogelijk te doen.

Er kunnen nog een aantal nieuwe referentiepunten meegenomen worden hierin:

Borstdiepte: De borstdiepte wordt gemeten vanaf het sternum tot aan de wervel op dezelfde hoogte aan de posteriorzijde. Wanneer deze afstand bekend is kan aan de hand van de eerder opgestelde formules op basis van de gouden ratio, de radius van de ribben aan de posteriorzijde bepaald worden.

Gibbus: De gibbus zal het moeilijkste onderdeel van de aanmeting zijn, omdat deze op diverse gebieden varieert; de lengte, breedte, diepte en kromming/verloop. Hoe deze vastgelegd kan worden, wordt uitgezocht in de HKJ's van de conceptfase.

Rompdiepte: de afstand tussen de posteriorzijde en de hartlijn in het sagittale vlak, op diverse hoogtes. Hierdoor kan het verloop (de lordose en kyfose) grof weergegeven worden.

Extra referentiepunten in de romp: de romp is niet overal even breed, als er meerdere punten vastgelegd kunnen worden, kan het verloop van de romp in het frontale vlak grof weergegeven worden.

Eis 12: Het aanmeetprotocol moet toepasbaar zijn voor praktijken in minderontwikkelde landen.

Het *Rhino* programma

Binnen Ortho Innovatief werken ze met het CAD-programma *Rhinoceros 3D*, ook wel *Rhino* genoemd. Momenteel wordt het toegepast bij fysieke rugsteunen en zitortheses die met een 3D-scanner gescand zijn. Dit kan een polyetherschuimblok zijn die handmatig is gemaakt middels wegsnijden, aanplakken en lijmen. Voor zitortheses wordt ook regelmatig gebruik gemaakt van een vacuümzak. Deze zak wordt om het polyetherschuim gedaan waar de klant vervolgens op moet zitten. De zak wordt vacuüm gezogen waarbij de zitcontour vastgehouden wordt. De scans die uit deze fysieke rugsteunen en zitortheses komen, worden na een aantal bewerkingen geopend in *Rhino*. Hier wordt het bestand opgeslagen als een IGES-file, die naar een externe partij wordt gestuurd. Daar maken zij een bestand die ingevoerd kan worden in het systeem van de freesrobot, die vervolgens de steun of zitting freest. Dit wordt dus gedaan met al bestaande voorwerpen, *terwijl het doel nu is om uit coördinaten een rugsteun te produceren in Rhino*. Dit kan met behulp van een tool binnen het *Rhino* programma, genaamd ‘*Grasshopper*’. *Grasshopper* is een algoritmisch programma waar als het ware een script of stappenplan uitgewerkt wordt middels verschillende functies. Wanneer dit stappenplan met de juiste functies goed op elkaar is afgestemd, kan er middels het uploaden van één coördinaten bestand een uniek halffabricaat in *Rhino* gemaakt worden. Doordat het een algoritmisch programma is, kan het anticiperen op diverse mogelijkheden. Indien het protocol meerdere opties biedt om de rug contour te meten, kunnen er twee plannen uitgezet worden, waarbij in het programma het plan gekozen wordt die het beste past bij het ingevoerde bestand.

Eis : De uitkomsten van het protocol kunnen in het *Grasshopper* programma gezet worden en er een visueel halffabricaat in *Rhino* maken.

Conclusie analyse deel 2

Tijdens de huidige aanmeetprocedure wordt gewerkt met het zitbelastinganalyse. De aanmeting wordt opgedeeld in drie (of soms vier) analyses: huidige zitting, in ligging, in de passtoel en soms ook zelfstandig zitten. Dit systeem werkt in principe goed, maar voornamelijk voor ervaren zitorthesemakers. Het vergt veel werkervaring om dit goed te leren maar door de toename van klanten wordt van de nieuwe zitorthesemakers verwacht dat zij al eerder in hun loopbaan snel zitortheses maken met dezelfde kwaliteit. Er zijn twee aspecten die kunnen leiden tot verbetering: Een helder en toegankelijk stappenplan die uitgevoerd wordt tijdens het aanmeten en een protocol die uitkomsten geeft die in een programma ingevoerd kunnen worden, waardoor er op afstand samengewerkt kan worden. Het protocol zal stappen en de referentiepunten van de huidige methode meenemen en helder omschrijven. De uitkomsten hiervan worden niet meer in afmetingen geformuleerd maar in coördinaten zodat dit onderling beter gecommuniceerd wordt en daardoor op afstand samengewerkt worden. Coördinaten hebben ook als voordeel dat ze verwerkt kunnen worden in *Rhino* met de tool *Grasshopper*. Er zal daarom een nieuw systeem bedacht moeten worden om de rug contour vast te leggen in de vorm van coördinaten. Hiervoor zullen extra referentie punten nodig zijn, bijvoorbeeld: de borstdiepte, rompdiepte, extra referentiepunten op de romp en de gibbus.

3. Eisen en wensen

Uit de analysefase zijn een aantal eisen en wensen ontstaan, die voornamelijk afkomstig waren van A. van Tienhoven (opdrachtgever) en M. Huisman. In tabel 2 zijn de eisen en in tabel 3 zijn de wensen weergegeven.

3.1 Eisen

Tabel 2. Eisen

Eis	Bron
Het meetprotocol- en programma moet toepasbaar zijn op ruggen met alle soorten, vormen, niveaus en gradaties van scoliose.*^	Opdrachtgever
Het protocol biedt indien mogelijk minimaal twee aanmeetmethodes aan die tot hetzelfde resultaat leiden.	M. Huisman
Het aanmeetprotocol bevat minstens de drie fases van de huidige analyse tijdens het aanmeten.	M. Huisman
Het aanmeetprotocol werkt aan de hand van de hartlijn.	M. Huisman
Indien de radius van ribben T5 t/m T10 wordt meegenomen in het halffabricaat, wordt deze bepaald aan de hand van de gouden ratio.	Opdrachtgever
Het aanmeetprotocol is toepasbaar voor praktijken in minderontwikkelde landen.	Opdrachtgever
De uitkomsten van het protocol kunnen in het <i>Grasshopper</i> programma gezet worden en er een visueel halffabricaat in <i>Rhino</i> maken.	Medewerker Orthesewerkplaats

* Deze eis is afkomstig uit deel 1 van de analysefase en herschreven waarbij het niet meer gaat over een gestandaardiseerd halffabricaat maar een aanmeetprotocol in combinatie met een programma.

^ Deze eis is afkomstig is een samenvoeging van de eisen afkomstig uit deel 1 van de analysefase.

3.2 Wensen

Tabel 3. Wensen

Wens	Bron
Het aanmeetprotocol zal niet te veel afwijken van huidige meetmethode.	M. Huisman
Het opgeleverde halffabricaat zorgt er voor dat het lichaamsswaartepunt zo dicht mogelijk bij de hartlijn komt te liggen.	M. Huisman
De uiteindelijk opgeleverde rugsteun levert een comfortabele zithouding op.	Opdrachtgever + M. Huisman
Het geschreven programma die tijdens het afstuderen gemaakt wordt kan worden toegepast binnen Ortho Innovatief.*	Opdrachtgever
De aanmeethulpmiddelen zijn herbruikbaar en duurzaam.*	Opdrachtgever
Het aanmeten is met één zitorthesemaker mogelijk.*	M. Huisman
Het halffabricaat hoeft zo min mogelijk bijgewerkt te worden.*	Opdrachtgever
De medewerking van de klant heeft weinig impact op de kwaliteit van de halffabricaat.*	M. Huisman
De kosten voor het aanmeten van de halffabricaat worden zo laag mogelijk gehouden.*	Opdrachtgever
Het hele proces heeft zo min mogelijk materiaal verspilling.*	Opdrachtgever

* Wensen die niet direct afkomstig zijn uit de deelvragen, maar wel meegenomen kunnen worden.

4. Ontwerpfase

Aan de hand van de eerder opgestelde eisen en wensen zijn er Hoe Kun Je's (HKJ's) opgesteld. Deze HKJ's worden in een tabel geplaatst als alternatief van de morfologische kaart, waarin de keuzes opgehelderd worden. Hierbij komt de basis van het aanmeetprotocol en de drie concepten tot stand. Uit deze drie concepten wordt met behulp van het Harris profiel een eindconcept gekozen. Tot slot wordt dit concept geoptimaliseerd tot een 'prototype' eindontwerp, die zal bestaan uit een aanmeetprotocol, een corresponderen *Rhino* programma en de nodige hulpmiddelen.

4.1 Hoe kun je's

Hieronder is het overzicht van de HKJ's weergegeven, waarvan alle uitwerkingen teruggevonden kunnen worden in bijlage 3.

- Hoe kun je universele communicatie verkrijgen/Hoe kun je het protocol toegankelijk maken?
- Hoe kun je de gibbus zo goed mogelijk vastleggen en communiceren?
- Hoe kun je het raster verwerken in de passtoel?
- Hoe kun je de rug contour m.b.v. gereedschap en/of hulpmiddelen vastleggen?
- Hoe kun je de rug contour m.b.v. technologie vastleggen?
- Hoe kun je het halffabricaat produceren zonder de rug contour vast te leggen?
- Hoe kun je het protocol uitwerken/vormgeven?

4.2 Morfologie

Omdat er een deel is waarin de concepten zich niet onderscheiden van elkaar, heeft het geen meerwaarde om de standaard morfologische kaart toe te passen. Om de totstandkoming op te helderen is er gekozen voor een alternatieve morfologische kaart bestaand uit de twee delen. In het eerste deel worden de drie concepten gekozen en in het tweede deel worden de aspecten meegenomen die allemaal meegenomen worden in het protocol.

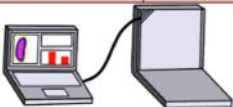
De totstandkoming van het concept zal opgedeeld worden in twee delen:

Deel 1: De unieke aanmeetmethodes waarin de drie concepten zich zullen onderscheiden van elkaar.

Deel 2: Het algemene aanmeetprotocol, die voor alle drie de concepten hetzelfde zal zijn.

4.2.1 Deel 1

Tabel 4. De HKJ's voor deel 1 van de morfologie.

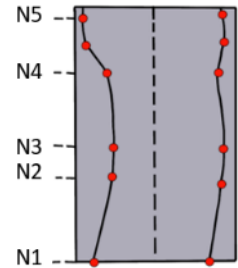
Hoe kun je de gibbus zo goed mogelijk vastleggen?				
				
Schuifmaat	Voelen	Traag schuim	Fietzadel methode	Temperatuur
		  		
Drukmat		Foto's van voor-, boven- en zij-aanzicht		
Hoe kun je de rug contour vastleggen?				
				
Contourmeter		Flexibele liniaal		
				
Goedkope handschanner		Duurdere handschanner		Duurdere staande scanner
Hoe kun je de halffabricaat produceren zonder de rug contour vast te leggen?				
				
Frontale coördinaten, geen radius diep + plakken	Frontale coördinaten, geen radius + plakken	Frontale coördinaten, radius diep + plakken	Frontale coördinaten radius minder diep + wegsnijden	

Legenda
Meenemen naar concepten
Meenemen naar aanbevelingen
Niet meenemen naar concepten

4.3.1 Concepten maken

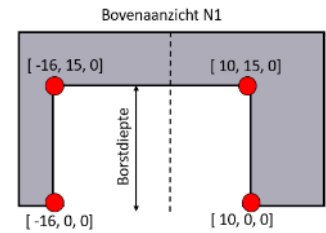
Concept 1: Aanmeetprotocol zonder rug contour

Dit concept zal niet de rug contour meenemen in het halffabricaat. Wel zal het de radius van de ribben aan de posteriorzijde meenemen op basis van de gouden ratio. Hiervoor moet de zitorthesemaker na de gewenste positionering een aantal referentiepunten meten in het frontale vlak (figuur 15). Ook wordt hierbij de borstdiepte gemeten om deze te gebruiken als variabele voor de algoritmische spiraal, deze omschrijving is weergegeven in figuur 16. De coördinaten van elk niveau worden bepaald zoals in figuur 17 is weergegeven en deze uitkomsten worden ingevoerd in een *Grasshopper programma*.



Figuur 15. Referentiepunten in het frontale vlak.

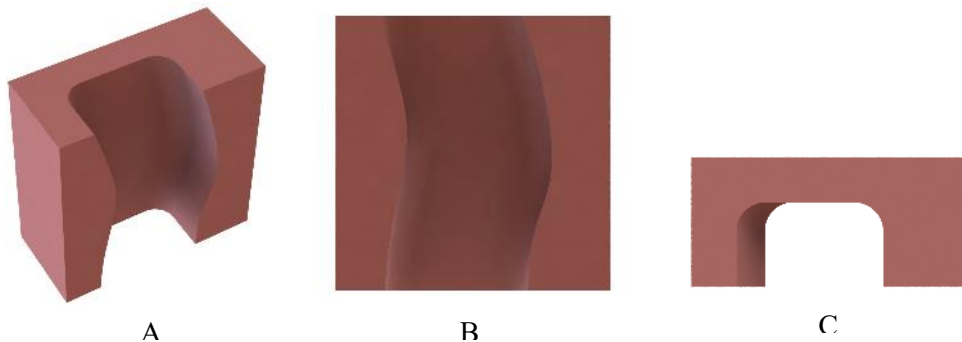
- 22. Bepaal de rompbreedte op twee of drie verschillende niveaus tussen de okselpunten en de Crista Iliaca.**
1. *De romp heeft geen extreme verandering in het frontale vlak.*
 - a. Probeer de aanmeet niveaus logisch te verdelen, dus zorg er voor dat ze eerlijk verdeeld zijn over de romp.
 - b. Zet aan zowel de linker- als rechterzijde van de romp (op hetzelfde niveau) een cirkel op de rugsteun met krijt.
 - c. Doe dit voor alle twee of drie de niveaus.
 - d. Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.
 2. *De romp heeft wel extreme verandering in het frontale vlak.*
 - a. zorg je ervoor dat je juist deze verschillende niveaus pakt.
 - b. Zet aan zowel de linker- als rechterzijde van de romp (op hetzelfde niveau) een cirkel op de rugsteun met krijt.
 - c. Doe dit voor alle twee of drie de niveaus.
 - d. Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.
- 23. Bepaal de borstdiepte.**
- a. Pak een schuifmaat.
 - b. Zet de ene kant van de schuifmaat op het sternum en de andere kant op de wervel van hetzelfde niveau.
 - c. Noteer deze afstand op het invulformulier.
- Indien de klant veel vet op de borst heeft of, meet dan deze borstdiepte en maak een schatting van de daadwerkelijke borstdiepte, door de het vet van de afstand af te trekken. Dit hoeft niet tot op de millimeter precies.



Figuur 17. De coördinaten bepaling in het transversale vlak van niveau 1 voor concept 1.

Figuur 16. Onderdeel aanmeetprotocol voor concept 1.

Als deze uitkomsten ingevoerd zijn zal *Rhino* hier een 3D-model van maken, die er uit komt te zien zoals in figuur 18 is weergegeven.



Figuur 18. Rhino model concept 1. A) Isometrisch aanzicht B) Vooraanzicht C) Boven-aanzicht

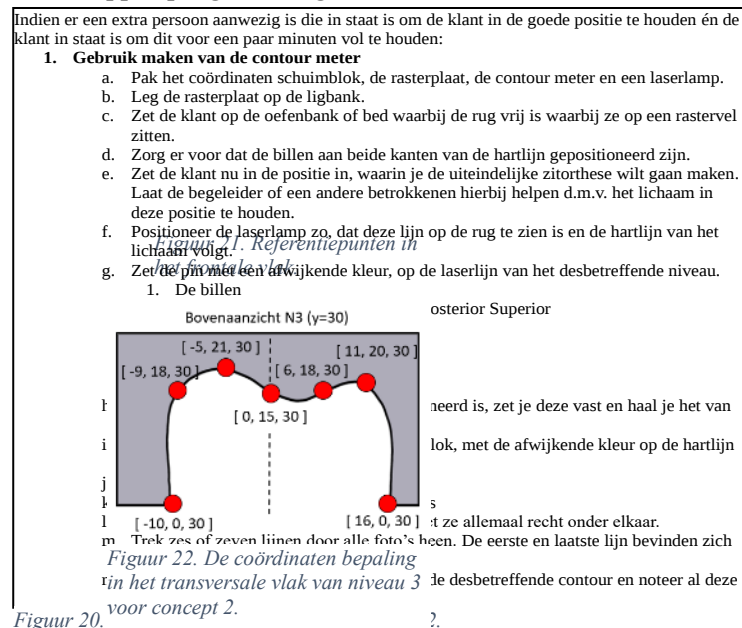
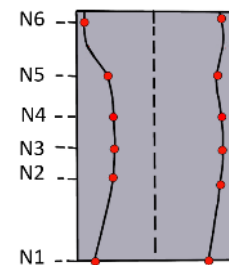
Concept 2: Aanmeetprotocol met rug contour

Dit concept zal de rug contour vastleggen met behulp van een contourmeter (figuur 19) maar dan voor menselijke maten. De contourmeter zal op verschillende niveaus van de rug geplaatst worden (billen, SIPS, onderkant gibbus, midden gibbus, bovenkant gibbus en okselpunten).

Hoe de zitorthesemaker dit moet doen staat in het stuk protocol dat in figuur 20 is weergegeven. In figuur 21 zijn de verschillende niveaus in het frontale vlak weergegeven en in figuur 22 is het bovenaanzicht van N3 met bijbehorende coördinaten weergegeven. De contourmeter wordt vervolgens op een coördinatenveld geplaatst, waaruit de coördinaten vastgelegd kunnen worden. Deze coördinaten worden zo voor alle niveaus genoteerd en in het *Grasshopper programma* gezet.

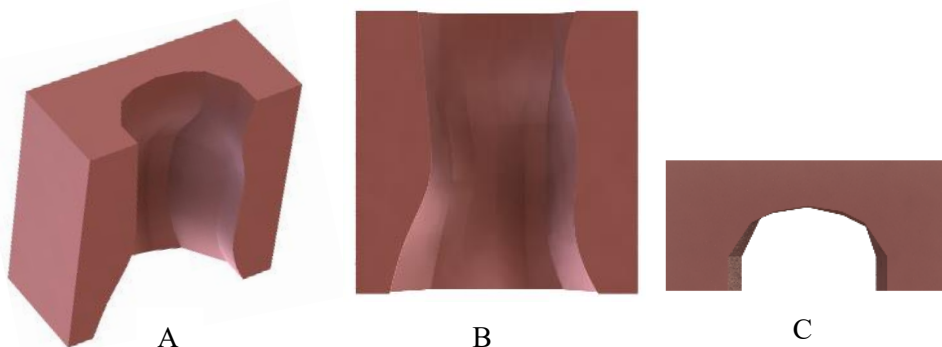


Figuur 19. Contourmeter (Bol.com, z.d.)



Figuur 20. voor concept 2. ?.

Als deze uitkomsten ingevoerd zijn, maakt *Rhino* hier een 3D-model van die er uit komt te zien zoals in figuur 23 is weergegeven. Nadat de robot het heeft gefreesd, hoeven alleen de okselpunten eruit gesneden te worden en bij de vervolgafspraak kunnen de kleine meetfouten verbeterd worden.



Figuur 23. Rhino model concept 2. A) Isometrisch aanzicht B) Vooraanzicht C) Bovenaanzicht

Concept 3: Aanmeetprotocol op basis van 3D-technologie

Dit concept zal de rug contour vastleggen met behulp van een 3D-scanner. Binnen Ortho Innovatief zijn ze al bekend met deze scanner omdat ze deze gebruiken bij het inscannen van de rugsteunen en zitortheses. Hiermee zou de zitorthesemaker minder stappen te hoeven ondernemen bij het aanmeten en worden er minder snel fouten gemaakt omdat de scanner preciezer te werk gaat dan de ogen en handen van de zitorthesemaker. Hoe dit aangepakt moet worden is weergegeven in het stuk protocol in figuur 24 . Wel moet er in *Rhino* een extra stap ondernomen worden om de rug contour in een blok te verwerken, hierbij kan *Grasshopper* ook een rol spelen. Binnen Ortho Innovatief kunnen ze de huidige scanner gebruiken en in de minderontwikkelde landen is de *Shining 3D EinScan H 3D Scanner* (figuur 25) een goede optie, omdat dit een relatief goedkope en kwalitatieve scanner is.



Figuur 25. Shining 3D EinScan H 3D Scanner (123-3D, z.d)

1. **Pak de *3D-scanner***
 - a. Sluit deze aan volgens de gebruiksaanwijzingen.
 - b. Open het programma van de 3D-scanner.
 - c. Zorg ervoor dat je de juiste instelling binnen het programma hebt.
2. **Verplaats de klant naar een ligbank, bed of andere horizontale ondergrond.**
 - a. Doe dit op dezelfde methode die eerder is uitgevoerd.
 - b. Breng/houdt de klant in een zittende positie, waarbij de benen van de bank hangen.
 - c. Zorg er voor dat de voeten op een ondergrond staan, door bijvoorbeeld het bed dichtert naar de grond te brengen of een verstelbaar krukje onder de voeten te zetten.
3. **Zorg ervoor dat de klant een strak hemd of shirt aan heeft, of indien mogelijk geen shirt.**

Wanneer de klant een losse trui of shirt draagt, kan de contour van de daadwerkelijke rug niet gescand worden. Ook is de scanner extreem gevoelig voor structuren, dus wanneer er een kreuk in kleding zit, wordt deze direct overgenomen in het programma.
4. **Breng de klant vervolgens weer in de gewenste positie, die eerder in de passtoel bepaald is.**
 - a. Laat de ander zitorthesemaker of een betrokkenen de klant in deze positie houden.
 - b. Zorg ervoor dat de handen van degene die de klant vasthoudt zo min mogelijk op de rug te zien zijn.
 - c. Zorg ervoor dat de klant in ongeveer in dezelfde hoek is gepositioneerd zoals bepaald was in de passtoel. Meet dit voor de zekerheid met de graden app op de telefoon.
 - d. Zorg ervoor dat de bekken ook goed gepositioneerd zijn. Als deze positie niet door de klant zelf vastgehouden kan worden, kun je het volgende doen:
 - Als de klant al een zitorthese met een talud heeft die niet te veel afwijkt van de toekomstige zitorthese, dan kan deze uit de schaal gehaald worden en op de ligbank geplaatst worden. Stuur dit waar nodig nog aan.
 - Pak een opblaaskussentje en positioneer deze waar het nodig is en blaas het op voor zover nodig.
 - Pak het schuimblok met de afmeting die het beste overeenkomt en plaats deze op die nodige positie.
5. **Pak de 3D-scanner en ga op ongeveer *50 tot 100 cm* afstand van de rug staan en begin met scannen.**
 - a. Doe dit in etappes van ongeveer *10 seconde*
 - b. Controleer na elke etappe of de meting gelukt is.
 - c. Wanneer je een buitengewoon resultaat ziet, verwijder deze etappe dan en voer hem opnieuw uit.
 - d. Wanneer je nog ontbrekende plekken ziet, scan de rug dan op deze plekken.
 - e. Herhaal dit hele proces totdat je de volledige rug kunt zien in het programma.
6. **Na alle scans bestaat je 3D ontwerp uit een samen voegsel van diverse scans. Als je hier toch een afwijking in ziet, isoleer dan één voor één deze scans en verwijder degene die afwijkend is.**
7. **Maak van alle losse scans één geheel.**
8. **Nu is het bestand heel detailleert waardoor het een groot bestand is en bovendien ook de kleinste onnodige/ongewilde details met zich meeneemt.**
 - a. Selecteer de punten van ongewilde details buiten de rug om en verwijder deze of maak ze glad.

Figuur 24. Onderdeel aanmeetprotocol concept 2.

4.3.2 Harrisprofiel

In tabel 6 is het Harrisprofiel voor de drie concepten met bijbehorende wensen weergegeven. Niet alle wensen zijn in deze tabel weergegeven omdat dit wensen zijn die relevant zijn voor het algemene deel van het protocol die van toepassing is op alle drie de concepten. Ze zullen zich hierin dus niet onderscheiden van elkaar.

Tabel 6. Harris profiel.

Wensen	Concept 1: Zonder contour				Concept 2: Met contour				Concept 3: 3D-scan			
	-2	-1	1	2	-2	-1	1	2	-2	-1	1	2
Weinig afwijking huidige methode												
Aanmeethulpmiddel herbruikbaar												
Aanmeten 1 zitorthesemaker mogelijk												
Halffabricaat zo min mogelijk bijwerken												
Medewerking klant weinig impact op kwaliteit												
Kosten zo laag mogelijk houden												
Zo min mogelijk verspilling												

4.3.3 Eindconcept

Uiteindelijk is er gekozen voor concept 2 omdat deze het best voldoet aan de wensen. Wanneer deze uitvoering correct uitgevoerd wordt, hoeft deze minder bewerkt te worden dan concept 1. Wel kan het idee van concept 1 meegenomen als tweede optie indien de uitvoering met de contourmeter niet bij de klant mogelijk is (bijvoorbeeld wanneer iemand te groot is, de gibbus te groot is of stil zitten onmogelijk is).

Concept 3 is het niet geworden omdat het alleen tot een goed resultaat komt, wanneer de klant goed stilzit en de correcte positie een paar minuten vol kan houden. Dit is haast onmogelijk bij de klanten van Ortho Innovatief, omdat zij vaak meervoudig beperkt zijn en last hebben van spierspasmen en weinig controle over hun eigen lichaam hebben. De kleinste beweging kan de hele scan al teniet doen.

4.3.4 Optimalisatie eindconcept

In het aanmeetprotocol worden ook nog figuren toegevoegd om het stappenplan visueel te maken. Ook wordt het protocol van concept 1 als tweede optie aangeboden in het aanmeetprotocol, indien de rug contour meten niet mogelijk is. Het protocol is tussendoor ook opgestuurd naar M. Huisman waarna een telefoongesprek heeft plaatsgevonden. Hier zijn een aantal aspecten verder uitgediept en toegelicht. Nadat het eindconcept protocol af was is hier feedback op gegeven door de nieuwste zitorthesemaker binnen Ortho Innovatief. Deze feedback ging voornamelijk over verkeerde verwijzingen naar de figuren en stukken tekst of figuren die nog iets beter toegelicht kunnen worden. De algehele feedback die niet meteen toegepast kon worden, is meegenomen in de aanbevelingen. Tijdens het controleren of het aanmeetprotocol goed correspondeert met het programma is er ook duidelijk geworden dat op alle niveaus die met de contourmeter gemeten worden, ook de rompbreedte-coördinaten in de passtoel bepaald moeten worden. Deze combinatie zorgt er namelijk voor dat de hele romp vastgelegd is en niet alleen de rug contour.

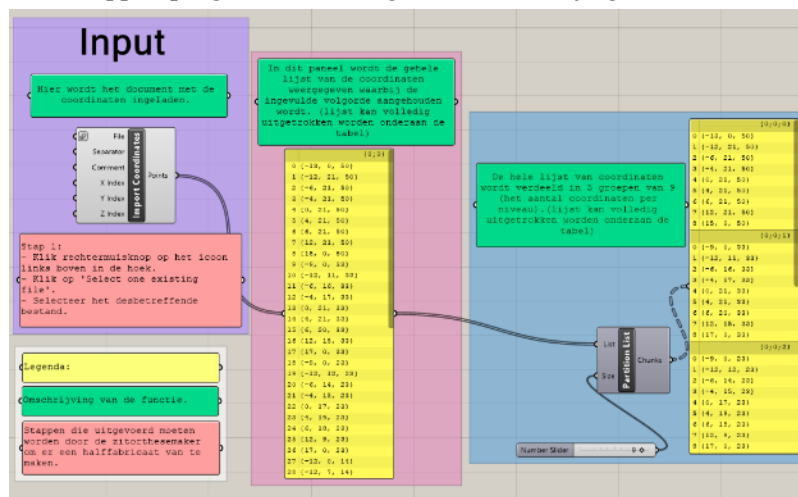
4.4 Het eindproduct

Aanmeetprotocol

Het aanmeetprotocol begint met de benodigdheden. Het kan zo zijn dat niet alles nodig is omdat de zitorthesemaker bij sommige stappen kan kiezen uit meerdere mogelijkheden waarbij de benodigdheden van de niet-gekozen optie mogelijk niet nodig zullen zijn. Vervolgens wordt de zitorthesemaker stap-voor-stap begeleidt door het hele aanmeetproces, die begint bij de analyse in de huidige zitting, vervolgt naar de analyse in ligging en indien relevant de analyse tijdens het los zitten. Daarna zal de klant in de passtoel geplaatst worden en zal hier een uitgebreide analyse plaatsvinden. Tot hier is er niet extreem veel veranderd ten opzichte van de huidige aanmeetmethode, echter is het nu helder op papier gezet met meerdere overwegingen, wat er voorheen nog niet was. Ook zal er nu voor een deel met coördinaten gewerkt worden, terwijl er uitsluitend in afmetingen en afstanden werd gewerkt. Na dat de volledige analyse in de passtoel is uitgevoerd en de gewenste lichaamshouding is vastgelegd, begint de nieuwe stap van het aanmeten. De klant moet hiervoor verplaatst worden naar een ondergrond waar ze kunnen zitten en de rug vrij van ondersteuning is. Hierbij wordt de klant goed vastgehouden en gepositioneerd zoals gewenst. Bij deze stap wordt met behulp van een zelfgemaakte contourmeter voor menselijke maten de rug contour om vijf of zes niveaus vastgelegd aan de hand van coördinaten. Indien het niet mogelijk is om deze stap uit te voeren, kan de borstdiepte gemeten worden in de passtoel. Hiermee kan wel de radius van de posteriorzijde van de ribben berekend worden, maar wordt tijdens het produceren van het halffabricaat de rug plat gehouden. Het gehele aanmeetprotocol gaat gepaard met een invulformulier, waarvan de coördinaten in een Excel- of kladblokbestand overgenomen kunnen worden. Het aanmeetprotocol en invulformulier zijn terug te vinden in bijlage 5.

Rhino Programma

Het Excel- of kladblokbestand kan in het *Grasshopper* programma geplaatst worden, waarop *Rhino* meteen anticipeert en het halffabricaat maakt. Doordat het een algoritmisch programma is, hoeft de zitorthesemaker in principe verder niks meer te doen. Wel kan het zo zijn dat de afmetingen van het polyetherschuimblok aangepast moeten worden op het formaat van de klant en/of de schaal. In figuur 26 is een deel van het *Grasshopper* programma weergegeven. Aangezien ze al met *Rhino* werken, zijn er geen extra stappen nodig om dit halffabricaat te frezen door de robot. Het volledige *Grasshopper* programma is terug te vinden in bijlage 6.



Figuur 26. Eerste deel van het Grasshopper Rhino programma.

Contourmeter

In het aanmeetprotocol wordt er gesproken over een contourmeter die momenteel vooral gebruikt wordt om de contour van muren vast te leggen (figuur 19). Deze komen in diverse lengtes voor maar de hoogte hiervan stop meestal bij de 7,0 cm (figuur 27). Dit is voor het meten van de contour te kort, dus er moest een contourmeter gemaakt worden van minimaal 40 cm lang en meer dan 15,0 cm breed. Bij deze breedte zal een groter deel van de doelgroep opgemeten kunnen worden.

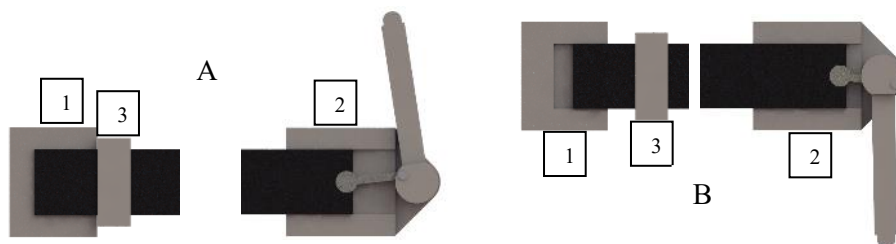


Figuur 27. Afmetingen van de contourmeter (Bol.com, z.d.)

De werking van het product is wél goed, maar de hoogte van de pinnen is onvoldoende voor de rug contour. Daarom is er voor gekozen om de contourmeter zelf te maken in de maten voor het menselijk lichaam (figuur 28). Hiervoor is de pin met de nieuwe afmetingen in SolidWorks gemaakt, waaruit 83 identieke pinnen zijn gelazer-cut. De middelste pin heeft een afwijkende kleur, zodat deze tijdens het aanmeten op de hartlijn van de klant geplaatst kan worden. Vervolgens is er een kunststof latje gemaakt waar deze pinnen opgeschoven zijn. Middels het schuifstelsel die is weergegeven in figuur 29 wordt de ruimte tussen de twee uiteindes vergroot of verkleint. Als de hendel naar boven staat (figuur 29.a), komt het uiteinde van de lat tot het uiteinde van blok 1, waardoor de ruimte tussen de blok 2 en 3 groter wordt en de pinnen minder strak tegen elkaar aan staan. Hierdoor kunnen de pinnen vrij bewegen. Wanneer de hendel omlaag staat (figuur 29.b), beweegt de lat van het uiteinde van blok 1 af, waardoor de ruimte tussen de blok 2 en 3 kleiner wordt en de pinnen strakker tegen elkaar aan staan. Hierdoor zullen de pinnen niet verschuiven.

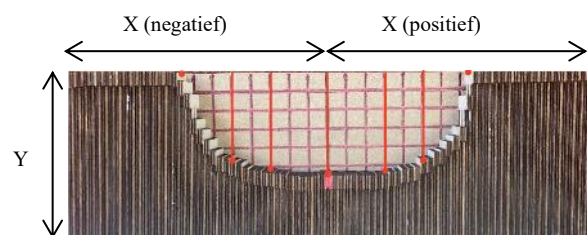


Figuur 28. Zelfgemaakte contourmeter voor menselijke maten. Het rode rondje staat op de pin met de afwijkende kleur.



Figuur 29. SolidWorks model van het werkingmechanisme voor de contourmeter. A) Wanneer de pinnen vast staan. B) Wanneer de pinnen los staan.

De contourmeter wordt na ieder niveau op een raster geplaatst en gefotografeerd, zoals in figuur 30 is weergegeven. Hierbij is het belangrijk dat de lens van de camera parallel staat aan de grond. Dit wordt voor alle niveaus gedaan. Na de afspraak worden deze coördinaten (op de locatie van de rode bolletjes) bepaald en ingevuld op het invulformulier of het kladblok- of Excel bestand.

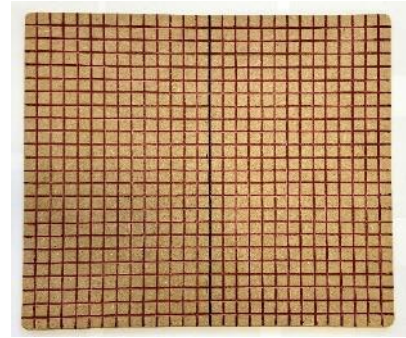


Figuur 30. De contourmeter op een coördinaten veld

Coördinaten plaat

De coördinaten plaat waar de klant op moet zitten tijdens de meting van de rug contour is weergegeven in figuur 31. De plaat is gemaakt van MDF hout en heeft een breedte van 56,0 cm, een lengte van 48,0 cm en een dikte van 1,0 cm. Het heeft een rasterpatroon die met behulp van een cirkelzaag ongeveer 0,2 cm is ingezaagd, waarbij de afstand tussen de lijnen 2,0 cm is. Ook zijn de randen en hoeken afgerond zodat niemand zich hieraan kan snijden. Er is voor MDF gekozen omdat het relatief goedkoop, goed bewerkbaar en makkelijk tot beschikking is (het is al aanwezig binnen Ortho Innovatief).

Er is voor MDF gekozen omdat het relatief goedkoop, goed bewerkbaar en makkelijk tot beschikking is (het is al aanwezig binnen Ortho Innovatief). Ook buigt de plaat bij deze dikte vrijwel niet door wanneer de klant erop gaat zitten. Dit gebeurt bijvoorbeeld wel bij platen van multiplex, PVC en plexiglas bij dezelfde afmetingen. Tot slot is het voordelig aan hout dat er met stift op getekend kan worden, zonder dat dit vervaagd en het goed zichtbaar blijft. De rasterlijnen zijn daarom ook ingekleurd met een permanent stift, zodat de lijnen meer opvallen. Bij een zwarte PVC plaat zal dit niet opvallen en bij plexiglas kan dit sneller vervagen.



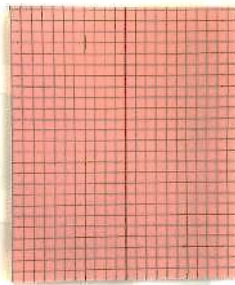
Figuur 31. Coördinaten plaat

Coördinaten passtoel

Bij voorkeur zal het rasterpatroon in de rugsteun en zitting van de passtoel gestikt worden, met een afstand van 2,0 cm (figuur 32). Als er gekozen wordt om het raster met permanent marker erop te tekenen, zal dit in de loop van tijd vervagen omdat de passtoel tussendoor met alcohol schoongemaakt wordt. Ook wordt er liever niet gekozen voor een los schuimblok, omdat deze ongewild kan verschuiven waardoor de hartlijn niet goed staat. Bovendien zijn krijt strepen hierop niet goed te zien zijn, is het moeilijk schoon te maken en zal het in de loop van tijd kapot gaan omdat er geen coating overheen zit. **Het stikken van het raster op de passtoel is dus duidelijk het meest voordelig en kan in de praktijk het beste toegepast worden.**



Figuur 32. De passtoel met het rasterpatroon, waarvan de afstand tussen de lijnen 2,0 cm

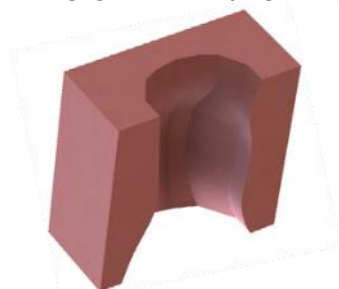


Figuur 33. Polyetherschuimblok met het rasterpatroon, waarvan de

Voor de oplevering tijdens deze periode is het echter niet mogelijk om voor een lange periode een passtoel tot beschikking te krijgen, waarbij de rugsteun en het zitvlak ook gestikt kunnen worden. Voor de oplevering zal daarom gekozen worden om het wel op polyetherschuim te tekenen, zodat het deels getest kan worden (figuur 33).

Het halffabricaat

Al deze onderdelen spelen een belangrijke rol in de productie van halffabricaat. Om te kijken of aan de hand van deze methode een halffabricaat geproduceerd kan worden, is dit getest op een medestudent waarbij een gibbus is gesimuleerd. In figuur 34 is een render van dit halffabricaat uit *Rhino* weergegeven en in figuur 35 is de daadwerkelijke halffabricaat die door de robot gefreesd is, weergegeven. In bijlage 7 zijn meer foto's van het halffabricaat weergegeven.



Figuur 34. Render halffabricaat van de test met een proefpersoon met gesimuleerde scoliose



Figuur 35. Het fysieke halffabricaat van de test met een proefpersoon met een gesimuleerde scoliose

5. Evaluatie

Tijdens de evaluatie zal er gekeken worden of het ontwerp voldoet aan de eisen en wensen die zijn opgesteld aan de hand van de analysefase. In tabel 7 is de controle van de eisen weergegeven en in tabel 8 die van de wensen.

Legenda		
Voldaan	Deels voldaan	Niet voldaan

5.1 Controle van de eisen

Tabel 7. Controle van de eisen

Eis	Toelichting
Het meetprotocol- en programma moet toepasbaar zijn op ruggen met alle soorten, vormen, niveaus en gradaties van scoliose.*^	Kan niet getest worden tijdens de afstudeerperiode, maar ook niet direct afgekeurd. De contour meter kan een deel van de doelgroep meten en de methode zonder contour is vrijwel bij iedere klant mogelijk. Het kan pas officieel beoordeeld worden wanneer het protocol op meerdere klanten is getest.
Het protocol biedt indien mogelijk minimaal twee aanmeetmethodes aan die tot hetzelfde resultaat leiden.	Stappen 5, 11, 12, 13 & 18 bieden minstens twee en soms drie opties aan. Als stap 23 niet lukt is stap 24 als tweede mogelijke optie.
Het aanmeetprotocol bevat minstens de drie fases van de huidige analyse tijdens het aanmeten.	Het aanmeetprotocol bevat alle 3 de verplichte fases van de analyse: in huidige zitting, in ligging en in de passtoel. Bovendien is de fase met zelfstandig zitten ook in het protocol verwerkt als vrijwillige optie.
Het aanmeetprotocol werkt aan de hand van de hartlijn.	In de passtoel wordt de hartlijn verwerkt. Ook biedt het protocol de mogelijkheid om de hartlijn met een laserlamp te visualiseren. Tijdens het uitvoeren van de rug contour meting werkt elk onderdeel samen aan de hand van de hartlijn (coördinaten plaat met hartlijn, middelste pin van de contour meter, laserlamp).
Indien de radius van ribben T5 t/m T10 wordt meegenomen in het halffabricaat, wordt deze bepaald aan de hand van de gouden ratio.	In het protocol is aangegeven hoe de borstdiepte gemeten moet worden. Deze waarde moet ingevuld worden in de formule van de gouden ratio om zo de radius van T5 t/m T10 te berekenen.
De uitkomsten van het protocol kunnen in het <i>Grasshopper</i> programma gezet worden en er een visueel halffabricaat in <i>Rhino</i> maken.	Wanneer de zitorthese maker de coördinaten noteert zoals in het protocol omschreven staat, hoeft het bestand alleen nog maar in <i>Grasshopper</i> gezet te worden en <i>Rhino</i> maakt het halffabricaat
Het aanmeetprotocol is toepasbaar voor praktijken in minderontwikkelde landen.	Kan niet getest worden tijdens de afstudeerperiode, maar ook niet direct afgekeurd. Dit kan pas beoordeeld worden als onderling meerdere halffabricaten zijn geproduceerd en uitgewerkt tot volledige rugsteunen.

5.2 Controle van de eisen

Tabel 8. Controle van de wensen

Wens		Toelichting
Het aanmeetprotocol zal niet te veel afwijken van huidige meetmethode.		De basis van de aanmeting is niet veranderd. De notatie is wel veranderd en er zijn referentiepunten bijgekomen.
Het opgeleverde halffabricaat zorgt er voor dat het lichaamsswaartepunt zo dicht mogelijk bij de hartlijn komt te liggen.		Dit onderdeel is niet officieel getest. Wel kan er vastgesteld worden dat het even goed is als de huidige methode, omdat dit onderdeel niet aangepast is.
De uiteindelijk opgeleverde rugsteun levert een comfortabele zithouding op.		De gemaakte halffabricaat is niet van een echte scoliose rug, dus is het nog niet getest met een klant.
Het geschreven programma die tijdens het afstuderen gemaakt wordt kan worden toegepast binnen Ortho Innovatief.		Wanneer de laatste stap van het <i>Grasshopper</i> bestand ‘gebakend’ wordt, kan het <i>Rhino</i> bestand opgeslagen worden als IGES-bestand. Deze is opgestuurd naar de programma maker, die het bestand voor de robot heeft gestuurd en deze robot heeft het halffabricaat gefreesd.
De aanmeethulpmiddelen zijn herbruikbaar en duurzaam.		Vrijwel alle benodigdheden kunnen langdurig gebruikt worden. Door het raster in de passtoel te stikken, zal het patroon langdurig blijven staan. De coördinaten plaat is stevig waardoor het niet snel kapot zal gaan. Als de contourmeter werkt kan er ook voor gekozen worden om het geheel te 3D te printen, waardoor het steviger is.
Het aanmeten is met één zitorthesemaker mogelijk.		Er is maar één specialist nodig tijdens het aanmeten omdat het protocol voor een groot deel gebaseerd is op de huidige methode waar één zitorthesemaker nodig is.
Het halffabricaat hoeft zo min mogelijk bijgewerkt te worden.		Als de contourmeter gebruikt wordt hoeven alleen maar de okselpunten eruit gesneden te worden en indien nodig de kleine meetfoutjes.
		Wanneer de rug contour niet gemeten wordt, zijn er wel extra stappen die nog ondernomen moeten worden.
De medewerking van de klant heeft weinig impact op de kwaliteit van de halffabricaat.		Als de contourmeter gebruikt moet worden, is dit wel afhankelijk van hoe goed de klant relatief stil kan zitten. Maar in het protocol staat ook de optie om de borstdiepte te meten indien de klant niet goed stil kan zitten.
De kosten voor het aanmeten van de halffabricaat worden zo laag mogelijk gehouden.		De passtoelen zijn er al maar moeten alleen gestikt worden, met naaimachines die binnen Ortho Innovatief aanwezig zijn. De coördinaten plaat en contourmeter zijn van relatief goedkoop materiaal (MDF en multiplex). Ortho Innovatief heeft al een licentie voor <i>Rhino</i> , dus dit levert ook geen extra kosten op. Alleen de contourmeter moet nog 3D-geprint worden.
Het hele proces heeft zo min mogelijk materiaal verspilling.		Kan pas getest worden na meerdere producties en vergelijkingen met de huidige methode.

6. Discussie

In dit hoofdstuk zal er gereflecteerd worden op de analysefase, conceptfase en de evaluatie.

6.1 Analysefase

Tijdens de analysefase is er in het begin uitgebreid onderzoek gedaan naar alles rondom Scoliose, waarbij als snel duidelijk was dat er ontzettend veel variatie is binnen de deformiteit. Met dit gegeven is er nog diepgaander onderzoek gedaan naar alle soorten en oorzaken, terwijl eigenlijk daarvoor al de conclusie getrokken kon worden dat de opdracht een andere insteek moest krijgen. Deze informatie is niet volledig te verwaarlozen, maar een deel hiervan was niet noodzakelijk geweest om tot dit resultaat te komen. De tijd die hierdoor over zou blijven, kon besteedt worden in het andere deel van de analyse en de conceptfase. Ook bestond een groot deel van de analyse uit literatuuronderzoek en deel uit gesprekken met A. van Tienhoven en M. Huisman. Het was mogelijk om één keer mee te kijken bij een klant en één proefpassing te doen met M. Huisman waarbij hij alles uitgebreid had toegelicht. Het liefst was er ook vaker meegelopen met de aanmetingen om te zien hoe dit in de praktijk gaat, waarbij de kleine details meegenomen konden worden in het aanmeetprotocol. Ook had het misschien een meerwaarde contact te hebben met iemand van de van een praktijk in een minderontwikkeld land om te kijken wat daar mogelijk is en waar de behoeftes liggen.

6.2 Conceptfase

Het gewenste doel wat tijdens deze fase bereikt moest worden, was aan de start al duidelijk. Het schrijven van het aanmeetprotocol ging behoorlijk soepel, omdat een groot deel van de inhoud al voldoende opgehelderd was in de analyse. Ook werd het in de HKJ's duidelijk hoe het protocol toegankelijk gemaakt kon worden en hoe dit weergegeven kon worden. Het maken van de drie concepten en het kiezen van het eindconcept verliep zonder tegenslagen. De concepten waren ook verschillend genoeg van elkaar en de totstandkoming van deze concepten en de keuzes die hierin gemaakt zijn, kunnen goed onderbouwt worden.

De conceptfase bestond als het ware uit twee opleveringen. Een algemeen aanmeetprotocol die voor alle drie de concepten hetzelfde zal zijn en unieke aanmeetmethodes waar de concepten zich in zullen onderscheiden. Hierdoor had het gebruik maken van de morfologische kaart geen meerwaarde. Een aantal HKJ's hebben meerdere aspecten die voor alle drie de concepten hetzelfde zijn. Aan de andere kant was er maar één HKJ's waar de concepten zich wel onderscheiden van elkaar. Uiteindelijk is er daarom gekozen om een alternatieve morfologie te bedenken die deze twee onderdelen scheidt van elkaar. Dit hielp om de overbrugging van de HKJ's naar de concepten te verbeteren.

6.3 Evaluatie

Er was nu maar een klein team van mensen die naar het aanmeetprotocol kon kijken, waardoor er minder verbeteringen plaats konden vinden dan wanneer meerderen deze hadden gelezen. Het was ideaal geweest als dit hele proces getest kon worden met een klant die een scoliose rug heeft, om zo alle onderdelen en het eindresultaat te testen. Met deze resultaten konden er nieuwe aanbevelingen en optimalisaties vastgelegd worden voor het vervolg. In verband met de tijd en het vinden van een klant die binnen de doelgroep past en hiervoor open staat, is dit helaas niet uitgevoerd en is het alleen getest op een medestudent en op basis van de feedback van de zitorthesemakers. Bovendien moet het meerdere malen uitgevoerd worden met diverse zitorthesemakers en klanten, om pas echt een conclusie te kunnen trekken. Dit kan het beste gedaan worden met een geoptimaliseerde contourmeter die in de *aanbeveling* wordt omschreven. De grote vragen bij het testen is om te kijken of het in de praktijk ook echt haalbaar is voor de klanten in verband met vermoeidheid en of deze methode een meerwaarde heeft. Dit zal namelijk wel een iets intensievere aanmeting voor hen zijn, dan de huidige methode.

7. Conclusie

In dit hoofdstuk zal er antwoord gegeven worden op de hoofdvraag:

“Hoe zien het aanmeetprotocol en – het corresponderend programma eruit die toegepast kunnen worden bij het produceren van halffabricaat rugsteunen voor de scoliose rug?”

Het opgeleverde aanmeetprotocol is toegankelijk stappenplan om de aanmeting goed uit te voeren. Het houdt rekening met het feit dat iedere zitorthesemaker en klant uniek is. Er worden namelijk meerdere methodes aangeboden zodat er gekozen kan worden voor de methode die het beste bij de zitorthesemaker en/of klant past. Ook wordt iedere stap ondersteunt middels figuren en bevat het protocol vuistregels en onderbouwingen om de zitorthesemaker aan te sturen indien nodig. De kans op het maken van fouten wordt hiermee vermoedelijk kleiner en wanneer meerdere zitorthesemakers (zowel binnen als buiten Ortho Innovatief) volgens dezelfde methode werken, wordt ook deze onderlinge samenwerking verbeterd. Bovendien zal het aanmeetproces niet te veel afwijken van de huidige methode, waardoor oude en nieuwe zitorthesemakers ook nog steeds kunnen samenwerken.

De uitkomsten van de gemeten referentiepunten zullen echter niet meer genoteerd worden in afmetingen (centimeters) maar in de vorm van coördinaten. Ook dit heeft als voordeel dat er onderling beter samengewerkt kan worden, omdat met coördinaten de positionering van de referentiepunten ten opzichte van elkaar ook meteen duidelijk is, in tegenstelling tot de afmetingen. Bovendien bieden de coördinaten de mogelijkheid om vanuit numerieke waardes een 3D ontwerp te creëren. De passtoel wordt hierop ook aangepast, met een gestikt rasterpatroon hierin verwerkt. Dit in combinatie met de contourmeter maakt het mogelijk om de rug contour vast te leggen en te produceren in *Rhino*. Deze contourmeter is zelf gemaakt voor het menselijk lichaam omdat de contourmeters op de markt te klein zijn. Deze contourmeter wordt op vijf of zes niveaus op de rug gepositioneerd, waarna uiteindelijk de coördinaten vastgelegd kunnen worden. Hoe de zitorthesemaker dit moet doen, staat ook stap-voor-stap met figuren in het protocol. Deze coördinaten kunnen tot slot in het zelfgeschreven *Grasshopper* programma gezet worden, die er voor zorgt dat het halffabricaat in *Rhino* geproduceerd wordt. Dit bestand kan vervolgens verwerkt worden tot een uitgefreesd model, zoals ze momenteel ook al doen.

7.1 Aanbevelingen

Ook zijn er een aantal aanbevelingen die gedaan kunnen worden om dit eindproduct te optimaliseren.

Protocol en programma voor coördinaten zitting

In het opgeleverde aanmeetprotocol is er nog niet veel aandacht besteed aan het maken van een orthesezitting op basis van het coördinaten principe, omdat dit de opdracht te uitgebreid zou maken voor deze afstudeerperiode. Als in het protocol goed verwerkt wordt hoe en welke coördinaten vastgelegd moeten worden, kan ook hiervoor een *Grasshopper* programma gemaakt worden die *Rhino* aanstuurt om het halffabricaat te maken.

Engelstalige versie van aanmeetprotocol

Het aanmeetprotocol kan ook vertaald worden naar het Engels, zodat het in ontwikkelingslanden waar ze weinig of geen Nederlands spreken ook gebruik kunnen maken van het protocol.

Abductie/adductie & exorotatie/endorotatie

In de feedback kwam terug dat de zitorthesemakers tijdens de evaluatie in ligging ook de mogelijkheden van abductie & adductie en exorotatie en endorotatie van de heupen bekijken. Dit is nu niet meegenomen in het protocol, maar kan dit kan wel toegevoegd worden.

Optimaliseren Grasshopper

Het programma dat nu geschreven is voor *Grasshopper* doet zijn werk, alleen moeten er in dit programma ook nog de maten van het polyetherschuimblok handmatig versteld worden, zodat het

overeenkomt met de coördinaten en de lichaamsmaten die toegepast moeten worden. Bovendien is het nog niet gelukt om op de okselhoogte de zijkanten af te kappen, waardoor de rand tot aan de bovenkant loopt en deze nog handmatig weggefreest moet worden. Ook zou het ideaal zijn dat bij de optie met een platte rugsteun, in *Grasshopper* alleen maar de borstdiepte ingevuld hoeft te worden en het programma zelf de berekeningen uitvoert en de radius vastlegt. Kortom: het programma moet zo gemaakt zijn dat er één of twee bestanden/gegevens ingevoerd moeten worden en dat het halffabricaat klaar is. Ook kan het dus handig zijn om iemand binnen het bedrijf te hebben die bekend is met *Grasshopper*, zo kunnen eventuele optimalisaties relatief snel verwerkt kunnen worden.

Contourmeter 3D printen

De contourmeter is nu van hout en kunststof gemaakt, waarvan de pinnen 6,0 mm dik zijn. Dit maakt het hulpmiddel gevoelig om te breken maar ook zwaar. De contourmeters op de markt zijn van kunststof en kunnen beter tegen een stootje. De onderdelen van deze contourmeter kunnen dus ook beter gemaakt worden met een 3D-printer.

Dunnere pinnen contourmeter

De pinnen van de contourmeter hebben momenteel een dikte van 6,0 mm, waardoor er 83 pinnen op de meter passen. Hierdoor vallen een hoop details van rug contour weg, dus het kan geadviseerd worden om deze pinnen smaller te maken. Als er gekozen wordt voor 3D-printen, lijkt 2,0 mm een goede tussenweg, omdat dit met het correcte firmament vermoedelijk stevig genoeg blijft, maar het ook drie keer meer gedetailleerd is dan de huidige versie.

Twee maten contourmeters

De contourmeter die nu is gemaakt, is bijna 60 cm lang en dat kan best intimiderend en onnodig groot zijn voor kinderen over het algemeen een stuk smaller dan dat zijn. Er kan ook een contourmeter gemaakt worden van bijvoorbeeld 30-35 cm lang, dit is dan voor de zitorthese makkelijker in gebruik en voor het kind minder spannend.

Literatuur

- Allam, A., & Schwabe, A. (2013, november). Neuromuscular Scoliosis. *The American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 5(11), 957–963. doi:10.1016/j.pmrj.2013.05.015
- American Association Neurological Surgeons (z.d.). *Scoliosis*. Geraadpleegd op 7 maart 2023, van <https://www.aans.org/Patients/Neurosurgical-Conditions-and-Treatments/Scoliosis#:~:text=Scoliosis%20affects%202%2D3%20percent,occurring%20equally%20among%20both%20genders>.
- Arlet, V., Odent, T., & Aebi, M. (2003). Congenital scoliosis. *European Spine Journal*, 12(5), 456–463. doi:10.1007/s00586-003-0555-6
- De Baat, P., van Biezen, F.C., de Baat, C. (2012a, 8 oktober). Scoliose: overzicht van typen, oorzaken, diagnostiek en behandelingen 1. *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde*, 474-478. doi:10.5177/ntvt.2012.10.12210
- De Baat, P., van Biezen, F.C., de Baat, C. (2012b, 9 november). Scoliose: overzicht van typen, oorzaken, diagnostiek en behandelingen 2. *Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde*, 531-535. doi:10.5177/ntvt.2012.11.12232
- Beumer, S. T. A. G., den Bandt, E., Bent-de Bont, W. C. C. M., Elschot-Bijen, B., Epema, H., van Eijle, J., van Gils, N., Groeneboom, W., Grady-van den Nieuwboer, J., Kroes, R. J., Metzemaekers, J. H. L. M., Nefkens, J., van Oers, L. C. A. J. M., van Rijswijk, B., Schepers, L., & van Sommeren, A. (1999). 3.7 Lichaamshoeken en rolstoelhoeken. *Anders Mobiel* (Fusus B.V. & BPDC, Reds.). Revab B.V.
- Boston Children's Hospital (z.d.-a). *What is congenital scoliosis?*. Geraadpleegd op 7 maart 2023, van <https://www.childrenshospital.org/conditions/congenital-scoliosis#:~:text=Congenital%20scoliosis%20is%20a%20sideways,before%20a%20baby%20is%20born>.
- Boston Children's Hospital. (z.d.-b). *What is spinal fusion surgery?*. Geraadpleegd op 8 maart 2023, van <https://www.childrenshospital.org/treatments/spinal-fusion-surgery>
- Boston Children's Hospital. (2019). *Neuromuscular Scoliosis*. Geraadpleegd op 8 maart 2023, van <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/neuromuscular-scoliosis/>
- Cerebral Palsy Society (z.d.). *Types of Cerebral Palsy*. Geraadpleegd op 4 mei 2022, van <https://cerebralspalsy.org.nz/cerebral-spalsy/types-of-cerebral-spalsy/>
- Chiu, Y.L., Huang, T.J., Hsu R.W. (1998). Curve patterns and etiologies of scoliosis: analysis in a university hospital clinic in Taiwan. *Chang Gung medical journal / Chang Gung Memorial Hospital*. 21(4), 421-428. Geraadpleegd op 13 maart 2023, van <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0032233583&origin=inward&txGid=85da31d3db1738624433a8e816c2badb>
- Cho, W., Shepard, N., & Arlet, V. (2018, 12 april). The etiology of congenital scoliosis: genetic vs. environmental—a report of three monozygotic twin cases. *European Spine Journal*, 27(S3), 533–537. doi:10.1007/s00586-018-5604-2
- Columbia University. (z.d.). *Neuromuscular Scoliosis*. Geraadpleegd op 20 maart 2023, van <https://www.neurosurgery.columbia.edu/patient-care/conditions/neuromuscular-scoliosis>
- Cleveland Clinic. (2022, 16 september). *Levoscoliosis & Dextroscoliosis*. Geraadpleegd op 21 maart 2023, van <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/24193-levoscoliosis--dextroscoliosis#:~:text=Levoscoliosis%20is%20the%20name%20for,dextroscoliosis%20don%27t%20need%20treatment>.
- Giampietro, P. F., Blank, R. D., Raggio, C. L., Merchant, S., Jacobsen, F. S., Faciszewski, T., ... Schowalter, D. B. (2003). Congenital and Idiopathic Scoliosis: *Clinical and Genetic Aspects. Clinical Medicine & Research*, 1(2), 125–136. doi:10.3121/cmr.1.2.125
- Duncan, J. (2017, 16 januari). *All About Degenerative Scoliosis*. Geraadpleegd op 8 maart 2023, van <https://www.spine-health.com/conditions/scoliosis/degenerative-scoliosis>
- Gezondheidsplein. (2022, 20 april). *Kromming ruggenwervelkolom: scoliose, kyfose en lordose*. Geraadpleegd op 21 maart 2023, van <https://www.gezondheidsplein.nl/dossiers/kromming->

- ruggenwervelkolom-scoliose-kyfose-en-lordose/item121734
- Hägglund, G., Pettersson, K., Czuba, T., Persson-Bunke, M., & Rodby-Bousquet, E. (2018). Incidence of scoliosis in cerebral palsy. *Acta Orthopaedica*, 89(4), 443–447. doi:10.1080/17453674.2018.1450091
- Horne, J.D., Flannery, R., Usman, S. (2014, 1 februari). Adolescent Idiopathic Scoliosis: Diagnosis and Management. *American Family Physician*, 89(3), 193-198. Geraadpleegd op 13 maart 2023, van <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2014/0201/p193.html#afp20140201p193-b3>
- Illés, T. S., Lavaste, F., & Dubousset, J. F. (2019). *The third dimension of scoliosis: The forgotten axial plane. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* doi:10.1016/j.otsr.2018.10.021
- Moninger, S. (z.d.). *4 Types of Scoliosis and Their Interventions.* Geraadpleegd op 7 maart 2023, van <https://www.btetechnologies.com/therapyspark/4-types-of-scoliosis-and-their-interventions/>
- Schwend, R. M., Schmidt, J. A., Reigut, J. L., Blakemore, L. C., & Akbarnia, B. A. (2015). Patterns of Rib Growth in the Human Child. *Spine deformity*, 3(4), 297–302. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2015.01.007>
- Scoliosis Research Society. (z.d.) *Effects of Scoliosis and Future Directions.* Geraadpleegd op 7 maart 2023, van <https://www.srs.org/patients-and-families/common-questions-and-glossary/frequently-asked-questions/future-considerations>
- Spinalcord.org. (z.d.). *The Importance Of Correct Wheelchair Seat Depth.* Geraadpleegd op 11 april 2023, van <https://www.spinalcord.org/disability-products-services/the-importance-of-correct-wheelchair-seat-depth/#:~:text=Excessively%20short%20wheelchair%20seat%20depths,diminish%20possibly%20causing%20poor%20posture.>
- UCLA Health. (z.d.). *What You Should Know About Neuromuscular Scoliosis.* Geraadpleegd op 20 maart 2023, van <https://www.uclahealth.org/medical-services/spine/conditions/neuromuscular-scoliosis>
- Watanabe, L. (2015, 1 oktober). *Understanding scoliosis, This Common Condition Among Wheelchair Users Has an Uncommon Ability to Impact Fit & Function.* Geraadpleegd op 16 maart 2023, van <https://mobilitymgmt.com/Articles/2015/10/01/Scoliosis.aspx>
- Zhu, F., Chu, W. C., Sun, G., Zhu, Z., Wang, W., Cheng, J. C. Y., & Qiu, Y. (2010). Rib length asymmetry in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is it primary or secondary? *European Spine Journal*, 20(2), 254–259. doi:10.1007/s00586-010-1637-x

Bijlage

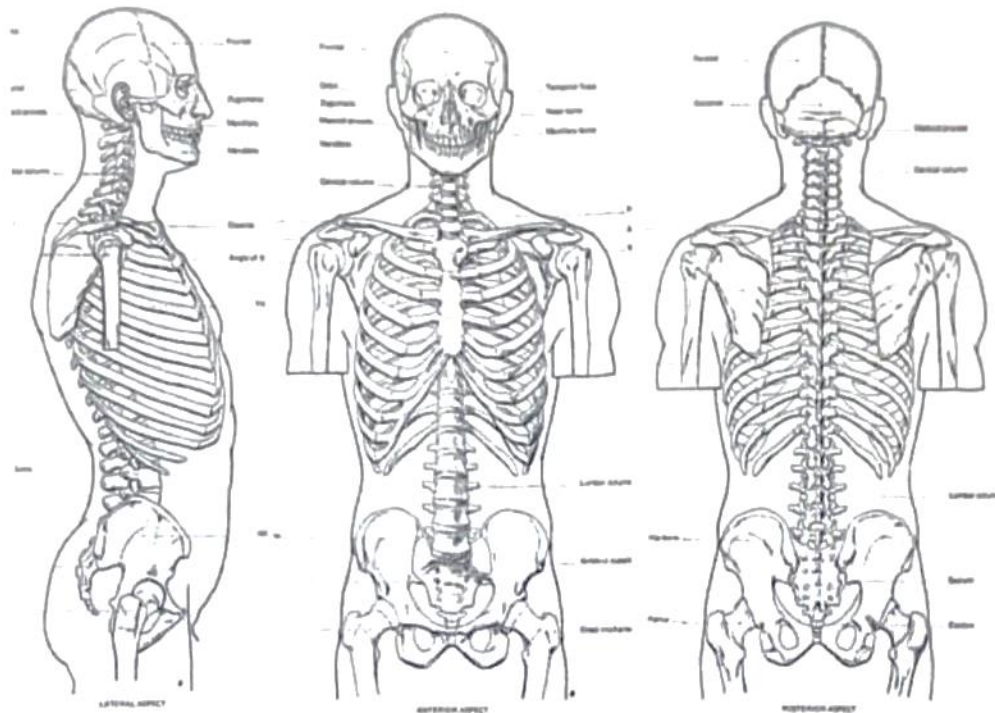
Bijlage 1 : Zitbelastinganalyse

ORTHOMAN Zitbelastinganalyse

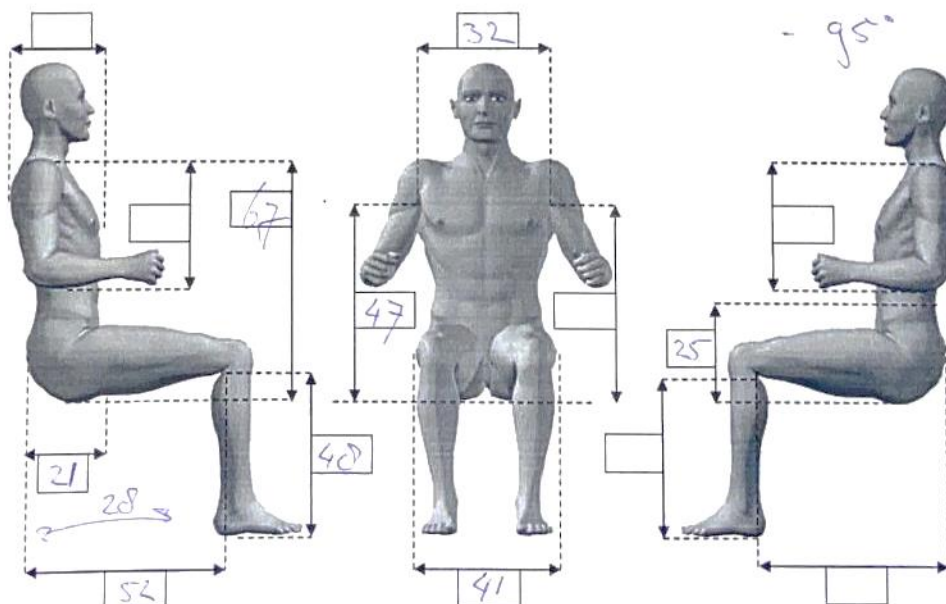
Naam:

Project:

Datum: 31/03/2023

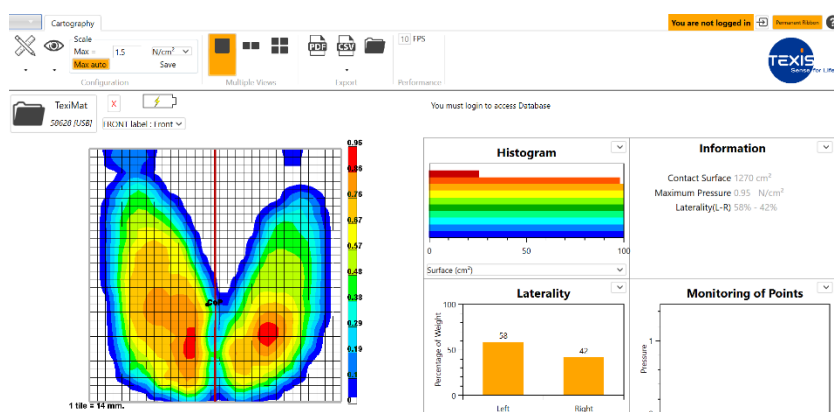


- 66s
- 14/40
- 2.45
- 95°

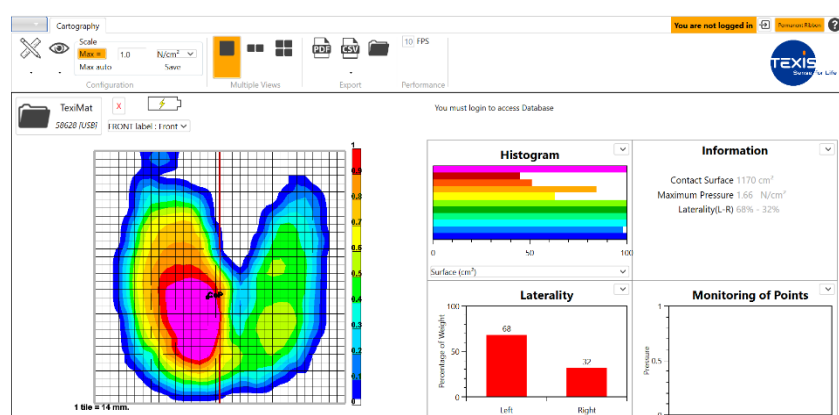


Figuur 1. Zitbelastinganalyse

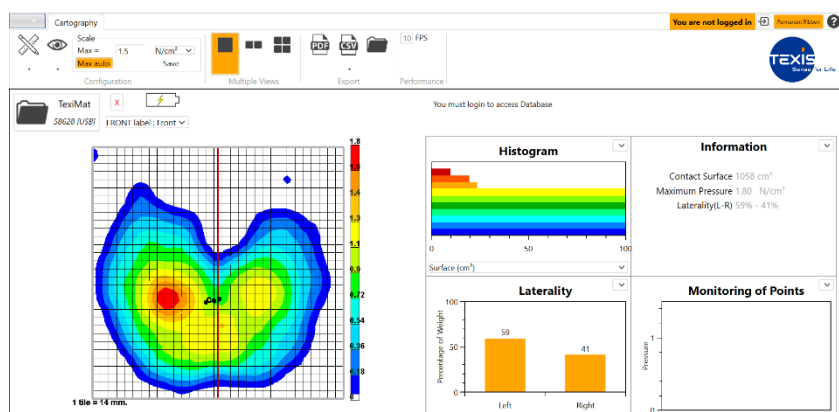
Bijlage 2: Druk mat metingen



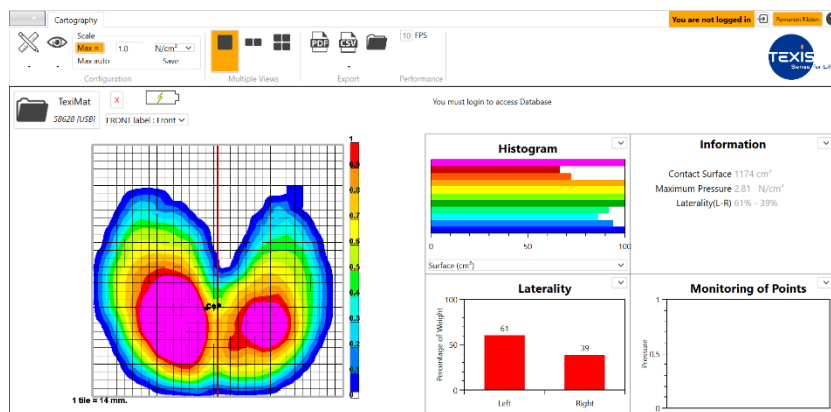
Figuur 1. Thoracaal rechts & Lumbaal links pp1



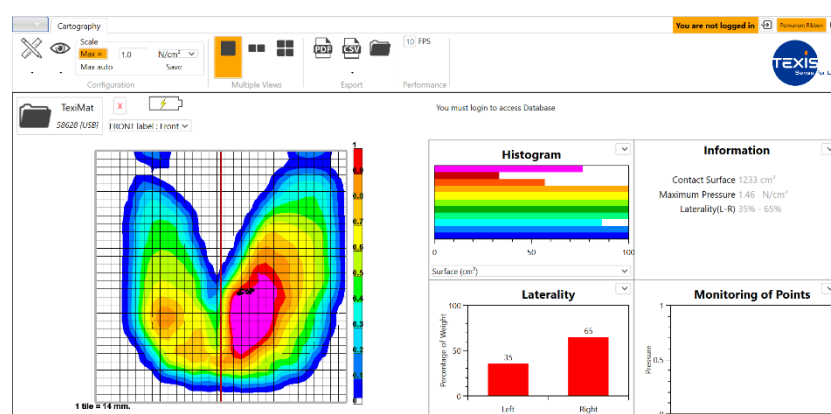
Figuur 2. Thoracaal rechts & Lumbaal links pp2



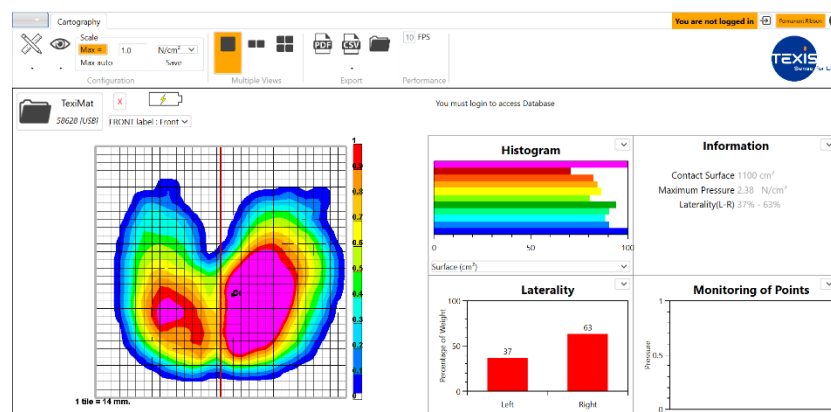
Figuur 3. Thoracolumbaal rechts & Lumbaal links pp1



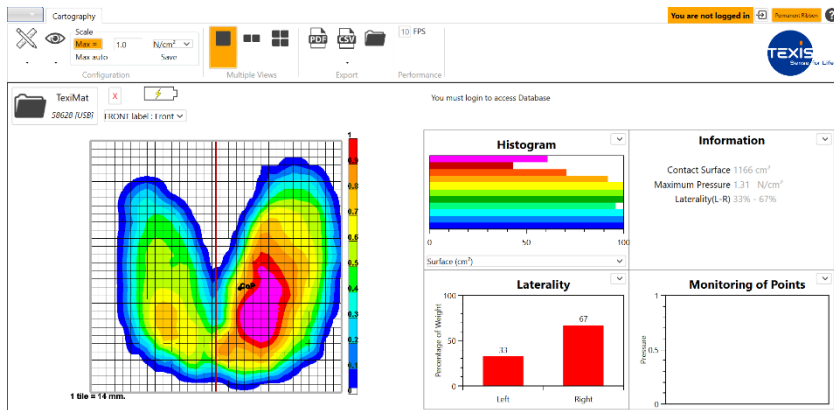
Figuur 4. Thoracolumbaal rechts & Lumbaal links pp2



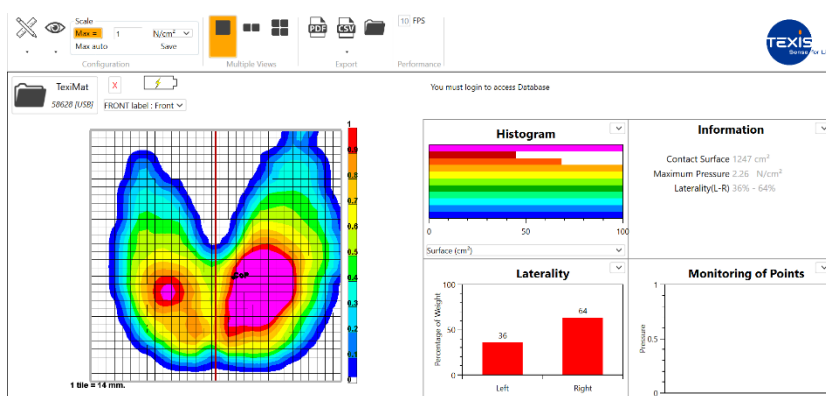
Figuur 5. Lumbaal rechts & Thoracaal links pp1



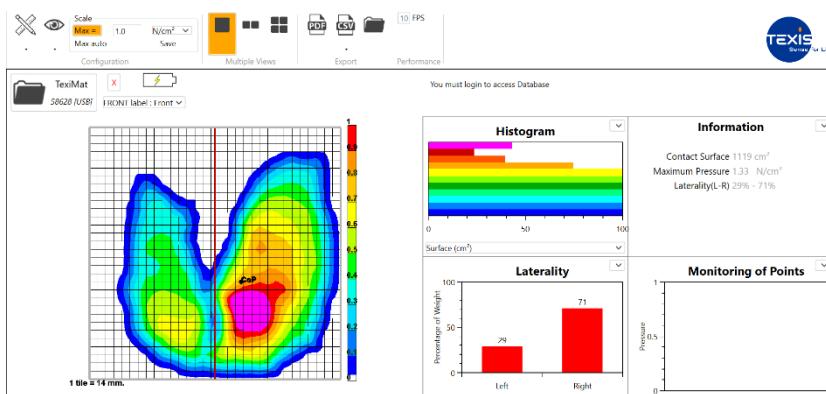
Figuur 6. Lumbaal rechts & Thoracaal links pp2



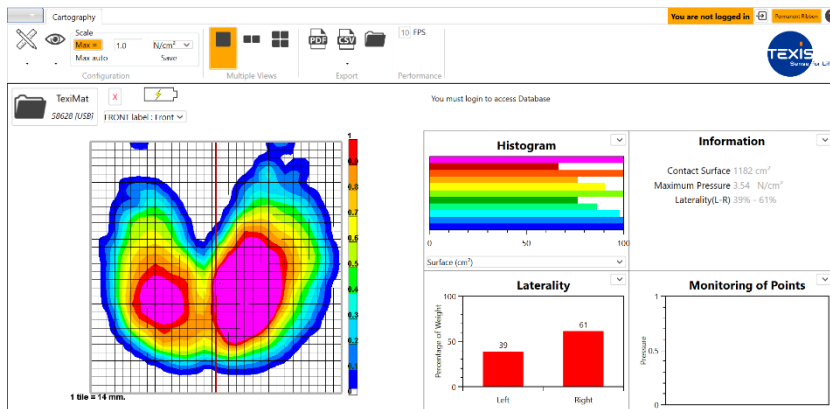
Figuur 7. Lumbaal rechts & Thoracolumbaal links pp1



Figuur 8. Lumbaal rechts & Thoracolumbaal links pp2

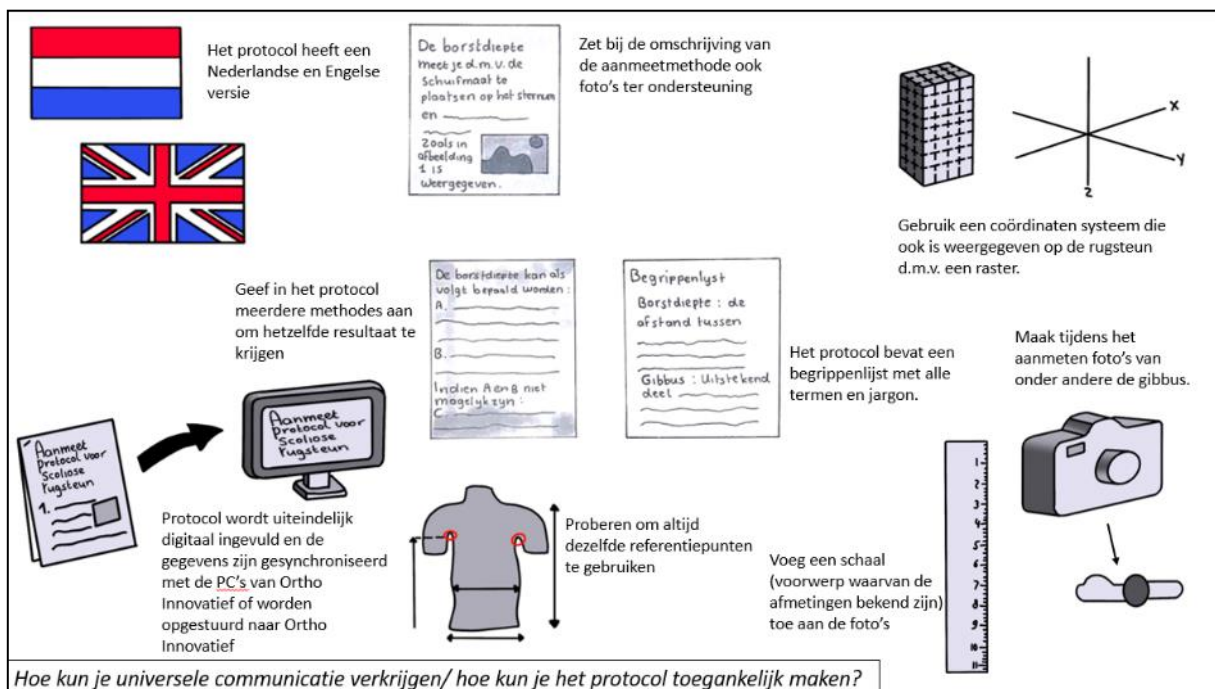


Figuur 9. Thoracolumbaal rechts & Thoracolumbaal links + Hoofdsteun pp1

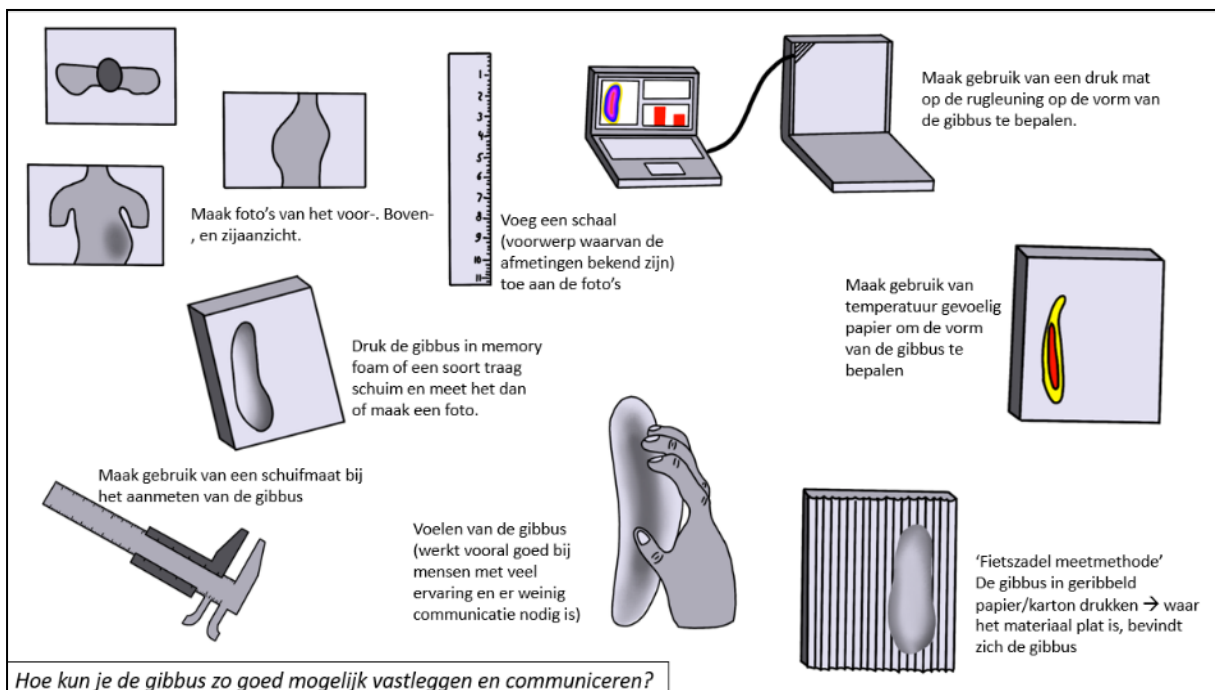


Figuur 10. Thoracolumbaal rechts & Thoracolumbaal links + Hoofdsteun pp2

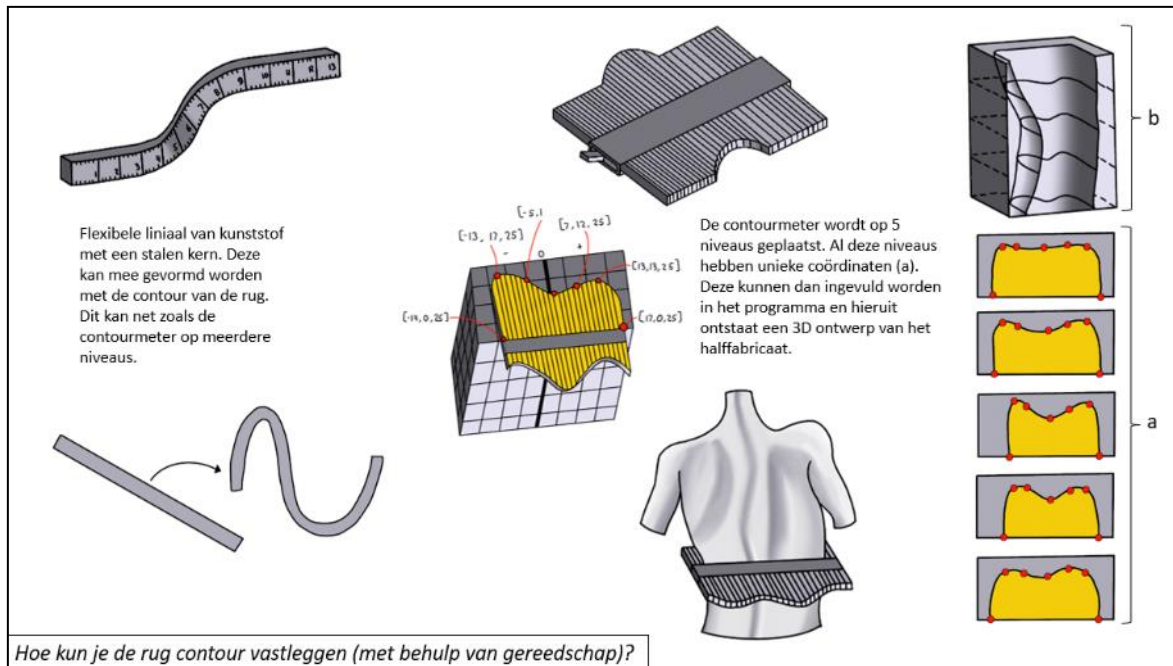
Bijlage 3: Hoe Kun Je's



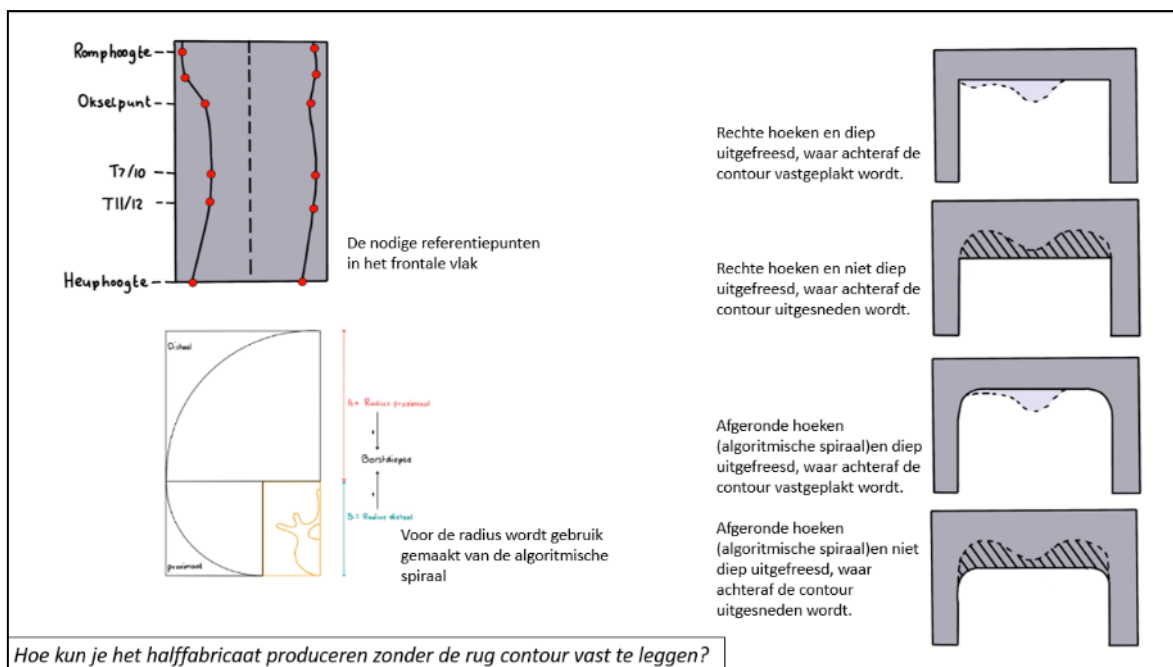
Figuur 1. Hoe kun je universele communicatie verkrijgen/ Hoe kun je het protocol toegankelijk maken?



Figuur 2. Hoe kun je de gibbus zo goed mogelijk vastleggen en communiceren?



Figuur 3. Hoe kun je de rug contour m.b.v. gereedschap en/of hulpmiddelen vastleggen?



Figuur 4. Hoe kun je een halffabricaat produceren zonder de rug contour vast te leggen?



Artec Leo :
34.800 euro

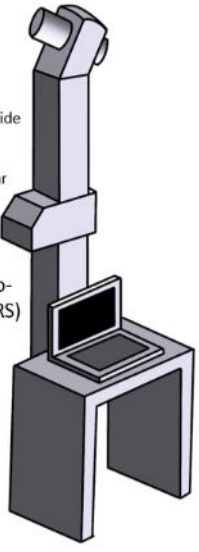
Hand 3D-scanner met ledlampen en onzichtbaar infraroodlicht. Hiermee kan de rug gescand worden en verwerkt op de PC.

- + AI-gestuurd
- + monitor + touchscreen
- + Werkt precies
- + Draadloos
- + Compact
- Gevoelig
- Relatief duur



Shining 3D Einscan H:
5500 euro

- + Relatief goedkoop
- + Compact
- + Werkt goed op donkere oppervlakten
- + Gebruiksvriendelijke software
- + Kleurcamera
- Niet draadloos
- Gevoelig



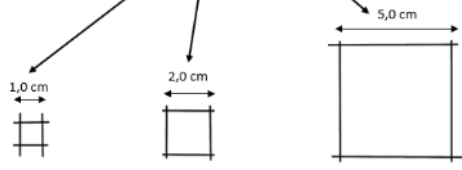
Diers formetric 4D video-raster Stereo graphy (VRS)

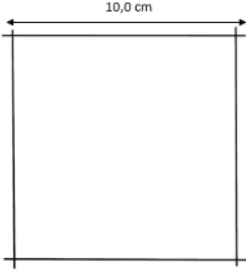
- + Combi met druk mat
- + Groot oppervlak
- + 4 dimensionaal
- + Stabiel
- + Hoge kwaliteit
- + Veel gegevens met uitgebreide software
- Relatief duur
- Groot en niet meeneembaar

Hoe kun je de rug contour vastleggen (met behulp van technologie)?

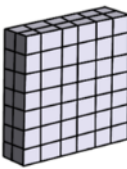
Figuur 5. Hoe kun je de rug contour vastleggen m.b.v. technologie?

Keuze uit verschillende raster formaten

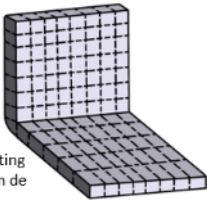




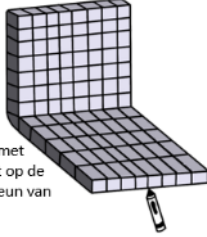
10,0 cm



Los polyetherschuimblok met uitgefreesd raster



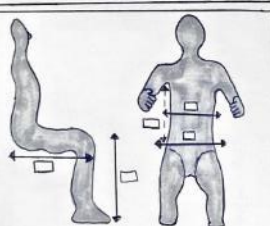
Rasterpatroon gestikt in de zitting en rugsteun van de passtoel



Rasterpatroon met permanent stift op de zitting en rugsteun van de passtoel

Hoe kun je het raster verwerken in de passtoel?

Figuur 6. Hoe kun je het raster verwerken in de passtoel?

Protocol met afbeeldingen: <u>Borstdiepte</u> Bij het aanmeten van de borstdiepte moet je de sagittale-as vanuit het sternum door trekken naar de toebehorende wervel (fig 1a). Nu heb je de wervel horizontaal aan het meetpunt van het sternum. Ter ondersteuning kan je de 2 meetpunten aangeven met stukken tape (fig 1b). Pak nu de schuifmaat en meet de afstand tussen deze 2 punten (fig 1c). 	Stap voor stap aanwijzing: <u>Borst diepte</u> Meet de afstand tussen het sternum en de daar begrenzende wervel. 1. Het sternum vind je door met de hand in het midden van de borst te zoeken naar een hard oppervlak. 2. plak hier eventueel een stuk tape of een sticker. 3. Trek deze sagittale as door naar de wervelkolom en zoek de bybehorende wervel. 4. plak hier eventueel een stukje tape of een sticker. 5. Meet de afstand tussen de punten met een schuifmaat.	Meer opties aanbieden <u>Borst diepte</u> Het aanmeten van de borstdiepte kan op meerdere manieren. 1. Voel met de hand op de borst en zoek naar een hard oppervlak. Trek de as sagitaal door naar de wervelkolom. Meet de afstand tussen deze punten met: a. een schuifmaat b. een meetlint *2. Voor mannen relevant* Zet een plaat in het sagittale vlak naast het lichaam en begrenst het sternum en de wervelkolom met krijt op deze plaat. Meet de afstand tussen de krijtstrepen.	
gegevens meteen invullen Het aanmeten van de borstdiepte gaat als volgt: _____ Borstdiepte: (x, y, z) of .. cm Het aanmeten van de borstbreedte gaat als volgt: _____ Borstbreedte: (x, y, z) of .. cm Het aanmeten van de heupbreedte als volgt: _____ Heup L: (x, y, z) Heup R: (x, y, z) Heupbreedte: .. cm	Invulformulier Het aanmeten van de borstdiepte gaat als volgt: _____ Het aanmeten van de borstbreedte gaat als volgt: _____ _____ Invulformulier: Borstdiepte: (.....) of .. cm Borstbreedte: (.....) of .. cm Heupbreedte: (.....) of .. cm okselhoogte(L): (.....) of .. cm oksel hoogte(R): (.....) of .. cm	Zitbelasting formulier Het aanmeten van de borstdiepte gaat als volgt: _____ 	Hoe kun je het protocol uitwerken/vormgeven?

Figuur 7. Hoe kun je het protocol uitwerken/vormgeven?

Bijlage 4: Feedback van de zitorthesemakers

Feedback formulier: aanmeetprotocol voor de scoliose rug m.b.v. een contourmeter.

Naam: Anouk Schuurman

Periode in dienst: 8 jaar maanden

Het idee van het aanmeetprotocol is om een halffabricaat rugsteun te produceren, die na het aanmeten voor zo'n 80/90% klaar moet zijn. Het protocol is voornamelijk gemaakt voor de nieuwe generatie zitorthesemakers en zitorthesemakers in het buitenland (waaronder Aruba) waarmee op afstand samengewerkt kan worden.

Is het protocol goed te begrijpen? Licht dit toe.

Voor orthese makers wel, omdat wij er een beeld bij hebben, maar voor bijv ergo therapeuten is denk ik stap 5 moeilijk te volgen.

Los van het nieuwe coördinaten systeem en de contourmeter, komt de basis voldoende overeen met jouw aanmeetmethode? Licht dit toe.

Ja. Heb wel hier en daar wat op en aantekening erbij geschreven.

Worden er voldoende opties aangeboden? Licht dit toe.

Zeker. Ik denk ook dat je niet meer opties moet geven, want dat kan alleen maar voor problemen zorgen.

Zijn de figuren duidelijk? Licht dit toe.

Ja, alleen niet goed genummerd en niet goed naar verwijzen.

Staan er fouten in het protocol die verbeterd moeten worden voor een goede aanmeting? Licht dit toe.

Zie aantekeningen op het protocol

Heb je nog andere feedback?

Nee! ziet erg goed uit!
(zou wel ook de pagina's nummeren :-)

Figuur 1. Feedback op protocol van Anouk

Aanmeetprotocol voor de scoliose rug

Benodigdheden

- Pen
- Krijt
- Invulformulier
- Passtoel
- Rasterkussen
- Schuifmaat
- Meetlint
- Liniaal (met waterpas)
- Roller voor talud
- Laserlamp
- Glijzak
- Inbussleutel (5 zijdes) / hex-sleutelset / torx sleutelset (6 zijdes)
 - De sleutelsoort en maten van de passtoel
- Telefoon
 - App om hoeken te bepalen
 - Camera
- Bed (of andere platte zachte ondergrond)
- Schuimblok 2,0 x 15,0 x 15,0 cm
- Schuimblok 5,0 x 15,0 x 15,0 cm
- Schuimblok 10,0 x 15,0 x 15,0 cm
- Schuimblok 20,0 x 15,0 x 15,0 cm

Indien nodig:

- Tillift in de ruimte
- Drukmat

Vooraf regelen

Lees je in de situatie van de klant, om zo goed mogelijk voor te bereiden. Wanneer je weet wat de aandoening is en de benoemde aandachtspunten zijn, kunnen er vooraf al stappen gezet worden en kunnen er keuzes gemaakt worden in benodigdheden en methodes.

Indien de klant op bezoek komt binnen Ortho Innovatief, een andere praktijk en de klant niet in staat is om zelfstandig transfers te kunnen maken, zorg er dan voor dat de meting plaatsvindt binnen een ruimte met een tillift.

Aan de slag

Evaluatie in de huidige zitting

1. Overleg voor de meting met de klant of de verzorger van de klant, wat de aandachtspunten zijn.

Waar bevindt zich het meest ongemak en waar liggen de behoeften bij het maken van de nieuwe orthesezitting. De voorkeur gaat er naar uit om dit zoveel mogelijk met de klant zelf te doen omdat zij het beste weten hoe het voelt. Echter is dit in sommige gevallen (bijna) niet mogelijk, probeer in dat geval het doel van de zitorthese zo helder mogelijk te krijgen met de verzorger.

Aandachtspunten die relevant kunnen zijn:

- Heupluxatie → aanwezig of niet
- Comfort → zoveel mogelijk
- Pijn → zo min mogelijk
- Eten en drinken → van toepassing op de zithoek
- Kantelbaar → actief en passief
- Wervelkolom → vastgezet of niet
- Recht zitten → zoveel mogelijk
- Met en zonder jas → rekening mee houden in maatvoering
- Groei → rekening mee houden in maatvoering
- Symmetrie → zoveel mogelijk
- Spierspasmen → wel (in welke mate) of niet
- Abductieklos → aanwezig of behoefte
- Hoofdsteun → aanwezig of behoefte

2. Kijk naar de huidige zitdiepte van de klant.

Als vuistregel geldt: de ruimte tussen de zitting en de knieholtes mag ongeveer twee vingers zijn.

Is de zitting te lang of te kort, noteer dit en neem dit later mee bij het aanmeten in de passtoel.

- Gevolgen van een te lange zitting: de klant gaat verder naar voor zitten, waardoor er een sacrum-zit ontstaat en de onderrug geen contact maakt met de rugsteun.
- Gevolgen van een te korte zitting: er ontstaat een kleiner zitoppervlak, waardoor er meer druk kan ontstaan op bijvoorbeeld de zitbotten.

3. Kijk naar de rug ten opzichte van de rugsteun.

Zit de onderrug tegen de rugsteun aan of niet?

Als dit niet zo is en de zitdiepte goed is, kan het zo zijn dat de onderrug en/of heupen van de client dusdanig beperkt zijn dat rechtop zitten geen optie is. Noteer dit en neem dit later mee bij het aanmeten in de passtoel.

Evaluatie op de ligbank

4. Verplaats de klant naar een ligbank, bed of andere horizontale ondergrond.

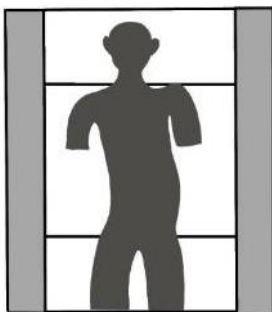
Afhankelijk van de klant moet er met besproken worden hoe dit normaal gesproken gaat, maak niet zelf deze keuze. Lukt dit zelfstandig, met extra ondersteuning van de verzorger of moet dit met een tillift?

5. Bepaal de mogelijkheid tot symmetrie.

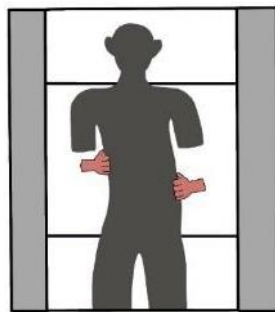
- a. Laat de klant op de rug liggen, zoals ze in hun dagelijks even zonder ondersteuning ook liggen.
- b. Kijk vervolgens van bovenaf hoe de romp in het anatomische frontale vlak verloopt (figuur 5.b).
- c. Probeer met de handen te drukken op de bolling aan de ene zijde en boven of onder dit niveau aan de andere zijde (figuur 5.c).

Deze symmetrie kan je ook zien in de schouders en het bekken, wanneer de linker en rechterzijde zich op dezelfde hoogte bevinden.

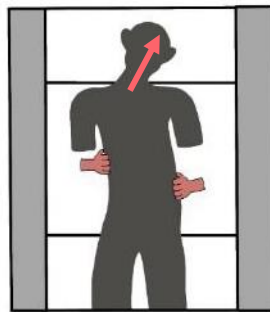
- d. Als deze maximale symmetrie behaald is, kijk je vervolgens goed naar de rest van het lichaam.
 - ➔ De nek en het hoofd staan erg gekanteld in het frontale vlak. ➔ stap e
 - ➔ De bekken gaan asymmetrisch staan. ➔ stap f
 - ➔ De nek, het hoofd en het bekken staan relatief recht. ➔ stap g
- e. Als de nek en het hoofd onder een schuine hoek staan, probeer dan de symmetrie van de romp te verminderen waardoor de nek en het hoofd rechter op gaan staan. Het is belangrijk dat de klant ook nog een goed gezichtsveld heeft. Overleg met de klant en/of de begeleider welke balans er ongeveer aangehouden moet worden (figuur 5.e).
- f. Als de bekken op verschillende hoogtes staan en/of een kant minder contact met de ondergrond maakt, probeer dan de asymmetrie van de romp te verminderen waardoor het bekken rechter zal staan. Overleg met de klant en/of begeleider welke balans er ongeveer aangehouden moet worden (figuur 5.f).
- g. Noteer alle bevindingen die meegenomen zullen worden in de orthese zitting.



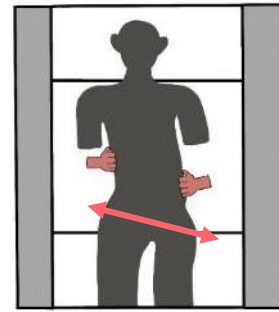
Figuur 5.b



Figuur 5.c



Figuur 5.e



Figuur 5.f

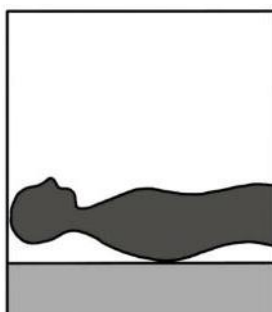
Tijdens het overleg met de klant/begeleider neem de volgende aspecten mee in de overweging:

- Het hoofd en de nek moeten niet teveel gekanteld zijn, omdat dit nekklachten kan veroorzaken en het zichtveld van de klant gekanteld wordt.
- Wanneer de bekken dusdanig oneven zijn, kan er een drukplek ontstaan rondom het zit bot waar de meeste druk op geleverd wordt.

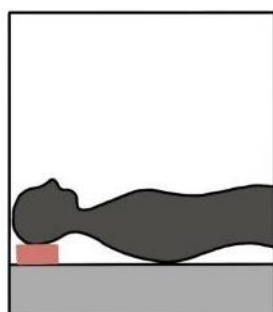
6. Bepaal of de klant met het hoofd op het matras kan liggen.

Als er nagedacht wordt over een hoofdsteun, kan met behulp van deze test gekeken worden of dit überhaupt een meerwaarde heeft. Ook worden aan de hand hiervan de grenzen van de klant opgezocht, wat helderheid kan geven aan jou maar ook aan de klant en/of verzorger. Dit kan relevant zijn voor klanten met een extreme kyfose of nekbeperkingen.

- a. Laat de klant op de rug liggen, zoals ze normaal gesproken zonder ondersteuning zouden doen.
- b. Probeer het hoofd van de klant op de ondergrond te leggen. Is dit niet mogelijk (figuur 6.b.1), leg dan één (of meer) van de schuimblokken onder het hoofd (figuur 6.b.2).
- c. Noteer de totale hoogte van het schuim.



Figuur 6.b.1



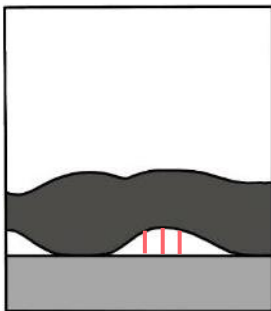
Figuur 6.b.2

Indien de klant het hoofd niet op de tafel kan leggen en er schuimblokken tussen geplaatst kunnen worden, geeft dit aan dat een hoofdsteun misschien overbodig is omdat de klant met hun hoofd niet eens contact kunnen maken met deze steun.

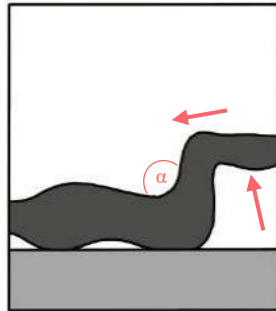
7. Bepaal de mobiliteit van de heupen.

Deze hoek is bij voorkeur tussen de 100 en 120 graden, omdat dit een natuurlijke zithoek is. 90 tot 105 graden is een relatief actieve zithouding en de hoeken daarboven zijn relatief passieve zithoudingen (Indien de rugsteun niet ver achterover gekanteld staat). Wanneer deze hoek kleiner wordt dan 90 graden, gaat het zitvlak gekanteld moeten worden waarbij de knieën hoger staan dan de rest van de bovenbenen.

- a. Dit kan relevant zijn wanneer bijvoorbeeld een groot deel van de onderrug geen contact met de ondergrond (figuur 7.a).
- b. Voer met één been een passieve flexie van de knie in combinatie met een passieve anteflexie van de heup uit (figuur 7.b).
- c. Zoek eerst de hoek op die er voor zorgt dat er voldoende contact tussen de onderrug en ondergrond is.
- d. Indien deze hoek kleiner dan 90 graden wordt, overleg dan met de klant en/of de begeleider welke balans er ongeveer aangehouden moet worden.
 - ➔ De hoek groter houden waarbij de hoek tussen de rug en bovenbenen 90 graden of groter blijft, waarbij de onderrug iets holler is dan je eigenlijk wilt.
 - ➔ De hoek zo klein houden, waarbij de hoek tussen de rug en bovenbenen iets onder de 90 graden blijft, waarbij onderrug wel goed contact maakt met de rugsteun, alleen zit de klant dan altijd actief.
- e. Maak een grove schatting van de uiterste en gekozen hoek tussen de romp en bovenbenen.



Figuur 7.a



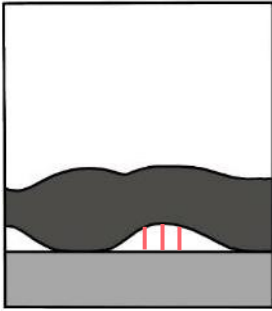
Figuur 7.b

Indien de klant last heeft van strekspasmen, kan zo'n kleinere zithoek helpen bij het doorbreken hiervan. Overleg met de klant en/of verzorger waar de behoeftes liggen.

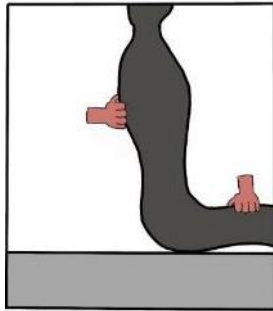
8. Bepaal de mobiliteit van de onderrug.

Als de heupen niet flexibel zijn, moet er gekeken worden of de onderrug dat wel is.

- Laat de klant op de rug liggen, zoals ze normaal gesproken zonder ondersteuning zouden doen (figuur 8.a).
- Druk de bovenbenen naar het zitvlak en probeer de rug zoveel mogelijk van de ondergrond af te tillen, zodat de klant zoveel mogelijk 'rechttop gaat zitten'. (als dit niet in zelfstandig lukt, vraag de begeleider of een andere betrokkenen of de benen vast te houden.) (figuur 8.b).
- Maak een grove schatting van deze hoek en noteer dit resultaat.



Figuur 8.a



Figuur 8.b

Evaluatie los zitten

Dit deel van de evaluatie is niet 'verplicht', maar kan soms wel helpen met de volgende aspecten:

- Om een goede sfeer te creëren.
 - ➔ Vooral bij jongere kinderen is dit een goede manier om deze goede sfeer te krijgen. Kinderen zijn nog kleiner en lichter waardoor dit een stuk makkelijker gaat. Bovendien kan je bij de meeste kinderen een beetje 'stoeien'.
- De balans van de klant te testen.
- Een beter beeld te krijgen van de spierkracht van de klant.

Evaluatie passtoel

9. Verplaats de klant van de ligbank, bed of andere horizontale ondergrond naar de passtoel.

Afhankelijk van de klant moet er besproken worden hoe dit normaal gesproken gaat, maak niet zelf deze keuze. Lukt dit zelfstandig, met extra ondersteuning van de verzorger of moet dit met een tillift.

10. Bepalen van de zithoek

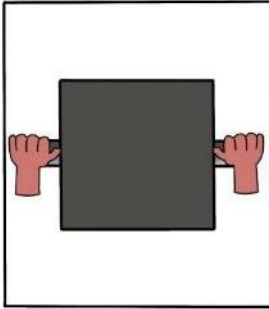
Besprek hierin de aspecten als de algemene dagbesteding; is deze over het algemeen eerder passief (grotere hoek) of actief (kleinere hoek). Ook de zelfstandigheid is hierbij belangrijk; kan iemand zelf rijden (actief, dus kleinere hoek) of is de klant afhankelijk van anderen hierin (passief, dus de hoek kan groter zijn). Het is belangrijk om mee te nemen dat de klant bij een actieve zithouding sneller vermoeid kan raken, dus dit probeer je ook te voorkomen als dit niet nodig is.

- Overleg samen met de klant in welke zithoek de zitorthese gemaakt zal worden, dit is afhankelijk van de dag invulling van de klant.
 - ➔ Licht de nadruk op energiebesparing, kies dan voor een passieve zithouden met een wat grotere hoek (+105 graden).
 - ➔ Licht de nadruk op het behouden van een actieve zithouding, kies dan voor een actieve zithouding met een wat kleinere hoek (90-105 graden).

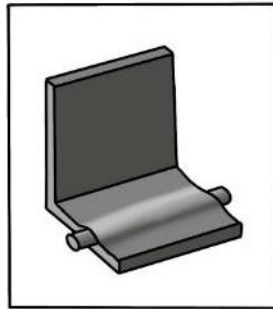
11. Zorg er voor dat de klant helemaal achterin de passtoel zit, om aanmeetfouten te voorkomen en de taluddiepte te bepalen.

Dit kan je op meerdere manieren uitvoeren:

1. Een roller tussen de schaal en het zitvlak.
 - a. Pak de uiteindes van de roller die zich buiten het zitvlak bevinden (figuur 11.1.a).
 - b. Rol deze richting de billen van de klant (figuur 11.1b).
 - c. Stop wanneer je merkt dat er weerstand ontstaat: wanneer de roller kan niet meer verder en/of de roller een stuk weg van de billen schiet.

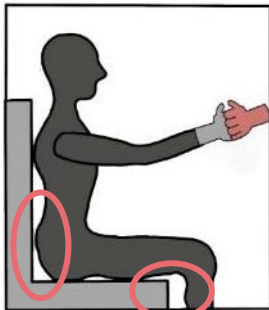


Figuur 11.1.a

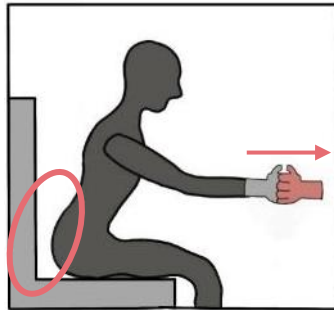


Figuur 11.1.b

2. Hands vastpakken
 - a. Neem de handen van de klant in jouw eigen handen en houd deze goed vast (figuur 11.2.a).
 - b. Trek de armen en de romp van de klant naar jezelf toe (figuur 11.2.b+c).
 - c. Als de klant nog niet volledig achterin de passtoel zat, zal er nu ruimte ontstaan tussen de onderrug en de rugsteun (figuur 11.2.b+c).
 - d. Indien mogelijk aan de klant vragen of ze zelf nu verder naar achteren willen schuiven. Als de klant hiertoe niet zelf in staat is, aan de verzorger of andere betrokkenen vragen of zij de klant achterin willen schuiven (figuur 11.2.d).



Figuur 11.2.a



Figuur 11.2.b+c



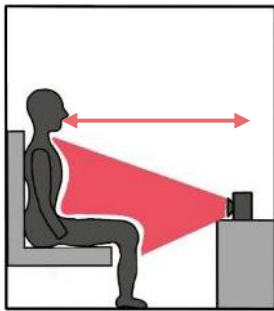
Figuur 11.2.d

Wanneer de posteriorzijde van de Crista Iliaca contact maakt met de rugsteun, zit de klant goed in de passtoel.

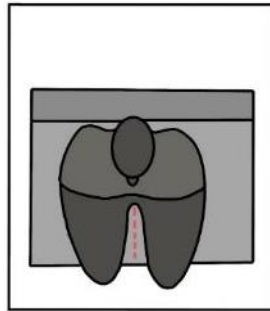
12. De hartlijn visualiseren.

Pak de laserlamp en zet deze op 1,5/2 meter afstand recht tegen over de anterior zijde van de klant. Zorg er voor dat de laserlijn op de hartlijn/middenlijn van de klant staat (figuur 12). Probeer hierbij de laser in het midden van het lichaam te laten schijnen, waarbij de linkerkant als rechterkant ongeveer gelijk verdeeld zijn.

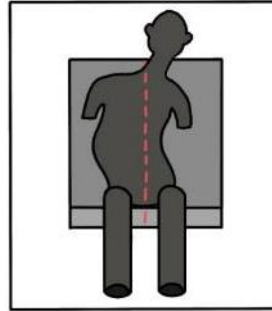
1. Benen als richtlijn gebruiken.
 - a. Indien de bekken niet te asymmetrisch zijn, kan je dit goed zien als de laserlijn valt precies tussen de benen (figuur 12.1.a).
2. Hartlijn van passtoel als richtlijn.
 - a. Indien de hartlijn op de passtoel goed te zien is en de klant met het bekken of de romp goed in het midden zit, kan je deze ook als richtlijn gebruiken (figuur 12.2.a).



Figuur 12



Figuur 12.1.a

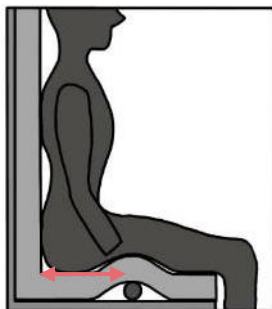


Figuur 12.2.a

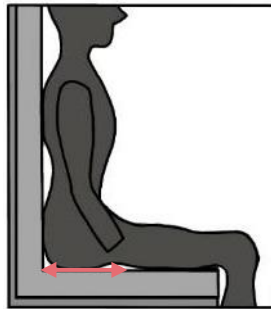
13. Bepaal de talud diepte.

Dit meet je aan de hand van de methode die je hebt toegepast in stap 11.

1. Wanneer je **wel** gebruik maakt van een roller tussen de schaal en het zitvlak.
 - a. Pak een meetlint of schuifmaat.
 - b. Meet de afstand tussen de rugsteun en de roller (figuur 13.1.b).
 - c. Noteer deze afstand op het invulformulier.
2. Wanneer je **geen** gebruik hebt gemaakt van een roller.
 - a. Pak een meetlint of schuifmaat.
 - b. Meet de afstand tussen de rugsteun en het uiteinde van de billen (13.2.b).
 - c. Noteer deze afstand op het invulformulier.



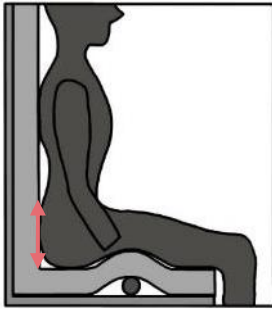
Figuur 13.1.b



Figuur 13.2.b

14. Bepaal de lumbaal hoogte.

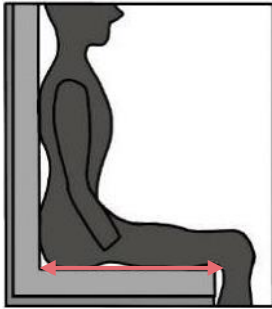
- Pak een meetlint of schuifmaat.
- Meet de afstand tussen het zitvlak en de hoogte van de SIPS (figuur 14.b).
- Noteer deze afstand op het invulformulier.



Figuur 14.b

15. Bepaal de zitdiepte.

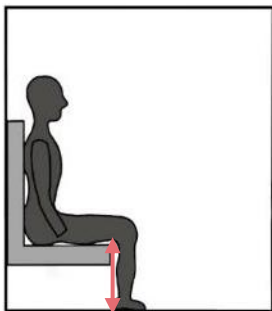
- Pak een meetlint of schuifmaat.
- Meet de afstand tussen de rugsteun en de knieholtes (figuur 15.b).
- Noteer deze afstand op het invulformulier.



Figuur 15.b

16. Bepaal de onderbeenlengte.

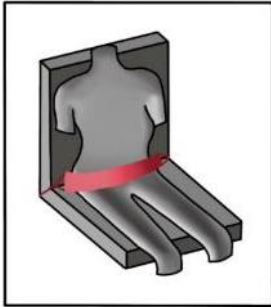
- Pak een meetlint of schuifmaat.
- Meet de afstand tussen de knieholte en de onderkant van de voeten (figuur 16.b).
- Meet de zooldikte.
- Noteer de afstand op het invulformulier en trek de zooldikte hiervan af.



Figuur 16.b

Vuistregel: De zitdiepte bij een uitgegroeid persoon is vaak 2,0 tot 5,0 cm langer dan de onderbeenlengte. Is dit verschil kleiner of groter dan deze marge, meet beide afstanden dan opnieuw omdat er een kans is dat er aanmeetfout is gemaakt.

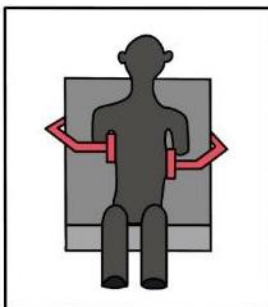
17. Wanneer de klant niet instaat is om deze zitdiepte goed aan te houden, kan het helpen om het bekken met behulp van een bekkenband, vast te zetten tegen de zitting aan (figuur 17).



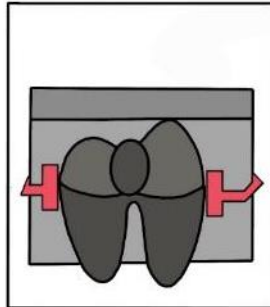
Figuur 17

18. Zet de klant nu in de positie, waarin je de uiteindelijke zitorthese wilt gaan maken. Dit kan je op meerdere manieren simuleren.

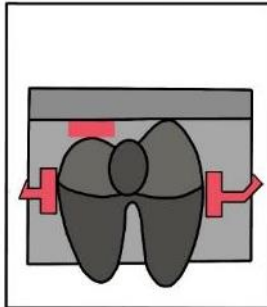
1. *Indien de passtoel rompsteunen (pelotte) heeft en je met schuimblokken werkt.*
 - a. Zet met behulp van de zijsteunen de romp in de positie waarbij de juiste symmetrie verkregen kan worden in het frontale vlak (figuur 18.1.a).
 - b. Wanneer het frontale vlak klopt, kijk je naar de nodige compensatie in het sagittale vlak.
 - c. Afhankelijk van de ernst van de gibbus, moet er aan de andere zijde een mate van compensatie plaatsvinden. Dit kan gedaan worden met behulp van de schuimblokken.
 - d. Kijk van bovenaf hoe de gibbus eruit ziet (figuur 18.1.d).
 - e. Maak een schatting van de gibbus diepte en zoek hierbij de beste maat of maten schuimblokken (figuur 18.1.e).
 - f. Wanneer je denkt dat je de juiste diepte schuimblokken hebt gevonden, laat je deze aan de andere zijde van de gibbus, tussen de rug en de rugsteun zitten.
 - g. Noteer ook op het invul formulier hoeveel centimeter compensatie er nodig is.
2. *Indien de passtoel zijsteunen heeft en je met een opblaaskussen werkt.*
 - a. Zet met behulp van de zijsteunen de romp in de positie waarbij de juiste symmetrie verkregen kan worden in het frontale vlak (figuur 18.2.a).
 - b. Wanneer het frontale vlak klopt, kijk je de nodige compensatie in het sagittale vlak.
 - c. Afhankelijk van de ernst van de gibbus, moet er aan de andere zijde een mate van compensatie plaatsvinden. Dit kan gedaan worden met behulp van het opblaaskussen.
 - d. Kijk van bovenaf hoe de gibbus eruit ziet (figuur 18.2.d)
 - e. Blaas het kussen op totdat het ongeveer dezelfde diepte heeft als de gibbus (figuur 18.2.e).
 - f. Wanneer je denkt dat je de juiste diepte hebt gevonden, laat je dit opblaaskussen aan de andere zijde van de gibbus, tussen de rug en de rugsteun zitten.
 - g. Noteer ook op het invul formulier hoeveel centimeter compensatie er nodig is.



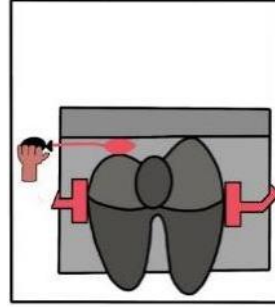
Figuur 18.1/2.a



Figuur 18.1/2.d



Figuur 18.1.e

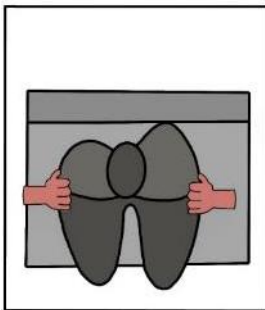


Figuur 18.2.e

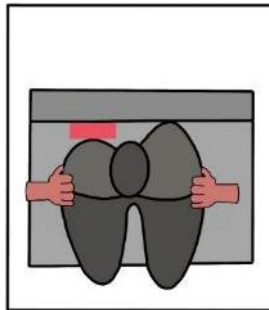
3. *Indien de passtoel geen zijsteunen heeft of je deze niet wilt/kan gebruiken en er een begeleider of andere betrokkenen de klant kan vasthouden.*
 - a. Laat de begeleider of de andere betrokkenen de romp in het frontale vlak compenseren, waarbij de juiste symmetrie verkregen wordt (18.3.a).
 - b. Wanneer het frontale vlak klopt, kijk je de nodige compensatie in het sagittale vlak.
 - c. Afhankelijk van de ernst van de gibbus, moet er aan de andere zijde een mate van compensatie plaatsvinden. Dit kan aan de hand van schuimblokken of een opblaaskussentje (zoals 18.1 en 18.2).
 - d. Kijk van bovenaf hoe de gibbus eruit ziet (figuur 18.3.d)
 - e. Maak een schatting van de gibbus diepte en zoek hierbij de beste maat of maten schuimblokken (figuur 18.3.e).

OF

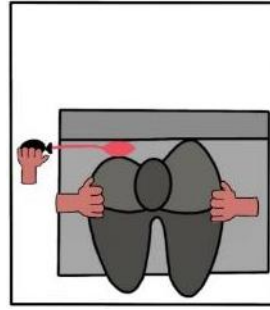
 - f. Blaas het kussen op totdat het ongeveer dezelfde diepte heeft als de gibbus (figuur 18.2.f).
 - g. Wanneer je denkt dat je de juiste diepte hebt gevonden, laat je dit schuimblok of opblaaskussen aan de andere zijde van de gibbus, tussen de rug en de rugsteun zitten.
 - h. Noteer ook op het invulformulier hoeveel centimeter compensatie er nodig is.



Figuur 18.3.d



Figuur 18.3.e

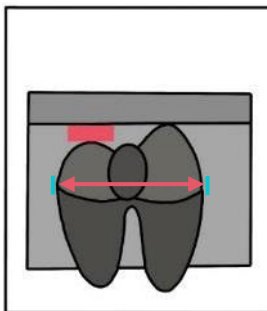


Figuur 18.3.f

Als het goed is zit de klant nu in de uiteindelijk gewenste positie. Vanaf hier zullen de lichaamsmaten rondom de romp bepaald worden, hierbij zal er gewerkt worden met XYZ-coördinaten systeem.

19. Bepaal de heupbreedte.

- a. Pak een krijt.
- b. Zoek het breedste punt van de heupen op (figuur 19.b).
- c. Zet op dit punt aan zowel aan de laterale zijde van de linker heup als rechterheup een streepje met krijt op het zitvlak (figuur 19.c).

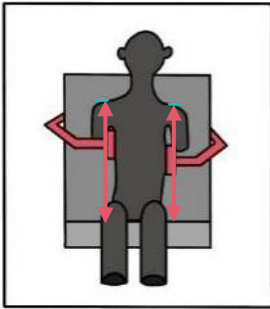


Figuur 19.b+c

- d. Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.

20. Bepaal de romphoogte zowel aan de linkerzijde als rechterzijde.

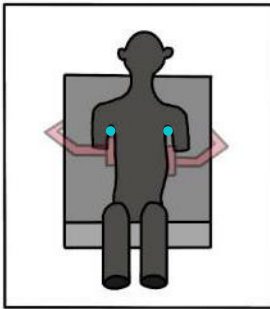
- Pak een krijt.
- Zet op het hoogste punt van de linkerschouder een streepje of punt met krijt (figuur 20.b).
- Zet op het hoogste punt van de rechterschouder een streepje of punt met krijt (figuur 20.c).
- Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.



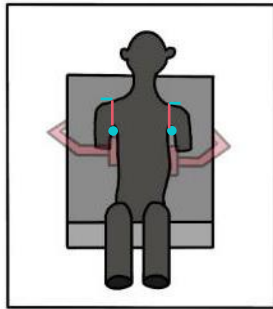
Figuur 20.b+c

21. Bepaal de okselpunten zowel aan de linker als rechterzijde.

- Pak een krijt.
- Ga met de hand onder de linker oksel van de klant en zet op dit hoogste punt een cirkel met krijt (figuur 21.b).
- Ga met de hand onder de rechter oksel van de klant en zet op dit hoogste punt een cirkel met krijt (figuur 21.c).
- Meet de afstand tussen de romphoogte en het okselpunt aan de linkerzijde en aan de rechterzijde (figuur 21.d).
- Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.



Figuur 21.b+c



Figuur 21.d

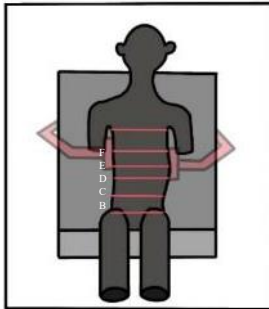
Vuistregel: de afstand tussen de romphoogte en het okselpunt aan dezelfde zijde is bij een volgroeid persoon over het algemeen 20 cm.

→ Wijkt deze dusdanig af met 5,0 cm, zet deze punten dan opnieuw omdat er vermoedelijk een meetfout is gemaakt. Daarom meet je deze afstand als de klant nog in de stoel zit.

22. Bepalen van de coördinaten in het frontale vlak (op dezelfde niveaus die je bij het meten van de rug contour in stap 21 meet.)

- Pak een krijt.
- Zet op het niveau van de heupen zowel links als rechts van het lichaam een streepje (figuur 22.b).
- Zet op het niveau van de SIPS zowel links als rechts van het lichaam een streepje (figuur 22.c).

- d. Zet op het niveau van de onderkant van de gibbus zowel links als rechts van het lichaam een streepje (figuur 22.d).
- e. Zet op het niveau van het midden van de gibbus zowel links als rechts van het lichaam een streepje (figuur 22.e).
- f. Zet op het niveau van de bovenkant van de gibbus zowel links als rechts van het lichaam een streepje (figuur 22.f).
- g. Wanneer de klant uit de passtoel is, noteer je de coördinaten op het invulformulier.



Figuur 22

Contour van de rug bepalen

Dit kan je op diverse manieren bepalen, welke methode je gebruikt is afhankelijk van wat jij fijn vindt en wat haalbaar is bij de klant.

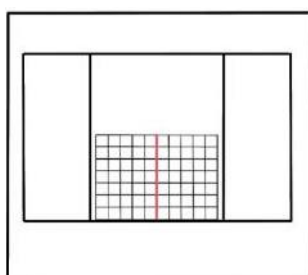
Indien er een extra persoon aanwezig is die in staat is om de klant in de goede positie te houden én de klant in staat is om dit voor een paar minuten vol te houden:

23. Gebruik maken van de contour meter

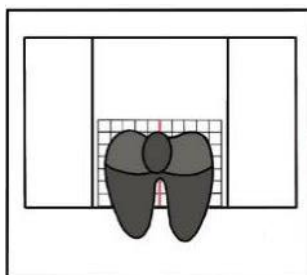
- a. Pak het coördinaten schuimblok, de rasterplaat, de contour meter en een laserlamp.
- b. Leg de rasterplaat op de ligbank (figuur 22.b).
- c. Zet de klant op de oefenbank of bed waarbij de rug vrij is waarbij ze op een rastervel zitten (figuur 22.c).
- d. Zorg er voor dat de billen aan beide kanten van de hartlijn gepositioneerd zijn (figuur 22.d).
- e. Zet de klant nu in de positie in, waarin je de uiteindelijke zitorthese wilt gaan maken. Laat de begeleider of een andere betrokkenen hierbij helpen d.m.v. het lichaam in deze positie te houden (figuur 22.e).
- f. Positioneer de laserlamp zo, dat deze lijn op de rug te zien is en de hartlijn van het lichaam volgt (figuur 22.f).
- g. Zet de pin* met een afwijkende kleur, op de laserlijn van het desbetreffende niveau (figuur 22.g).
 1. De billen
 2. Op het niveau van de Spina Iliaca Posterior Superior
 3. De onderkant van de gibbus
 4. 1 niveau op de gibbus
 5. De bovenkant van de gibbus
 6. Okselpunten niveau
- h. Wanneer de contour meter goed gepositioneerd is, zet je deze vast en haal je het van de rug.
 - ➔ Let hierbij op dat je de contourmeter op elk niveau even ver door drukt, halverwege de romp (in het sagittale vlak) zal bij de meeste klanten een realistisch streven zijn.
- i. Leg de contourmeter op het coördinaten blok, met de afwijkende kleur op de hartlijn van het blok.
- j. Maak van bovenaf een foto.
- k. Voer stappen f, g en h uit voor alle niveaus van stap g

- l. Upload deze foto's naar een werk pc en zet ze allemaal recht onder elkaar. Zorg er voor dat alle niveaus hetzelfde startpunt hebben, zodat de coördinaten elkaar goed overlappen.
- m. Trek zes of zeven lijnen door alle foto's heen. De eerste en laatste lijn bevinden zich op de breedste punten van de contour (figuur 22.m).
- n. Noteer de snijpunten van deze lijnen met de desbetreffende contour en noteer al deze coördinaten in het invul formulier.

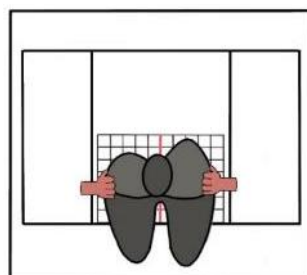
** pin = de bewegende onderdelen die de contour van de rug bepalen.*



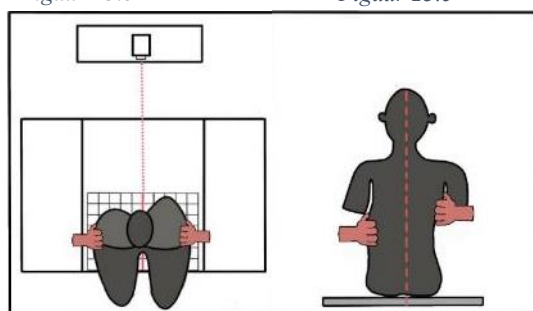
Figuur 23.b



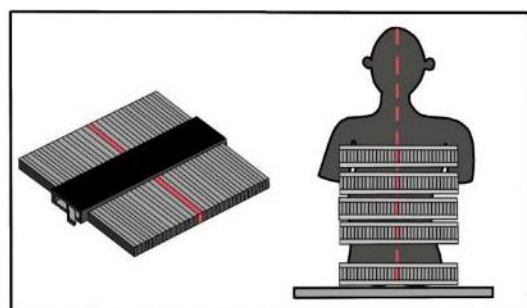
Figuur 23.c



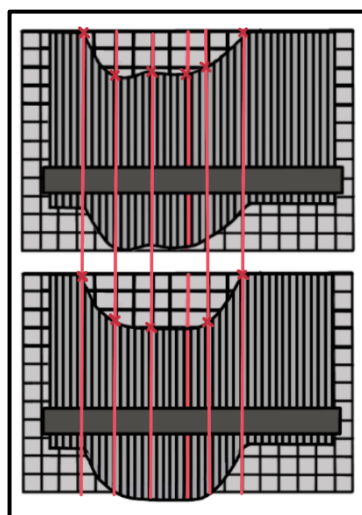
Figuur 23.d+e



Figuur 23.f



Figuur 23.g



Figuur 23.m

Indien er **geen** extra handen beschikbaar zijn of het niet mogelijk is voor de klant om de gewenste positie een paar minuten vast te houden kan er voor gekozen worden om de contour tijdens deze afspraak nog niet vast te leggen. Daarvoor moet er wel de borstdiepte wel vastgelegd worden.

24. Bepaal de borstdiepte.

- a. Pak een schuifmaat.
- b. Zet de ene kant van de schuifmaat op het sternum en de andere kant op de wervel van hetzelfde niveau.
- c. Noteer deze afstand op het invulformulier.

Indien de klant veel vet op de borst heeft of, meet dan deze borstdiepte en maak een schatting van de daadwerkelijke borstdiepte, door de het vet van de afstand af te trekken. Dit hoeft niet tot op de millimeter precies.

Met behulp van de borstdiepte kan er aan de hand van de volgende formules de radius van de posteriorzijde van de ribben berekend worden.

$$1. \text{ Radius Distaal} = \frac{\text{borstdiepte}}{\varphi}$$

$$2. \text{ Radius Proximaal} = \frac{\text{Radius Distaal}}{\varphi}$$

Hiermee zal de radius van de ribben al ongeveer kloppen en wordt de contour van de rug tijdens de volgende afspraak bepaald. Het voordeel hiervan is dat de klant in het frontale vlak al in de goede positie geplaatst wordt, waardoor het voor de klant en betrokkenen minder lastig is om dit deel te meten.

Begrippenlijst

<i>Anatomische termen</i>	
Anterior	De anatomische term voor de voorzijde van het lichaam.
Posterior	De anatomische term voor de achterzijde van het lichaam.
Frontaal vlak	Een vlak dat het lichaam opdeelt in het voorste en achterste deel.
Sagittaal vlak	Een vlak dat het lichaam opdeelt in een linker en rechter deel.
Transversaal vlak	Een vlak dat het lichaam opdeelt in de boven- en onderkant van het lichaam.
SIPS	Spina Iliaca Posterior Superior, de twee botstukken naast de wervelkolom aan de achterzijde van de heupen.
SIAS	Spina Iliaca Anterior Superior, de twee botstukken.
Crista Iliaca	De bovenrand van de heupen.
Gibbus	De bolling in de rug, die wordt veroorzaakt door de verdraaiing van de rug en ribben bij een scoliose.
<i>Aanmeettermen</i>	
Borstdiepte	De afstand tussen het sternum en de wervel die horizontaal hier tegenover staat.
Romphoogte	De afstand tussen het zitvlak en de schouders.
Rompbreedte	De afstand tussen de lateraalzijde van de romp aan de linker- en rechterzijde van de romp op ongeveer het breedste niveau.
Heupbreedte	De afstand tussen de lateraalzijde van bovenbenen aan de linker- en rechterzijde.
Okselhoogte /okselpunt	De afstand tussen het zitvlak en de oksels.
Zitdiepte	De afstand tussen de rugsteun en de knieholtes.
Onderbeenlengte	De afstand tussen de knieholtes en de voetzolen.
Zithoek	De hoek tussen de rugsteun en het zitvlak.
Hartlijn	De midden loodlijn van het lichaam in verticale richting.
<i>Hulpmiddelen/gereedschappen</i>	
Glijzak	Een zak van polyester met een openeinde waar de onderarm in past. Dit kan gebruikt worden om de arm makkelijker tussen het lichaam en de zitting te krijgen.
Contourmeter	Een hulpmiddel die tegen het lichaam aangezet kan worden, waarbij de contour nagemaakt en vastgezet kan worden.

Invulformulier

1. Aandachtspunten:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Opmerkingen zitdiepte:

.....

.....

.....

.....

.....

3. Opmerkingen rugsteun:

.....

.....

.....

.....

.....

5. Opmerkingen symmetrie:

Scheefstand nek en hoofd / scheefstand bekken (doorstrepen indien het niet van toepassing is)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Contact tussen hoofd en ondergrond:

- ☐ Contact aanwezig
- ☐ Contact afwezig → afstand: cm

7. Mobiliteit van heupen:

Uiterste hoek: graden
 Gekozen hoek: graden

8. Mobiliteit van onderrug:

Uiterste hoek: graden
 Gekozen hoek: graden

10. Zithoek: graden

13. Taluddiepte: cm

14. Lumbaal hoogte:cm

15. Zitdiepte: cm

16. Onderbeenlengte: cm

Coördinaten notatie: (X, Y, Z) waarbij geldt: hartlijn $\rightarrow$ X=0

20. Romphoogte links: (..., ..., 0)

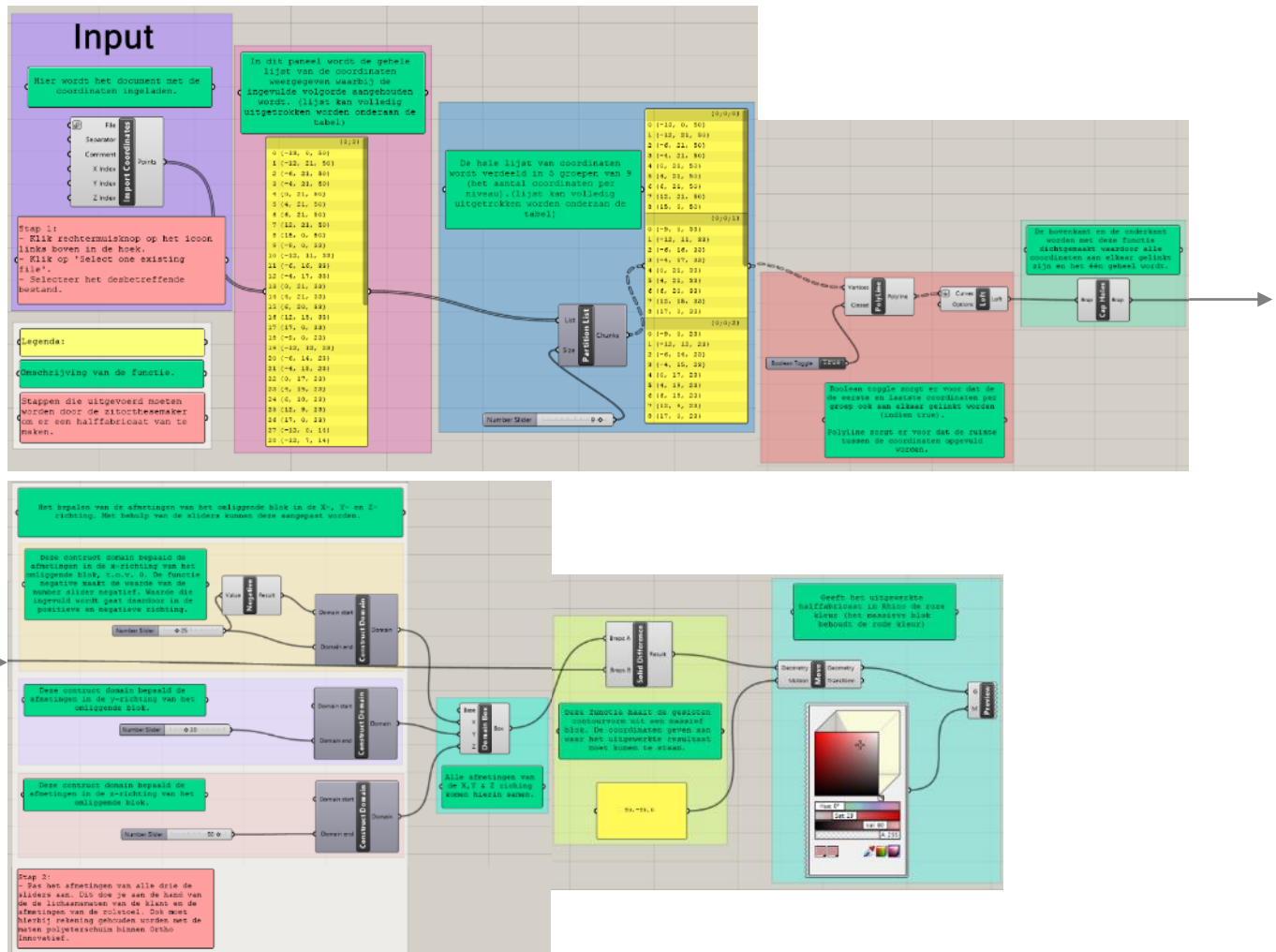
Romphoogte rechts: (..., ..., 0)

19, 21, 22, 23:

<i>Billen (stap 19 & 23):</i>	<i>Sips (stap 22 +23):</i>
Heupbreedte links : (..., ..., 0)	SIPS links: (..., ..., 0)
Heupbreedte 1 : (..., ..., 0)	SIPS 1: (..., ..., 0)
Heupbreedte 2 : (..., ..., 0)	SIPS 2: (..., ..., 0)
Heupbreedte 3 : (..., ..., 0)	SIPS 3: (..., ..., 0)
Heupbreedte 4 : (..., ..., 0)	SIPS 4: (..., ..., 0)
Heupbreedte 5 : (..., ..., 0)	SIPS 5: (..., ..., 0)
Heupbreedte 6 : (..., ..., 0)	SIPS 6: (..., ..., 0)
Heupbreedte 7 : (..., ..., 0)	SIPS 7: (..., ..., 0)
Heupbreedte links : (..., ..., 0)	SIPS rechts: (..., ..., 0)
<i>Onderkant gibbus (stap 22 & 23):</i>	<i>Midden gibbus (stap 22 & 23):</i>
Onderkant gibbus links: (..., ..., 0)	Midden gibbus links: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 1: (..., ..., 0)	Midden gibbus 1: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 2: (..., ..., 0)	Midden gibbus 2: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 3: (..., ..., 0)	Midden gibbus 3: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 4: (..., ..., 0)	Midden gibbus 4: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 5: (..., ..., 0)	Midden gibbus 5: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 6: (..., ..., 0)	Midden gibbus 6: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus 7: (..., ..., 0)	Midden gibbus 7: (..., ..., 0)
Onderkant gibbus rechts: (..., ..., 0)	Midden gibbus rechts: (..., ..., 0)
<i>Bovenkant gibbus (stap 22 & 23):</i>	<i>Okselhoogte (stap 21 & 23):</i>
Bovenkant gibbus links: (..., ..., 0)	Okselhoogte links: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 1: (..., ..., 0)	Okselhoogte 1: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 2: (..., ..., 0)	Okselhoogte 2: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 3: (..., ..., 0)	Okselhoogte 3: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 4: (..., ..., 0)	Okselhoogte 4: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 5: (..., ..., 0)	Okselhoogte 5: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 6: (..., ..., 0)	Okselhoogte 6: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus 7: (..., ..., 0)	Okselhoogte 7: (..., ..., 0)
Bovenkant gibbus rechts: (..., ..., 0)	Okselhoogte rechts: (..., ..., 0)

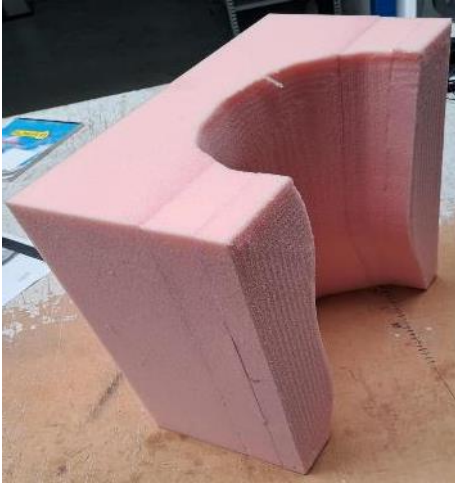
24. Borstdiepte: cm

Bijlage 6: Het *Grasshopper* programma voor *Rhino*

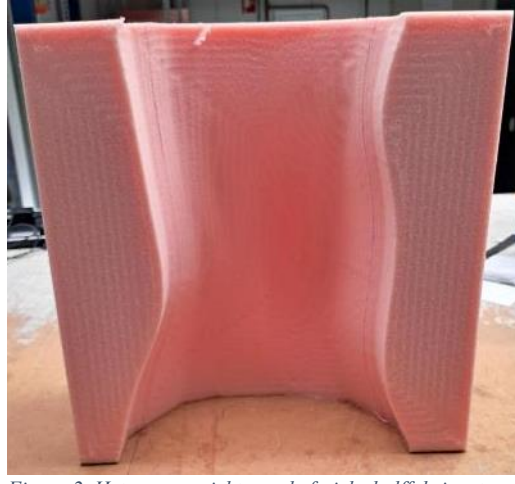


Figuur 1. Het Grasshopper Rhino programma

Bijlage 7: Het *Halffabricaat*



Figuur 1. Het isometrische aanzicht van de fysieke halffabricaat van de test met een proefpersoon met een gesimuleerde scoliose



Figuur 2. Het vooraanzicht van de fysieke halffabricaat van de test met een proefpersoon met een gesimuleerde scoliose



Figuur 3. Het bovenaanzicht van de fysieke halffabricaat van de test met een proefpersoon met een gesimuleerde scoliose



Figuur 4. Het onderaanzicht van de fysieke halffabricaat van de test met een proefpersoon met een gesimuleerde scoliose

