

Bacheloropleiding Orthopedische Technologie

De ontwikkelingen in de orthopedie met betrekking tot de maatname

Het werken met synthetisch of katoengips



*Orthopedische
Technologie
Veltijd*



Stephanie Grijsen
Studentennummer 175442
Academiejaar 2010/2011

De ontwikkelingen in de orthopedie met betrekking tot de maatname

Het werken met synthetisch of katoengips

Door Stephanie Grijsen

Afstudeerbedrijf: Roessingh Revalidatie Techniek Enschede
Afstudeerbegeleider: Dhr. J. Olsman

Paramedische Hogeschool Eindhoven
Afdeling: Orthopedische Technologie
Begeleider: Fontys: Lianne van Dijk
Enschede, mei '11

Voorwoord

Graag wil ik van de gelegenheid gebruik maken om de mensen te bedanken, die het mogelijk hebben gemaakt om dit eindwerk te realiseren.

De heer M. Besselink (Ambroise), de heer E. Konings (Ortho-Europe), dank ik voor het beschikbaar stellen van de trekbank, de CAD-CAM scan en hun expertise.

Daarnaast wil ik alle medewerkers van Roessingh Revalidatie Techniek bedanken voor hun steun en mogelijkheden tijdens mijn stage. In het bijzonder de heren J. Olsman, H. Okkinga en P. Vlaanderen.

Verder wil ik alle docenten van de Katholieke Hogeschool Kempen en de Fontys Paramedische Hogeschool bedanken voor de kennisoverdracht, met in het bijzonder mijn afstudeerbegeleider L. van Dijk.

Tot slot wil ik mijn familie bedanken voor de steun, het vertrouwen en de ideeën die zij mij aandroegen.

Stephanie Grijsen

Inhoud

Voorwoord	3
Inhoud	4
Samenvatting.....	6
Summary	7
1. Inleiding	8
2. Probleemstelling.....	10
3. Methode.....	11
4. Literatuurstudie.....	12
4.1 Katoengips.....	12
4.2 Enquête over toepassen synthetisch- en katoengips:	14
4.3 De gevolgen van synthetisch gips voor de gezondheid	20
5 Het vergelijkend onderzoek tussen synthetisch- en katoengips op economisch gebied.	22
5.1 Het verschil in tijd bij de maatname van synthetische- en katoengipsmodellen.	22
5.2 Kosten van synthetisch- en katoengipsmaatname.	23
5.3 Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode.	23
5.4 Het verwerken van de katoengipsmodellen met de CAD-CAM methode.	24
5.5 Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van “gipsmodellen”.	24
6 Het onderzoek naar het breken van beide soorten gips.....	25
6.1 Trekproef.....	25
6.2 Synthetische rekstrookjes	25
6.3 Katoengips rekstrookjes	27
7 Het synthetische- of katoengips materiaal dat de meest identieke kopie weergeeft van het onderbeen.....	29
7.1 De maatname van de omvangsmaten van de onderbeengipsmodellen	29
7.2 Verwerking van de meetgegevens met betrekking tot de omvangsmaten.....	29
7.3 Het volume van de gipsmodellen ten opzichte van het normale been	30

Discussie	33
Conclusie	34
Aanbevelingen.....	35
Literatuurlijst	36
Bijlage 1. Chemische formule synthetisch gips	38
Bijlage 2. Enquête.....	40
Bijlage 3. Interview schoenmakers.....	42
Bijlage 4. Maatname van synthetisch en katoengips in combinatie met de tijd.	45
Bijlage 5. Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode	47
Bijlage 6. Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van de “gipsmodellen”	48
Bijlage 7. Trekbank	50
Bijlage 8. De verwerking van de trekproef	52
Bijlage 9. CAD-CAM systeem	54
Bijlage 10. Maatname van de gipsmodellen	55
Bijlage 11. De omvangsmaatname	56
Bijlage 12. De omvangsmaten	57
Bijlage 13. De verwerking van de omvangsmaten	59
Bijlage 14. Het verkrijgen van de volumegegevens.....	62

Samenvatting

In dit vergelijkend onderzoek is er op zoek gegaan naar het antwoord op de vraag; “Heeft synthetisch gips voordelen ten opzichte van katoengips?”

Vanuit Roessingh Revalidatie Techniek te Enschede (RRT-E) is de vraag gekomen om een onderzoek te doen naar synthetisch gips en katoengips. Een aantal maatnemers bij het RRT-E werken met katoengips en synthetisch gips. Hiervan hebben een aantal maatnemers reacties gehad op het synthetisch gips in de vorm van luchtwegklachten en huidirritaties.

Een literatuurstudie heeft plaats gevonden als oriëntatie op het onderwerp. Hierin werden de verschillende chemische stoffen die beide materialen bevatten bekeken. Ook de gezondheidsrisico's zijn meegenomen. Hieruit is gebleken dat katoengips geen nadelen heeft voor de gezondheid. Het synthetische gips geeft echter wel reacties op de gezondheid door het gebruik van glasvezel en isocyanaat.

Vervolgens is er gekeken naar de financiële aspecten van beide soorten gips. Bij het RRT-E is uitgezocht dat katoengips met alle bewerkingen kostentechnisch aantrekkelijker is. De conclusie van het RRT-E wordt in twijfel getrokken omdat de materiaalprijzen veranderen, de tegenwoordige machines sneller werken dan vroeger en er een langere standtijd is van het materiaal dat zich in de machines bevindt. Bij het financiële gedeelte zijn drie werkmethodes vergeleken:

- Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode.
- Het verwerken van de katoengipsmodellen met de CAD-CAM methode.
- Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van “gipsmodellen”.

Hieruit is gebleken dat katoengips het goedkoopste materiaal is in combinatie met CAD-CAM en gipsmodellen. Het synthetische gips heeft een vele malen duurdere gipszwachtel, ook is het verwerken van het synthetische gipsmodel veel duurder.

Omdat het katoengipsmodel soms breekt tijdens het vervoer naar een andere vestiging van het RRT-E is er ook gekeken naar de sterkte van beide gipsmaterialen. De sterkte van beide materialen is onderzocht doormiddel van een trekproef. Bij het uitvoeren van de trekproef wordt aangenomen dat er een zelfde verschil in kracht nodig is om het materiaal te laten breken als bij een drukproef. Hieruit is gebleken dat de benodigde kracht om het synthetische gips door midden te breken twee keer hoger ligt dan bij het katoengips.

Het laatste praktijkonderzoek gaat over volume. De omvangsmaten van katoengips, synthetisch gips en het werkelijke been worden met elkaar vergeleken. Vervolgens wordt het volume gemeten van het katoengipsmodel, het synthetisch gipsmodel en het werkelijke onderbeen.

Hieruit is gebleken dat de kopieën van het synthetische gipsmodel beter overeenkomen met het werkelijke onderbeen.

De onderlinge voor- en nadelen van synthetisch en katoengips wegen tegen elkaar op. Er is alleen een mogelijke kans dat de gezondheid van de werknemer op de lange termijn bij het werken met synthetisch gips in gevaar komt. Omdat de gezondheid voor de werknemer belangrijk is wordt er geadviseerd om te werken met katoengips.

Summary

This study was started by looking for the answer to the following question: "Does synthetic gypsum have advantages over plaster of Paris?" From Roessingh Revalidation Technique Enschede (RRT-E), the request came to do research on synthetic gypsum and Plaster of Paris. A few employees in the RRT-E work with both Plaster of Paris and synthetic gypsum. Some workers have experienced reactions to the synthetic gypsum in the form of respiratory complaints and skin irritations.

A literature review was done in orientation on the subject. The various chemicals that contain both materials have been examined. Also the health risks were included. This review showed that Plaster of Paris has no disadvantages as far as health is concerned. The synthetic gypsum caused responses health-wise through the use of fiberglass and isocyanate.

Further we examined the financial aspects of both types of gypsum. A survey at the RRT-E concluded that Plaster of Paris is more attractive in terms of costs. In this part of the study it was examined if the same conclusion is valid here. The previous conclusion was questioned because of changing prices of materials, the fact that today's machines work faster and there is a longer lifetime of the material in the machine. For the financial aspect, three methods of working were compared here:

- Processing the synthetic gypsum models with CAD-CAM method.
- The processing of Plaster of Paris models with CAD-CAM method.
- The processing of Plaster of Paris models using gypsum models.

This comparison shows that Plaster of Paris is the cheapest material in combination with CAD-CAM and Plaster of Paris models. The synthetic material has a much more expensive casting tape, besides, the processing of synthetic plaster model is much more expensive.

As the Plaster of Paris models sometimes break during transport to another branch of RRT-E, the strength of both gypsum materials has also been examined. A tensile test was carried out in which it was assumed that a similar difference in traction is needed to break both materials, as in a pressure test. This showed that the synthetic gypsum is at least two times stronger than Plaster of Paris.

The final practical research concerned volume. The scale sizes of Plaster of Paris, synthetic gypsum and the actual leg were compared. Then the volume of a Plaster of Paris model, a synthetic gypsum model and the actual leg were measured. This showed that the copies of the synthetic gypsum model match the actual leg better.

In the long run an employee working with synthetic gypsum may run a slightly higher health risk. As health is a very important factor, the final advice is to work with Plaster of Paris.

1. Inleiding

De aanleiding van dit project is afkomstig van Roessingh Revalidatie Techniek te Enschede (RRT-E) in overleg met de Fontys Paramedische hogeschool te Eindhoven. Dit project is een afstudeeronderzoek voor de opleiding Orthopedische Technologie op bachelor niveau. Het onderzoeksproject wordt in een half jaar bij het RRT-E afgerond, het onderzoeksrapport volgt een half jaar later.

Het bedrijf dat de opdracht geeft voor dit afstudeeronderzoek is het RRT-E. Dit bedrijf is een onderdeel van het Roessingh. Bij het Roessingh bevindt zich ook onder andere een revalidatiecentrum, een onderzoekscentrum, een schoenmakerij (Roessingh, 2010). Het RRT-E heeft meerdere nevenvestigingen. Het bedrijf waar dit project heeft plaatsgevonden is gevestigd in Oost Nederland en heeft ongeveer twintig personen in dienst. Hiervan is de helft orthopedisch schoenadviseur en de andere helft orthopedisch adviseur.

In de orthopedie hebben de maatnemers te maken met prothesen, orthesen en orthopedisch schoeisel. Het ontstaan van deze producten begint in de paskamer van de orthopedie. De maatnemers van de orthopedische producten komen door middel van een voorschrift en overleg vanaf de specialist tot een product voor de klant.

Om een product te verkrijgen zijn er maatneemtechnieken nodig. Tegenwoordig zijn er nieuwe maatneemtechnieken om een klant snel en effectief te helpen bij de zorgvraag. Voor de maatname wordt er bij het RRT-E gebruik gemaakt van synthetisch of katoenmateriaal. Hiermee wordt een gipsmodel van het lidmaat gemaakt wat precies de contouren van dit lidmaat volgen. Door de verschillende mogelijkheden om maat te nemen is het moeilijk om aan te geven wat de beste methode is. Het RRT-E werkt op het moment voornamelijk met katoengips en overweegt om volledig met synthetisch materiaal te gaan werken als dit voordelen zou opleveren.

Het doel van dit onderzoek is de synthetische gipsmaatname en katoengipsmaatname die nu bij het RRT-E gebruikt wordt te vergelijken met elkaar. Door het te vergelijken worden de voor- en nadelen van synthetisch gips ten opzichte van katoengips onderzocht. De vraag is of er kwalitatief en economisch veel verschil tussen de twee soorten gipsmodellen is. Vervolgens wordt er gekeken of er verschil is in verband met de gezondheid van de medewerkers.

Het onderzoeksrapport is opgebouwd aan de hand van deelvragen. Iedere deelvraag is één hoofdstuk. Hoofdstuk 4 is de eerste deelvraag en gaat over de vergelijking van synthetisch gips en katoengips en wordt besproken aan de hand van de literatuur en een enquête. Voor de enquête is gekozen zodat er meer achtergrondinformatie vanuit de persoonlijke ervaring van de maatnemers naar boven kwam. In hoofdstuk 5 is onderzocht wat het economische voordeel is van synthetisch gips ten opzichte van katoengips. Bij het RRT-E is in 2009 uitgezocht dat katoengips met alle bewerkingen kostentechnisch aantrekkelijker is dan synthetisch gips. De conclusie van het RRT-E wordt in twijfel getrokken omdat de materiaalprijzen veranderen, de tegenwoordige machines sneller werken dan vroeger en er een langere standtijd is van het materiaal dat zich in de machines bevindt. In hoofdstuk 6 wordt de sterkte van synthetisch gips en katoengips besproken. Tijdens het vervoer naar een nevenvestiging van het RRT-E braken er een aantal keren gipsnegatieven. In dit deel van het onderzoek wordt bekeken of synthetisch gips of katoengips eerder zal breken. In het laatste hoofdstuk worden het volume en de omvangsmaten van katoengips, synthetisch gips en het werkelijke onderbeen met elkaar vergeleken. Hieruit moet blijken of de kopieën van het been overeenkomen met het werkelijke onderbeen.

Op elk einde van een hoofdstuk volgt een conclusie op een deelvraag. De conclusie op het einde van dit verslag is het antwoord op de vraag: Heeft synthetisch gips voordelen ten opzichte van katoengips?

In de bijlagen is achtergrond informatie te vinden over de literatuur en de praktijkonderzoeken. In de hoofdtekst wordt telkens verwezen naar de bijbehorende bijlage.

2. Probleemstelling

Om in de orthopedie een maatwerk product te verkrijgen wordt er vaak een gipsmodel gemaakt van het hulpbehoevende lidmaat van de klant. Om een maatwerkproduct te verkrijgen worden er maatname technieken gebruikt. Vaak wordt er gebruik gemaakt van katoengips, tegenwoordig zijn er mogelijke nieuwe maatname technieken zoals synthetische maatname of CAD-CAM maatname, om een klant snel en effectief te helpen bij de zorgvraag.

Bij het RRT-E wordt er voor een maatwerkproduct een gipsmodel gemaakt van katoen gipsmateriaal, op het moment wordt er door de schoenmakers wel eens gebruik gemaakt van synthetisch gipsmateriaal. Door de verschillende mogelijkheden om maat te nemen is het moeilijk om aan te geven wat de beste methode is. Het RRT-E overweegt om met synthetisch materiaal te gaan werken als dit voordelen zou geven. Het doel van dit onderzoek is de twee maatname methoden die nu bij het RRT-E gebruikt worden te vergelijken met elkaar en zo de voor- en nadelen van synthetisch gips ten opzichte van katoengips te onderzoeken.

Voor de achtergrondinformatie van synthetisch en katoengips wordt er een enquête afgenomen en een interview met de maatnemers die op dit moment met het synthetische materiaal werken. De subvragen zijn voortgekomen uit de algemene vragen bij de maatnemers. Het materiaal waar nu mee gewerkt wordt katoengips, is erg goedkoop en wordt veel gebruikt. Is dit materiaal in verhouding wel goedkoper dan het synthetische gips?

Een aantal mensen van de schoenmakerij werken sinds korte tijd met synthetisch gips en krijgen klachten aan de luchtwegen en irritaties op de huid. Hier wil het RRT-E een verklaring voor hebben, en dit weegt zwaar in het onderzoek. De klachten met betrekking tot de gezondheid kwamen niet naar voren toen er nog werd gewerkt met katoengips. Houdt dit verband met het synthetische materiaal?

Tijdens het vervoeren van de gipsmodellen breken er wel eens een aantal. Voor een goede correctie van een model is dit een lastig punt; het gipsmodel is immers van vorm veranderd. Is het mogelijk om een betere oplossing te vinden, zodat het gipsmodel in vorm behouden blijft? Vanuit de maatnemers kwam naar voren dat er wel gewerkt mocht worden met synthetisch gips, maar de maatnemers waren er niet van overtuigd dat het materiaal hetzelfde volume verkreeg als een katoengipsmodel. Geeft de synthetische maatname eenzelfde volume weer als de katoengipsmaatname?

Doelstelling:

Het doel van dit onderzoek is om de voor- en nadelen van synthetisch gips ten opzichte van katoengips te onderzoeken.

De onderzoeksvraag is dan ook:

Heeft synthetisch gips voordelen ten opzichte van katoengips?

De subvragen die hieruit volgen zijn:

- a. *Wat zijn de chemische verschillen tussen synthetisch gips en katoengips?*
- b. *Wat voor effecten hebben synthetisch en katoengips op de gezondheid van de maatnemers?*
- c. *Heeft synthetisch gips in financieel opzicht (uitgedrukt in tijd) voordeel ten opzichte van katoengips?*
- d. *Breekt synthetisch gips sneller dan katoengips?*
- e. *Geeft de synthetische of katoengipsmaatname de meest identieke kopie weer van het onderbeen?*

3. Methode

Om een onderzoek goed af te ronden is er een methode nodig. De methode betekent ook wel de manier van werken. Dit afstudeeronderzoek over de voor- en nadelen van synthetisch gips ten opzichte van katoengips, voor de opleiding orthopedische technologie, is begonnen met een plan van aanpak (PVA). Het PVA werd opgebouwd aan de hand van het boek van Roel Grit, 'projectmanagement' (2005).

Doordat er weinig kennis was van het onderwerp synthetisch en katoengips, werd eerst gekeken naar wat de literatuur beschreef. De maatnemers werd gevraagd in de vorm van een enquête hierover extra informatie te verstrekken. De enquête werd uitgevoerd bij 12 medewerkers van het RRT-E. Hiervan waren er 4 personen schoenmaker en 8 personen instrumentmaker. In de enquête en de literatuurstudie wordt getracht de volgende vraag te beantwoorden: Wat zijn de chemische verschillen tussen synthetisch gips en katoengips en wat voor effecten hebben synthetisch- en katoengips op de gezondheid van de maatnemers?

Na de gezondheidseffecten werd er naar het financiële gedeelte gekeken. Aan de hand van informatie vanuit het RRT-E werd het synthetische gips ten opzichte van het katoengips bekeken. Welk materiaal heeft meer voordelen. De bewerkingen, de materialen en de arbeidstijd worden bijgehouden. Er werd door één schoenmaker voor een viertal proefpersonen acht gipsmodellen gemaakt: vier synthetische modellen en vier katoengipsmodellen.

Vervolgens werd er met behulp van de trekbank van Ambroise, de sterkte van het synthetische en katoengips bepaald. Om de sterkte te meten werd er gebruik gemaakt van rekstrookjes van 15 cm lang en 2,5 cm breed. Er werd een versmalling gemaakt van 1 cm gemaakt. De versmalling wordt gemaakt in het midden van de lengte van het rekstrookje. Bij het uitvoeren van de trekproef werd aangenomen dat er een zelfde verschil in kracht nodig is om het materiaal te laten breken als bij een drukproef. Mocht blijken dat de verschillen tussen synthetisch en katoengips klein zijn, dan zullen er extra proeven plaatsvinden om het verschil tussen druk en trekken aan te tonen. Zijn de verschillen meer dan twee keer zo groot, dan volgen er geen extra proeven, dit werd niet gezien als een toegevoegde waarde.

Om de laatste cijfers van dit onderzoek te verkrijgen wordt de omtrek van een viertal onderbeengipsmodellen gemeten met behulp van een CAD-CAM systeem. Er is van de vier proefpersonen van het onderbeen een synthetisch en een katoengipsmodel gemaakt. Op elk gipsmodel worden op vier punten de omtreksmaten gemeten, hiervan wordt het gemiddelde berekend. Vervolgens wordt er dan bekeken welk materiaal het dichtst bij het werkelijke onderbeen in de buurt komt.

Voor de volumemeting die bij dit deel van het onderzoek hoort wordt er gebruik gemaakt van een cilindervormige buis met water. Hierop wordt een meetlint en een doorzichtig buisje aan de buitenkant bevestigd. Doordat het doorzichtige buisje is gekoppeld aan de cilindervormige buis, kan het verschil in hoogte van het water met gipsmodel en zonder gipsmodel gemeten worden. Ieder gipsmodel wordt overgespoten met verf, zo neemt het gipsmodel geen water op, wat mogelijk voor extra volume zou kunnen zorgen. Voordat het gipsmodel in het water wordt gezet is de waterhoogte identiek bij elk gipsmodel. Het gipsmodel staat op een hak, zodat het gipsmodel elke keer tot op dezelfde hoogte in het water verdwijnt, dit geldt ook voor het werkelijke been. Op deze manier is een verandering in volume van het water te zien. Het volume wordt berekend, vervolgens kan het gemiddelde verschil tussen de gipsmodellen ten opzichte van het werkelijke onderbeen bekeken worden.

Uit alle onderzoeksresultaten volgt de conclusie, die een antwoord geeft op de hoofdvraag: Heeft synthetisch gips voordelen ten opzichte van katoengips?

4. Literatuurstudie

De vergelijking van synthetisch gips en katoengips wordt besproken in dit hoofdstuk aan de hand van de literatuur en een enquête. Voor de enquête is gekozen zodat er meer achtergrondinformatie vanuit de persoonlijke ervaring van de maatnemers naar boven kwam. Zo kon de mening vanuit de maatnemers mee worden genomen in de conclusie van dit hoofdstuk. Dit hoofdstuk begint met het bespreken van het ontstaan van gips, vervolgens worden de chemische eigenschappen besproken, daarna de enquête en de gezondheid in combinatie met katoengips en synthetisch gips. Hieruit volgt een conclusie aan het einde van dit hoofdstuk.

Om meer over het onderwerp te weten te komen, wordt de literatuur er op nageslagen. In de literatuur zijn een aantal onderzoeken te vinden waarbij synthetisch gips of glasvezels gebruikt worden.

Voorafgaand is een literatuurverkenning gestart, uitgevoerd in de databanken PubMed, Medline, Felix, Elsevier en RECAL. Daarnaast werden de zoekmachines Google Scholar en Scirus gebruikt. Voor full-texttoegang werden Elsevier, PubMed, Felix en de schoolmediatheek gebruikt. De zoektermen die daarbij gebruikt werden zijn: “glass fibre”, “non glass fibre”, “plaster of Paris”, “synthetic plaster”, “synthetic cast”, “orthopedic”, “bandage”, “gypsum”, “synthetic”, “cotton”. Hieruit zijn 15 artikelen gekozen. Naast artikelen is er ook gebruikt gemaakt van boeken en naslagwerken.

4.1 Katoengips

4.1.1 Het ontstaan van katoengips.

Gips is ontdekt 9000 jaar voor Christus (figuur 4.1) op een ondergrondse tekening die door het volk van de Catal Huyuk in Azië is gemaakt. Toen de Grieken eenmaal gips hadden ontdekt, kwamen ze erachter dat als het gips is gedehydrateerd en het wordt weer gehydrateerd, het bewerkbaar is. Het vormt een zachte “plastic” massa ook wel Plaster of Paris genoemd. Dit Plaster of Paris kan in verschillende vormen gemodelleerd worden, hierna werd het materiaal hard en blijft het in dezelfde vorm.



Figuur 4. 1: Het plaatsen van gips op de muren tijdens de vroegere tijden. (*baustoff gips*, 2010)

De Nederlandse dokter Antonius Mathijssen kwam in 1851 op het idee om een verband doordrenkt met gipspoeder om het been te leggen. Hierna wordt dit materiaal met een spons nat gedept en dit hardt binnen enkele minuten uit. Er werd een goede fixatie verkregen en Mathijssen kon dit zonder extra assistentie. De eerste gipsbandages werden in 1931 in Duitsland geproduceerd.

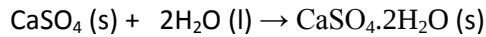
4.1.2 Chemische formule van katoengips.

In de orthopedie wordt gips gebruikt om modellen te verkrijgen, zodat de maatnemer hier een hulpmiddel op maat van kan maken. Gips is Calciumsulfaat (CaSO_4). Sulfaat komt van nature voor in mineralen en fossiele brandstoffen. Sulfaat wordt gebruikt bij productie van kunstmest, verfstoffen, glas, papier etc. Doordat sulfide oxideert tot sulfaat wordt het ontstaan van de hardheid van grondwater in gang gezet.

Calcium werd voor het eerst geïsoleerd in 1808, door een elektronenmengsel van kalk (Ca) en kwikoxide (HgO). Momenteel wordt calcium gewonnen door calciumionen in kalk uit te wisselen met aluminiumionen in ionenwisselaars. Calcium is het vijfde meest voorkomende element in de

aardkorst. Het komt alleen nooit vrij in de natuur voor, omdat het snel verbindingen aangaat met zuurstof en water.

Het gips dat wordt gebruikt in de orthopedie; $\text{CaSO}_4(\text{s})$, wordt een dichte massa door dit in reactie te brengen met water (H_2O), met als gevolg dat de “nieuwe” stof uit een massief geheel bestaat. Het gips is dan uitgehard. Dit ontstaat door de volgende reactie:



Deze stof kan een prikkelende invloed op de luchtwegen en de ogen geven. Dit komt echter bijna nooit voor omdat calcium geen lichaamsvreemde stof is. Er is weinig bekend over de schadelijke effecten van calciumsulfaat op lange termijn (De Sociaal Economische Raad, 2010).

4.1.3 Ontstaan van synthetisch gips.

Synthetisch gips is een synthetisch glasvezel immobilisatieverband (figuur 4.2), bestaande uit een dicht geweven synthetisch glasvezel substraat, geïmpregneerd met een polyurethaan hars, verkrijgbaar in verschillende kleuren.

Wanneer het verband wordt blootgesteld aan vochtdamp of ondergedompeld in water, ondergaat de hars een polymerisatiereactie waardoor het uithardt. Het materiaal heeft een kleverig oppervlak voordat het uithardt. Tijdens het activeren van de reactie, geeft het materiaal kleine hoeveelheden koolstofdioxide vrij. Ook geeft het materiaal een exotherme reactie, het wordt warm. (Material safety data sheet Dynacast, 2003).

Het materiaal wordt onder andere gebruikt voor immobilisatie van een lidmaat. Bij het RRT-E wordt dit materiaal bij de schoenmakerij gebruikt om aan te meten. Bij de instrumentmakerij wordt dit materiaal gebruikt om verstevigde prothesekokers te krijgen.



Figuur 4. 2: synthetische gipsbandage (Medplus, 2010)

In het synthetisch gips zitten vijf verschillende stoffen: M.D.I. ; Polypropyleen glycol; Polyethyleen oxide; polyurethaan prepolymer en fiberglas/glasvezel. De chemische stoffen hebben een Maximaal Aanvaardbare Concentratiewaarde (MAC-waarde). De MAC-waarde geeft de maximale concentratie van een gas, damp of nevel of van een stof in de lucht op de werkplek, die bij inademing gedurende arbeidsperiode normaal gesproken geen nadelige gevolgen heeft op de gezondheid van de werknemers en hun nageslacht (De sociaal economische raad, grenswaarden, 2010). De chemische eigenschappen en MAC-Grenswaarden van deze stoffen worden besproken in Bijlage 1. Chemische formule synthetisch gips

4.1.4 Synthetisch glasvezel in het synthetische gips.

De glasvezel of fiberglas wordt in synthetisch gipsmateriaal gemaakt van synthetische vezels. De synthetische vezels worden ook wel “man-made fibers” genoemd. Sommige van deze synthetische vezels worden geproduceerd uit natuurlijke grondstoffen en worden aangeduid als semisynthetisch. (Toxicological profile for synthetic vitreous fibers, 2004)

De glasvezel komt voort uit glaswol en wordt daarom synthetic vitreous fibres-glaswol (synthetisch glasvezel- glaswol) genoemd. De man-made fibres worden dan man-made vitreous fibres (MMVF) genoemd. MMVF zijn een grote subgroep van anorganische vezels. MMVF worden gemaakt door het smelten van zand in combinatie met andere oxiden zoals kalk of soda, zonder het kristalliseren van deze stoffen. Door de combinatie worden deze stoffen amorfe silicaten. Amorfe silicaten zijn zouten of esters die zich niet in een kristalstructuur bevinden.

De MMVF zijn geclassificeerd in vier categorieën. Dit is gedaan naar aanleiding van het bedrijfsproces en de verschillende dimensies van de vezels:

- Continu filament vezels. (filament: streng gemaakt van doorlopende enkelvoudige garens (vezels) die bij het samenstellen worden getwijnend (getwijnend: twee vezels die om elkaar heen gesponnen worden)).
- Isolatiwol (steenwol, slagwol, glaswol). Glaswol wordt gemaakt van boorsilicaat of calcio-aluminium silicaat glas. De nominale diameter van een dergelijk glasvezel is: 2-9µm.
- Vuurvast vezels. (grote groep met verschillende types van amorfe of kristallijn synthetische minerale vezels die goed bestand zijn tegen hitte).
- Speciale doelen vezels. (exclusief gemaakt van glas en hebben een nominale diameter van 0.1-3µm).

Het huidige onderzoek gaat over het onderdeel isolatiwol, met hierin de subgroep glaswol. (Toxicological profile for synthetic vitreous fibers, 2004)

4.2 Enquête over toepassen synthetisch- en katoengips:

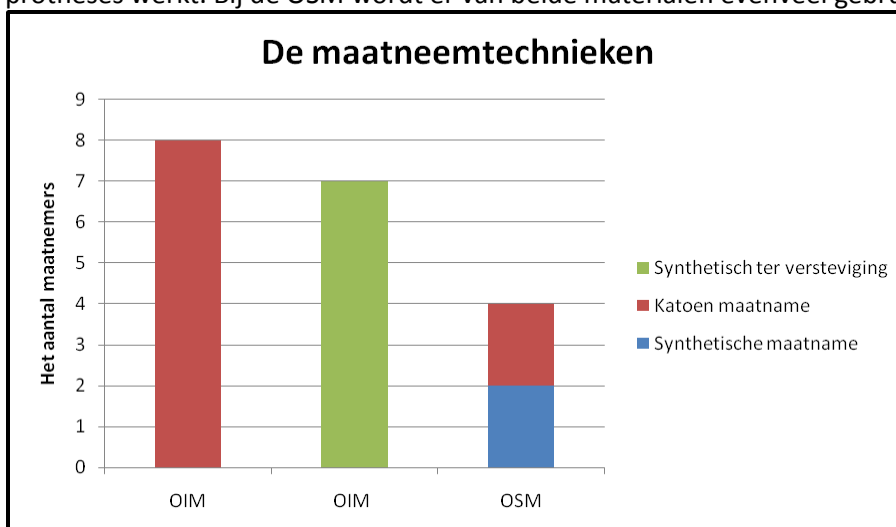
Om meer te begrijpen van de gebruikswijze van synthetisch- en katoengips is er een enquête opgesteld. De enquête is weergegeven in Bijlage 2. Enquête

. Het doel van de enquête is om het gebruik van synthetisch en katoengips beter te leren kennen. Verder zijn er naast de enquêtes ook interviews afgenomen met twee Orthopedische Schoen Makers (OSM) voor extra achtergrond informatie zie Bijlage 3. Interview schoenmakers. De voor- en nadelen en van synthetisch- en katoengips worden in het interview met de schoenmakers besproken.

De enquêtes werden uitgedeeld bij de OSM en de instrumentmakerij van het RRT-E. De maatnemers hadden twee dagen om de enquête in te vullen. Van de 14 enquêtes uitgegeven zijn er 12 enquêtes ingevuld en uit deze enquêtes is het resultaat beschreven. De instrumentmakerij heeft 8 ingevulde enquêtes ingeleverd en de schoenmakerij 4 ingevulde enquêtes. De paragrafen hieronder geven een aantal vragen weer uit de enquête.

4.2.1 Welke maatneemtechnieken worden er binnen het RRT-E gebruikt?

Er kan gekozen worden tussen de synthetische of katoengipsmaatname. Bij de Orthopedisch Instrument Maker (OIM) wordt aangegeven dat het synthetisch materiaal alleen gebruikt wordt om de prothesekokers te verstevigen. Uit figuur 4.3 blijkt dat niet alle maatnemers van de OIM gebruik maken van het synthetische materiaal. Dit wordt verklaard doordat één maatnemer nooit met protheses werkt. Bij de OSM wordt er van beide materialen evenveel gebruik gemaakt.



Figuur 4. 3: De maatneemtechnieken van de OIM en OSM volgens de enquête. (Stephanie Grijsen, 2010)

Nu er duidelijk is welke maatnemer met welk materiaal werkt wordt de enquête verder besproken aan de hand van de gestelde vragen. De vragen die de onderzoeker van waarde acht voor het huidige onderzoek worden hier specifiek genoemd. De vragen die niet genoemd worden, zijn vragen voor de achtergrondinformatie van de onderzoeker. De belangrijkste punten die uit de vragen naar voren komen worden behandeld in de teksten en grafieken.

4.2.2 Waarom gebruikt de maatnemer synthetisch- of katoengips? Wat zijn de voor- en nadelen hiervan?

In tabel 1, 2 en 3 worden de open vragen uit de enquête met betrekking tot de voor- en nadelen genoemd. De voor- en nadelen zijn voortgekomen uit de genoteerde aantekeningen van de maatnemers. Er is een onderscheid gemaakt tussen de maatnemers die synthetisch materiaal gebruiken en de maatnemers die katoengips gebruiken. Het aantal personen dat het eens is met het voor- of nadeel wordt aangegeven door het getal tussen haakjes.

Tabel 1: OIM: katoen maatname. (Stephanie Grijsen, 2010)

V1	+ Het materiaal bevat voldoende gips, zodat je een vol en strak negatief krijgt (1)
V2	+Contouren goed zichtbaar en beter moduleerbaar (8)
V3	+De ervaring die er in de loop van de jaren is ontstaan en verkregen (1)
V4	+Goed vormbaar, vooral voor de kleine voorzieningen (1)
N1	- Duur materiaal (1)
N2	- Langere uithardingstijd (2)
N3	- Geeft meer vervuiling dan synthetisch gips (1)

Tabel 2: OSM: katoen maatname. (Stephanie Grijsen, 2010)

V1	+Goed masseerbaar (2)
V2	+Duidelijke voetprofilering en duidelijke contour enkels(2)
V3	+Geen allergische reacties (1)
V4	+Geen last van luchtwegaandoeningen (1)
N1	-Geeft iets meer vervuiling(2)
N1	-Het model kan breken tijdens vervoer (1)

Tabel 3: OSM: synthetisch maatname. (Stephanie Grijsen, 2010)

V1	+Snellere verwerking via CAD-CAM, nabewerken in de productie is makkelijker (1)
V2	+Schoon in gebruik (2)
V3	+Minder intensief voor de klant, door sneller uitharden, minder lang staan bij belast gipsen (1)
V4	+Het materiaal wordt harder, i.v.m. transporteren (1)
N1	-Erg kleverig (1)
N2	-Hard snel uit, is bij het uitvoeren van bepaalde correcties niet handig (1)

Uit tabel 1 blijkt dat de maatnemers van de OIM vier voordelen zien in het katoengips. Het belangrijkste voordeel dat uit de enquête naar voren komt is dat de contouren duidelijk zichtbaar zijn. Door de duidelijke contouren van het gemaakte gipsmodel wordt volgens de ervaren maatnemers de beste kwaliteit van een product behaald.

Uit tabel 2 blijkt dat de maatnemers van de OSM vier voordelen zien in de katoenmaatname. Het belangrijkste voordeel is dat er een duidelijke voetprofilering en duidelijke enkelcontour te zien is,

wat voor een schoenmaker erg belangrijk is.

In tabel 3 is het belangrijkste voordeel van de synthetische maatname dat het materiaal schoon in gebruik is. Uit de tabellen 2 & 3 waarbij de OSM maatneemt blijkt dat er evenveel voordelen genoemd zijn voor een synthetische maatname als een katoen maatname.

Als aandachtspunt wordt hierbij de achterliggende gedachten van de maatnemers benoemd. De achterliggende gedachten komen voort uit de opgeschreven punten op de enquête en werden niet als voor- of nadeel genoemd maar als extra aandachtspunt.

Bij de OIM werd door de maatnemer als aandachtspunt beschreven dat het negatieve katoenen gipsmodel waarschijnlijk het dichtste bij de nominale maat komt van de klant. Hiermee wordt bedoeld dat het gipsnegatief exact op alle punten de contouren van het lidmaat volgt. Als gevolg hiervan is er een kwalitatief betere maatname gedaan.

Bij het synthetisch gips is het niet altijd mogelijk om de contouren van het lidmaat exact te volgen omdat dit een ander soort materiaal is. Synthetisch gips zuigt zich niet vol aan de binnenkant van het model, hierin blijven kleinere gaten bestaan, waardoor de nominale maat niet altijd gelijk is aan het lidmaat. Hierbij komt het dan aan op de ervaring van de maatnemer.

Ook met katoengips en synthetisch gips wordt er gelet op de temperatuur van het materiaal als het een reactie aan gaat met water. Bij katoengips wordt geadviseerd om met koud water te werken als het gaat om klanten met diabetes mellitis. Door de exotherme reactie wordt de temperatuur mogelijk nog hoger als er met warm water wordt gewerkt. Dit kan als gevolg hebben dat klanten met diabetes mellitis brandblaren kunnen creëren. Bij het synthetische materiaal in combinatie met warm water kan de temperatuur oplopen tot maximaal 45° dan wordt aangeraden om het synthetische materiaal niet te gebruiken. Dit heeft brandblaren als gevolg voor de klanten.

Bij de OSM wordt door de maatnemers gesproken over de mogelijkheid van correctie van de voet. Heeft de voet een correctie nodig om de voet beter te ondersteunen, dan is het moeilijker om synthetisch gips te gebruiken. Het synthetische gips hardt te snel uit om de nodige correcties te kunnen maken. De spasmen die een aantal klanten hebben, kunnen lastig zijn voor het gipsen. Doordat synthetisch gips in maximaal vier minuten uithardt heeft de maatnemer niet de tijd om de voet te corrigeren als er een spasme optreedt. Bij katoengips is er nadat de klant een spasme heeft gehad, nog de mogelijkheid om de voet weer te corrigeren.

4.2.3 Welk materiaal geeft de beste contouren weer volgens de maatnemer?

Uit deze vraag bleek dat elf van de twaalf maatnemers vinden dat katoengips het beste de contouren weergaf. Dit is een verrassende uitslag, omdat er wel twee maatnemers werken met het synthetische gips. De verklaring die door de onderzoeker in overleg met twee maatnemers hieraan wordt gegeven, is dat een model gemaakt met synthetisch gips steviger is om te vervoeren. Zo komt het gipsmodel heel op de andere vestiging aan, om daar gescand te worden.

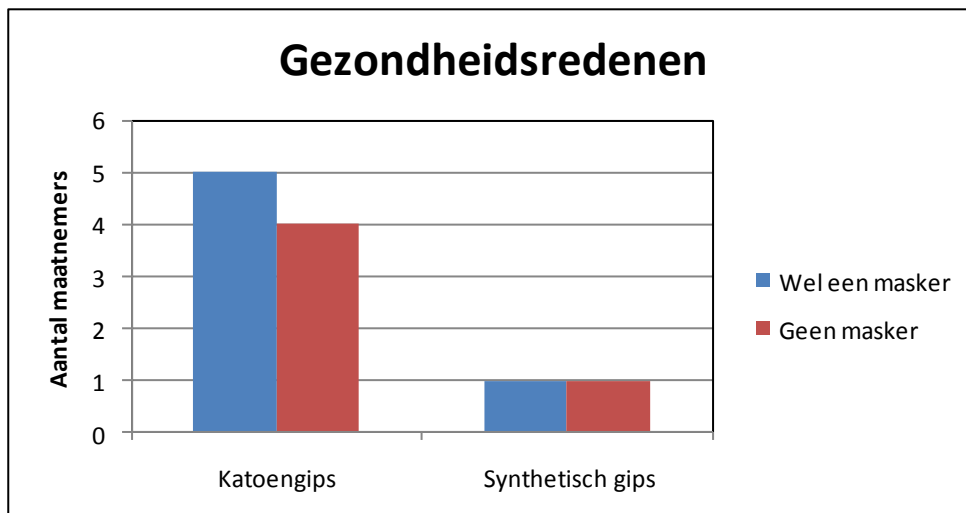
4.2.4 Geeft u extra aandachtspunten op het gipsmodel met uw vingers, zo ja, waarbij blijft dit beter in zicht?

De drukpunten worden met de vingers aangegeven zodat er de mogelijkheid is om op die punten extra veel te corrigeren. Dit extra corrigeren wordt gedaan door meer gips op dit punt te leggen, of meer gips van dit punt af te halen. Het aniline potlood wordt het meeste gebruikt bij de OIM. Het aniline potlood geeft de blauwe kleur minder duidelijk weer op het synthetisch gips dan op katoengips. Bij het synthetische gips wordt voornamelijk een zwarte stift gebruikt of er worden geen aantekeningen gemaakt.

Het anilinepotlood dat voornamelijk bij de OIM gebruikt wordt, wordt op de folie of tricot aangetekend die rechtstreeks op het been zit en onder de katoengipszwachtels. Hiermee worden belangrijke punten, zoals botpunten en drukplekken aangetekend. Dit potlood geeft zijn felblauwe kleur weer aan de binnenkant van het gipsmodel. Als dit model wordt uitgegoten zijn de aantekeningen nog te zien op het gipsmodel. Op deze aantekeningen wordt extra gips opgebracht, zodat de klant hier zo min mogelijk drukplekken krijgt. De 12 maatnemers werken allemaal met katoengips en/of synthetisch gips. Bij synthetisch materiaal blijkt dat er met de vingers duidelijke aandachtspunten worden weergegeven, bij de katoen maatname wordt er gebruik gemaakt van de vingers en het anilinepotlood.

4.2.5 Vindt u het nodig om tijdens het aanmaken van gips een masker op te doen in verband met uw gezondheid?

Het resultaat van deze vraag is dat bij katoengips vijf maatnemers vinden dat er wel een masker moet worden gedragen en vier niet. In de praktijk blijkt dat een masker niet gebruikt wordt tijdens de maatname of het corrigeren en aanmaken van gips. Er wordt wel gebruik gemaakt van een masker bij het synthetisch verstevigen van een prothese proefkoker.



Figuur 4. 4: Het aantal maatnemers dat een masker draagt. (Stephanie Grijsen, 2010)

Zoals in Figuur 4. 4 te zien is, is één van de totaal twaalf maatnemers niet meegenomen in het resultaat van deze enquête. Hier is voor gekozen omdat de maatnemer had opgeschreven dat het wel verplicht is om een masker te dragen volgens de Arbodienst, maar de maatnemer vond dit zelf niet nodig.

Voor synthetisch gips wordt er uitgegaan van twee maatnemers die hier mee werken. Deze maatnemers hebben allebei een andere mening over het wel of geen masker dragen. Aan de hand van het figuur is te zien dat er niet eenduidig wordt gekozen voor het dragen van een masker.

4.2.6 Vindt u dat het nodig is om maskers te gebruiken tijdens het zwachtelen van een klant met synthetisch gips of katoengips?

De tien maatnemers die met katoengips werken, gebruiken geen maskers. Eén maatnemer zegt over synthetisch gips dat er nog niet mee gewerkt is. Daarom kan er nog geen uitspraak over gedaan worden. De maatnemers die met synthetisch gips werken, maken ook geen gebruik van maskers en hebben niet de intentie om dit op lange termijn te gaan doen.

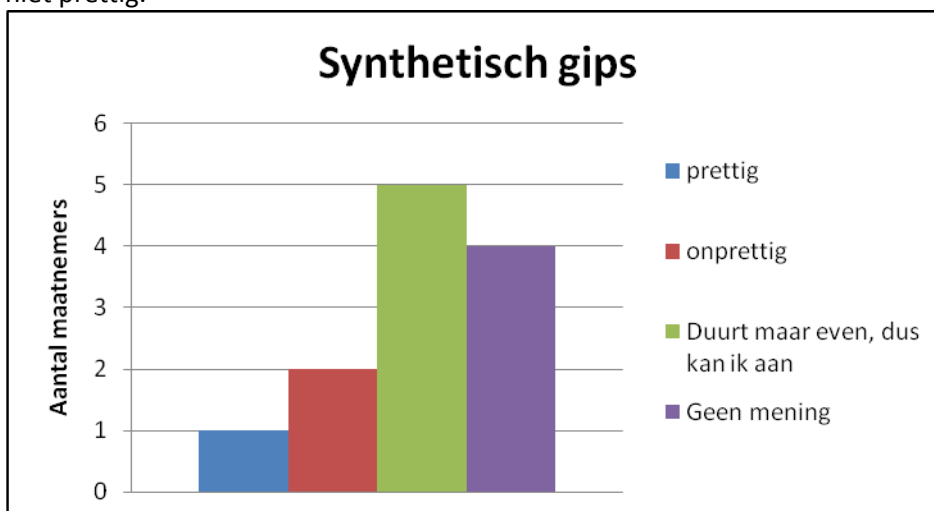
4.2.7 Vindt u het nodig om tijdens het corrigeren van een model een masker op te doen in verband met uw gezondheid?

Tien van de twaalf maatnemers vinden het niet nodig om een masker te dragen tijdens het corrigeren van gipsmodellen. De twee maatnemers van de OSM die niet meegeteld zijn, gaven in de enquête aan dat ze zelf niet corrigeren en hierover geen mening hebben. De twee maatnemers die bij de OSM werken en in de enquête meegenomen zijn, zijn van mening dat tijdens het corrigeren er wel maskers moeten worden gedragen.

Uit deze vraag blijkt dat het overgrote deel van de maatnemers bij het RRT-E het dragen van een masker niet nodig vindt tijdens het corrigeren van een gipsmodel. Tijdens het corrigeren wordt een model nat gemaakt, daardoor blijven de stofdeeltjes op het model liggen en komen de stoffen niet in de lucht. In de lucht is er mogelijkheid tot inademen van de stofdeeltjes.

4.2.8 Wat vindt u van de geur die vrijkomt bij het zwachtelen van een lidmaat met synthetisch gips?

Synthetisch materiaal geeft mogelijk tijdens de maatname allergische reacties op de luchtwegen of op de huid. De allergische reacties kunnen ontstaan door het prikkelen van de neus of het contact van het materiaal op de huid. De productbeschrijving van het materiaal geeft dat ook aan (Smith & Nephew, PSDS, 2003). In figuur 4.5 wordt aangegeven wat de ervaringen zijn van de maatnemers met de geur van het synthetische gipsmateriaal. De geur die vrijkomt bij het zwachtelen wordt ervaren als niet prettig.



Figuur 4. 5: De geur van het synthetische gips dat een prikkeling van het reukvermogen kan geven, wordt ervaren als, prettig/onprettig/duurt maar even, dus kan ik aan/ geen mening. (Stephanie Grijzen, 2010)

4.2.9 Zou u willen overstappen naar het synthetische- of katoenmateriaal?

Doordat het katoengips een langere uithardingstijd heeft dan synthetisch gips is er gevraagd of de maatnemers niet willen overstappen naar synthetisch materiaal. Hieruit bleek dat van de OSM hier al een aantal maatnemers mee hebben gewerkt. Bij twee maatnemers is dit goed bevallen, één maatnemer werkt hier nog mee, de ander werkt ermee als het mogelijk is bij de klant, in verband met de correcties die de maatnemer moet toepassen op de voet. De tien andere maatnemers werken het liefst met katoengips. Hier zijn verscheidene redenen voor;

- Irritatie van de luchtwegen tijdens het gebruik van synthetisch gips.
- Synthetisch materiaal is duur en wijkt waarschijnlijk af van de nominale maat.
- Tijdens de uithardingstijd van katoengips is er ruim de tijd om de correcties en de vorm in het model te masseren.

- Slechte nabewerking met synthetisch gips
- Ervaring.

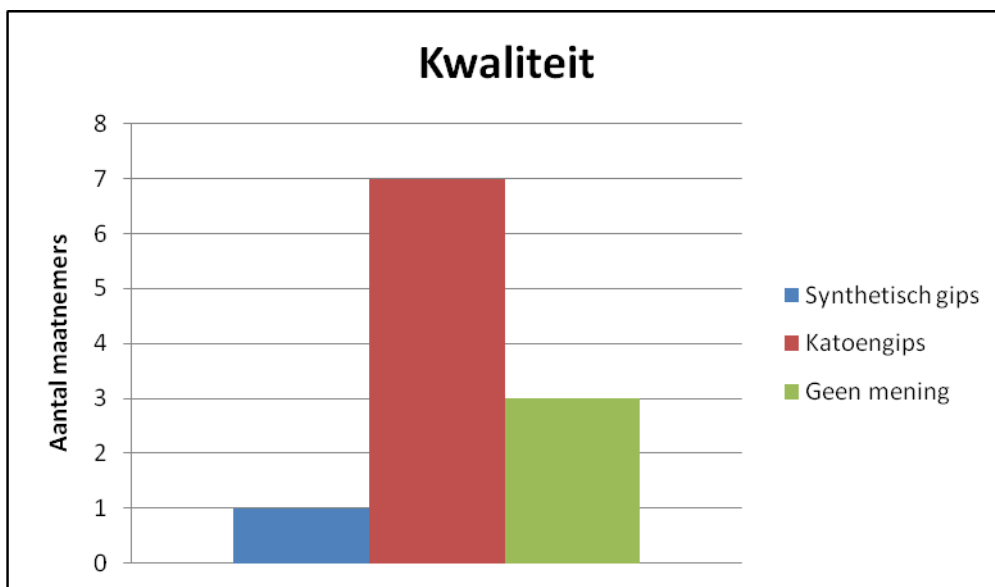
4.2.10 Wat voor effect heeft het materiaal waar u mee werkt op uw huid?

Doordat bijna elke maatnemer nu werkt met katoengips ontstaan er vaak droge handen. Bij het synthetische gips wordt aangeraden door de fabrikant om handschoenen te dragen, dit kan ook bij katoengips. De maatnemers geven als tip bij de enquête dat er vette zalf op de handen gestreken kan worden na de maatname met katoengips.

4.2.11 Welk materiaal, synthetisch gips of katoengips, levert een betere kwaliteit voor het eindproduct?

Doordat het synthetische materiaal sterker is, kan het makkelijker vervoerd worden. Dit is van belang omdat de gipsmodellen worden opgestuurd naar Almelo, waar er een CAD-CAM scan van gemaakt wordt. Bij het katoengips is het nog wel eens het geval dat een model wil breken door de schuifkrachten die er in een box plaats vinden. Om dit probleem op te lossen kan er gekozen worden voor een ander soort katoengips, of de maatnemer kiest ervoor om de maatname te proberen met synthetisch gips.

In Figuur 4. 6 wordt weergegeven wat de maatnemers een betere kwaliteit van gips vinden voor het uiteindelijke eindproduct.



Figuur 4. 6: Kwaliteit van het gipsmodel. (Stephanie Grijzen, 2010)

Eén maatnemer is niet in de grafiek verwerkt, deze maatnemer was van mening dat dit ligt aan de ervaring. Hoe langer een persoon werkt met een materiaal, hoe beter hij dat materiaal ‘snapt’ en hoe beter het eindresultaat. Uit het resultaat van dit onderdeel van de enquête blijkt dat het merendeel van de maatnemers kiest voor de katoen maatname.

Reacties van de huid na verloop van tijd op de synthetische gipsmaatname

Twee weken nadat de enquête is ingenomen waren er twee maatnemers van de OSM, die nog meer last kregen van het synthetische gips in de vorm van luchtwegklachten en huidirritaties. De twee OSM maatnemers gaan overstappen op katoengips als de klachten nog twee weken aanhouden.

4.3 De gevolgen van synthetisch gips voor de gezondheid

Synthetisch gips bevat isocyanaat, deze stof kan vrijkomen door dit materiaal te activeren met warm water. Isocyanaat is een chemische stof waardoor personen die werken met isocyanaat een grote kans hebben op kortademigheid. Wat de mogelijkheid op astma kan vergroten. (J. Cocker., (2011)).

Naast de kortademigheid door isocyanaat kan er ook irritatie ontstaan door het gebruik van synthetische glasvezels. De irritatie komt vaak voort uit blootstelling aan het synthetische materiaal en het werken met Man Made Vitreous Fibers (MMVF). Deze irritaties ontstaan door de ruwere vezels (vanaf 4µm), hoe groter de vezels hoe groter de kans op irritatie.

De mogelijke opname van synthetische vezels in het lichaam.

Erg dunne vezels worden makkelijker opgenomen in de lucht dan dikke vezels. Dit heeft als gevolg dat de dunne vezels dieper in de longen komen en dan moeilijker verwijderd kunnen worden. De erg dunne vezels zoals glaswol, met een diameter dunner dan 3 µm kunnen ingeademd worden tot in het diepste gedeelte van het ademhalingsstelsel van de mens. Dikkere vezels worden neergeslagen op het oppervlakkige luchtwegstelsel, ook wel neus en mond en kunnen sneller verwijderd worden, door hoesten of de neus snuiten. (The World Health Organisation., 2000).

In de literatuur wordt beschreven dat de grootste reactie in de vorm van irritatie voort komt uit huidaanraking met de synthetische stof waarin de glasvezels zich bevinden. (Milby and Wolf., 1969; Nasr et al., 1971; Newball and Brahim., 1976; Petersen and Sabroe., 1991; Horvath., 1995; Thriene et al., 1996))

Het misverstand dat hierin ontstaat, is dat de glasvezel irriteert en jeukt. Dit is niet het geval, de irritatie komt door de uitgeharde harsen, harders en accelatoren tijdens de productie van MMVF (Cuypers et al., (1975)).

Ook de U.S. Department of Health and Human Services (2004) geeft aan dat de vezels een specifieke jeuk kunnen veroorzaken, de zogenoemde fiberglas jeuk. Dit kan gaan irriteren in de neus, keel en delen van de longen. Hierdoor kan hoesten, een pijnlijke keel en verkoudheid ontstaan. Deze effecten verdwijnen vaak na verloop van tijd, omdat mensen vaak niet in grote mate met deze stof in aanraking komen. Door het weinig in aanraking komen met deze stoffen zijn er vaak geen grote gezondheidsrisico's.

Inhalatie van de MMVF geeft mogelijk chronische effecten. MMVF kunnen op vier manieren de longen binnenkomen:

- *Impactie*, gebeurt vaak op de grotere luchtwegen.
- *Sedimentatie*, gebeurt vaak op de smallere luchtwegen (bezinken en ophopen van vezels).
- *Onderschepping* hangt af van de vezellengte; hoe langer de vezel, hoe groter de mogelijkheid is dat de vezel eindigt met verplaatsen, doordat het blijft plakken aan een groot oppervlak.
- *Elektrostatische precipitatie* (elektrofiltratie) de elektrostatische lading van het synthetische materiaal wordt gefilterd doordat het wordt aangetrokken door het elektrische veld.

(Budinski, K.G. & Budinski, M.R. (2003). Materiaalkunde voor technici)

Worden de vezels ingeademd, dan worden ze neergeslagen in de neus of mond passage, in de richting van de longen. Vaak worden ze dan door het slikken verder vervoerd naar de maag. Als de vezels in grote hoeveelheden diep in de longen terechtkomen, waar zuurstof wordt verwisseld met koolstofdioxide, is er een kans op een longontsteking. Deze ontsteking is een 'bacterie' die door macrofagen wordt verwijderd uit het lichaam. Macrophagen (witte bloedcellen die 'bacteriën' in het lichaam verwijderen) omvatten de vezels en verplaatsen ze dan naar de slokdarm waar ze kunnen worden weggeslikt.

De vezels die niet verwijderd zijn en een longontsteking veroorzaken kunnen ook een verdikking van de bronchiolen opleveren. Dit heeft tot gevolg dat de persoon minder zuurstof kan opnemen. Als de vezels langer blijven zitten, is het ook mogelijk dat ze langzaam verdwijnen in longvloeistof. Deze vezels worden dan korter doordat ze afbreken, de kortere vezels worden makkelijker door macrofagen weggehaald. Zijn er heel veel vezels, dan voegen de macrofagen zich samen, zodat de vezels verwijderd kunnen worden. (World Health Organisation., 2000)

De mogelijke gevolgen van synthetische vezels door de opname van vezels in het lichaam.

Staat een persoon vaak in contact met vezels, dan is het mogelijk dat er littekenweefsel in de longen ontstaat (U.S. Department of Health and Human services. (2004)). Het littekenweefsel heeft niet de mogelijkheid om te contraheren als normaal longweefsel, dit maakt inademen zwaarder. Dit wordt long-fibrose genoemd.

Dat langere vezels een hogere kans op kanker geven, dan kortere vezels van hetzelfde materiaal komt doordat de langere vezels, langer in het lichaam aanwezig blijven. Deze vezels zijn moeilijker te verwijderen. Door de grote distributie van de vezellengtes, in de op kanker geteste vezels, kan dit niet met zekerheid worden beschreven. Het verschil van diameter en blijvendheid in het lichaam ten opzichte van kanker is nooit goed begrepen (World Health Organisation. (2000)).

Het International Agency for Research on Cancer (IARC), Environmental Protection Agency (EPA) (1980), U.S. Department of Health and Human Services (2004) en het National Toxicology Program (2002) hebben een onderzoek naar het verband tussen kanker en de synthetische materialen uitgevoerd. Deze instanties zeggen dat glaswol wordt ingedeeld in groep 2b. Dit betekent dat het mogelijk kankerverwekkend is voor mensen.

Om een persoon te beschermen tegen de synthetische glasvezel zijn er een aantal factoren waarmee rekening moet worden gehouden; de hoeveelheid vezels, de tijd dat de persoon eraan is blootgesteld en hoe de persoon er in aanraking mee kwam. Ook andere chemische stoffen waarmee contact werd gemaakt mogen niet vergeten worden. Om de blootstelling zo minimaal mogelijk te maken wordt in de verschillende literatuurteksten die hier genoemd zijn aangegeven dat de persoon zichzelf moet beschermen door middel van handschoenen, beschermende bril, kleding, mondkapjes en afzuiging te gebruiken. Wordt er gebruik gemaakt van blootstelling met behulp van water, dan minimaliseert ook dat het contact, dit zorgt ervoor dat de vezels niet in de lucht rondvliegen (Navy Environmental Health Center. (1997)).

Conclusie

Aan het begin van dit deel van het onderzoek is te lezen dat katoengips waarschijnlijk geen allergische reacties opwekt omdat het geen lichaamsvreemde stof is. De stof isocyanaat veroorzaakt alleen kortademigheid en synthetisch gips kan allergische reacties op de huid en luchtwegen geven.

De glasvezel die het synthetische gips bevat is niet goed voor de gezondheid, blijkt uit de literatuur. Uit de enquête blijkt dat het merendeel van de deelnemers voorkeur heeft voor katoengips. Uit de enquête en de artikelen samen blijkt dat het voor de medewerker in het orthopedische bedrijf het beste is om te werken met katoengips, want dit materiaal is het beste voor de gezondheid.

5 Het vergelijkend onderzoek tussen synthetisch- en katoengips op economisch gebied.

In dit deel van het onderzoek wordt onderzocht wat het economische voordeel is van synthetisch gips ten opzichte van katoengips. Bij het RRT-E is in 2009 uitgezocht dat katoengips met alle bewerkingen kostentechnisch aantrekkelijker is dan synthetisch gips. De conclusie van het RRT-E wordt in twijfel getrokken omdat de materiaal prijzen veranderen, de tegenwoordige machines sneller werken dan vroeger en er een langere standtijd is van het materiaal dat zich in de machines bevindt.

In dit hoofdstuk wordt weergegeven hoe het onderzoek over het economische aspect van deze materialen is opgebouwd. Het totale kostenplaatje wordt in dit onderzoek bekeken vanaf het moment dat de gipszwachtel in het water wordt gelegd, tot aan het moment dat het 'gipsmodel' klaar is om er een product op te maken. Het gipsmodel waarop een product geproduceerd wordt, wordt in de schoenmakerij ook wel een leest genoemd.

Dit deel van het onderzoek is gestart bij de OSM, door eerst de uithardingstijd te bekijken bij de maatname met een synthetisch- en katoengipsmodel. Vervolgens zijn de kosten per rolletje gips bekeken. Vanuit het RRT-E worden de gipsnegatieven verstuurd naar de CAD-CAM scan in Almelo, om te bewerken en uit te frezen. Na het frezen worden deze modellen leesten genoemd. Bij een aantal gipsmodellen wordt er gekozen voor het volgieten van de modellen, vervolgens corrigeert de maatnemer. Bij deze gipsmodellen wordt voor het zelf corrigeren gekozen omdat bij moeilijke voeten, zoals de spastische voet, het moeilijker is om de volledige contour duidelijk te gipsen. Door het zelf te corrigeren heeft de maatnemer er alle invloed op om het goed te corrigeren. De maatnemer die het model heeft gegipst weet precies waar de correcties gemaakt moeten worden. Bij de moeilijkere voetmodellen (bijvoorbeeld de spastische voet) is het moeilijker om specifiek aan te geven waar de correctie gemaakt moet worden.

5.1 Het verschil in tijd bij de maatname van synthetische- en katoengipsmodellen.

Er wordt maatgenomen bij vier klanten. Op elke klant wordt één model katoengips en één model synthetisch gips gezwachteld (Bijlage 4. Maatname van synthetisch en katoengips in combinatie met de tijd.). Zo worden er totaal acht gipsmodellen verkregen. De maatnemer die de maatname met katoengips en synthetisch uitvoert voor dit onderzoek is bij de acht gipsmodellen dezelfde persoon en verblijft in dezelfde paskamer om zo de omstandigheden zo gelijk mogelijk te houden.

De maatnemer kiest voor een enkellage schoen, er wordt dan één zwachtel gebruikt. Zou er gebruik worden gemaakt van twee zwachtels, dan harden beide zwachtels op een ander tijdstip uit. Dit komt omdat de zwachtels niet tegelijk in het water worden gelegd en er dan geen tijd is om voldoende te modelleren en de tijd kan niet goed gemeten worden. De enkellage schoen wordt gegipst tot net boven de enkel. Met de stopwatch wordt gemeten hoe lang het duurt voordat een gipsmodel met synthetisch materiaal en katoenmateriaal is uitgehard. Voor beide materialen wordt er één rol gips gebruikt. Als dit materiaal eenmaal is aangebroken kan het niet hergebruikt worden, daarom wordt in dit onderzoek de prijs van één rol gips als kostprijs aangenomen.

De stopwatch voor de gipsmaatname wordt gestart vanaf het moment dat de gipszwachtel in een kom met water wordt gelegd. Als het gipsmodel is uitgehard en wordt opengesneden, dan kan het gipsmodel van de voet af. Als het gipsmodel van de voet af wordt gehaald wordt de tijd van de stopwatch gestopt. De tijden die hieruit voortkomen zijn in Bijlage 4. Maatname van synthetisch en katoengips in combinatie met de tijd. weergegeven. De tijd van de gipsmaatname en het uithardingproces is hetzelfde als de arbeidstijd voor een maatnemer. De administratie wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Het verschil tussen de uithardingstijd van synthetisch gips en katoengips is 1 minuut en 21 seconden, waarbij katoengips sneller is uitgehard (Bijlage 4. Maatname van synthetisch en katoengips in combinatie met de tijd. Dit verschil kan voortkomen uit het gebruiken van warm/koud water of meer of minder lagen gips over elkaar heen. Voor een maatnemer is het soms beter om koud water te nemen als er een gecompliceerde voet bij de klant is geconstateerd, zo ontstaat de mogelijkheid om met meer tijd, het gips beter om de voet te moduleren. Doordat het uitharden ongeveer één minuut is, wordt er gekozen om dit niet te berekenen in maatnemers uren.

5.2 Kosten van synthetisch- en katoengipsmaatname.

Bij de inkoper van het magazijn wordt opgevraagd wat de kosten zijn van synthetisch en katoengips. De kosten per rol gips via de inkoop van het RRT-E in de maand oktober 2010 zijn:

- Eén rol katoengips van het merk Plastrona, uitgaande van 10 cm breed kost: €0,619 = €0,62
- Eén rol synthetisch gips van het merk Delta-lite plus, uitgaande van 10 cm breed kost: €9,839 = €9,84.

In deze casus wordt er gewerkt met vier klanten. Er wordt vanuit gegaan dat per klant één rol gips voldoende is. Uit de hierboven opgesomde punten blijkt dat de kosten van synthetisch gips hoger liggen dan katoengips, namelijk ongeveer 16 keer hoger.

5.3 Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode.

Nadat het model is gezwachteld wordt het gipsmodel vanuit het RRT-E naar de vestiging van het Roessingh in Almelo gestuurd. De gipsmodellen zijn een klein onderdeel van de totale verzendlijst en de kosten van het verzenden worden daarom in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

In Almelo worden de modellen ontvangen en in het CAD-CAM systeem in gescand. De gipsmodellen die binnengebracht worden zijn ongecorrigeerde gipsmodellen. Om toch de goede ondersteuning bij de voet te verkrijgen is er een correctie nodig van de gipsmodellen, dit gebeurt met behulp van een softwareprogramma dat bij het CAD-CAM systeem is geïntegreerd. Nadat de gipsmodellen in het softwareprogramma staan, wordt het model vervaardigd via het CAD-CAM systeem. Om het model van het lidmaat te vervaardigen en in de CAD-CAM scan weer te geven zijn er arbeidsuren nodig. De arbeidsuren worden in dit onderzoek meegenomen.

De uitgebreide berekening van deze methode wordt weergegeven in Bijlage 5. Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode (RRT-E, 2009). De totale kostprijs van het vervaardigen van de synthetische modellen tot leesten met behulp van CAD-CAM wordt kort weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4, Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM en synthetisch gips.

Synthetische gipsrol	€ 9,84
Afschrijving van het CAD-CAM systeem per paar leesten:	€ 5,67
Totaal materiaal per paar:	€ 90,00
Kostprijs naar het uurloon van de werkplaats:	€ 22,50
Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM:	€ 128,01

5.4 Het verwerken van de katoengipsmodellen met de CAD-CAM methode.

Voor de katoengipsmodellen is het mogelijk om ze op twee manieren te vervaardigen. Dit kan gebeuren door de katoengipsmodellen in te scannen via de CAD-CAM methode, of de gipsmodellen vol te gieten met gips. Het volgieten met gips wordt beschreven in paragraaf 5.5.

Om de katoengipsmodellen te verwerken met de CAD-CAM methode gebeurt er niets anders als bij de CAD-CAM methode met synthetisch gips. Het enige verschil dat hierin aanwezig is, zijn de kosten van de gipsrol. De totale kostprijs van het vervaardigen van de katoengips modellen tot leesten met behulp van CAD-CAM wordt weergegeven in Tabel 5 (RRT-E, 2009).

Tabel 5, Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM en katoengips.

Katoengipsrol	€ 0,62
Afschrijving van het CAD-CAM systeem per paar leesten:	€ 5,67
Totaal materiaal per paar:	€ 90
Kostprijs naar het uurloon van de werkplaats:	€ 22,50
Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM:	€ 118.79

5.5 Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van “gipsmodellen”.

Voor de katoengipsmodellen geldt hetzelfde als de modellen die synthetisch zijn. De modellen worden opgestuurd naar Almelo, deze kosten worden buiten beschouwing gelaten. In Almelo worden de modellen ontvangen en volgegoten. Als de modellen eenmaal uitgehard zijn, worden de modellen gecorrigeerd door de productiemedewerker. Het volgieten van een katoenen en een synthetisch gipsmodel gebeurt met een harder. In dit onderzoek worden de modellen die volgegoten zijn met een harder “gipsmodellen” genoemd.

De restwaarde van de machine om leesten te vervaardigen is na de afschrijving van 10 jaar nog € 5.000,- waard (bron: RRT-E). Deze €5000,- wordt daarom van de kostprijs van de machine afgehaald.

Het uitgebreide kostenplaatje voor het totale verwerken van het katoengipsmodel met behulp van “gipsmodellen” wordt in Bijlage 6. Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van de “gipsmodellen”. weergegeven (RRT-E, 2009).

De totale kostprijs van deze methode is: € 85,60

Conclusie

Door de drie vorige paragrafen onder elkaar te zetten volgt er een conclusie:

- Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode. €128,01
- Het verwerken van de katoengipsmodellen met de CAD-CAM methode. € 118,79
- Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van “gipsmodellen”. € 85,60

Het grote verschil tussen de synthetische- en katoengipsmodellen met behulp van de CAD-CAM methode komt voort uit de zwachtel gips die gebruik wordt.

Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van “gipsmodellen” is veel goedkoper omdat bij deze methode de materiaalkosten veel lager zijn.

Uit een overzicht van de kosten blijkt dat het verwerken van katoengipsmodellen met behulp van het volgieten met een harder de goedkoopste methode is.

6 Het onderzoek naar het breken van beide soorten gips.

Bij het RRT-E braken er een aantal katoengipsmodellen tijdens het vervoer naar de nevenvestiging in Almelo. Om dit te voorkomen is er getracht om een ander gipsmateriaal te gebruiken. Eén van deze materialen is synthetisch gips. In dit deel van het onderzoek wordt bekeken of synthetisch gips of katoengips eerder zal breken.

In het plan van aanpak staat beschreven dat het onderzoek gedaan wordt door middel van een oppervlakte van 5 bij 5 cm uit het gipsmodel te halen en hieraan een kracht te laten trekken. Dit was niet mogelijk, omdat er dan geen bevestigingsmogelijkheid was voor de twee soorten gips. Daarom wordt dit deel gedaan bij Ambroise te Enschede. De trekbank en de manier van werken wordt in Bijlage 7. Trekbank uitgelegd. Bij het uitvoeren van de trekproef wordt aangenomen dat er een zelfde verschil in kracht nodig is om het materiaal te laten breken als bij een drukproef. Mocht blijken dat de verschillen klein zijn, dan zullen er extra proeven plaatsvinden. Zijn de verschillen meer dan twee keer zo groot, dan volgen er geen extra proeven, dit wordt niet gezien als een toegevoegde waarde. Het zwakste materiaal zal met extra proeven alsnog als eerste breken. De gegevens worden verwerkt in Bijlage 8. De verwerking van de trekproef.

6.1 Trekproef

Er is gekozen voor tien rekstrookjes, vijf rekstrookjes van uitgeharde synthetische gipszwachtels en vijf rekstrookjes van uitgeharde katoengips zwachtels (Figuur 6. 1) De rekstrookjes zijn bevestigd in de trekbank. De manier van bevestigen is te lezen in Bijlage 7. Trekbank. Eén dubbele laag van synthetisch gips, staat net als bij de maatname gelijk aan 2 dubbele lagen van het katoengips.

De rekstrookjes zijn voordat ze bevestigd zijn allemaal even lang en breed gemaakt. De rekstrookjes zijn vijftien cm lang en 2,5 cm breed. Als de rekstrookjes eenmaal bevestigd zijn aan de zwarte banden is het tijd om de rekstrookjes te laten breken. De bedoeling is dat de rekstrookjes breken in het midden, zo wordt gemeten welke kracht er nodig is om het materiaal te laten

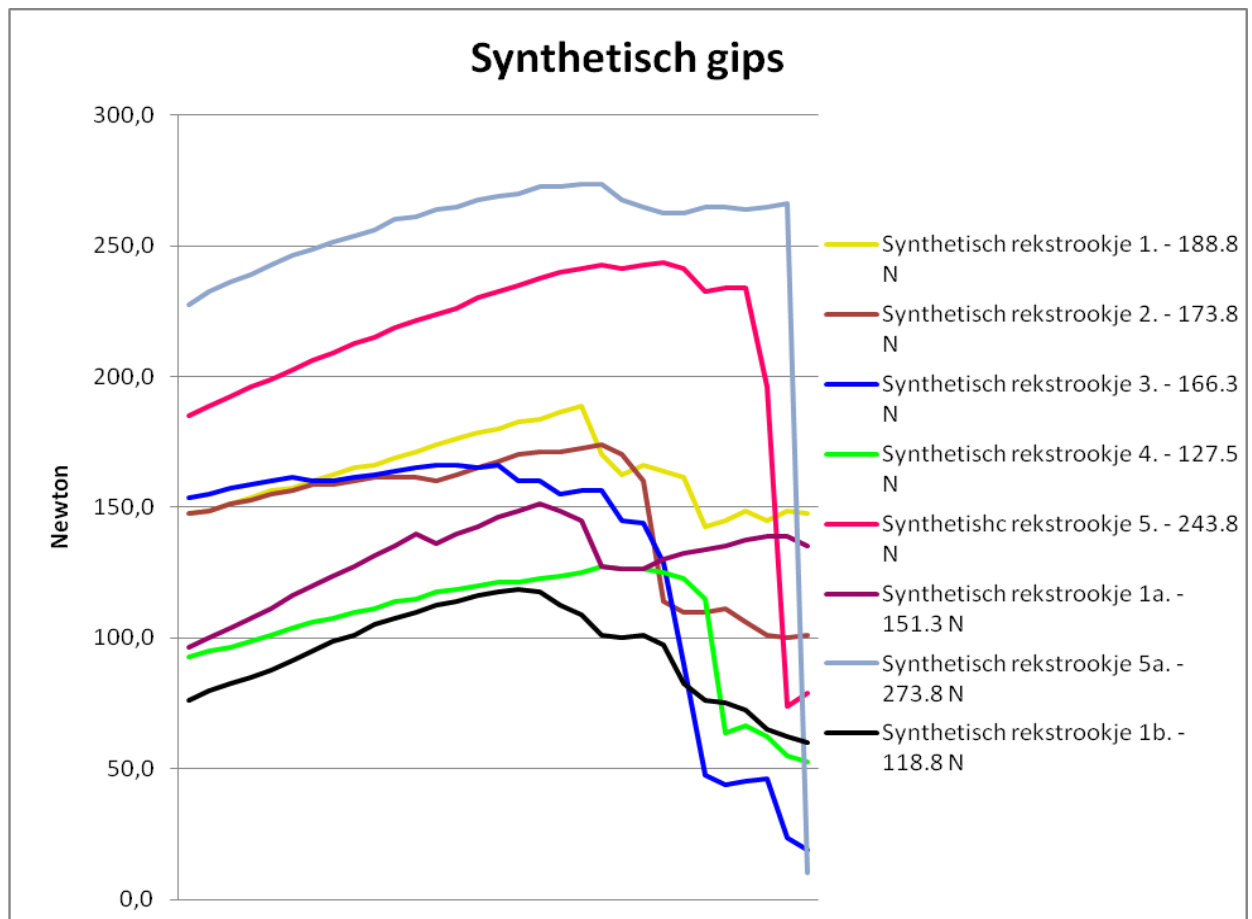


Figuur 6.1: Rekstrookje dat smaller is gemaakt zodat het breekt in het midden. (Stephanie Grijsen, 2010)

breken. De rekstrookjes worden op twee cm van de zijkant in de lengte naar binnen gesneden. Zo wordt er aan beide kanten van dit rekstrookje 0.75 cm versmald. Daardoor blijft er voor 7 cm in het midden van dit rekstrookje een breedte over van één cm, zodat het rekstrookje hier breekt. Als de rekstrookjes op deze manier vervaardigd worden, breken de strookjes niet op de rand waar het materiaal door de passant heen gaat. Doordat het materiaal gebogen wordt om door de passant heen te kunnen is het materiaal daar erg zwak.

6.2 Synthetische rekstrookjes

Er is een stiknaad in het synthetische gips gemaakt net langs de passanten, zodat het synthetische gips niet zou breken op de aanhechting. Nadat de trekproef is gedaan, worden de gegevens verwerkt, voor de uitgebreide uitleg wordt er verwezen naar Bijlage 8. De verwerking van de trekproef. Op de volgende pagina wordt Figuur 6. 2 met de gegevens weergegeven.



Figuur 6. 2: Synthetische gips rekstrookjes. (Stephanie Grijsen, 2011)

Figuur 6. 2 hierboven geeft de testresultaten voor de synthetische rekstrookjes weer. Langs de x-as is de tijdseenheid weggelaten omdat deze voor het vaststellen van de maximale kracht geen rol speelt. Het breekpunt van elk rekstrookje staat aangegeven bij de legenda. Voor de tabelgegevens wordt verwezen naar de onderzoeker. De “happen” die na het hoogste punt komen van een kromme, zijn de laatste krachten die de trekbank geeft aan het rekstrookje. Bijvoorbeeld bij synthetisch rekstrookje 1 is 188,8 N de kracht waarbij het rekstrookje begint te breken, er zitten dan nog een aantal draden aan elkaar vast, deze zorgen ervoor dat de grafiek niet direct naar de 0 Newton (N) springt.

Tabel 6 geeft aan welke rekstrookjes er meegenomen worden in dit onderzoek (aangegeven met een Ja) en welke rekstrookjes op een andere plek braken dan het smalste stuk van het rekstrookje en daarom niet mee worden genomen in dit onderzoek (aangegeven met een Nee).

Om het ene rekstrookje mee te nemen in dit onderzoek en de andere niet, is gekozen omdat op deze manier de doelstelling van dit onderzoek beter wordt nagestreefd; hoe sterk is het synthetische en katoengips materiaal.

Het gemiddelde is berekend over de synthetische rekstrookjes die geldig zijn (aangegeven met een Ja). Het gemiddelde van de rekstrookjes die zijn meegenomen in dit onderzoek hebben een waarde van 203.4 N zoals te zien is in Tabel 6. Vervolgens wordt bij katoengipsrekstrookjes hetzelfde gedaan. Hieruit wordt bekeken welk materiaal het sterkste is.

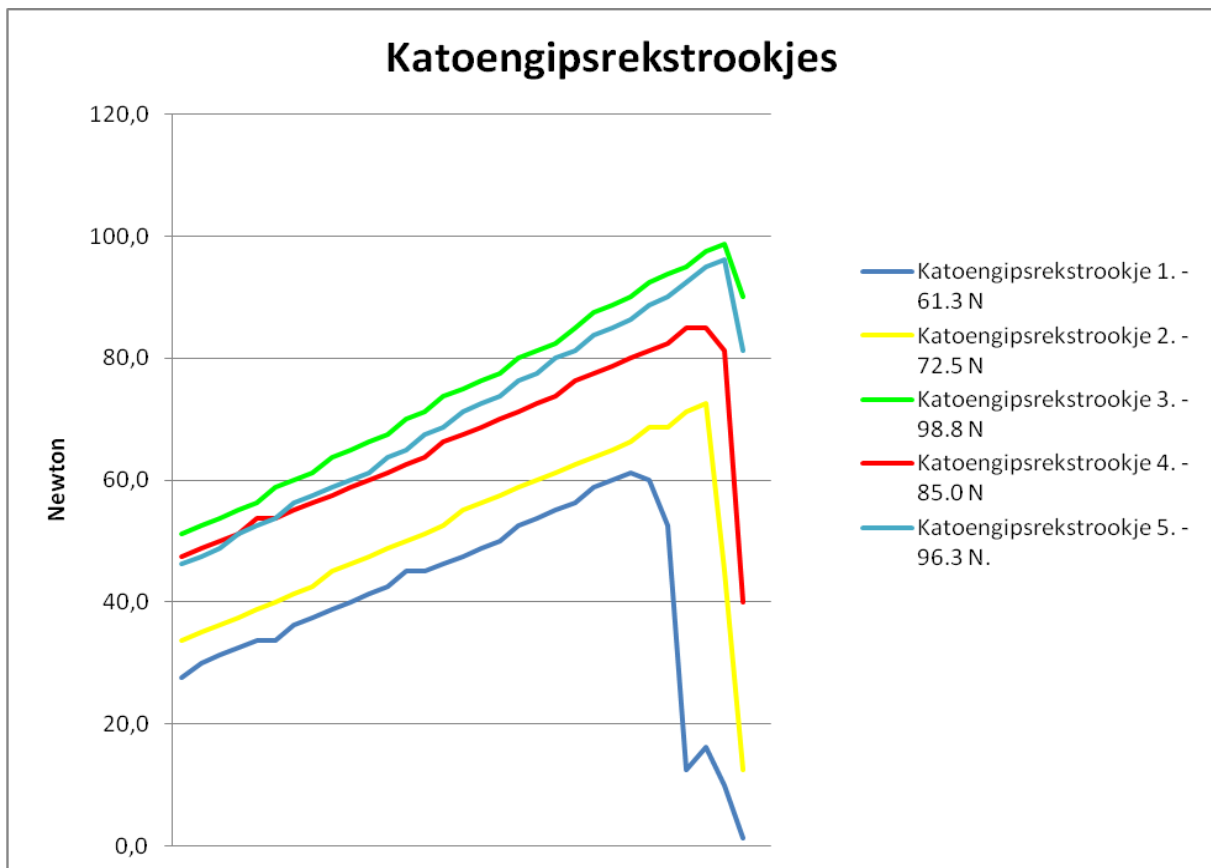
Tabel 6, De breekpunten en het gemiddelde van de rekstrookjes die geldig verklaard zijn. (Stephanie Grijsen, 2011)

	Geldig	Breekpunt
Synthetisch rekstrookje 1:	Nee	188,8 N
Synthetisch rekstrookje 2:	Ja	171,3 N
Synthetisch rekstrookje 3:	Ja	166,3 N
Synthetisch rekstrookje 4:	Nee	127,5 N
Synthetisch rekstrookje 5:	Nee	242,5 N
Synthetisch rekstrookje 1a:	Nee	151,3 N
Synthetisch rekstrookje 5a:	Ja	272,5 N
Synthetisch rekstrookje 1b:	Nee	118,5 N
Gemiddelde van de rekstrookjes die geldig zijn in dit onderzoek:		203,4 N

6.3 Katoengips rekstrookjes

De onderzoeker heeft voor de katoengipsrekstrookjes 5 stuks genomen. De rekstrookjes zijn 15 cm lang en op het versmalde stuk 1 cm breed. Bij de katoengipsrekstrookjes blijkt bij het eerste rekstrookje dat het niet nodig is om de rekstrookjes te versmallen zoals bij het synthetische rekstrookje is gebeurd, de strookjes breken direct. Er is al een tussentijdse conclusie uit te halen, met een breder oppervlak, breekt katoen toch eerder dan het synthetische rekstrookje met een kleiner oppervlak. Dit wil zeggen dat waarschijnlijk het synthetische gips veel sterker is en dus minder breekbaar dan katoengips, en dat de hypothese correct is. Dit zal verder bekeken worden in de grafiek en de tabel van de katoengipsrekstrookjes hieronder.

Om de tabellen te bekijken van Figuur 6. 3 kan er mondeling naar gevraagd worden bij de onderzoeker. Zoals hieronder in Figuur 6. 3 te zien is, in tegenstelling tot de synthetische rekstrookjes die nog “kracht”gebruiken om de laatste losse draadjes ook los te krijgen van elkaar, is dat bij de katoengipsrekstrookjes niet zo. De kracht na het breekpunt, bij deze rekstrookjes, gaat vrijwel direct naar 0 N. Het breekpunt ligt hier ook een stuk lager dan bij de synthetische rekstrookjes. In Tabel 7 is te zien waar de breekpunten liggen en wat het gemiddelde is van de krachten.



Figuur 6. 3: Katoengipsrekstrookjes. (Stephanie Grijsen, 2011)

Tabel 7, De gemiddelde van de katoengipsrekstrookjes. (Stephanie Grijsen, 2011)

	Breekpunt
Katoengipsrekstrookje 1:	61,3 N
Katoengipsrekstrookje 2:	72,5 N
Katoengipsrekstrookje 3:	98,8 N
Katoengipsrekstrookje 4:	85 N
Katoengipsrekstrookje 5:	96,3 N
Gemiddelde:	82,78 N

Bij het synthetische rekstrookje ligt de benodigde kracht om dit materiaal doormidden te breken minimaal twee keer hoger dan bij het katoengips. De extra proeven die zouden plaatsvinden om het verschil tussen druk en trek aan te tonen zijn nu niet nodig omdat het verschil meer dan twee keer zo groot is.

Conclusie

Bij het synthetische rekstrookje ligt de benodigde kracht om dit materiaal doormidden te breken minimaal twee keer hoger dan bij het katoengips. De hypothese die is gesteld door de onderzoeker in het begin van dit hoofdstuk: Synthetisch materiaal is sterker dan katoengips materiaal is correct.

Gemiddelde synthetische rekstrookjes	203,4 N
Gemiddelde katoengipsrekstrookjes	82,78 N

7 Het synthetische- of katoengips materiaal dat de meest identieke kopie weergeeft van het onderbeen.

In dit deel van het onderzoek worden het volume en de omvangsmaten van katoengips, synthetisch gips en het werkelijke onderbeen met elkaar vergeleken. Hieruit moet blijken of de kopieën van het been overeenkomen met het werkelijke onderbeen.

In het plan van aanpak staat beschreven dat de volumemeting gedaan zou worden met behulp van een CAD-CAM scan van de firma Ortho-Europe (Ortho-Europe, 2011). In de praktijk is gebleken dat dit niet mogelijk is omdat de functie “volumemeting”, in de software van het CAD-CAM systeem, niet verkrijgbaar is in Nederland. Er is overlegd met de firma Ortho-Europe en er is besloten om een volumemeting met water uit te voeren.

De omvangsmaten van het onderbeen zijn wel opgemeten met het CAD-CAM systeem. Het CAD-CAM systeem wordt kort besproken in Bijlage 9. CAD-CAM systeem. De opbouw van dit hoofdstuk begint met de omvangsmaten van de gipsmodellen ten opzichte van het werkelijke onderbeen, vervolgens worden de omvangsmaten besproken. Het laatste deel van het hoofdstuk gaat over het volume van de gipsmodellen ten opzichte van het werkelijke onderbeen. Aan het einde van dit hoofdstuk volgt een conclusie.

De hypothese is in dit onderdeel: het synthetische gipsmodel komt in omvang minder overeen met het werkelijke onderbeen, dan dat het katoengipsmodel overeenkomt.

7.1 De maatname van de omvangsmaten van de onderbeengipsmodellen

De maatnemer die bij iedere proefpersoon het rechteronderbeen gipst, werkt met dit materiaal 5 dagen in de week en levert producten af waar de klanten geen klachten over hebben. Er is gekozen voor het rechterbeen, omdat 80-90% van de mensen rechtshandig zijn. Dit been is meer ontwikkeld. Voor de manier van de maatname van de gipsmodellen wordt verwezen naar Bijlage 10. Maatname van de gipsmodellen. De omvangsmaten worden gemeten op het synthetisch gipspositief, katoengipspositief en op het normale volume van het werkelijke onderbeen. De maten zijn verkregen via het CAD-CAM systeem.

7.2 Verwerking van de meetgegevens met betrekking tot de omvangsmaten

De omvangsmaten zijn gemeten op de bal van de voet, de overgang van voet naar het onderbeen in combinatie met de hak, (X-Y maatname), net boven de malleolus, op het dunste punt van de enkel bij het onderbeen en het dikste punt op de kuit, dit alles is weergegeven in Bijlage 11. De omvangsmaatname. De maten worden verkregen via de verschillende gipsmodellen en het werkelijke been. In de tabellen in Bijlage 12. De omvangsmaten zijn de gegevens weergegeven. Hieruit volgt een gemiddelde zie tabel 8.

Tabel 8, Het gemiddelde van de proefpersonen. (Stephanie Grijsen, 2011)

Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips (mm)	Katoengips (mm)	Omvang van het been (mm)
1. Bal van de voet	89,0	94,0	89,4
2. X-Y maatname	127,8	131,6	134,2
3. Omvang enkel	239	241,6	241,6
4. Dikste punt kuit	118,4	121,4	121,6

Het percentageverschil in Tabel 9 is berekend uit tabel 8 en geeft aan wat de afwijking is in omvangsmaten tussen synthetisch gips en katoengips ten opzichte van het werkelijke onderbeen.

Voor de specifieke berekeningen wordt er verwezen naar Bijlage 13. De verwerking van de omvangsmaten. In Tabel 10 wordt aangegeven wat de procentuele afwijking is in de verschillende soorten gips, waarbij alle omvangsmaten samen zijn genomen.

Tabel 9, percentage verschil van synthetisch gips en katoengips ten opzichte van het normale been. (Stephanie Grijsen, 2011)

Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been (mm)
1. Bal van de voet	0,45%	4,89%	89,4
2. X-Y maatname	5,01%	1,98%	134,2
3. Omvang enkel	1,09%	0,005%	241,6
4. Dikste punt kuit	2,53%	0,16%	121,6

Tabel 10, het gemiddelde percentage afwijkingsverschil tussen synthetisch gips ten opzichte van het normale been en katoengips ten opzichte van het normale been. (Stephanie Grijsen, 2011)

	Synthetisch gipsmodel	Katoengipsmodel	Het been van de proefpersoon
Gemiddeldeafwijking	2,27%	1,76%	100%

De conclusie uit tabel 10 is dat er een gemiddelde afwijking van 2.27% is, (genomen over het totale onderbeen) tussen synthetisch gips ten opzichte van het normale volume van het been. Bij het katoengips is er 1.76% verschil genomen over het totale onderbeen. Dit betekent dat de hypothese aan het begin van dit hoofdstuk; Synthetisch gips heeft een grotere afwijking dan katoengips ten opzichte van het normale onderbeen correct is.

7.3 Het volume van de gipsmodellen ten opzichte van het normale been

De volumemetingen worden gemeten tot op het dikste punt van de kuit op het moment dat de voet in dorsaalflexie is, dit is bekend door de omvang meting in hoofdstuk 7.2. Iedere persoon heeft een andere lengte, het dikste punt van de kuit zit dus op verschillende hoogtes bij elk persoon, het is wel een vaste waarde die bij geen enkel persoon veranderd in korte termijn. Het verkrijgen van de volumegegevens wordt beschreven in Bijlage 14. Het verkrijgen van de volumegegevens.

7.3.1 De verwerking van de meetgegevens met betrekking tot het volume

De volumemeting is tot stand gekomen door het verschil in hoogte te meten tussen de cilindervormige buis met water zonder een gipsmodel in de buis, met het gipsmodel erin, of het werkelijke onderbeen erin. In

Tabel 11 is te zien wat het verschil is in centimeters van de cilindervormige buis met water met een gipsmodel van synthetisch materiaal of katoen of het werkelijke onderbeen erin.

Tabel 11, Het aantal centimeters hoogteverschil tussen de cilindervormige buis met water en voorwerp en de cilindervormige buis met water zonder voorwerp. (Stephanie Grijsen, 2011)

(cm)	Proefpersoon A	Proefpersoon B	Proefpersoon C	Proefpersoon D	Proefpersoon E
Werkelijk been	3,9	3,4	3,0	3,0	4,0
synthetisch	4,0	3,8	3,2	3,3	4,0
katoen	3,9	4,2	3,2	3,2	4,2

Om het volume te berekenen is de oppervlakte van de cilindervormige buis met water nodig. De oppervlakte wordt berekend door $A = \pi r^2$. A is in dit geval de oppervlakte. De r in de formule is de straal van de cilindervormige buis met water en is 15.25 cm. Als het oppervlak gekend is, kan het volume berekend worden. $V = h * A$. Hierin is h het hoogteverschil en A de oppervlakte. Dit geeft het volume in cm^3 en dit is gelijk aan cc.

Het oppervlak van de bak met water is: $A = \pi r^2$

$$A = \pi * 15.25^2$$

$$A = 730.2 \text{ cm}^2$$

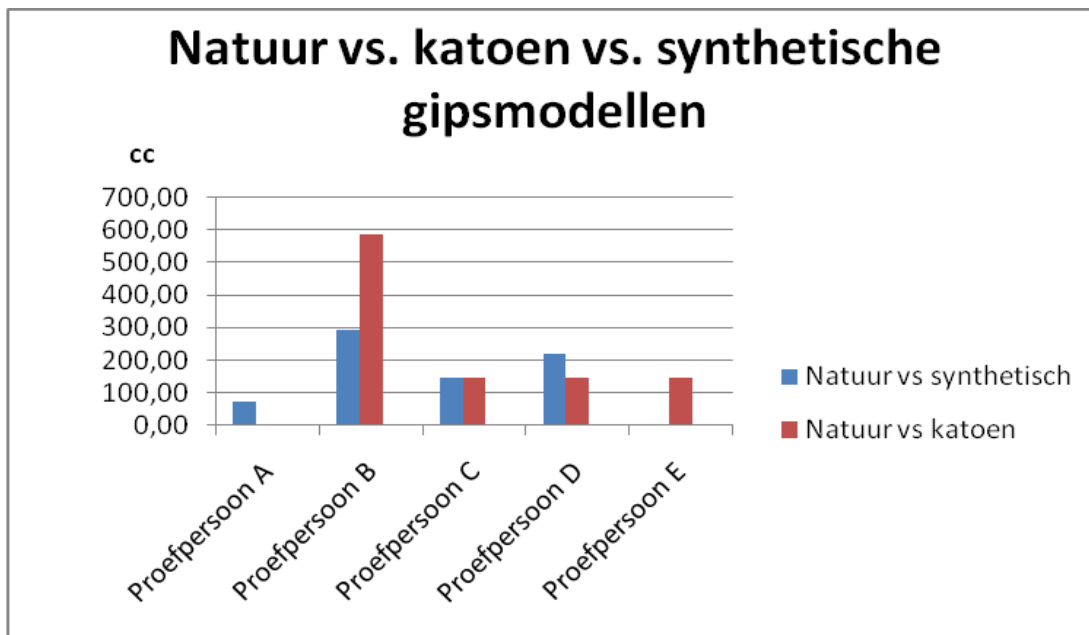
Tabel 12, Het volume van het natuurgetrouwe, synthetische en katoen gipsmodel. (Stephanie Grijsen, 2011)

$\text{Cm}^3 = \text{cc}$	Proefpersoon A	Proefpersoon B	Proefpersoon C	Proefpersoon D	Proefpersoon E
Werkelijk onderbeen	2847,96	2482,84	2190,74	2190,74	2920,99
synthetisch	2920,99	2774,94	2336,79	2409,81	2920,99
katoen	2847,96	3067,03	2336,79	2336,79	3067,03

Tabel 12 geeft het volume van het synthetische gipsmodel, katoengipsmodel en het werkelijke onderbeen weer (natuur). Vervolgens wordt er bekeken welk materiaal het dichtst in de buurt komt van het werkelijke been. In Tabel 13 en Figuur 7. 1 is te zien welk materiaal de grootste afwijking vertoont.

Tabel 13, Het verschil tussen het synthetische gipsmodel en het katoengipsmodel. (Stephanie Grijsen, 2011)

$\text{Cm}^3 = \text{cc}$	Proefpersoon A	Proefpersoon B	Proefpersoon C	Proefpersoon D	Proefpersoon E
Synthetisch vs. Natuur	73,02	292,10	146,05	219,07	0,00
Katoen vs. Natuur	0,00	584,20	146,05	146,05	146,05



Figuur 7. 1: Het werkelijke been (natuur) vs. katoengipsmodellen en synthetische gipsmodellen. (Stephanie Grijsen, 2011)

Om de eindconclusie duidelijk weer te geven wordt het gemiddelde volume berekend van het katoen, synthetisch en werkelijke been. Het gemiddelde wordt berekend met behulp van het volume in Tabel 12.

Tabel 14, Het gemiddelde van vijf proefpersonen.

Het werkelijke onderbeen	2526,65 cc
Synthetisch gipsmodel	2672,70 cc
Katoen gipsmodel	2731,12 cc

Uit Tabel 14 blijkt dat het katoengips de grootste afwijking heeft in vergelijking met het werkelijke been. Omdat proefpersoon B de grootste afwijking heeft in vergelijking met de andere proefpersonen wordt er in Bijlage 14. Het verkrijgen van de volumegegevens nog eens bekeken wat het verschil zou kunnen zijn als proefpersoon B niet in deze proef wordt meegenomen. De grote afwijking kan komen door menselijke fouten.

Door het niet meenemen van proefpersoon B in dit onderzoek blijkt dat het verschil tussen synthetisch gips en het werkelijke been 109.54 cc is, tussen katoengips en het werkelijke been 1241.42 cc en hieruit blijkt dat katoengips de grootste afwijking heeft in vergelijking met het werkelijke been.

De conclusie is dat de hypothese die op het begin van hoofdstuk 7 gesteld is, is niet correct. Synthetisch gips komt beter overeen met het werkelijke been dan katoengips.

Discussie

Tijdens de afgelopen periode, waarin het onderzoek liep kwamen een aantal vragen naar boven. Voor deze vragen is niet direct een verklaring gevonden in de literatuur. Deze punten worden in onderstaand hoofdstuk besproken.

Het literatuuronderzoek geeft veel informatie weer over het synthetische gips. De literatuur over het katoengips geeft aan dat het calcium dat dit materiaal bevat zich ook in het lichaam bevindt. Dit betekent dat het materiaal opgenomen wordt door het lichaam en wordt gebruikt als bouwstof voor cellen. Dit is ook aangenomen in dit onderzoeksrapport. De vraag blijft alleen, is katoengips werkelijk een veilig en gezond materiaal op de lange termijn om mee te werken?

De volumemeting (hoofdstuk 7) wordt handmatig gedaan, hierin zijn fouten mogelijk. Omdat er niet de beschikking was over een systeem dat het volume kon meten, is dit gedaan met water. Omdat de gemiddelde afwijkingen overeen kwamen bij de verschillende proefpersonen, is er aangenomen dat de maatname correct was. Voor een volgend onderzoek wordt er geadviseerd om bij Ortho-Europe nieuwe software aan te schaffen waarbij het volume gemeten kan worden.

Voor de sterkte van het synthetisch en katoengips bleek dat het synthetische gips sterker was. Omdat er is aangenomen dat er bij een trekproef een zelfde verschil in kracht nodig is om het materiaal te laten breken als bij een drukproef. Kan er afgevraagd worden wat extra proeven weer zouden geven als het materiaal niet twee keer zo sterk zou zijn geweest. Omdat dit door de tijd niet haalbaar is alsnog te doen, kan er in een volgend onderzoek worden gekeken naar de manier om trek en drukproeven alsnog te kunnen vergelijken.

Vervolgens kan er nog gekeken worden naar de sterkte van het katoengips. Is dit materiaal sterk genoeg om aan de eisen te voldoen waarvoor het materiaal wordt gebruikt, of is synthetisch gips beter omdat het zo sterk is. Of heeft synthetisch gips juist een te grote sterkte en is deze sterkte niet nodig voor het doel waarvoor het synthetische gips wordt gebruikt.

Voor de volumemeting was het voor een duidelijkere uitkomst goed geweest om meer proefpersonen mee te nemen in het onderzoek. Omdat dit met de tijd niet mogelijk was is dit niet gebeurd. Op dit moment is het een klein onderzoek en is het mogelijk om hier een conclusie uit te halen. Zou het om een onderzoek van een jaar gaan, dan wordt er aangeraden om toch meer proefpersonen mee te nemen. Op die manier zijn er minder meetfouten mogelijk en is de uitslag representatiever.

Doordat in figuur 7.1 van hoofdstuk 7 duidelijk te zien is dat er bij proefpersoon B een groot verschil is tussen het synthetische gips en katoengips. Is het mogelijk dat er een meetfout is geweest in de volumemeting, in het volgieten van het gipsmodel of het aanmeten hiervan. Dit verschil was bij de andere proefpersonen minder groot, waardoor er over gediscussieerd kan worden. In bijlage 14 is hier nog eens naar gekeken, en in de uiteindelijke conclusie van hoofdstuk 7 maakt het niks uit.

Conclusie

In het literatuuronderzoek is gebleken dat de chemische stoffen in synthetisch gips erg slecht zijn voor de gezondheid. Uit de literatuur naar katoengips blijkt niet dat het materiaal gevolgen heeft voor de gezondheid.

Ook is synthetisch gips in verhouding duurder dan katoengips, dit omdat de aanschaf van de materialen om het synthetische gipsmodel te verwerken duurder is, ook de zwachtel van dit materiaal is duurder dan het katoengips.

In tegenstelling tot de gezondheid en de financiën komt synthetisch gips vele malen beter uit de test met de trekbank. Synthetisch gips is veel sterker dan het katoengips.

Voor het volume van de gipsmodellen, is er bijna geen verschil in beide gipsmaterialen. Synthetisch gips blijkt met een minimaal verschil, een gelijkwaardiger volume te bevatten ten opzichte van het werkelijke onderbeen.

Het antwoord op de hoofdvraag is na alle testen, dat het in verhouding niet uitmaakt welk materiaal er wordt gebruikt. Alle voor- en nadelen wegen op tegen elkaar, alleen de gezondheid hierin is een belangrijke factor. In dit geval zou de gezondheid gevaar kunnen lopen, na vele jaren met synthetisch materiaal gewerkt te hebben.

In dit onderzoeksrapport blijkt dat de gezondheid erg zwaar weegt in de werk en leefomgeving, daarom is de conclusie uit de hoofdvraag: Heeft synthetisch gips voordelen ten opzichte van katoengips? Ja, het materiaal heeft wel voordelen, maar niet genoeg om het RRT-E te adviseren om met synthetisch gips te gaan werken, er wordt geadviseerd om met katoengips te werken.

Aanbevelingen

Het literatuuronderzoek geeft veel informatie weer over het synthetische gips. De literatuur over het katoengips geeft aan dat het calcium dat dit materiaal bevat zich ook in het lichaam bevindt. Dit betekent dat het materiaal opgenomen wordt door het lichaam en wordt gebruikt als bouwstof voor cellen. Dit is ook aangenomen in dit onderzoeksrapport. De vraag blijft alleen, is katoengips werkelijk een veilig en gezond materiaal op de lange termijn om mee te werken?

Om het economische voordeel beter uit te werken is het aan te raden om voor een volgend onderzoek dieper op het verschil in kosten in te gaan. Er blijkt dat de kosten van synthetisch gips hoger liggen dan katoengips, namelijk ongeveer 16 keer hoger.

De vraag die hieruit voortkomt is dan: zijn deze extra kosten in het verdere verwerkingsproces terug te verdienen? Mogelijk door een snellere werkwijze of minder fouten en een betere pasvorm, waarbij de gezondheid geen gevaar mag lopen.

Voor de sterkte van het synthetisch en katoengips bleek dat het synthetische gips sterker was. Omdat er is aangenomen dat er bij een trekproef een zelfde verschil in kracht nodig is om het materiaal te laten breken als bij een drukproef. Kan er afgevraagd worden wat extra proeven weer zouden geven als het materiaal niet twee keer zo sterk zou zijn geweest. Omdat dit door de tijd en het gebrek aan een meetopstelling niet haalbaar is alsnog te doen, kan er in een volgend onderzoek worden gekeken naar de manier om trek en drukproeven alsnog te kunnen vergelijken.

De volumemeting (hoofdstuk 7) wordt handmatig gedaan, hierin zijn fouten mogelijk. Omdat er niet de beschikking was over een systeem dat het volume kon meten, is dit gedaan met water. Omdat de gemiddelde afwijkingen overeen kwamen bij de verschillende proefpersonen, is er aangenomen dat de maatname correct was. Voor een volgend onderzoek wordt er geadviseerd om bij Ortho-Europe nieuwe software aan te schaffen waarbij het volume gemeten kan worden.

Voor de volumemeting was het voor een duidelijkere uitkomst goed geweest om meer proefpersonen mee te nemen in het onderzoek. Omdat dit met de tijd niet mogelijk was is dit niet gebeurd. Op dit moment is het een klein onderzoek en is het mogelijk om hier een conclusie uit te halen. Voor een volgend onderzoek van meer dan een jaar, dan wordt er aangeraden om toch meer proefpersonen mee te nemen. Op die manier zijn er minder meetfouten mogelijk en is de uitslag representatiever.

Literatuurlijst

- Ambroise, 1994, beschikbaar via URL; [http:// www.Ambroise.nl](http://www.Ambroise.nl)
- Baustoff gips, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.gips.de/content/publikationen/igb/handbuch/04.pdf>
- Budinski, K.G. & Budinski, M.R. (2003). *Materiaalkunde voor technici*. (3^e ed.). Schoonhoven: Acedemic service.
- Chemieforum, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.chemieforum.nl/forum/index.php?showtopic=445>
- Concise rules of APA style, 2005, Gary R. VandenBos.
- Cuypers et al. (1975). Man made vitreous fibers. 17-03-11 Beschikbaar via URL;
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/123088/AQG2ndEd_8_2MMVF.pdf
- D. Vermetten, Cursus CAD-CAM, 2009-2010
- De sociaal economische raad, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden/overzicht%20van%20stoffen.aspx>
- De sociaal economische raad, grenswaarden, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden/begripgrenswaarde.aspx>
- Disporta, 2010, beschikbaar via URL;
http://www.disporta.nl/disporta/nl/530/webshop/article/205-enkel/1904801080000-asoflex_enkelbandage.html
- Environmental Protection Agency . EPA. 1980. Man-made vitreous fibers and health. In: Proceedings of the National Workshop on Substitutes for Asbestos. 17-03-11, beschikbaar via URL; <http://www.atsdr.cdc.gov/DT/fibrous-glass.html>
- Europees parlement, 2000, beschikbaar via URL;
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getAllAnswers.do?reference=E-2000-1462&language=NL>
- Gipsalbast, 2010, beschikbaar via URL; <http://www.djedforce.net/Groene%20Kristallen.html>
- Hesterberg, T.W. et al. Chronic inhalation toxicity of size-separated glass fibers in Fischer 344 rats, *Fundam. appl. Toxicol* (1993) 20, 464–476
- Het omega boek, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.djedforce.net/Groene%20Kristallen.html>
- Horvath H.P. (1995). Health effects of man-made mineral fibers, *Cleveland. Clin. J. Med* 62(1), (1995) 8-19
- J. Cocker. Biological monitoring for isocyanates, *Occupational Medicine* (2007)57, 391–396.
- Material safety data sheet, 2003, beschikbaar via URL; <http://wound.smith-nephew.com/Downloads/Msds176%20200303%20Casting%20Without%20Fibreglass.pdf>
- McConnel, E.E. et al. (1994).Chronic inhalation study of size-separated rock and slag wool insulating fibres in Fischer 344/N rats. 17-03-11, beschikbaar via URL;
<http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/08958379409003042?journalCode=ih>
- McConnel, E.E. et al. (1995). Multiple-dose chronic inhalation toxicity study of size-separated kaolin refractory ceramic fiber in male Fischer 344 rats. 17-03-11, beschikbaar via URL;
<http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/08958379509015209?journalCode=ih>
- McDonald, J.C. et al. Lung dust analysis in the assessment of past exposure of manmademineral fibre workers, *Annals of Occupational Hygiene* (1990) 34, 427-441.
- Medplus, 2010, beschikbaar via URL;
<http://www.medplus24.de/verbandmaterial/steifverbaende-schienen/cellcast/index.html>
- Methyleendifenylidi-isocyanaat, International Chemical Safety Cards, 1999, beschikbaar via URL; <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsndut/ndut0298.html>
- Milby T.H, Wolf C.R. Respiratory tract irritation from fibrous glass inhalation, *Occupational Medicine J.* 11(1969)8, 409-410.

- Nasr A.N.M, Ditchek T, Scholtens P.A. The prevalence of radiographic abnormalities in the chests of fiber glass workers, *Occupational Medicine J.* 13(1971) 8, 371-376.
- National Toxicology Program . NTP. 2002. 10th Report on carcinogens. National Toxicology Program. 17-03-11, beschikbaar via URL;
<http://ntp.niehs.nih.gov/index.cfm?objectid=72016262-BDB7-CEBA-FA60E922B18C2540>
- Navy Environment Health Center. (1997). Man-made vitreous fibers. Technical Manual
- Newball H.H, Brahim S.A. Respiratory response to domestic fibrous glass exposure, *Environmental research* (1976)12, 201-207.
- Ortho-europe, 2011, beschikbaar via URL; <http://www.ortho-europe.com/index.htm>
- Petersen R, Sabroe S. Irritative symptoms and exposure to mineral wool, *American Journal of Industrial Medicine* (1991)20 (1), 113-122.
- Polyox, 2010, beschikbaar via URL; <http://www.pharmainfo.net/reviews/polyox-polyethylene-oxide-applications-pharma-industry>
- Polypropyleen glycol, oltchim, 2008, beschikbaar via URL;
<http://www.oltchim.ro/en/uploaded/POLYPROPYLENE%20GLYCOL.pdf> Product safety sheet, polyox, 2010, beschikbaar via URL;
http://www.dow.com/PublishedLiterature/dh_00c8/0901b803800c888b.pdf?filepath=product+safety/pdfs/noreg/233-00334.pdf&fromPage=GetDoc
- R – en S zinnen, Asecos, 2008, beschikbaar via URL; <http://www.alter-eco.be/pdf/RSzinnen.pdf>
- R.Grit ,Project management, vierde druk 2005, 168 pagina's
- Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiëne Bilthoven, 1995, beschikbaar via URL;
<http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/10167/1/610050003.pdf>
- Roessingh, 2010, beschikbaar via URL; <http://www.roessingh.nl>
- Smith & Nephew, 2003, beschikbaar via URL; <http://wound.smith-nephew.com/Downloads/Msds176%20200303%20Casting%20Without%20Fibreglass.pdf>
- *Smith & Nephew, PSDS, 2003, beschikbaar via URL; http://wound.smith-nephew.com/nz/Givefile.asp*
- The world health organization, 2000, beschikbaar via URL;
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf
- Thriene et al. Man-made mineral fibre boards in buildings- health risks caused by quality deficiencies, *Toxicol Letters* 88 (1996)1-3, 299-303.
- Toxicological profile for synthetic vitreous fibers, 2004, beschikbaar via URL;
<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp161.pdf>
- U.S. Department of Health and Human Services . NIOSH. 1999. Work-related lung disease surveillance report 1999. 17-03-11, beschikbaar via URL;
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2000-105/2000-105.html>
- Union carbide corporation, 1997, beschikbaar via URL;
<https://www2.itap.purdue.edu/msds/docs/1930.pdf>
- Voetstap, 2010, beschikbaar via URL; <http://www.drukkerij-aurora.nl/voetstap/groep4.html>

Bijlage 1. Chemische formule synthetisch gips

(De sociaal economische raad, 2010), (Chemieforum, 2010) (R – en S zinnen, Asecos, 2008)

1. M.D.I

M.D.I. heeft nog verschillende andere namen, dit wordt niet belangrijk geacht voor het onderzoek dat hier beschreven wordt.

Formule M.D.I.: $C_{15}H_{10}N_2O_2$

Smeltpunt: 38-44°C

Kookpunt: 392°C

Kleur: Wit

MAC-Grenswaarden: 0,05 milligram per kubieke meter Tijd gewogen gemiddelde over 8 uur / 0,21 milligram per kubieke meter Tijd gewogen gemiddelde over 15 minuten.

De stof is schadelijk, giftig, bijtend en is geplaatst in groep 3B van de kankerverwekkende stoffen. (zie bijlage 2a voor de volledige tabel van de MAC-Waarden).

Risico's en veiligheid:

R36/37/38 Irriterend voor de ogen, de luchtwegen en de huid.

R42/43 Kan overgevoeligheid veroorzaken bij inademing en contact met de huid.

S23 Gas/rook/damp/spuitnevel niet inademen.

S26 Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.

S36/37 Draag geschikte handschoenen, mondkap en beschermende kleding.

(Methyleendifenyldi-isocyaanaat, International Chemical Safety Cards, 1999)

2. Polypropyleen glycol.

Deze stof bestaat uit het monomeer: propyleen glycol, die identiek vele malen verdubbeld zijn.

Niet-gevaarlijk voor lucht, zee en goederenvervoer over de weg.

Gebruik een veiligheidsbril.

Mogelijke acute gezondheidseffecten: Langzaam aan gevaarlijker en irriterend als het gaat om huidcontact (irriterend), oogcontact (irriterend), inslikken of inhalatie.

Mogelijke Chronische gezondheidseffecten:

Carcinogeen effect: niet beschikbaar, mutageen effect, niet beschikbaar.

MAC-Grenswaarden: Onbekend . (zie bijlage 2a voor de volledige tabel van de MAC-Waarden).

Risico's en veiligheid:

R36, R37, R38, Irriterend voor de ogen, de luchtwegen en de huid.

S24/25, aanraking met de huid voorkomen.

S26, bij aanraking met de ogen, onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.

(Polypropyleen glycol, oltchim, 2008)

3. Polyethyleen Oxide.

Polyethyleen Oxide (PEO) wordt ook wel Polyethyleenglycol (PEG) genoemd of polyoxyethyleen (POE).

Formule: $(-O-CH_2-CH_2-)_n OH$ (n: het aantal oxyethyleengroepen).

Exotherme reactie in de vorm van hitte.

De stof is licht toxisch, voor de ogen kan het een ontsteking veroorzaken en is gevaarlijker.

MAC-Grenswaarden: 1000 mg per m3, Tijd gewogen gemiddelde over 8 uur. (zie bijlage 2a voor de volledige tabel van de MAC-Waarden).

Risico's en veiligheid:

R36/37 Irriterend voor de ogen, de luchtwegen minimaal irriterend.

R42/43 Kan overgevoeligheid veroorzaken bij inademing en contact met de huid.

Inslikken, licht toxisch, kan buikpijn, braken en diarree veroorzaken, bij een grote hoeveelheid, waarschuwt medische deskundigheid.

S23 Gas/rook/damp/spuitnevel niet inademen, kan irritatie veroorzaken, wordt ervaren als neus-discomfort.

S26 Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.

S36 Draag geschikte handschoenen.

(Polyox, 2010), (Product safety sheet, polyox, 2010), (Union carbide corporation, 1997).

4. Polyurethaan prepolymeer.

Risico's en veiligheid

R36/37/38 Irriterend voor de ogen, de luchtwegen en de huid.

R42/43 Kan overgevoeligheid veroorzaken bij inademing en contact met de huid.

Mensen met luchtwegaandoeningen niet blootstellen aan deze stof.

Mensen met huidaandoeningen hebben mogelijk een snellere reactie op deze stof.

S23 Gas/rook/damp/spuitnevel niet inademen.

S26 Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.

S36/37 Draag geschikte handschoenen (neopreen of rubber), mondkap en beschermende kleding.

Bij het inslikken niet braken, ga direct naar een medische post.

Producten waaruit polyurethaan prepolymeer bestaat en de bijbehorende MAC-Grenswaarden. (Voor de specifieke MAC-Waarden wordt er verwezen naar *De sociaal economische raad, grenswaarden, 2010*)

- Polycyclic armoatic hydrocarbon, geen grenswaarde verkrijgbaar.
- Calciumhydroxide, geen grenswaarde voor Nederland, wel in EU-landen.
De MAC-Grenswaarden in de EU-landen worden niet weergegeven bij de Sociaal economische raad.
- Toluene diisocynaat, geen grenswaarde verkrijgbaar.
- Anthracene, geen grenswaarde verkrijgbaar.
- Naftaleen, grenswaarde wel verkrijgbaar.
De MAC-Grenswaarde: 50 milligram per kubieke meter Tijd gewogen gemiddelde over 8 uur / 80 milligram per kubieke meter Tijd gewogen gemiddelde over 15 minuten.
- Urethaan prepolymeer, geen grenswaarde verkrijgbaar.

5. Fiberglas/ glasvezel

De glasvezel of fiberglas wordt in synthetisch gips materiaal gemaakt van synthetische vezels. De synthetische vezels worden ook wel "man-made fibers" genoemd. Sommige van deze synthetische vezels worden geproduceerd uit natuurlijke grondstoffen en worden aangeduid als semisynthetisch.

De glasvezel bestaat uit een soort zandmateriaal dat wordt gesmolten. Deze gesmolten substantie wordt verplaatst naar een kom met roterende bladen (spinner). Onder in de kom zitten gaatjes die nog kleiner zijn dan een millimeter. De gesmolten substantie wordt hier doorheen geperst, of geblazen met hoge druk (Fitzer et al. 1988). Ook wel extruderen genoemd.

De vezels hebben dan een gemiddelde diameter van 3-6µm en een lengte van 3-10 cm. Om de vezels tot eindproduct te verkrijgen worden er stoffen toegevoegd. Dit kunnen bindstoffen of smerende stoffen zijn. De bindstoffen zijn fenolformaldehyde substanties die de vezel stijf maken. De smerende stoffen zijn toegevoegd om splijting van de vezels te voorkomen. Door de smerende stoffen toe te voegen worden ook de luchtvezels verminderd. (*Toxicological profile for synthetic vitreous fibers, 2004*), (*Materiaalkunde voor technici, 2003*)

Bijlage 2. Enquête

Enquête Oktober-2010 Roessingh Revalidatie Techniek.

Naam:

Beste,

Hierbij een enquête over synthetisch gips en katoengips. Deze enquête is naar aanleiding van een onderzoek naar fijnstoffen met betrekking tot synthetisch- (bijvoorbeeld: Delta-lite) en katoengips. Graag hierbij jullie medewerking om dit in te vullen, Alvast bedankt.

S. Grijsen, Stagiaire Roessingh Revalidatie Techniek

1. Welk onderdeel van het bedrijf werkt u? OSM / OIM
2. Welk soort gips gebruikt u op het moment? Synthetisch gips / Katoengips
3. Is het mogelijk dat u zowel synthetisch als katoengips gebruikt, en waarom?.....
.....
.....
4. Waarom gebruikt u dit soort gips op het moment?
.....
.....
.....
5. Wat vindt u de voordelen van uw soort gips?
.....
.....
.....
6. Wat zijn de nadelen van uw soort gips?
.....
.....
.....
7. Welk materiaal geeft volgens u de beste contouren weer?
Synthetisch / Katoen
8. Geeft u extra aandachtspunten aan op het gipsmodel met uw vingers, zo ja, waarbij blijft dit beter in zicht?
Synthetisch/ Katoen
9. Geeft u extra aandachtspunten aan op het gipsmodel met een anilinepotlood, zo ja, waarbij blijft dit beter in zicht?
Synthetisch/ Katoen
10. En waarbij komen die extra aandachtspunten van uw vingers het beste naar voren?
Synthetisch / Katoen
11. Vindt u dat het nodig is om maskers te gebruiken tijdens het zwachtelen van een cliënt met synthetisch gips of katoengips? Ja / Neen
12. Vindt u het nodig om tijdens het aanmaken van gips een masker op te doen in verband met uw gezondheid? Ja / Neen
13. Vindt u het nodig om tijdens het corrigeren van een model een masker op te doen in verband met uw gezondheid? Ja / Neen

14. De geur die vrijkomt bij het zwachtelen van een voet met synthetisch gips, is voor U;
Prettig / Onprettig / Duurt maar even, dus kan ik aan.
15. Het katoengips heeft een langere uithardingstijd, overweegt u het om over te stappen naar synthetisch gips? Zo ja/nee, waarom?
.....
.....
.....
16. Het materiaal dat u gebruikt als maatnemer, wat heeft dat voor effect op uw lichaam, met name uw handen/ vingers/ armen?.....
.....
.....
17. Hebt U een product nodig om uw handen/vingers te beschermen? Zo ja, wat voor product is dit? (bv. Handschoenen, zalven, zepen, etc.)
.....
18. Wat gebruikt u op het moment als u katoengips gebruikt, het elastische materiaal of het niet-elastische materiaal? En waarom?.....
.....
.....
19. Tijdens het bewerken van uw gipsmodel, gebruikt u een masker? Ja / Neen
20. De kwaliteit van een product hangt voor een deel af van de maatname, hoe krijgt de klant een beter product volgens U? Synthetisch/ Katoen / Weet ik niet
21. Heeft de klant klachten over de manier van maatname met uw product? (bv. Droogheid, allergie, drukplekken, etc.)
.....
.....
.....
22. Is uw materiaal vormvast?.....
.....
.....

Bijlage 3. Interview schoenmakers

Interview schoenmakers oktober 2010 Naam: Adolf Hanewacher
S. Grijsen, Stagiaire Roessingh Revalidatie Techniek.

1. Wat kost een rol gips? *Uitgaande van 10 cm breed, van het merk wat bij het RRT-E wordt gebruikt, kost 1 rol gips €0.619= €0.62*
2. Wat kost een rol synthetisch gips? *Van het merk dat bij RRT-E wordt gebruikt 10 cm breed, kost 1 rol synthetisch gips €9.839=€9.84*
3. Hoe lang duurt het voor dit materiaal is uitgehard? *2 minuut 52 sec.*
4. Waarom gebruik je specifiek dit materiaal? *Voordelen/nadelen. Meneer gebruikt synthetisch gips. Hij gebruikt dit omdat het in de productie sneller gaat. Dit is de hoofdreden waarom meneer dit gebruikt.*
+ Het materiaal geeft geen rotzooi.
-Het materiaal plakt teveel.
-Het duurt heel lang voordat het materiaal is uitgehard.
-Het materiaal geeft de contouren van de voet slecht weer.
Waarom wordt er dan geen gebruik gemaakt van katoengips,, meneer is nog in de uitprobeerfase, voornamelijk omdat het zeer goedkoop is voor de productie.
5. Ben je ergens specifiek gevoelig voor bij gips/synthetisch gips, wat is het verschil tussen deze gevoeligheden? *Meneer is gevoelig voor het synthetische gips, hij begint hier waarschijnlijk van te hoesten, het slaat op zijn luchtwegen.*
6. Hoeveel zwachtel gebruik je van synthetisch gips in vergelijking met katoengips? *Voor een lage voet wordt er 1 katoenen gipszwachtel gebruikt en een kwart synthetische gipszwachtel gebruikt. (Hier wordt dus veel materiaal weggegooid.)*
7. Hoeveel tijd kost het om een lidmaat te gipsen met synthetische zwachtels? *Vier minuut en 52 seconden.*
8. Stel u gebruikt katoengips, wat gebruikt u dan, elastisch of niet elastische zwachtels? En waarom? *Meneer gebruikt niet elastische gipszwachtels als hij met gips werkt. Dit omdat meneer nooit met het elastische materiaal heeft gewerkt. Ook denkt hij dat er dan een mogelijkheid bestaat dat de tenen dubbel komen te zitten.*
9. Bij de maatname met synthetisch gips, heeft u dan last van bijwerkingen? Welke? *Hoesten, dus last van de luchtwegen.*
10. Wat weet u over de Arbo-voorwaarden van dit product? *Niks.*
11. Wat prefereert u om mee te gipsen? *Meneer prefereert om mee te gipsen de cast, omdat het goedkoper is en het geen rotzooi geeft. Het grote nadeel aan dit materiaal is dat het onduidelijk de contouren weergeeft en het heeft nadelen voor de gezondheid.*
12. Is het een kwestie van ervaring om met een bepaald materiaal te werken, of is dat voor iedereen verschillend, kortom waarom gebruikt één persoon synthetisch en de ander katoen? *Vanuit meneer zijn kant gezien is het schoner. En voor de productie veel sneller. Het fijnste vindt hij wel gips, maar dat is economisch gezien niet beter.*
13. Wat vindt u van de geur van synthetisch gips, is het irriterend voor uw luchtwegen? *Ja, hoesten.*
14. Is het materiaal vormvast? *Ja, synthetisch gips is erg vast, soms is het materiaal wel eens te vast. Dit ligt ook aan de snelheid van het afhalen van het gips. Voor diabetici en reumaklanten is het waarschijnlijk minder prettig gips als het er te lang op blijft zitten, omdat het een vrij stijve vorm heeft. Normaal gips, voelt iets prettiger aan voor de klant en is iets zachter.*

15. Hebt u enig idee waarom er bij de OSM gebruik wordt gemaakt van synthetisch gips, en bij de OIM gebruik wordt gemaakt van katoengips? *Meneer dacht zelf dat het misschien kwam door de flexibiliteit van het materiaal. Ook misschien tot de mogelijkheid behorend dat de mensen niet willen overstappen omdat dit ouderwets is.*
16. Komt u na de maatname nog vaker met het synthetische gips in aanraking, zoals snijden of slijpen? *Nee, er wordt niet aan dit materiaal gesneden of geslepen. Het wordt alleen dichtgeplakt. Dit is een voordeel voor de productie, hierdoor gaat het sneller. Dit heeft als gevolg dat het model dat is genomen van het lidmaat een CAD-CAM afdruk gemaakt wordt. Het materiaal moet nog wel strak tegen elkaar aangedrukt worden omdat de schoen in vorm niet correct zou overkomen met de voet van de klant. Zou meneer gips in het synthetische model doen, dan bestaat de mogelijkheid dat dit materiaal eerst nog geïsoleerd moet worden omdat er gaatjes in de casting zitten. Hierdoor zou het gips erdoor heen stromen, dit is weer extra tijd in de productie.*

Interview schoenmakers oktober 2010 Naam: Hermann Wessendorf
S. Grijsen, Stagiaire Roessingh Revalidatie Techniek.

1. Wat kost een rol gips? *Uitgaande van 10 cm breed, van het merk wat bij het RRT-E wordt gebruikt, kost 1 rol gips €0.619= €0.62*
2. Wat kost een rol synthetisch gips? *Van het merk dat bij RRT-E wordt gebruikt 10 cm breed, kost 1 rol synthetisch gips €9.839=€9.84*
3. Waarom gebruik je specifiek dit materiaal? *Voordelen/nadelen. Dit geeft belast de beste afdruk, Ik heb een allergische reactie op de cast. Katoengips heeft alleen nog wel eens de neiging om tijdens vervoer te breken, door de verschillende krachten die er in een vervoersbox optreden.*
4. Ben je ergens specifiek gevoelig voor bij gips/synthetisch gips, wat is het verschil tussen deze gevoeligheden? *Meneer is gevoelig voor isocyanaat, hij wordt hier benauwd van, en duizelig. Dit kan al op grote afstand. Werkt meneer zelf met het materiaal dan wordt hij benauwd, duizelig, zijn stem wordt hees en hij gaat extra zweten.*
5. Hoeveel zwachtel gebruik je van synthetisch gips in vergelijking met katoengips? *..half tot drie kwart.*
6. Hoeveel tijd kost het om een lidmaat te gipsen met synthetische zwachtels? *5 minuut en 25 seconden.*
7. Stel u gebruikt katoengips, wat gebruikt u dan, elastisch of niet elastische zwachtels? En waarom? *Meneer gebruikt niet elastisch materiaal, omdat het materiaal gescand wordt. Om te scannen is er een ander soort gips nodig omdat dit steviger is. Doordat het katoen hierbij dikker is, is er minder gips nodig voor dezelfde stevigheid. Er wordt namelijk door de scan maar een aantal mm weggenomen.*
8. Bij de maatname met synthetisch gips, heeft u dan last van bijwerkingen? Welke? *... Ja, meneer krijgt het benauwd, duizelig, hees, en meneer gaat extra zweten.*
9. Wat weet u over de Arbo-voorwaarden van dit product? *Niks.*
10. Wat prefereert u om mee te gipsen? *Meneer prefereert katoengips, de vorm is beter en geen astmatische reactie.*
11. Is het een kwestie van ervaring om met een bepaald materiaal te werken, of is dat voor iedereen verschillend, kortom waarom gebruikt één persoon synthetisch en de ander katoen? *Dit ligt aan de manier van werken, omdat het gebeurt met scannen. Het materiaal werkt zo schoon en geeft geen rotzooi.*
12. Wat vindt u van de geur van synthetisch gips, is het irriterend voor uw luchtwegen? *Ja, irriterend voor de luchtwegen.*

13. Is het materiaal vormvast? *Het katoengips is redelijk vormvast, dit ligt ook aan het soort katoengips. Als het materiaal niet sterk genoeg is, dan wil het tijdens transport nog wel eens breken.*
14. Hebt u enig idee waarom er bij de OSM gebruik wordt gemaakt van synthetisch gips, en bij de OIM gebruik wordt gemaakt van katoengips? *Instrumentmakers zijn zo nu en dan traditioneel. Ook heeft het te maken met drukpunten. Bijv. bij een prothese, moet er met de hand extra druk worden gegeven, dit is in een gipsmodel van katoen beter te doen dan een synthetisch model, als dit eenmaal hard is, is er ook niks meer aan te corrigeren.*
15. Komt u na de maatname nog vaker met het synthetische gips in aanraking, zoals snijden of slijpen? *Nee.*

Bijlage 4. Maatname van synthetisch en katoengips in combinatie met de tijd.

Er wordt maatgenomen bij vier klanten. Op elke klant wordt één model katoengips (Figuur 4.1) en één model synthetisch gips gezwachteld (Figuur). Zo worden er in totaal acht gipsmodellen verkregen. De maatnemer, die katoengips maatneemt, is bij de vier gipsmodellen dezelfde persoon. Bij synthetisch gips is de maatnemer bij de vier modellen eveneens dezelfde persoon. De maatnemer kiest voor een enkellage schoen. De enkellage schoen wordt gegipst tot net boven de enkel (figuur 4.1 & 4.2).

Met de stopwatch wordt gemeten hoe lang het duurt voordat een gipsmodel met synthetisch materiaal en katoenmateriaal is uitgehard. Dit wordt in Tabel 15 weergegeven. Daarnaast wordt er gekeken hoeveel materiaal er nog over is van het ene rolletje gips dat wordt gebruikt. Voor beide materialen wordt er één rol gips gebruikt. Als dit materiaal eenmaal is aangebroken kan het niet hergebruikt worden, daarom wordt in dit onderzoek de prijs van één rol gips als kostprijs aangenomen



Figuur 4.1: Katoengipsmaatname.
(Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 4.2: Synthetische gipsmaatname.
(Stephanie Grijsen, 2010)

Tabel 15, De snelheid van de gipsmaatname en het uithardingproces. Hieruit volgt het uiteindelijke gemiddelde van synthetisch en katoengips weergegeven in minuten en seconden. (Stephanie Grijsen, 2010)

Proefpersoon	Tijd synthetisch	Tijd katoengips
A	4.52 minuten	3.01 minuten
B	4.30 minuten	3.30 minuten
C	5.01 minuten	3.52 minuten
D	4.56 minuten	3.15 minuten
Gemiddelde van 4 personen:	4.36 minuten	3.15 minuten

De stopwatch voor de gipsmaatname wordt gestart vanaf het moment dat de gipszwachtel in een kom met water wordt gelegd. Als het gipsmodel is uitgehard en wordt opengesneden, dan kan het gipsmodel van de voet af. Als het gipsmodel van de voet af wordt gehaald, wordt

de tijd van de stopwatch gestopt. Het gemiddelde van deze tijden wordt in Tabel 15 weergegeven.

De tijd van de gipsmaatname en het uithardingproces is hetzelfde als de arbeidstijd voor een maatnemer, de administratie verwerking wordt hier buiten beschouwing gelaten.

Het verschil tussen de uithardingstijd van synthetisch gips en katoengips is 1 minuut en 21 seconden. Dit verschil kan voortkomen uit het gebruiken van warm of koud water. Voor een maatnemer is het soms beter om koud water te nemen als er een gecompliceerde voet bij de klant is geconstateerd, zo ontstaat de mogelijkheid om met meer tijd, het gips beter om de voet gemoduleerd te krijgen. Doordat dit ongeveer één minuut is, wordt er gekozen om dit niet te berekenen in maatnemers uren. Dit is zo minimaal dat het als verwaarloosbaar wordt beschouwd.

Bijlage 5. Het verwerken van de synthetische gipsmodellen met de CAD-CAM methode

De restwaarde van het CAD-CAM systeem is in deze productiemethode niets waard. De computersystemen worden per jaar geavanceerder. Met 5 jaar is een computer met software afgeschreven, zodat dit systeem geen geld meer opbrengt bij het verkopen hiervan, door deze redenering staat de restwaarde op €0, - en wordt daarom in Tabel 16 niet genoemd.

Tabel 16, Kostprijs van het leesten vervaardigen met synthetisch gips, door het CAD-CAM systeem. (RRT-E, 2009)

Aanschaf CAD-CAM productiemethode: (eenmalige kostenpost)	€ 23.240
Afschrijving in 5 jaar	
€ 23.240 /5 jaar	€ 4.648 per jaar
Aantal leesten per paar, per jaar, gemiddeld	820
Afschrijving per paar leesten van het CAD-CAM systeem	€ 5,67

In de werkplaats worden de gipsmodellen ingescand en vervaardigd in het CAD-CAM systeem (Tabel 17.

Tabel 17, Kostprijs uurloon werkplaats. (RRT-E, 2010)

Modelleren/schuren	10 min.
Scannen	6 min.
Leest in CAD-CAM vervaardigen	30 min.
Afwerken	10 min.
Diversen, zoals extra pelotte plaatsen met behulp van het CAD-CAM systeem	4 min.
Totaal arbeid:	60 min.
Kostprijs uurloon werkplaats, €22,50	€ 22,50

Het materiaal is afhankelijk van het type schoen:

Dames - Heren

Laag - half hoog – hoog, in dit geval is er gekozen voor een enkellage schoen.

Prijs voor de buitenschoen is vanaf € 33,55 tot € 51,55 per stuk (bron: RRT-E 2009). De binnenschoen met het kurk en de verhogingen en de buitenschoen samen hebben dan een waarde van gemiddeld €90, -.

Er wordt één gipsrol per klant gebruikt. De maatnemers hebben een gemiddelde van één gipsrol per klant aangegeven. Dit is gebaseerd op de inkoop van het RRT-E. Deze enkele rol wordt hier meegerekend. De totale kosten van het vervaardigen van de leesten met behulp van CAD-CAM worden weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18, Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM. (RRT-E, 2010)

Synthetische gipsrol	€ 9,84
Afschrijving per paar:	€ 5,67
Totaal materiaal per paar:	€ 90,00
Kostprijs naar het uurloon van de werkplaats:	€ 22,50
Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met CAD-CAM:	€ 128,01

Bijlage 6. Het verwerken van de katoengipsmodellen met behulp van de “gipsmodellen”.

Voor de katoengipsmodellen geldt hetzelfde als de modellen die synthetisch zijn. De modellen worden opgestuurd naar Almelo, deze kosten worden buiten beschouwing gelaten. In Almelo worden de modellen ontvangen en volgegoten met harder. Als de modellen eenmaal uitgehard zijn, worden de modellen gecorrigeerd door de productiemedewerker. In dit onderzoek worden de modellen die volgegoten zijn met een harder “gipsmodellen” genoemd.

De restwaarde van de machine om leesten te vervaardigen is na de afschrijving van 10 jaar nog € 5.000, - waard (bron: RRT-E). Deze €5000, - wordt daarom van de kostprijs van de machine afgehaald.

De kostprijs voor het totale verwerken van het katoengipsmodel wordt in Tabel 19, tabel 20, tabel 21 en tabel 22 weergegeven (*RRT-E, 2009*).

Tabel 19, Kostprijs van het leesten vervaardigen met katoengips met behulp van modellen volgegoten met harder.

Machines OSM met betrekking tot vervaardigen van leesten:	€ 30.000
Restwaarde:	€ 5.000
Afschrijving van deze machine gebeurt in 10 jaar	
€ 30.000 - €5.000 /10 jaar	€ 2.500 per jaar
Aantal leesten per jaar, gemiddeld	820
Afschrijving per paar	€ 3,05

Tabel 20, Totaal aan materiaal om een paar leesten te vervaardigen.

Harder TM 65/98 DR 8050067	€ 1,17
Schuimbakjes	€ 1,81
Methaan A 10kg GV01010202	€ 8,72
Methaan A 10kg GV01010201	€ 10,66
Plastic bekertjes, SK103559	€ 0,56
Mengstaafjes nr. 6 VK2000925	€ 0,13
Tepp 2 1,7mm 170217	€ 0,46
Houtdraad bout 6*80 VK3212122	€ 0,10
Sluiting dim 8 VK3245108	€ 0,04
Fisher plug 8275977	€ 0,42
TM 65/98 5 kg DR 8050025	€ 5,36
Totaal materiaal per paar:	€ 29,43

De leest wordt gemaakt, en de arbeidsuren worden in tabel 21 weergegeven.

Tabel 21, Kostprijs uurloon werkplaats.

Isoleren	8 min.
Gieten	6 min.
Uitpellen	10 min.
Opruwen voorvoet	5 min.
Aantoppen	15 min.
Modelleren/schuren	50 min.
Spachtelen	8 min.
poetsen	25 min.
Standlijnen / doorzagen	10 min.
Diversen	3 min.
Totaal arbeid:	140 min.
Kostprijs uurloon werkplaats, €22,50	
€ 52,50	

De totale kosten van het maken van een leest met behulp van 'gipsmodellen' is weergegeven in tabel 22.

Tabel 22, Totale kostprijs van het vervaardigen van leesten vanuit een katoenen gipsmodel.

Katoen gipsrol	€ 0,62
Afschrijving per paar:	€ 3,05
Totaal materiaal per paar:	€ 29,43
Kostprijs naar het uurloon van de werkplaats:	€ 52,50
Totale kostprijs van het vervaardigen van de leesten met katoengipsmodellen:	€ 85,60

De totale kosten van het vervaardigen van de leest met 'gipsmodellen' is € 85,60.

Bijlage 7. Trekbank

De trekbank bij Ambroise is een Instron 1011. Dit systeem werkt door middel van een trekkracht die aan het voorwerp trekt door de haak (1) en het oog(2) (Figuur 7. 3).



Figuur 7. 1: De rekstrookjes en hun bevestigingssysteem (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 7. 2: Het pensysteem van de trekbank. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 7. 3: De trekbank bij Ambroise (Stephanie Grijsen, 2010)

In Figuur 7. 2 en Figuur 7. 4 is te zien hoe de rekstrookjes die zelf gemaakt zijn bevestigd blijven. In Figuur 7. 1 is te zien hoe de rekstrookjes eruitzien.

Er is gekozen voor tien rekstrookjes, vijf rekstrookjes van synthetische gipszwachtels en vijf rekstrookjes van katoengipszwachtels. De rekstrookjes zijn bevestigd in de trekbank. De rekstrookjes zijn bevestigd door zwarte banden die gebruikt worden bij autoriemen, zo is de kans dat dit materiaal scheurt niet aanwezig. Voor de zekerheid zijn deze banden ook nog vastgestikt. In de zwarte band zijn gaten geslagen met ringen, zodat hieraan de rekstrookjes bevestigd konden worden. Door de zwarte band heen zijn passanten geplaatst van ijzer. Hier kan het rekstrookje doorheen gehaald worden. Door met een schuifmaat te werken, wordt er gemeten hoe dik de rekstrookjes waren, dit is gecontroleerd door een aantal medewerkers van het RRT-E. Eén dubbele laag van synthetisch gips, staat net als bij de maatname gelijk aan 2 dubbele lagen van het katoengips. De rekstrookjes zijn voordat ze bevestigd zijn allemaal even lang gemaakt. Als de rekstrookjes eenmaal bevestigd zijn aan de zwarte banden is het tijd om de rekstrookjes te laten breken. De bedoeling is dat de rekstrookjes breken in het midden, zo wordt gemeten welke kracht er nodig is om het materiaal te laten breken. Op deze manier breken de strookjes niet op de rand waar het materiaal door de passant gaat, gebogen wordt en daarom erg zwak is. De rekstrookjes zijn vijftien cm lang en 2,5 cm breed. De rekstrookjes worden op twee cm van de zijkant in de lengte naar binnen gesneden. Zo wordt er aan beide kanten van dit rekstrookje 0.75 cm versmald. Daardoor blijft er voor 7 cm in het midden van dit rekstrookje een breedte over van één cm, zodat het rekstrookje hier breekt. Vervolgens wordt de proef gedaan.



Figuur 7. 4: trekbank met een rekstrookje. (Stephanie Grijsen, 2010)

De trekproef

De trekproef werd gedaan bij het bedrijf Ambroise te Enschede. De trekbank is op advies van de medewerker standaard ingesteld op de snelheid van 100mm/min. De snelheid is dan niet hoog, en de krachten die uitwerken op het rekstrookje zijn goed te zien doordat dit strookje steeds strakker gespannen is tussen de twee assen (figuur 5).

Eerst worden de synthetische rekstrookjes besproken, vervolgens de katoengipsrekstrookjes. Deze worden vervolgens vergeleken met elkaar.

Bijlage 8. De verwerking van de trekproef

Er zijn vijf rekstrookjes van synthetisch gips gemaakt met een lengte van 15 cm lang en in het midden een smal stuk van 1 cm. Er is een stiknaad in het synthetische gips gemaakt net langs de passanten, zodat het synthetische gips niet zou breken op de aanhechting.

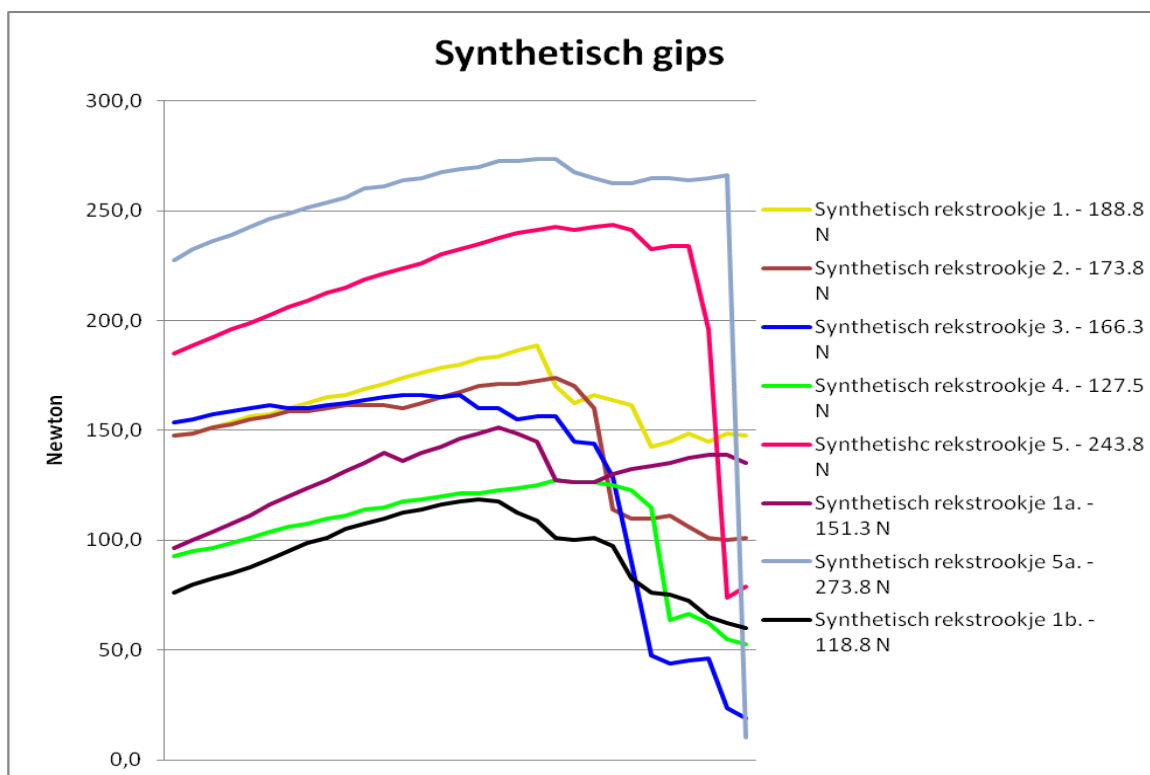
Helaas is dit al misgegaan bij rekstrookje 1. Dit eerste rekstrookje breekt direct nadat het in de trekbank gezet is en er kracht op komt. Het rekstrookje breekt (figuur 8.3) op de stiknaad, om dit bij de rest van de rekstrookjes te voorkomen worden alle rekstrookjes dunner gemaakt op het smalle punt. In plaats van 1 cm breedte, gaan alle rekstrookjes naar 0,5 cm breedte (figuur 8.1 & 8.2).



Figuur 8. 1: Rekstrookje dat met een holniet hersteld is. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 8. 2: Rekstrookje, dat gebroken is in het midden op het smalste deel. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 8.3: Synthese gips rekstrookjes. (Stephanie Grijsen, 2011)

De grafiek hierboven geeft de synthetische rekstrookjes weer. Het breekpunt van elk rekstrookje staat aangegeven bij de legenda. Voor de tabelgegevens wordt verwezen naar de onderzoeker. De “happen” die na het hoogste punt komen van de grafiek, zijn de laatste krachten die de trekbank geeft aan het rekstrookje. Bijvoorbeeld bij synthetisch rekstrookje 1 is 188,8 N het sterkste punt, er zitten dan nog een aantal draden aan elkaar vast, deze zorgen ervoor dat de grafiek niet direct naar de 0 Newton (N) springt.

Rekstrookje 2 en 3 zijn in het midden gebroken (Figuur 8.4 en Figuur 8.5) nadat het rekstrookje smaller is gemaakt. Ook voor deze rekstrookjes geldt dat het niet direct afbreken van de kromme in figuur 8.3 te maken heeft met de enkele draadjes die nog vastzaten aan elkaar bij het synthetische gips.

De synthetische rekstrookjes 4 en 5 zijn gebroken op de stiknaad. Hierdoor is het moeilijk te bepalen wat de kracht in het midden van het rekstrookje zou zijn en worden de rekstrookjes niet meegenomen in dit onderzoek. Om toch deze proef niet verloren te laten gaan is ervoor gekozen om de rekstrookjes die nog te herstellen waren, nog eens te gebruiken.

De rekstrookjes die kapot waren door de stiknaad (nummer 1, 4, en 5) zijn weer gemaakt met holnieten. De rekstrookjes heten 1a en 5a. Helaas was nummer 4 te veel beschadigd om nog weer te herstellen en te gebruiken voor de proef.

Synthetisch rekstrookje 1a breekt vervolgens weer op de stiknaad, en wordt nog 1 keer hersteld.

Synthetisch rekstrookje 1b (figuur 8.3) is te kapot om nog mee te tellen voor deze proef. Er is besloten om de rekstrookjes wel mee te nemen in de grafiek, zo is er alles aan gedaan om een verschil tussen het synthetische en het katoengips rekstrookje weer te geven.

Tabel 1 geeft aan welke rekstrookjes er meegenomen worden in dit onderzoek (geldig, aangegeven op Ja) en welke op het smalste stuk zijn gebroken. Het gemiddelde is berekend over de synthetische rekstrookjes waar een ja achter staat. Hiervoor is gekozen omdat dan de doelstelling van dit onderzoek beter wordt nagestreefd; hoe sterk is het synthetische en katoengips materiaal. Het gemiddelde van de rekstrookjes die zijn meegenomen in dit onderzoek hebben een waarde van 203.4 N zoals te zien is in Tabel 23. Vervolgens wordt bij katoengipsrekstrookjes hetzelfde gedaan. Hieruit wordt bekeken welk materiaal het sterkste is.

Tabel 23, Het gemiddelde berekenen waartegen het synthetische rekstrookje bestand is. (Stephanie Grijsen, 2011)

	Geldig	Breekpunt
Synthetisch rekstrookje 1:	Nee	188,8 N
Synthetisch rekstrookje 2:	Ja	171,3 N
Synthetisch rekstrookje 3:	Ja	166,3 N
Synthetisch rekstrookje 4:	Nee	127,5 N
Synthetisch rekstrookje 5:	Nee	242,5 N
Synthetisch rekstrookje 1a:	Nee	151,3 N
Synthetisch rekstrookje 5a:	Ja	272,5 N
Synthetisch rekstrookje 1b:	Nee	118,5 N
Gemiddelde van de rekstrookjes die geldig zijn in dit onderzoek:		203,4 N



Figuur 8.4: Het katoengipsrekstrookje in de trekbank. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 8.5: Het katoengipsrekstrookje dat gebroken is. (Stephanie Grijsen, 2010)

Bijlage 9. CAD-CAM systeem

CAD-CAM systeem

CAD-CAM zijn twee losse onderdelen die samen het totale scansysteem vormen. CAD betekent Computer Aided Design, het met behulp van de computer ontwerpen van producten. Meestal wordt bedoeld dat het product met de computer wordt uitgetekend.

CAM betekent Computer Aided Manufacturing en houdt in dat de computer in het verdere proces van fabricage ingeschakeld wordt. Meestal wordt met het CAM systeem de tekening van het ontwerp omgezet in een begrijpbare taal voor een machine. De machine moet het uiteindelijke model uitfrezen (CAD-CAM cursus 2010).

In dit onderzoek wordt de scanner van Ortho-Europe gebruikt (Figuur 9. 1). Deze scanner heeft software die specifiek gemaakt is voor het fabriceren van orthesen en prothesen. De orthese software kan ruggen, enkelvoetorthesen, knie-braces en hoofden scannen. De scanner wordt in de hand gehouden en heeft een 3d laser die reflecterende punten gebruikt om de vorm van in dit geval een been goed weer te geven (Figuur 9. 2). De reflecterende punten op het been worden verkregen doordat er een pantykous over het been wordt getrokken waarop kleine witte ronde stickers worden geplakt. Dit ziet de scanner, verwerkt de informatie en stuurt deze informatie door naar de computer. Bij het scannen van het been mag het been weinig tot niet bewegen, zo is de kans op fouten van de scanner zo klein mogelijk.

De scanner heeft de mogelijkheid om het hele onderbeen in fases te scannen. Als de scanner weet waar het onderbeen zich in de ruimte bevindt, dan kan zo punt voor punt verder ingescand worden. Dit wordt ook wel het tijdelijke geheugen van de scanner genoemd.



Figuur 9. 1: OMEGA scanner Ortho-Europe. (Ortho-Europe, 2010)



Figuur 9. 2: De OMEGA scanner ziet de reflecterende punten op het gipsen onderbeen. (Stephanie Grijsen, 2010)

Bijlage 10. Maatname van de gipsmodellen

De maatnemer die bij ieder proefpersoon het rechterbeen gipst, heeft veel ervaring en werkt met dit materiaal 5 dagen in de week. Er is gekozen voor het rechterbeen omdat in onderzoeken is gebleken dat 90 á 95% van de mensen rechts is, dit been is dan meer ontwikkeld. Er is gekozen voor verschillende leeftijdsgroepen en geslachten. De onderzoeker heeft hiervoor gekozen zodat het ook mogelijk is om te zien of de hoeveelheid weke delen in het onderbeen, vaak bij oudere mensen. Of een kleiner been een verschil zou weergeven met het gipsen van het onderbeen.



Figuur 10. 1: Huishoudfolie om het been voor het katoengips.
(Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 10. 2: Het katoengips wordt om het onderbeen gezwachteld. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 10.3: De voet met katoengips wordt in een schuimhoes geplaatst, zodat de voet gecorrigeerd kan worden, met een tegendruk van het schuim. (Stephanie Grijsen, 2010)

Onder beide soorten gips zit een huishoudfolie. Zo zit er bij beide soorten gips geen verschil in de onderlaag, het was namelijk ook mogelijk om vaseline op het werkelijke been te strijken. Vervolgens wordt het been gegipst tot net onder de knie, zo kan er met de CAD-CAM scan gemeten worden wat het dikste punt van de kuit is. In figuur 10.1 t/m 10.7 is te zien hoe een onderbeen met katoengips en met synthetisch gips gegipst wordt.



Figuur 10.4:
Huishoudfolie om het been voor het synthetisch gips.
(Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 10.5: Het synthetisch gips wordt om het onderbeen gezwachteld. (Stephanie Grijsen, 2010)



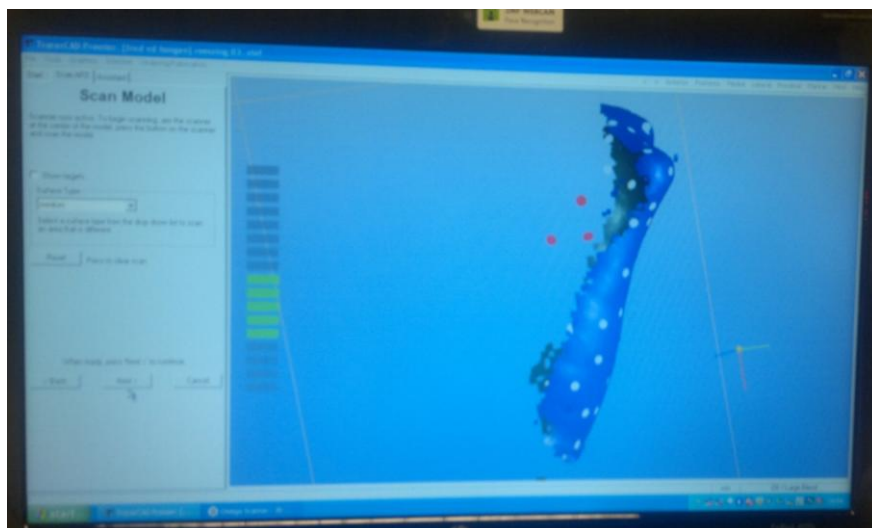
Figuur 10.6: Het synthetisch gips is om het onderbeen gezwachteld, nu gaat het uitharden. (Stephanie Grijsen, 2010)



Figuur 10.7: De voet met synthetisch gips wordt in een schuimhoes geplaatst, zodat de voet gecorrigeerd kan worden met een tegendruk van het schuim. (Stephanie Grijsen, 2010)

Bijlage 11. De omvangsmaatname

De omvangsmaten worden verkregen via het CAD-CAM systeem. De omvangsmaten worden gemeten op het synthetisch gipsmodel, het katoengipsmodel en op het werkelijke been. Nadat het model is ingescand door de CAD-CAM scan (Figuur 11. 1) worden hier de maten van genomen. De maten die zijn gemeten worden hieronder in de tekst aangegeven.

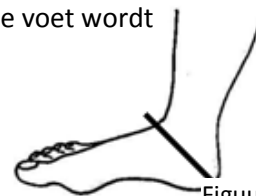


Figuur 11. 1: : Verwerking van de OMEGA scanner naar de computer. (Stephanie Grijsen, 2010)



De voet wordt opgemeten bij de bal van de voet (Figuur 11. 2). De lijn in het figuur geeft aan waar de voet wordt opgemeten. De lijn wordt onder de voet doorgetrokken en midden over de twee botpunten gelegd waar de metatarsalen en V overgaan in digitorum I en V (het gewricht; articulatio tarsometatarsalis). De voet wordt opgemeten bij de overgang van voet naar het been in combinatie met de hak (Figuur 11. 3), in dit onderzoek wordt deze overgang de X-Y maatname genoemd. De lijn in figuur 24 geeft aan waar de voet wordt opgemeten.

Figuur 11. 2:
Voetmaatname
(Voetstap, 2010)



Figuur 11. 3:
Voetmaatname, X-Y
maatname (Disporta,
2010)

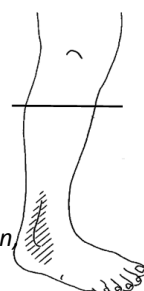


Figuur 11. 4:
Enkelmaatname
(Disporta, 2010)

Vervolgens wordt de voet opgemeten net boven de malleolus, op het dunste punt van de enkel (Figuur 11. 4).

Het laatste punt dat gemeten wordt als omvangsmaat is de maat op de kuit. Dit is het dikste punt op de kuit (Figuur 11. 5).

Figuur 11. 5::
Kuitmaatname
(Stephanie Grijsen,
2011)



Bijlage 12. De omvangsmaten

De gegevens zijn gemeten zoals in Bijlage 11. De omvangsmaatname is aangegeven. In onderstaande tabellen 24 t/m 28 en figuur 12.1 t/m 12.5 volgen de gegevens die gemeten zijn. Uit deze gegevens worden grafieken gemaakt, hieruit zal moeten blijken wat het verschil is tussen de verschillende soorten gips. In de tabellen hieronder staat links boven in de hoek de eenheid van de tabel weergegeven.

Tabel 24, Proefpersoon A (*Stephanie Grijsen, 2011*)

<i>Proefpersoon A(mm)</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been
1. Bal van de voet	94	98	92
2. X-Y maatname	133	137	140
3. Omvang enkel	239	240	234
4. Dikste punt kuit	128	126	124

Tabel 25, Proefpersoon B (*Stephanie Grijsen, 2011*)

<i>Proefpersoon B (mm)</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been
1. Bal van de voet	94	103	98
2. X-Y maatname	132	140	131
3. Omvang enkel	253	250	244
4. Dikste punt kuit	118	131	119

Tabel 26, Proefpersoon C (*Stephanie Grijsen, 2011*)

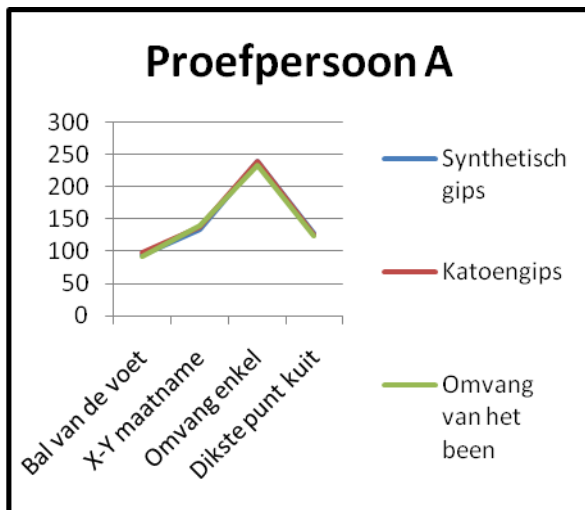
<i>Proefpersoon C (mm)</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been
1. Bal van de voet	79	85	88
2. X-Y maatname	123	127	126
3. Omvang enkel	229	237	238
4. Dikste punt kuit	105	107	108

Tabel 27, Proefpersoon D (*Stephanie Grijsen, 2011*)

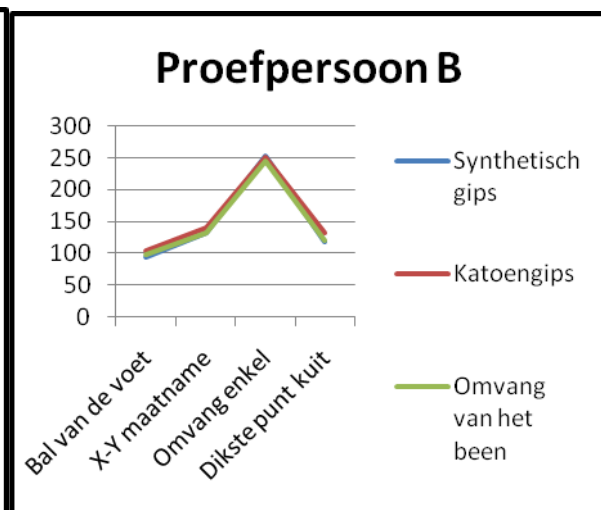
<i>Proefpersoon D (mm)</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been
1. Bal van de voet	87	89	91
2. X-Y maatname	117	120	133
3. Omvang enkel	224	226	239
4. Dikste punt kuit	118	115	126

Tabel 28, Proefpersoon E (*Stephanie Grijsen, 2011*)

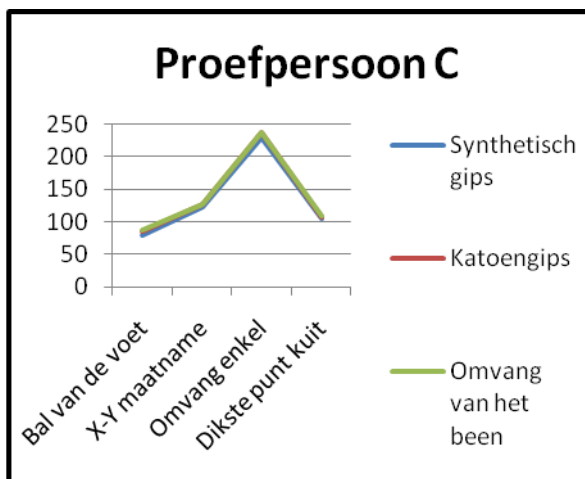
<i>Proefpersoon E (mm)</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Omvang van het been
1. Bal van de voet	91	95	78
2. X-Y maatname	134	134	141
3. Omvang enkel	250	255	253
4. Dikste punt kuit	123	128	131



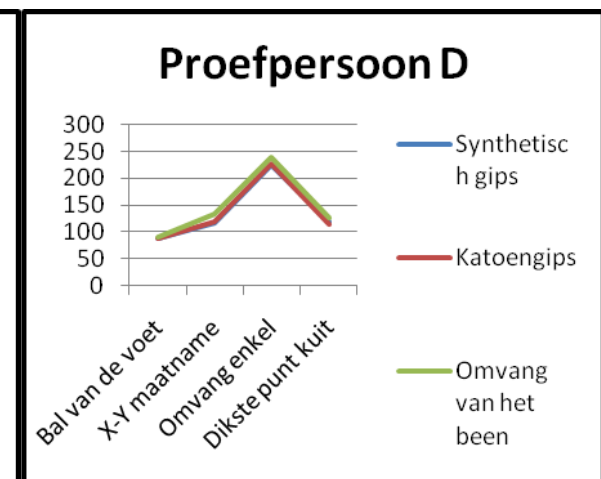
Figuur 12.1, Proefpersoon A. (Stephanie Grijsen, 2011)



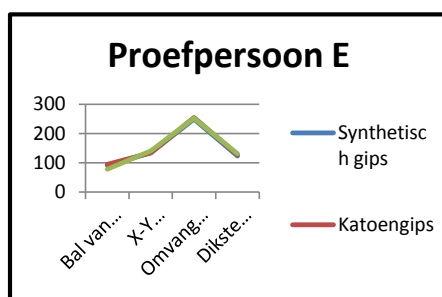
Figuur 12.2, Proefpersoon B. (Stephanie Grijsen, 2011)



Figuur 12.3, Proefpersoon C. (Stephanie Grijsen, 2011)



Figuur 12.4, Proefpersoon D. (Stephanie Grijsen, 2011)



Figuur 12.5 Proefpersoon E. (Stephanie Grijsen, 2011)

Uit de bovenstaande 5 grafieken is nog geen duidelijk verschil te zien van synthetisch of katoengips ten opzichte van de omvangsmaten van het normale been.

Bijlage 13. De verwerking van de omvangsmaten

Verwerking van de meetgegevens over het onderdeel omvangsmaten bij het volumeonderdeel.

Hieronder wordt de berekening van het gemiddelde van de proefpersonen weergegeven.

Zie Tabel 29 tot en met tabel 34.

Tabel 29, de berekening van het gemiddelde van de proefpersonen. (Stephanie Grijsen, 2011)

Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips (mm)	Katoengips (mm)	Volume van het been (mm)
1. Bal van de voet	$= (94+94+79+87+91) / 5$	$= (98+103+85+89+95) / 5$	$= (92+98+88+91+78) / 5$
2. X-Y maatname	$= (133+132+123+117+134) / 5$	$= (137+140+127+120+134) / 5$	$= (140+131+126+133+141) / 5$
3. Omvang enkel	$= (239+253+229+224+250) / 5$	$= (240+250+237+226+255) / 5$	$= (234+244+238+239+253) / 5$
4. Dikste punt kuit	$= (128+118+105+118+123) / 5$	$= (126+131+107+115+128) / 5$	$= (124+119+108+126+131) / 5$

Tabel 29 hierboven geeft de berekening van het gemiddelde per onderdeel weer, in tabel 30 wordt de uitkomst hiervan gegeven.

Tabel 30, Het gemiddelde van de proefpersonen. (Stephanie Grijsen, 2011)

Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips (mm)	Katoengips (mm)	Volume van het been (mm)
1. Bal van de voet	89	94	89,4
2. X-Y maatname	127,8	131,6	134,2
3. Omvang enkel	239	241,6	241,6
4. Dikste punt kuit	118,4	121,4	121,6

Vervolgens wordt vanuit het gemiddelde van de verschillende proefpersonen een percentage berekend. Dit percentage wordt berekend, zodat er een percentageverschil in omvangsmaten naar voren kan komen, waardoor het verschil tussen synthetisch en katoengips ten opzichte van het normale been te zien is.

Tabel 31, de berekening van het percentage verschil tussen synthetisch gips ten opzichte van het normale been en katoengips ten opzichte van het normale been. (Stephanie Grijsen, 2011)

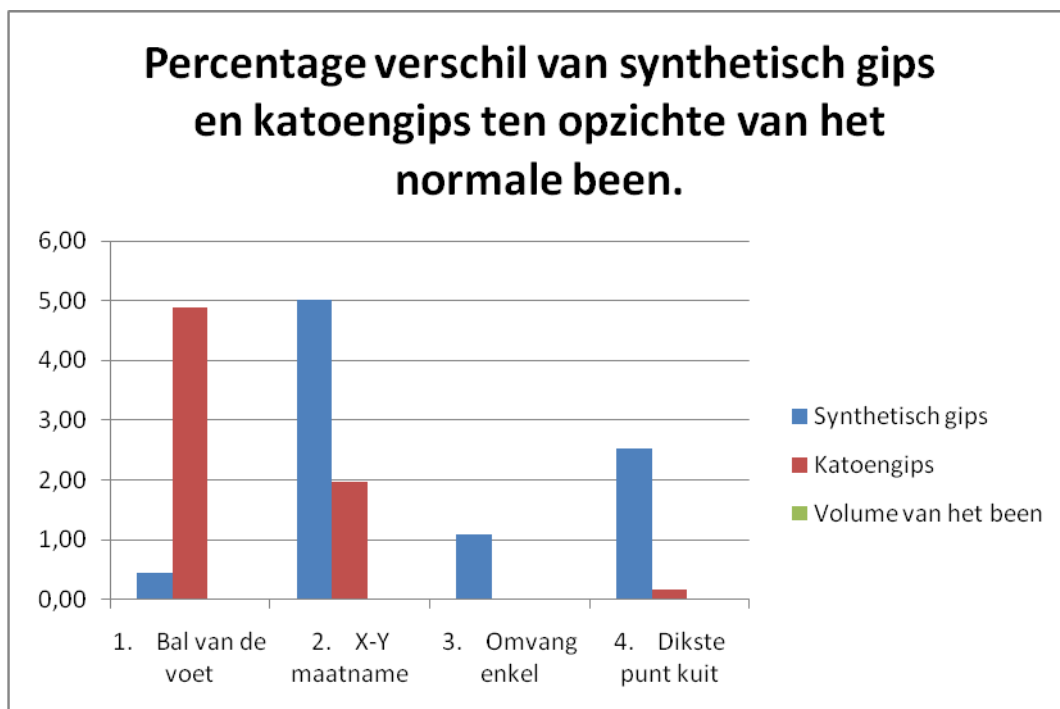
Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips (mm)	Katoengips (mm)	Volume van het been (mm)
1. Bal van de voet	$= (89.4 - 89) / 89 * 100$	$= (89.4 - 94) / 94 * 100$	89,4
2. X-Y maatname	$= (134.2 - 127.8) / 127.8 * 100$	$= (134.2 - 131.6) / 131.6 * 100$	134,2
3. Omvang enkel	$= (241.6 - 239) / 239 * 100$	$= (241.6 - 241.6) / 241.6 * 100$	241,6
4. Dikste punt kuit	$= (121.4 - 118.4) / 118.4 * 100$	$= (121.6 - 121.4) / 121.4 * 100$	121,6

Vanuit tabel 31 is te zien hoe het percentage wordt berekend in tabel 32 is te zien wat de uitkomst hiervan is.

Tabel 32, percentage verschil van synthetisch gips en katoengips ten opzichte van het normale been.
(Stephanie Grijsen, 2011)

Gemiddelde van de proefpersonen.	Synthetisch gips	Katoengips	Volume van het been
1. Bal van de voet	0,45%	4,89%	89,4
2. X-Y maatname	5,01%	1,98%	134,2
3. Omvang enkel	1,09%	0,005%	241,6
4. Dikste punt kuit	2,53%	0,16%	121,6

Figuur 14. 1 die hieronder weer is gegeven hoort bij tabel 32. In deze grafiek is te zien wat het verschil is tussen katoengips en synthetisch gips op de vier verschillende punten waarop gemeten is. Het volume van het been is hierin aangegeven als 0.



Figuur 14. 1: percentage verschil van synthetisch gips en katoengips ten opzichte van het normale been.(Stephanie Grijsen, 2011)

In tabel 33 is te zien hoe het gemiddelde van het synthetisch gips en katoengips wordt berekend. De uitkomst hiervan is te zien in tabel 34.

Tabel 33, de berekening van het gemiddelde synthetisch en katoengips.

<i>Gemiddelde van de proefpersonen.</i>	Synthetisch gips (%)	Katoengips (%)	Volume van het been
	$= (0,455 + 5,01 + 1,09 + 2,53) / 4$	$= (4,89 + 1,98 + 0 + 0,16) / 4$	100%

Tabel 34, het gemiddelde percentage afwijkingsverschil tussen synthetisch gips ten opzichte van het normale been en katoengips ten opzichte van het normale been. (Stephanie Grijsen, 2011)

<i>Gemiddelde van de proefpersonen.</i>	Synthetisch gips	Katoengips	Volume van het been
	2,27%	1,76%	100%

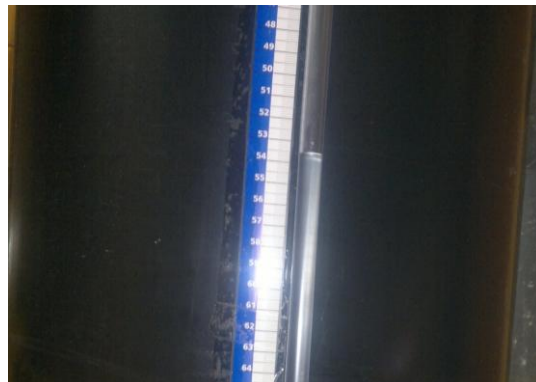
De conclusie hieruit is dat er 2.27% verschil zit tussen synthetisch gips ten opzichte van het normale volume van het been en bij het katoengips zit er 1.76% verschil in. Dit betekent dat de hypothese op het begin van dit hoofdstuk; Synthetisch gips heeft een grotere afwijking dan katoengips ten opzichte van het normale been correct is.

Bijlage 14. Het verkrijgen van de volumegegevens

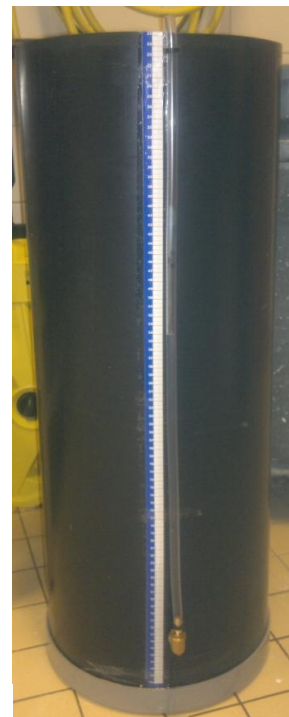
Voor de volumemeting die bij dit deel van het onderzoek hoort wordt er gebruik gemaakt van water. Ieder gipsmodel wordt overgespoten met verf. Op deze manier neemt het gipsmodel geen water op (Figuur 14. 2), wat voor extra volume zou kunnen zorgen. Voordat het gipsmodel in het water wordt gezet is de waterhoogte identiek bij elk gipsmodel (Figuur 14. 1). Het gipsmodel staat op een hak, zodat het gipsmodel elke keer tot op dezelfde hoogte in het water verdwijnt, dit geldt ook voor het werkelijke been. Aan de buitenkant van deze cilindervormige buis met water zit een meetband met een doorzichtig pijpje ernaast (Figuur 14. 3). Doordat het water stijgt, stijgt het water in het pijpje ook, hierdoor is een begin- en eindstand te meten. Het verschil hierin wordt gemeten aan de hand van de meetband op de cilindervormige buis en genoteerd in een tabel. Omdat de omtrek van deze cilindervormige buis met water bekend is, en het volumeverschil in centimeters bekend is, kan het volume in cc berekend worden. Vervolgens kan het gemiddelde verschil tussen de gipsmodellen ten opzichte van het werkelijke been bekeken worden.



Figuur 14. 2:
Gipsmodellen
volgegoten met gips
van synthetisch gips en
katoengips. (Stephanie
Grijsen, 2011)



Figuur 14. 1: Het doorzichtige pijpje met de
meetband ernaast waardoor het volumeverschil te
meten is. (Stephanie Grijsen, 2011)



Figuur 14. 3: Volume meting
met behulp van water.
(Stephanie Grijsen, 2011)

De proef van het volume met proefpersoon B en zonder proefpersoon B.

In tabel 35 staan de afzonderlijke volumemetingen. Uit tabel 36 blijkt dat het katoengips de grootste afwijking heeft in vergelijking met het werkelijke been. Omdat proefpersoon B de grootste afwijking heeft in vergelijking met de andere proefpersonen wordt er hieronder nog eens bekeken wat het verschil zou kunnen zijn als proefpersoon B niet in deze proef wordt meegenomen. De grote afwijking kan komen door menselijke fouten.

Tabel 35, Het volume van elk gipsmodel en been afzonderlijk.

	<i>Proefpersoon A</i>	<i>Proefpersoon B</i>	<i>Proefpersoon C</i>	<i>Proefpersoon D</i>	<i>Proefpersoon E</i>
natuur	2847,96	2482,84	2190,74	2190,74	2920,99
synthetisch	2920,99	2774,94	2336,79	2409,81	2920,99
katoen	2847,96	3067,03	2336,79	2336,79	3067,03

Tabel 36, het volume van het gemiddelde van de gipsmodellen.

met proefpersoon b

Natuur	2526,65	<i>Vershil met het werkelijke onderbeen</i>
Natuur vs synthetisch	2672,70	146,05
Natuur vs katoen	2731,12	204,47

Tabel 37, het volume van het gemiddelde van de gipsmodellen.

zonder proefpersoon b

Natuur	2537,61	<i>Vershil met het werkelijke onderbeen</i>
Natuur vs synthetisch	2647,14	109,54
Natuur vs katoen	1296,19	1241,42

Door het niet meenemen van proefpersoon B in dit onderzoek blijkt dat het verschil tussen synthetisch gips en het werkelijke been 109.54 cc is, tussen katoengips en het werkelijke been 1241.42 cc en hieruit blijkt dat katoengips met of zonder proefpersoon B de grootste afwijking heeft in vergelijking met het werkelijke been.

De conclusie is dat de hypothese die gesteld is niet correct is . Synthetisch gips komt beter overeen met het werkelijke been dan katoengips.