Testopstelling voor de meting van elasticiteit

als onderdeel van een drukbank.

Mick Screever

Bachelor Eindopdracht
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Koninklijke Auping BV

30 januari 2017

Testopstelling voor de meting van elasticiteit van textiel als onderdeel van een drukbank.

Bachelor eindopdracht Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Auteur
Mick Screever
s1506897

Opleiding
Industrieel Ontwerpen
Construerende Technische Wetenschappen
Universiteit Twente

Opdrachtgever
Koninklijke Auping B.V.
Maagdenburgstraat 26
7421 ZC Deventer

Datum publicatie	30 januari 2017
Oplage	1
Aantal pagina's (excl. bijlagen)	84
Aantal Bijlagen	5

Examinator	dr. ir. H.J.M. Geijselaers
Begeleider Universiteit Twente	ing. T.G.M. Krone
Begeleider Koninklijke Auping BV.	ir. G. Doorlag

Voorwoord

Voor u ligt het verslag, waarin mijn bachelor eindopdracht staat beschreven. De opdracht betreft het ontwikkelen van een testopstelling, waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen verschillende textielsoorten op basis van de elastische eigenschappen.
Graag wil ik Auping en de werknemers erg bedanken voor de gemoedelijke werkomgeving en de prettige werksfeer.
Ik wil Geert Doorlag, mijn begeleider, nog extra bedanken voor de ondersteuning en begeleiding die ik heb gekregen bij het uitvoeren van mijn opdracht. Het in contact brengen met verschillende werknemers van Auping heeft erg geholpen bij het vinden van de juiste informatie.
De ervaring, zowel van de bachelor eindopdracht als van de neven-opdrachten, zal ik zeker meenemen in mijn vervolgopleiding en werk.
Verder wil ik graag Theo Krone bedanken voor de begeleiding vanuit de Universiteit Twente. Het beschikbaar stellen van de juiste bronnen en het geven van feedback heeft me erg goed geholpen.

Mick Screever
30 januari 2017

Inhoudsopgave

Samenvatting 6
Summary 7

1.0 Inleiding 8
- 1.1 Achtergrond 9
- 1.2 Doelstelling 10
- 1.3 Leeswijzer 10

2.0 Analyse 11
- 2.1 Probleemanalyse 12
- 2.2 Auping 13
- 2.3 Textiel 17
- 2.4 Elasticiteit 19
- 2.5 Elasticiteit in textiel 20
- 2.6 Concurrentie analyse 22
- 2.7 Kleminrichtingen 23
- 2.8 Analyse bestaand systeem 24
- 2.9 Veiligheidseisen 26
- 2.10 Ergonomie 27
- 2.11 Stakeholders 29
- 2.12 Programma van eisen 30

3.0 Oplossingsrichtingen 32
- 3.1 Verticale drukbelasting 35
- 3.2 Horizontale trekbelasting 39
- 3.3 Verticale trekbelasting 43
- 3.4 Oplossingskeuze 47

4.0 Uitwerking 48
- 4.1 De systeemprofielen 59
- 4.2 Het geleidingsmechanisme 51
- 4.3 De kleminrichting 53
- 4.4 De koppeling 53

5.0 Detaillering 54
- 5.1 De testopstelling 55
- 5.2 De ontwerpverantwoording 63
- 5.3 De kostprijscalculatie 71

6.0 Prototype 72
- 6.1 Werkingstest 74
- 6.2 Gebruikerstest 77

7.0 Conclusie 79
- 7.1 Discussie 80
- 7.2 Conclusie 81
- 7.3 Aanbevelingen 82

Referenties 83

Rijlage A: Beoordeling aan de hand van programma van eisen. 86

Bijlage B:Benodigdheden per hoofdonderdeel. 89

Bijlage C: Handbereking van de doorbuigingen. 92

Bijlage D: Gebruiksaanwijzing. 94

Bijlage E: Technische tekeningen. 98

Samenvatting

Koninklijke Auping bv is beddenspecialist en marktleider in de Benelux, heeft meerdere verkoopvestigingen in Europa en een distributie over een groot deel van de wereld.
Auping biedt slaapcomfort op het hoogste niveau en combineert jarenlange expertise met de nieuwste ontwikkelingen. Auping is van oorsprong een ambachtelijk bedrijf waar kwaliteit wordt bepaald op basis van ambachtelijke kennis en gevoel. Ten behoeve van een hogere efficiëntie en kwaliteit wil Auping een meer transparante manier van kwaliteitsborging, daarbij zijn reproduceerbare meetresultaten van essentieel belang. De elasticiteit van textiel heeft een grote invloed op de kwaliteit van de producten, maar wordt in de huidige situatie bepaald op gevoel. Auping wil de kwaliteit borgen en controleren door meetwaardes te koppelen aan de elasticiteit van het textiel.
Het doel van de opdracht is het ontwikkelen van een testopstelling, waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen verschillende soorten textiel op basis van de elastische eigenschappen. Deze testopstelling dient als onderdeel te gaan werken van de aanwezige drukbank. De benodigde waarden worden gemeten door deze drukbank. De elasticiteit moet worden gemeten in de X- en Y-richting.
Alle aspecten die van belang zijn voor, en invloed hebben op de testopstelling zijn geanalyseerd, waarna deze zijn vertaald naar een programma van eisen. Verschillende oplossingsrichtingen zijn bestudeerd en uiteindelijk beoordeeld aan de hand van het programma van eisen, waaruit één definitieve oplossingsrichting is ontstaan. Deze oplossingsrichting is verder uitgewerkt tot een gedetailleerd eindconcept. Er is een prototype gerealiseerd waarmee de werking van de testopstelling is aangetoond en een gebruikerstest is uitgevoerd.
Uit onderzoek is gebleken dat in de textielwereld vervormingen van het textiel worden uitgedrukt door middel van uitrekking bij verschillende krachten. Auping gebruikt de definitie elasticiteit voor deze waarden. Het belang van Auping is een testopstelling die de hoeveelheid uitrekking bij verschillende krachten kan meten. Aangezien de testopstelling moet functioneren als onderdeel van de drukbank is er een beperkte hoogte mogelijk voor de testopstelling. Kwaliteitsborging kan worden gerealiseerd door reproduceerbare waarden te creëren, die worden opgeslagen en te begrijpen zijn voor de meeste werknemers.
Met behulp van de testopstelling kan Auping meetresultaten creëren van verschillende textielsoorten. De meetresultaten zijn de uitrekking en bijbehorende krachten. Deze gegevens bieden de mogelijkheid om verschillende textielsoorten met elkaar te kunnen vergelijken, op basis van reproduceerbare testresultaten. De testopstelling is compleet afhankelijk van de drukbank van Auping. Zonder de drukbank wordt de testopstelling niet aangedreven en is er geen computer die meetresultaten weergeeft. De beperkte hoogte onder de drukbank zorgt voor werkhoogtes die niet voldoen aan de voorgeschreven ergonomische werkhoogtes. Het te testen textiel voorafgaand aan de test inklemmen in de kleminrichting en vervolgens als geheel in de testopstelling plaatsen, zorgt voor een korte tijdsduur in een niet ergonomische werkhouding, waardoor het lichaam minder belast wordt.
De testopstelling biedt Auping, aan de hand van vastgelegde meetresultaten (cijfers), een meer transparante manier van kwaliteitsborging. Meerdere verschillende werknemers kunnen de test uitvoeren, zonder over de ambachtelijke kennis te beschikken.
De cijfers bieden een reproduceerbare waarde, waarmee de verschillende textiel soorten kunnen worden beoordeeld en gerangschikt op kwaliteit.

Summary

Koningklijke Auping bv is a bed specialist and market leader in the Benelux. Auping has multiple sales locations in Europe and has a big distribution range, over a large part of the world. Auping offers sleeping comfort on the highest level and combines years of experience with the newest developments. Originally, Auping is a company using old skills where quality is determined on base of years of knowledge and feeling. In favor of greater efficiency and quality, Auping wants a more transparent way of quality guaranteeing, especially its reproducible measurement results are essential. The elasticity of textile has a great influence on the quality of the products, but it is determined on feeling in the current situation. Auping wants to ensure quality and wants to control quality by linking measurement values to the elasticity of the fabric. The purpose of the assignment is to develop a test setup with which a comparison can be made between different sorts of fabric based on elasticity characteristics. This test setup serves as a component of the already present and available compression testing machine. The needed values are being measured by this machine. The elasticity has to be measured in the X- and Y direction.

All aspects that are important for, and have influence on the testing station, are analysed where after they are converted to a program of demands. Different solutions are studied and eventually judged on hand of the program of demands, from that one definite solution is picked. This solution is further elaborated to a more detailed end concept. A prototype is realized whereby the workings of the test setup is demonstrated and a user's test is performed.

Research has shown that, in the textile industry, deformations of the textiles are expressed by means of elongation by various forces. Auping uses the definition of elasticity for these values. The importance of Auping is a test setup that can measure the amount of elongation by various forces. Since the test set-up has to function as a part of the compression testing machine, there is a limited height as possible for the test setup. Quality control can be achieved by creating reproducible values, which are stored and understand by most workers.

Using the test setup Auping can create measurement results of various types of textile. The measurement results are the elongations and the corresponding forces. These data provides the possibility to compare different types of textiles with each other, based on reproducible test results. The test setup is completely dependent on the compression testing machine of Auping. Without the compression testing machine, the test set-up is not being powered and there is no computer that displays measurement results. The limited height under compression testing machine provides working heights that do not meet the prescribed ergonomic working height. In advance, the fabric to be tested, will be clamped in the clamping direction and then will be placed in the test setup as a whole. This ensures a short period of time in a non-ergonomic working position, which reduces the impact on the human body.

The test setup offers Auping, based on recorded measurement results (numbers), a more transparent way of quality assurance. Several employees can perform the test, without having the traditional knowledge. The results provide a reproducible value, with which the different fabrics can be assessed and ranked on quality.

1.0 Inleiding

1.0 Inleiding

In hoofdstuk één wordt een beschrijving gegeven van de achtergrond van Auping en de aanleiding voor de opdracht. Vervolgens zal de doelstelling worden beschreven, die beschrijft waar de opdracht op is gericht. Tot slot wordt in de leeswijzer de inhoud van ieder hoofdstuk kort beschreven.

1.1 Achtergrond

Koninklijke Auping bv is beddenspecialist en marktleider in de Benelux, heeft meerdere verkoopvestigingen in Europa en een distributie over een groot deel van de wereld. Het dynamische en innovatieve A-merk-, productie- en retailbedrijf in Deventer heeft ca. 350 werknemers. Meer dan 125 jaar expertise, in combinatie met de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van techniek, ergonomie en design maken dat Auping staat voor hoge kwaliteit, ultiem comfort en mooie, hedendaagse ontwerpen. Auping streeft naar gezonde & ambitieuze groei. Het bedrijf investeert fundamenteel in duurzaamheid en heeft daarbij de ongekende ambitie om in 2020 alle bedrijfsprocessen, producten en diensten, circulair en volgens de Cradle to Cradle (C2C) filosofie te hebben ingericht. Auping biedt slaapcomfort op het hoogste niveau en combineert jarenlange expertise met de nieuwste ontwikkelingen.[1] Auping beschikt over een productontwikkelingsafdeling waar de Auping producten worden ontwikkelt, uitgewerkt en getest. De productontwikkelingsafdeling bestaat uit ca. 15 engineers die zich richten op het ontwikkelen van nieuwe concepten, het onderzoeken van nieuwe mogelijkheden, de kwaliteit van slapen en het testen, beoordelen en verbeteren van de kwaliteit van Auping producten.

Aanleiding van de opdracht

Auping is van oorsprong een ambachtelijk bedrijf waar kwaliteit wordt bepaald op basis van ambachtelijke kennis. Ten behoeve van een hogere efficiëntie en kwaliteit wil Auping een meer transparante manier van kwaliteitsborging, daarbij zijn reproduceerbare meetresultaten van essentieel belang. De elasticiteit van textiel heeft een grote invloed op de kwaliteit van de producten, maar wordt in de huidige situatie bepaald op gevoel. Auping wil de kwaliteit borgen en controleren door meetwaardes te koppelen aan de elasticiteit van het textiel.

1.2 Doelstelling

Het doel van de opdracht is het ontwikkelen van een testopstelling, waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen verschillende soorten textiel op basis van de elastische eigenschappen. De testopstelling dient te gaan fungeren als onderdeel van de aanwezige drukbank. De benodigde waarden worden gemeten door deze drukbank. De elasticiteit moet worden gemeten in de X- en Y-richting.
Dit kan gerealiseerd worden door het uitvoeren van een analyse, met als resultaat een programma van eisen waaraan de testopstelling moet voldoen. Verschillende oplossingsrichtingen worden beoordeeld aan het de hand van het programma van eisen en de voor- en nadelen. Het resultaat is, na eventuele aanpassingen, een gedetailleerd eindconcept. Een prototype zal worden gerealiseerd op basis van het eindconcept. Auping biedt de mogelijkheid om één (of meerdere) prototype(n) te realiseren en daarmee een gebruiksonderzoek uit te voeren. Voor de gebruikers zal er een gebruiksaanwijzing worden opgesteld.
Dit alles zal binnen een tijdsbestek van drie maanden plaatsvinden.

1.3 Leeswijzer

In **hoofdstuk twee** worden de belangrijke aspecten die invloed hebben op de testopstelling geanalyseerd. De belangrijke aspecten uit de analyse worden vertaald naar eisen, die zijn weergeven in het programma van eisen.
Hoofdstuk drie weergeeft verschillende oplossingsrichtingen voor mogelijke testopstellingen, waarmee een belasting (geleverd door een drukbank) kan worden uitgeoefend op een proefstuk van textiel. De oplossingsrichtingen worden getest aan de hand van het programma van eisen, zodat hoofdstuk drie resulteert in een oplossingskeuze.
In **hoofdstuk vier** wordt de oplossingsrichting verder uitgewerkt. Er worden afwegingen gemaakt tussen verschillende toepassing. Het resultaat is een onderbouwde keuzerichting.
In **hoofdstuk vijf** zal de testopstelling gedetailleerd worden. Het resultaat van hoofdstuk vijf is een eindresultaat van de testopstelling. In **hoofdstuk zes** worden de opbouw en testresultaten van het prototype behandeld. Tot slot wordt in **hoofdstuk zeven** de conclusie getrokken en worden aanbevelingen vastgelegd.

2.0
Analyse

2.0 Analyse

In hoofdstuk twee worden de belangrijke aspecten die invloed hebben op de testopstelling geanalyseerd. De belangrijke punten worden vertaald naar eisen, waaraan de testopstelling moet voldoen. Hoofdstuk twee sluit dan ook af met een programma van eisen.

2.1 Probleemanalyse:

Auping wil aan de hand van meetresultaten de elasticiteit van verschillende textiel soorten vastleggen ten behoeve van een hogere efficiëntie en kwaliteit en een meer transparante manier van kwaliteitsborging. Een trekbank is een bestaand meetinstrument om de elasticiteit van verschillende materialen te bepalen, waaronder textiel. Het investeren in een trekbank is een te grote kostenpost, die niet in het budget van Auping past. Auping beschikt over een drukbank, waarmee de stramheid van matrassen wordt gemeten, dit is een term uit het jargon van Auping voor de hardheid van de matrassen. De drukbank meet een kracht en afgelegde weg.

Auping vraagt om een testopstelling, waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen verschillende textielsoorten op basis van meetresultaten, die de elastische eigenschappen representeren. Deze testopstelling dient aangedreven te worden door de aanwezige drukbank. De meetresultaten worden gemeten en vastgelegd door deze drukbank.

Voor het ontwikkelen van deze testopstelling is het van belang dat het eerst duidelijk wordt waarmee de testopstelling te maken krijgt en waaraan de testopstelling moet voldoen.

De volgende vragen moeten worden beantwoord om een goede testopstelling te kunnen ontwikkelen:

- Welke Auping producten hebben te maken met de elasticiteit van textiel?
- Wat is de huidige manier van elasticiteit testen bij Auping?
- Welke soorten textiel worden er gebruikt voor Auping producten?
- Hoe wordt elasticiteit in textiel gemeten?
- Hoe werken bestaande testopstellingen die elasticiteit meten?
- Hoe werkt de drukbank van Auping?
- Welke eisen zijn er omtrent veiligheid en ergonomie?
- Welke personen hebben belang bij de meetresultaten?

2.2 Auping

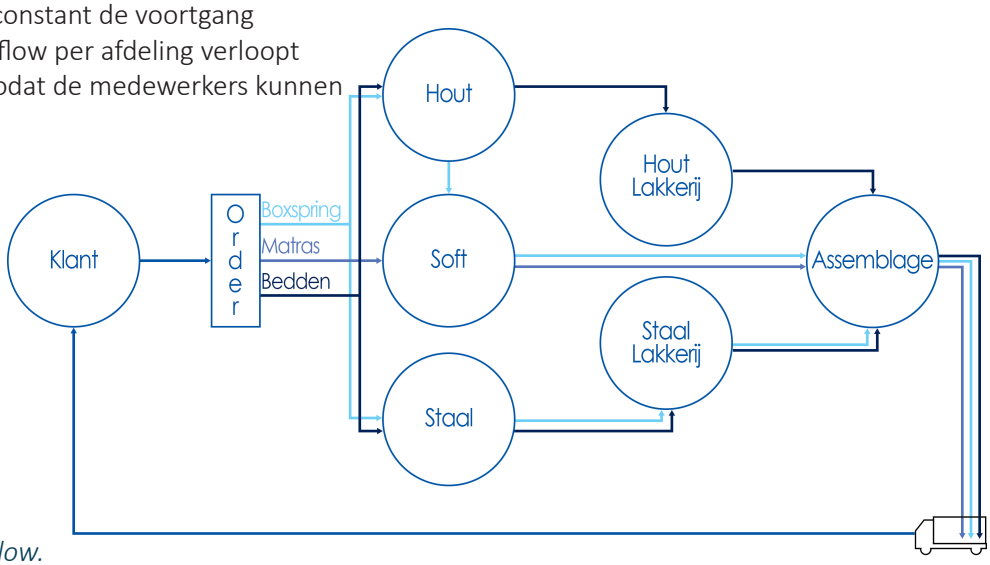
Auping staat voor premium kwaliteit en duurzaamheid. Om hierop voldoende grip te houden, is er bewust gekozen om zowel het hoofdkantoor als de productie in Deventer (Nederland) te houden. Auping kan het productieproces en de innovatiekracht optimaliseren en flexibiliseren ten behoeve van een duurzame groei, door alle werkzaamheden te centraliseren. Jarenlange expertise en vakkundigheid worden gecombineerd met de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van techniek en ergonomie. Er zijn ultramoderne, zeer ingenieuze robots, maar ook hooggekwalificeerde vakmensen die ervoor zorgen dat de premium kwaliteit producten tot stand komen. De productie is een efficiënte combinatie van industriële productie en handmatig vakwerk.[1]

Auping Flow

De productie bij Auping is gebaseerd op de "Auping Flow", een dynamische productie methode gebaseerd op lean-manufacturing. Het totale proces is gericht op het realiseren van maximale waarden met zo min mogelijk verspilling van materiaal, tijd en arbeid. Schermen in de fabriek tonen constant de voortgang van hoe het proces/flow per afdeling verloopt (kanban principe), zodat de medewerkers kunnen anticiperen.

De just-in-time productiemethode is onderdeel van de lean-manufacturing. Just-in-time is een optimale afstemming tussen de logistieke stromen en het productieproces, waardoor de interne voorraden geminimaliseerd kunnen worden. Benodigdheden in het productieproces worden op het juiste tijdstip aangeleverd, waardoor (tussentijdse) opslag overbodig wordt. Dankzij de "Auping Flow" wordt er een grote terreinwinst behaald op het gebied van duurzaamheid, levertijd en service.[1]

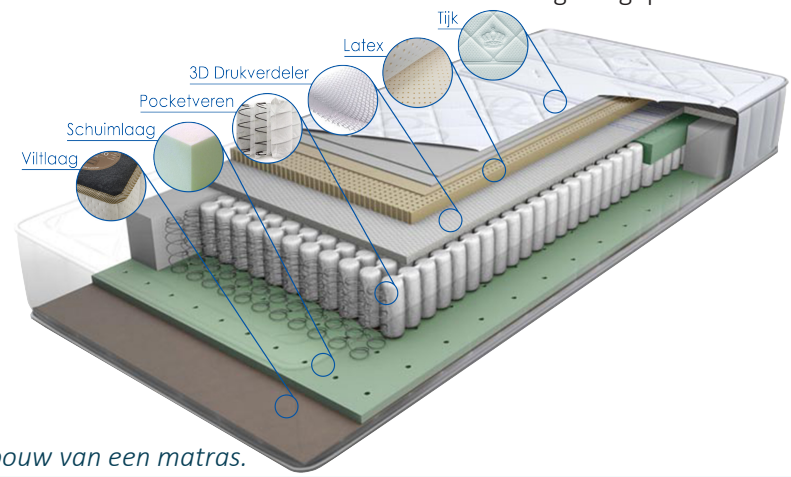
Figuur 2.1 weergeeft hoe de afdelingen, in de productie, onderling samenwerken om bedden, boxsprings en matrassen te produceren volgens de "Auping Flow".
De staal- en houtafdeling produceren bed- en boxspring onderdelen, waarna de lakkerijen de juiste coatings toepassen. De soft afdeling bestaat uit het atelier en de matrassen afdeling. Het atelier produceert de tijken en de omhulsels voor hoofdborden, boxen en gestoffeerde matrassen. De matrassen afdeling lijmt de matraskernen, en plaatst deze in de omhulsels. Bij de assemblage afdeling worden alle Auping producten geassembleerd en klaar gemaakt voor transport.



Figuur 2.1: Auping Flow.

Auping producten
Auping heeft een breed assortiment. Naast de producten waar Auping om bekend staat, bedden, bedbodems, matrassen, topmatrassen en boxsprings, bevinden zich ook accessoires in het assortiment, namelijk bedtextiel, styling producten, hoofdkussen, dekbedden en bed meubilair. Hieronder een toelichting van de producten, waarbij de elasticiteit van het textiel invloed heeft op de kwaliteit van het product.

Matrassen
Auping heeft gestoffeerde matrassen en niet-gestoffeerde matrassen in het assortiment.
De gestoffeerde matrassen zijn bekleed met meubelstof, deze zijn oorspronkelijk bedoeld voor boxsprings en worden in de meeste gevallen in combinatie met een topmatras verkocht.
Bij de niet-gestoffeerde matrassen bestaat het matrasomhulsel uit tijk. De matrasomhulsels worden geproduceerd in het naaiatelier, waar de benodigde soorten textiel op maat worden gesneden en verbonden.
De afmetingen van het matrasomhulsel in combinatie met de elasticiteitswaarde van de textielsoort zijn bepalend voor de maatvoering van een matras. De snijafmetingen worden bepaald aan de hand van de hoeveelheid rek in een textielsoort.
Een afwijkende snijafmeting heeft als gevolg dat het textiel te veel kan uitrekken, waardoor de matraskern te ver kan uitzetten in het omhulsel en er te grote matrassen ontstaan.
"De elasticiteit van het textiel is van belang voor het bepalen van de snijafmetingen en opspankrachten."
De buitenste laag van de matras is de tijk die alle onderliggende lagen afdekt. Deze is opgebouwd uit isolerende en ventilerende materialen. Dit zorgt voor een persoonlijk slaapklimaat en draagt bij aan het liggevoel. De hoogst liggende laag in de matras is de comfortlaag, deze is zeer bepalend voor het ligcomfort. Auping heeft voor alle matrassen een comfortlaag van latex. De materiaal keuze bepaalt voor een groot deel het liggevoel. Direct onder de comfortlaag ligt de ergonomische kern met DPPS® pocketveren. Deze kern zorgt voor de ondersteuning en dat er gemakkelijk gedraaid kan worden in bed. De pocketveren zijn bevestigd op een schuimlaag en worden afgedekt met een 3D drukverdeler.
De onderste laag van de matras is gemaakt van viltmateriaal met een zeer open structuur voor optimale ventilatie. Daarnaast fungeert het viltmateriaal als klittenband. Dit zorgt samen met de Auping matrasklikker voor een perfecte aansluiting op de spiraalbodem. De matras blijft hierdoor goed gepositioneerd.[2]



Figuur 2.2: Opbouw van een matras.

De ergonomische kern van de matras wordt door de vulmachine, via een opening in de viltlaag, het matrasomhulsel (tijk, borders, viltbodem) ingeschoven. De vulmachine zet druk op de zijkanten van de matras, zodat deze smaller wordt en het matrasomhulsel er gemakkelijker omheen kan worden geschoven.
"De elasticiteit van de combineerde soorten textiel die het omhulsel vormen bepalen of deze om de matraskern geschoven kan worden en het geheel toonbaar is."

Topmatrassen
Een topmatras is een extra comfortlaag die vooral wordt gebruikt op de gestoffeerde matrassen. Redenen voor een topmatras zijn, extra zacht comfort, twee losse matrassen afdekken of ter bescherming van de matras.

Boxsprings
Een boxspring bestaat uit een hoofdbord, een box, een matras en een topmatras.
De hoofdborden worden gemaakt van hout en bekleed met textiel.
"De hoeveelheid elasticiteit in het textiel bepaald of het omhulsel om het houten hoofdbord geschoven kan worden en het geheel toonbaar is."

Het textiel wordt op spanning gezet en afgewerkt door middel van stoffeerstrips en nieten. Stoffeerstrip zijn kunststofstroken die in een daarvoor bestemde opening in het hout of metaal geschoven worden en zichzelf klemmen. Het toepassen van de stoffeerstrips verbeterd de efficiëntie en kwaliteit.
Voor boxsprings worden gestoffeerde matrassen gebruikt, hierbij zijn de border en een strook van ca. 10 centimeter aan de bovenzijde van de matras voorzien van meubeltextiel. Bij "Matrassen" wordt beschreven hoe een matras is opgebouwd en wat elasticiteit betekent voor de matrassen.
In de gestoffeerde boxen bevinden zich de spiraalbodem en de veren, dit zijn andere veren dan de pocketveren in de matras, deze zijn stijver en niet gezoneerd. Deze wordt afgewerkt met een omhulsel van textiel. *"De elasticiteit van het meubeltextiel is van belang voor het bepalen van de snijafmetingen en daarbij horende snij instellingen voor de snijmachine."*
De afmetingen in combinatie met het werk van het naaiatelier zijn bepalend voor een toonbaar en correct box omhulsel.[2]

Figuur 2.3: Opbouw van een boxspring.

Huidige manier van elasticiteit testen
In de textielbranche, en dus ook bij Auping, wordt er nog veel gewerkt met ambachtelijke kennis. Deze kennis wordt niet gedocumenteerd, maar zit bij de werknemers in het hoofd opgeslagen. Dit is ook het geval op het gebied van het testen van de elasticiteit van textiel. De werknemers met de meeste kennis over de verschillende textielsoorten komen bijeen om, op gevoel, de textielsoorten te vergelijken op basis van de elasticiteit. Dit wordt gedaan door, met de hand, trekkracht uit te oefenen op een stuk textiel en vervolgens een rangschikking te maken.

De productontwikkelingsafdeling voert elasticiteitstesten uit, door gewichten een gedurende tijd aan het textiel te hangen. Aan de hand van de hoeveelheid gewicht in combinatie met de uitrekking kan worden bepaald welk textiel meer elastisch is. Deze manier van testen geeft al een meer reproduceerbaar resultaat, waarbij meetwaarden worden vastgelegd.

Conclusie:
Auping maakt geen gebruik van documentatie van testresultaten op het gebied van elasticiteit van textiel. Om een reproduceerbare, betrouwbare en eenduidige vergelijking te kunnen maken tussen verschillende textielsoorten, is het van belang dat de elastische eigenschappen worden vastgelegd in getallen.

Figuur 2.4: Huidige manier van testen bij Auping.

2.3 Textiel

Woven

De basis voor elk weefsel bestaat uit minimaal één kettingdraad (schering) en één inslagdraad (inslag). Bij het weven worden lengte- en breedtedraden gevlochten.

"Een weefsel is stijf in de weefrichtingen, maar heeft elastische eigenschappen in diagonale richting."

De lengtedraden, oftewel kettingdraden, zijn naast elkaar op de kettingboom gerold. Deze kettingboom ligt achterin het weefgetouw.

De breedtedraden, oftewel inslagdraden, zijn op een klos gespoeld. Tijdens het weven worden de kettingdraden afwisselend omhoog en omlaag getrokken. Het inslaggaren wordt tussen de kettingdraden heen (en weer) geschoten.[3]

De meest voorkomende weefsels bij Auping zijn de meubelstoffen. Deze worden gebruikt voor het stofferen van matrassen, boxsprings, hoofdborden en diverse accessoires.

Figuur 2.5: Woven.

Non-woven

Een non-woven is direct geproduceerd van de vezels of filamenten, waardoor de stap van het maken van garens wordt overgeslagen. Non-wovens worden hierdoor sneller en goedkoper geproduceerd. Een voorbeeld van een non-woven bij Auping is de viltbodem van een matras.

"Het vilt wordt versterkt door vernaalden en door de vezels of filamenten in het vlies te bedrukken met een bindmiddel dat vervolgens wordt gedroogd en uitgehard."

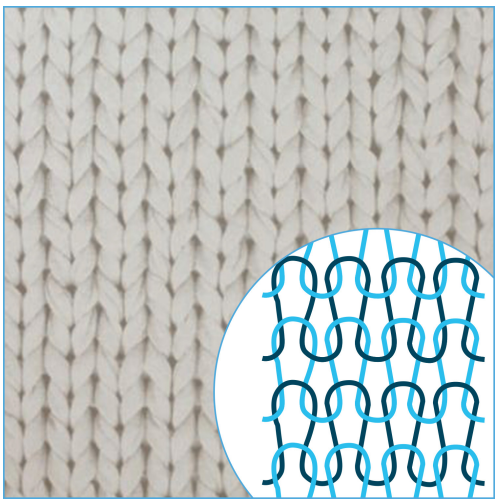
Vernaalden is het veelvuldig doorsteken met naalden voorzien van haakjes, waardoor de vezels zich verknopen.

Een andere manier van versterken is door het gebruik van bindvezels. Hierbij worden vezels met een hoog smeltpunt gecombineerd met vezels met een laag smeltpunt.

Door het vlies te behandelen met warmte en druk zullen de vezels met een laag smeltpunt vastsmelten aan de vezels met een hoog smeltpunt.[4]

Figuur 2.6: Non-woven.

Breisels
Breien is een werkwijze om van één lange draad een breisel te maken met behulp van twee of meer naalden. De techniek breien werkt direct naar het eindproduct (de gewenste vorm) toe en kent geen vaste basis. [5]
"Er wordt gebruik gemaakt van (geschakelde) lussen in het materiaal, dat maakt een breisel erg beweeglijk en elastisch."



Figuur 2.7: Breisel.

Tabel 2.1 weergeeft de verschillen tussen de verschillende textielsoorten.
"Bij het meten van de elasticiteit van textiel moet er rekening worden gehouden met mogelijk verschillende meetresultaten in verschillende richtingen."

Tijk
Een tijk is een omhulsel van een matras, deze draagt bij aan het liggevoel.
"*Een tijk is opgebouwd uit meerdere soorten textiel, namelijk een vlieslaag, een katoenlaag en eventueel een vulling."*
De keuze van een tijk is afhankelijk van temperatuur en hygiëne. Een keuze kan gemaakt worden tussen een warmtijk en een cooltijk. Het verschil in temperatuur wordt gerealiseerd door het gebruik van wol in een warmtijk, wat voor extra warmte zorgt.[2]

Figuur 2.8: Tijk.

	Woven	*Non-woven*	*Breisel*	*Tijk*
Opbouw	Twee draden	Vezels/filamenten	1 draad	Vlies en katoen
Hechting	Vlechten	Vernaalden (knopen) Bindmiddel (binden) Bindvezel (smelten)	Lussen	Stikken
Basis	Vast (kettingdraad)	Geen	Geen	-
Stijfheid	Stug (diagonaal elastisch)	Stug	Elastisch	Elastisch

Tabel 2.1: Vergelijking van textielsoorten.

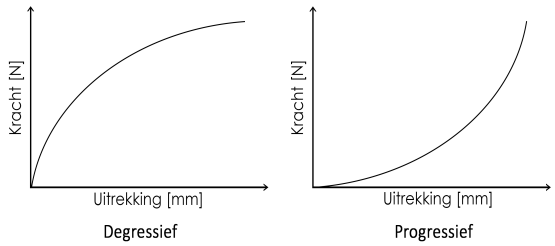
2.4 Elasticiteit

Elasticiteit is een maat die aangeeft hoe een materiaal naar zijn oorspronkelijke staat terugkeert, wanneer de aangebrachte spanning wordt weggenomen. Tijdens een trekproef worden de kracht (F) en de verlening (ΔL) gemeten en geregistreerd. Het resultaat dat de computer toont is een F-ΔL-diagram.
"F en ΔL zijn afhankelijk van de afmetingen van het proefstuk, waardoor de resultaten voor verschillende proefstukken niet rechtstreeks kunnen worden vergeleken."
Hierdoor worden deze waarden meestal niet gebruikt, maar herleid tot de spanning, $\sigma = F/A_o$ [N/m^2], en de verlenging herleid tot de rek, $\varepsilon = \Delta l / l_o * 100\%$ [%]. Het resultaat van de herleiding is het σ-ε-diagram, de trekkromme genaamd.[6]
De gemeten kracht (F) en de verlening (ΔL) zijn om te rekenen naar spanning en rek (de waarden die nodig zijn om de elasticiteit uit te rekenen) door middel van de volgende formules:

$\sigma = \frac{F}{A_0}$	$[N/m^2]$	Spanning.
$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\%$	[%]	Rek.
$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	$[N/m^2]$	Elasticiteitsmodulus.

Spanning is de hoeveelheid kracht (F), die wordt uitgeoefend op het doorsnede oppervlak (A) van het te testen materiaal.
Rek is het gevolg van de spanning waaronder het materiaal wordt gezet. Rek is een dimensieloos getal dat de verhouding tussen de lengteverandering (ΔL) en de oorspronkelijke lengte (L_o) van een stuk materiaal aangeeft.

In de textielbranche wordt de elasticiteit op een andere manier gedefinieerd. Spanningen bepalen in een textiel is vrijwel onmogelijk, aangezien het doorsnede oppervlak onbekend is en niet meetbaar. Om de spanning in een textiel te meten moet de spanning van elk draad in het textiel worden bepaald. De toegepaste spanning wordt vervangen door de toegepaste kracht en de rek wordt niet gedefinieerd als percentage, maar als ander woord voor de verlenging. Dit resulteert in een kracht-weg-diagram.
Ook de formule voor de Elasticiteitsmodulus is niet bruikbaar voor de elasticiteit van textiel, aangezien er geen sprake is van een lineaire stijging in het diagram.
"Wanneer er in de textielbranche over elasticiteit wordt gesproken, wordt de verlenging met bijbehorende kracht bedoeld."
De kracht (F) tegen de uitrekking (u), oftewel de verlenging (ΔL), zijn de waarden die nodig zijn om de veerconstante te berekenen volgens de wet van Hooke.
Textiel voldoet niet aan de wet van Hooke (k= F/u). De uitrekking (u) verloopt niet recht evenredig met de uitgeoefende kracht (F), waardoor er geen vergelijkbare lineaire stijging zal plaatsvinden,weergeven in figuur 2.10.
Naarmate een textiel verder wordt uitgerekt, vergt het steeds minder kracht voor verdere uitrekking. Progressieve veren worden bij een stijgende belasting steeds stugger, terwijl degressieve veren steeds soepeler worden.
De curve die ontstaat wanneer een textiel wordt belast, zal degressief verlopen.



Figuur 2.9: Degressief vs. Progressief.

Figuur 2.10 weergeeft een kracht-weg-diagram, die laat zien dat een ideale veer terugveert langs precies dezelfde weg als waarin deze is uitgerekt, na het weg nemen van de belasting.
"*Een duurtest wordt niet tot de maximale kracht uitgevoerd, maar blijft in het elastische gedeelte.*"
Hierbij wordt de belasting meerdere keren uitgeoefend op hetzelfde stuk textiel. In de eerste cyclus wordt er een kracht uitgeoefend op het textiel. Na het verwijderen van de belasting heeft het textiel meer tijd nodig om terug te keren naar oorspronkelijke staat dan dat de tweede cyclus begint.
"Bij een trektest wordt de uitgeoefende kracht geleidelijk verhoogt tot het textiel scheurt."

Figuur 2.10: Kracht-weg-diagram resultaten.

2.5 Elasticiteit in textiel

Elasticiteit in textiel kan worden bepaald met behulp van trek- of druktesten. Proefstukken (textielsoorten met specifieke afmetingen, die getest worden op elasticiteit) worden belast met een trek- of drukkracht (F), waarbij een lengteverandering (ΔL) van het textiel wordt gemeten.
Er bestaan verschillende normen voor deze testen, de Internationale Organisatie voor Standaardisatie norm (ISO-norm), de Europese Norm (EN-norm), Nederlandse Norm (NEN-norm), die de standaarden voor het testen van textiel beschrijven, namelijk:

- NEN-EN-ISO 13934-1:2013:
  Deze Internationale norm specificeert een procedure om de maximale kracht en bijbehorende maximale rek op een proefstuk (weefsel) te bepalen, door het gebruik van een strip-methode met de constante-rate-of-extensie (CRE) machine.
- NEN-EN 14704-2:2007:
  Deze Europese norm specificeert testmethoden die gebruikt kunnen worden om de elasticiteit en bijhorende eigenschappen van een textielsoort te bepalen, wanneer het textiel een vervorming van het oppervlak ondergaat. Hierin wordt zowel een statische als een dynamische testmethode omschreven.

Om meetfouten te voorkomen wordt er als eis gesteld dat proefstukken niet binnen 150 millimeter van beide randen van het textiel uitgesneden mogen worden. *"In de normen staat beschreven hoe de proefstukken uitgesneden moeten worden."*
Het proefstuk wordt door middel van een voorspankracht op spanning gezet. Vanaf het punt dat het proefstuk op spanning staat wordt de krachtsensor op nul Newton geijkt.

De uitrekking die ontstaat door de voorspankracht wordt toegevoegd aan de meetlengte, zo wordt de oorspronkelijke lengte bepaald die nodig is voor de berekening van de rek bij maximale kracht. Testresultaten waar het proefstuk asymmetrisch uit de kleminrichting glijdt of met meer dan twee millimeter langs de inklemmingslijn glijdt, mogen niet worden gebruikt. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de bruikbare gegevens.

Machine	Constante-Rate-of-Extensie (CRE) machine		
Norm	ISO 13934-1:2013	EN 14704-2:2007	
Belasting type	Trek	Statisch	Dynamisch
Voorspanning	2 Newton	Druk	Druk
Klemsysteem	Klemkaken	2 vergrendelde frames	2 Klemringen
Kaakbreedte	Minimaal 60mm	100mm	-
Instelbare lengte	100mm tot 200mm ± 1mm	100mm tot 200mm ± 1 mm	0mm tot 100mm ± 1mm
Frequentie gegevensverzameling	Minimaal 8 per seconde	Na 5 uur belasting + 30 min. rust.	Minimaal 8 per seconde
Spanning vrijetoestand	-	Minimaal 20 uur + 4 uur na voorbereiding	Minimaal 20 uur + 4 uur na voorbereiding
Aantal proefstukken	Kettingrichting: 5 Inslagrichting: 5	Kettingrichting: 1 Inslagrichting: 1	Kettingrichting: 5 Inslagrichting: 5
Afmetingen proefstuk	Breedte: 50mm ± 0,5mm Lengte: 200mm + klem	Breedte: 50mm ± 1 mm Lengte: 300mm ± 1 mm	Diameter: 145mm ± 2mm
Foutmarge	Kracht: ± 1% Rek: ± 1mm	Kracht: ± 1% Rek: ± 1mm	Kracht: ± 1% Rek: ± 1mm
Meetresultaten	Maximale Kracht Maximale Rek Kracht-weg-diagram	Maximale Kracht Maximale Rek Kracht-weg-diagram	Maximale Kracht Maximale Rek Kracht-weg-diagram

Tabel 2.2: Vergelijking van de normen.[7][8]

2.6 Concurrentie analyse

Testmachines
Er moet een kracht op het textiel worden uitgeoefend en een verplaatsing worden gemeten om de elasticiteit van textiel te meten. Het materiaal moet worden ingeklemd om het materiaal op kracht te belasten. De meest voorkomende testopstelling om de elasticiteit van verschillende materialen te bepalen is de trekbank. Deze testmachine test verschillende materialen op trekbelasting. Een proefstuk wordt aan beide zijden ingeklemd en vervolgens door de testmachine uit elkaar getrokken.
De volgende gegevens worden hierbij vastgelegd:

- De uitrekking wordt bepaald door het verschil tussen de beginlengte en de eindlengte. Dit verschil kan worden gemeten door de verplaatsing van de kleminrichting, om nauwkeuriger te kunnen meten, wordt er gebruik gemaakt van een meetsensor. Deze wordt op het materiaal geplaats en doet een nauwkeurige meting op de geplaatste positie.
- De kracht die de testmachine uitoefent op het proefstuk om het te kunnen uitrekken. De registratie van de meetwaarden word uitgevoerd door middel van een computer met daarvoor bestemde software.

Figuur 2.11: Trekbank.[9]

Conclusie:
Een onderdeel ontwikkelen voor de drukbank die de drukkracht omzet in een trekkracht, die op dezelfde manier werkt als een trekbank, heeft als voordeel dat het de kans vergroot dat er gebruik mag worden gemaakt van de bestaande ISO-norm voor een trekproef op textiel met behulp van de trekbank.

Een biaxiaal testsysteem rekt het proefstuk uit in twee verschillende richtingen. Deze techniek wordt gebruikt om de mechanische eigenschappen van anisotrope materialen te verkrijgen, zoals composietmaterialen, textiel en zachte biologische weefsels.
Er zijn drie soorten biaxiale trekproeven:

- Barst test(Bursting Test), ronde proefstukken worden rondom vastgeklemd langs de rand en onder druk gezet door middel van lucht of water totdat het barst;
- Cilinderproef, een holle cilinder wordt blootgesteld aan inwendige druk(lucht/water) en axiale druk of spanning;
- Biaxiale oppervlakte test, een geklemd materiaal kan in twee hoofdrichtingen worden belast op trekkracht.[10]

Figuur 2.12: Biaxiaal testsysteem.[11]

Conclusie:
De te ontwikkelen testopstelling moet fungeren als onderdeel van een drukbank, welke geen water- en/of luchtdruk kan leveren. De door water of lucht geleverde kracht, kan worden vervangen door een bolvormige stempel. Deze kan aan de drukbank worden bevestigd en een kracht uitoefenen op de proefstukken volgens hetzelfde principe als de Barst test. De drukkracht van de drukbank kan worden vertaald naar een trekkracht die in meerdere richtingen aan het proefstuk trekt, om te bepalen hoe het textiel vervormd wanneer het wordt belast in meerdere richtingen.

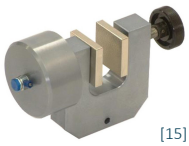
2.7 Kleminrichtingen

De kleminrichting zorgt voor een juiste positionering van het proefstuk en voorkomt dat het proefstuk gaat glijden. De kleminrichting mag geen verzwakkingen veroorzaken in het proefstuk, zoals het insnijden van het proefstuk ter hoogte van de klemkaak.
De kleminrichtingen moeten worden gecentreerd met het midden van de klemkaak op de lijn van de trekkracht. De voorste randen van de klemkaken moeten loodrecht op de lijn van de kracht worden geplaatst.
Het klemoppervlak bevindt zich in hetzelfde vlak als waarin het textiel moet worden opgespannen. Het klemoppervlak moeten glad en plat zijn, behalve wanneer het proefstuk niet naar tevredenheid kan worden vastgehouden, dan worden er gegraveerde of gegolfde klemkaken gebruikt om het glijden te voorkomen.
Hulpstoffen die het glijden kunnen verminderen zijn papier, leer, kunststof of rubber. Klemmen met verschillende oppervlakken kunnen leiden tot verschillende testresultaten. Er wordt geadviseerd eenzelfde kleminrichting te gebruiken en wanneer dit afwijkt te vermelden in het testrapport.

"Voor het testen van textiel met rekeigenschappen wordt aanbevolen gegraveerde metalen oppervlakken te gebruiken. Bij voorkeur hebben de klemkaken een breedte van ten minste 60 mm, maar mogen absoluut niet kleiner zijn dan de breedte van het proefstuk." [7]

Jaw breaks
Elke breuk die plaatsvindt binnen vijf millimeter van de klemkaken moet genoteerd worden als een "Jaw Break". Na afloop van het testen van de vijf proefstukken kan er worden vergeleken of dit resultaat veel afwijkt van de goede resultaten. Wanneer één van de Jaw Break resultaten boven het laagste "normale" breuk resultaat valt, dan kan deze in de testresultaten worden meegenomen. Wanneer deze onder het laagste "normale" breuk resultaat valt, wordt het testresultaat uitgesloten en worden er extra testen uitgevoerd om vijf "normale" breuken te verkrijgen.[7]

[13]

[14]

[15]

[16]

[17]

Grip	Mechanical Wedge Grip	Mechanical Vice Grip	Pneumatic Vice Grip	Eccentric Roller Grips	Scissor Grips
Maximale kracht	20000N	10000N	8000N	5000N	5000N
Kaakbreedte	40 mm	60 mm	60 mm	50 mm	50 mm
Complexiteit	Complex	Eenvoudig	Complex	Eenvoudig	Complex

Tabel 2.3: Bestaande kleminrichtingen.[12]

2.8 Analyse bestaandsysteem

Om de ambachtelijke kennis te vertalen naar testresultaten, moet er gebruikt worden gemaakt van een testopstelling, die de uitrekking van het textiel gaat meten met bijbehorende krachten, om de waarden te bepalen die invloed hebben op de elasticiteit. De testopstelling moet onderdeel zijn van een drukbank. Deze drukbank is een test machine van Zwick/roell. De drukbank bestaat uit de volgende onderdelen, weergeven in figuur 2.14:

Frame
Het frame is de basis van de testopstelling, waaraan alle onderdelen zijn bevestigd. Het is opgebouwd uit aluminium systeemprofielen, waardoor het een robuust uiterlijk heeft.

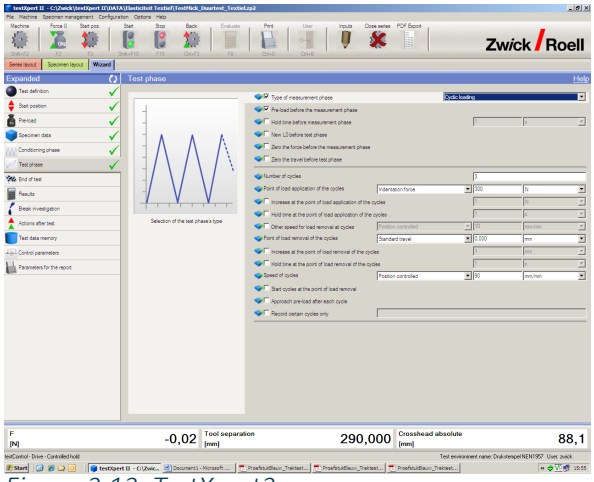
Elektromechanische testcilinder
De testcilinder levert de kracht die uitgeoefend moet worden op de te ontwikkelen testopstelling. De testcilinder kan een maximale kracht van 2000 Newton leveren. De verplaatsing van de cilinder wordt door de testcontroller bijgehouden, waardoor er een afgelegde weg kan worden geregistreerd.

Load cell
De load cell, oftewel krachtsensor, meet de kracht die door de elektromechanische testcilinder wordt uitoefent. Het testprogramma in combinatie met de load cell zorgt ervoor dat er voorspanningen worden gerealiseerd en dat de meting start bij de juiste kracht.
Auping maakt gebruik van een stempel om kracht uit te oefenen op verschillende posities op de matras. Deze is bevestigd aan de load cell door middel van een bolscharnier.

Elektronische testcontroller
De, door de load cell, verkregen meetresultaten worden doorgegeven aan de controller. Deze vertaald de waarden van de load cell naar leesbare/bruikbare gegevens voor de computer.

De computer
De computer krijgt input vanuit de elektronische testcontroller. De computer kan de meetresultaten vertalen naar overzichten, tabellen en grafieken. TestXpert2 is de software die de gegevens van de controller kan vertalen naar de gewenste testresultaten, gepresenteerd in begrijpbare grafieken en tabellen.

TestXpert2:
In het testprogramma TestXpert2 kunnen de volgende testinstellingen worden ingevoerd: verschillende testsoorten, gegevens van het proefstuk, gegevens voor de testcyclus, gewenste resultaten. TestXpert2 biedt de mogelijkheid om na afloop van de test, de resultaten in een excel- of pdf-bestand op te slaan.



Figuur 2.13: TestXpert2.

Figuur 2.14: Onderdelen en hoogte van de drukbank van Auping.

Technische specificaties

Fmax [N]	2000
Nauwkeurigheid ΔL [mm]	± 0.001
Nauwkeurigheid F [N]	± 0.1
Maximaal beschikbare afmeting (LxBxH) [mm]	2405 x 1110 x 1105
Hoogte tot de load cell [mm]	1105
Hoogte van het bevestigingsgat van de load cell [mm]	1095
Hoogte tot onderkant stempel [mm]	1000

Tabel 2.4: Technische specificaties van de drukbank.

2.9 Veiligheidseisen

De testopstelling moet voldoen aan een aantal veiligheidseisen, om te kunnen garanderen dat de werknemers geen gevaar lopen bij het gebruik van de testopstelling. Er bestaat een Europese richtlijn die eisen beschrijft waaraan machines moeten voldoen. Deze richtlijn geldt ook voor verwisselbare uitrustingsstukken van een machine, waardoor deze ook betrekking heeft op de testopstelling.

De richtlijn is beschreven in:
- RICHTLIJN 2006/42/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 17 mei 2006 betreffende machines en tot wijziging van Richtlijn 95/16/EG (herschikking).[18]

De Machinerichtlijn is een Europese wet die eisen bevat waaraan machines moeten voldoen, die bestemd zij voor de Europese markt. De richtlijn bevat een groot aantal veiligheids- en gezondheidseisen. De landen in de Europese Unie zijn verplicht de richtlijn op te nemen in nationale wetgeving. In Nederland is dat gedaan in de vorm van het Warenwetbesluit machines.[19]
Aan de hand van het document zijn verschillende veiligheidseisen omschreven, die direct betrekking hebben op de testopstelling, namelijk:

- De testopstelling moet zodanig zijn ontworpen en gebouwd dat die bediend, afgesteld en onderhouden kan worden zonder dat personen aan een risico worden blootgesteld.

- De testopstelling moet zodanig zijn ontworpen en gebouwd dat abnormaal gebruik wordt voorkomen.

- De testopstelling moet veilig kunnen worden gehanteerd en vervoerd.

- Gebruikte materialen mogen geen gevaar voor de veiligheid of de gezondheid van personen opleveren.

- Een storing in het besturingssysteem mag niet leiden tot een gevaarlijke situatie.

- Het stopzetten van de machine mag niet worden verhinderd indien de opdracht tot stopzetten reeds is gegeven.

- Voorzienbare menselijke fouten gedurende de werking mogen niet tot een gevaarlijke situatie leiden.

- De testopstelling, onderdelen en toebehoren moeten voldoende stabiliteit bezitten opdat kantelen, omvallen of onbeheerste verplaatsingen worden vermeden tijdens het vervoeren, monteren, demonteren en elke andere handeling waarbij de machine betrokken is.

- De verschillende delen van de machine en hun verbindingen moeten bestand zijn tegen de belastingen waaraan zij tijdens het gebruik worden blootgesteld.

- De bewegende delen van de machine moeten zodanig zijn ontworpen en gebouwd dat wat betreft risico voor aanraking, waardoor zich ongelukken zouden kunnen voordoen, wordt voorkomen, of, wanneer risico's blijven bestaan, voorzien zijn van afschermingen of beveiligingsinrichtingen.

2.10 Ergonomie

Ergonomisch werken betekent dat gebruiksvoorwerpen, machines en taken zo zijn ontworpen dat ze de veiligheid, de gezondheid, het comfort én de efficiëntie van mensen bevorderen.
In de Arbowet en in het Arbobesluit zijn weinig specifieke eisen opgenomen voor de beoordeling van werkplekafmetingen in relatie tot werkhoudingen of repeterende arbeid.

- Artikel 3.19 van het Arbobesluit geeft aan dat er voldoende bewegingsruimte moet zijn voor het verrichten van de arbeid.[20]

- Artikel 5.4 van het Arbobesluit geeft aan dat alle werkplekken ergonomisch ingericht moeten worden, wanneer dit redelijkerwijs niet kan worden gevergd moet het volgens de ergonomische beginselen worden ingericht.[21]

- Artikel 3 van de Arbowet geeft in algemene zin aan dat de werkgever verantwoordelijk is voor de veiligheid en de gezondheid van de werknemers bij alle uit te voeren arbeid. Repeterende, monotone en tempo gebonden arbeid moet zoveel mogelijk worden vermeden dan wel beperkt. Als dergelijke arbeid niet of onvoldoende kan worden vermeden, moet de werkgever deze door andersoortige arbeid of pauzes regelmatig afwisselen.[22]

Ergonomische werkhoogtes:
De ergonomische werkhoogte is de hoogte, waarop mensen het werk op een gezonde wijze en met een optimale lichaamshouding kunnen uitvoeren. Een ergonomisch ingerichte werkplek vermindert de fysieke belasting en voorkomt problemen.

Tabel 2.5 weergeeft de ergonomische werkhoogtes, die zijn bepaald aan de hand van de horizontale stand van de onderarm, waarbij de elleboog onder een hoek van 90 graden staat.
De testopstelling zal fungeren als onderdeel van de drukbank. Mannelijke en vrouwelijke werknemers zullen afwisselend gebruik maken van de testopstelling, waardoor er bij voorkeur gebruik gemaakt moet worden van in hoogte verstelbare werkhoogtes.
De testinstellingen worden ingevoerd via de computer van de drukbank, welke op een tafel naast de drukbank is gepositioneerd. In een zittende lichaamshouding wordt aan deze tafel gewerkt, die voldoet aan de ergonomische werkhoogtes.
Het plaatsen en het koppelen van de testopstelling aan de drukbank, zal in een staande lichaamshouding gebeuren. Het bevestigen van het proefstuk zal zittend of knielend gebeuren. Dit zorgt voor een wisselende lichaamshouding tijdens het uitvoeren van de test.

Positie	*Ergonomische werkhoogte (vaste hoogte)*	*Ergonomische werkhoogte (verstelbare hoogte)*
Staan	1120 mm	1080 - 1280 mm
Zitten	750 mm	620 - 850 mm
Knielen	500 mm	-

Tabel 2.5: Overzicht ergonomische werkhoogtes.[23][24]

Er bestaat geen wetgeving op het gebied van “extreme houdingen”. Gehurkt- en geknield werken heeft een risicofactor die moet worden bekeken om een uitspraak te kunnen doen over een aanvaardbare kniebelasting.
Figuur 2.15 weergeeft de door de Arbodienst gestelde grenswaarden voor geknield werken.

“Geknield/gehukt werken moet zoveel mogelijk worden voorkomen of zo kort mogelijk blijven.”
Afwisseling met andere houdingen is een minimale vereiste.[25]
Bij een verhoogd risico moeten er preventiemaatregelen genomen worden, zoals geknield/gehurkt werken vermijden, de duur inkorten of de belasting op de knieën verminderen.

Repeterend werk is het uitvoeren van steeds dezelfde bewegingen vaker dan twee keer per minuut. Deze bewegingen worden minimaal twee uur per dag of minimaal een uur achtereen uitgevoerd. Voorbeelden zijn beeldschermwerk, lopendebandwerk, fijn montagewerk en inpakwerk.
De richtlijnen van belastende houdingen van de armen, handen, hoofd, romp en benen geven aan dat deze tot 60 minuten geen risico vormen.[26]

Figuur 2.15: Grenswaarden voor geknield werken.[25]

2.11 Stakeholders

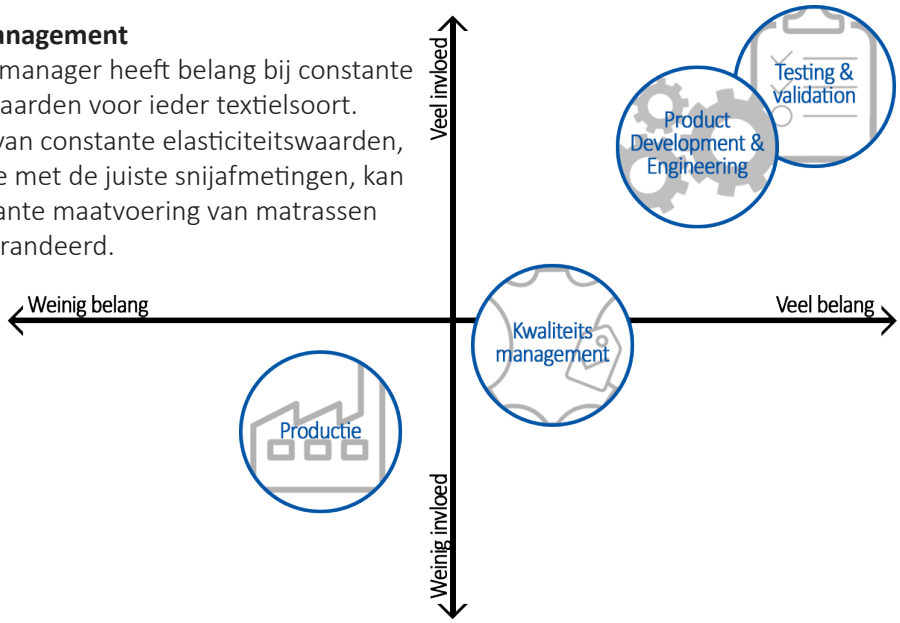
De stakeholders bevinden zich intern bij Auping, aangezien de testopstelling intern gaat fungeren.

Testing & Validation
De Testing & Validation manager heeft de meeste invloed op en het meeste belang bij de testopstelling. Meetresultaten bieden hulp bij het vergelijken van verschillende textielsoorten en voor het maken van de juiste afwegingen. Met behulp van deze meetresultaten kunnen er onderbouwde adviezen worden gegeven met betrekking tot de elasticiteit van textiel zoals: textielkeuze, maatvoering en toleranties.
Auping hanteert werkprotocollen voor het uitvoeren van verschillende testen, waarin stapsgewijs staat vermeld welke handelingen uitgevoerd en welke resultaten genoteerd moeten worden.
Het belang van deze stakeholder is dat er een goed werkende, veilige testopstelling komt met een duidelijke gebruiksaanwijzing. Deze kan worden vertaald naar een werkprotocol met een standaard Auping opmaak.

Kwaliteitsmanagement
De kwaliteitsmanager heeft belang bij constante elasticiteitswaarden voor ieder textielsoort. Met behulp van constante elasticiteitswaarden, in combinatie met de juiste snijafmetingen, kan er een constante maatvoering van matrassen worden gegarandeerd.

Productie
De elasticiteit van textiel is een invloedrijke factor voor de draadspanning van de naaimachines, het opspannen van het textiel, het stofferen van de verschillende producten en het instellen van computergestuurde programma's voor de snij- en doorstikmachines. Het steeds meer willen automatiseren in de productie veroorzaakt dat juiste en nauwkeurige specificaties steeds belangrijker worden.

Product Development & Engineering
De productontwikkelingsafdeling is verantwoordelijk voor alle benodigde informatie voor producten. Met behulp van testresultaten van de elasticiteit van textiel kunnen de engineers op de product ontwikkelingsafdeling beter maatvoeringen en toleranties bepalen.
De elasticiteit van textiel heeft invloed op ligcomfort. De testresultaten ondersteunen de afdeling bij het meer inzicht krijgen in de meest comfortabele textielsoorten.



Figuur 2.16: Invloed-Belang-diagram van de stakeholders.

2.12 Programma van eisen

Eisen:

Algemeen:
- De testopstelling moet fungeren als onderdeel van de drukbank.
- De testopstelling moet aangedreven worden door de elektromechanische testcilinder van de drukbank.
- De testopstelling moet de uitrekking in X-richting (kettingrichting) kunnen meten.
- De testopstelling moet de uitrekking in Y-richting (inslagrichting) kunnen meten.
- De testopstelling moet een belasting van 2000 Newton kunnen verdragen.
- De testopstelling moet binnen de afmetingen van 2405 x 1110 x 1105 millimeter passen.
- De testopstelling moet eenvoudig en eenduidig kunnen worden bediend.
- De testopstelling moet beschikken over een kleminrichting die textiel kan inklemmen.
- De maximale doorbuiging van de testopstelling moet kleiner zijn dan 0,25 millimeter.

Kleminrichting:
- De kleminrichting moet voorkomen dat het textiel gaat glijden.
- De kleminrichting moet een belasting van 2000 Newton kunnen verdragen.
- Het midden van de kleminrichting moet gecentreerd zijn op de lijn van de kracht die wordt uitgeoefend op het proefstuk.
- Het klemoppervlak moet zich in hetzelfde vlak bevinden als waarin het proefstuk is opgespannen.
- De kleminrichting mag geen hoekverandering ondergaan.
- De kleminrichting mag het proefstuk niet verzwakken of beschadigen.
- De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet beschikken over een minimale kaakbreedte van 60 millimeter.
- De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van 200 millimeter ±1 millimeter.
- De kleminrichting voor een cirkelvormig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van ø 145mm ±2 millimeter.

Meetresultaten:
- De meetresultaten moeten bestaan uit kracht en verlenging.
- De meetresultaten van de kracht moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 Newton.
- De meetresultaten van de uitrekking moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 millimeter.
- De meetresultaten moeten worden opgeslagen.

Veiligheid:

- De testopstelling moet beschikken over een gebruiksaanwijzing.
- Tijdens verplaatsing van de testopstelling mogen onderdelen van de testopstelling niet bewegen.
- De testopstelling moet tijdens verplaatsing stabiel en stevig blijven.
- Het in werking stellen van de testopstelling moet alleen mogelijk zijn door een opzettelijk verrichte handeling met behulp van het besturingsprogramma.
- Het loskoppelen van de testopstelling moet alleen mogelijk zijn door een opzettelijk verrichte handeling.
- De testopstelling moet te allen tijde stoppen wanneer de drukbank stopt.
- Letsel door (bewegende) onderdelen van de testopstelling moeten worden voorkomen.
- Belemmering van het zicht op het proefstuk moet worden voorkomen.
- Het (onverwacht) blokkeren van bewegende delen moet worden voorkomen.

Ergonomie:

- De zittende werkhouding aan de testopstelling moet een werkhoogte hebben tussen 620- 850 millimeter.
- De knielende werkhouding aan de testopstelling moet werkhoogte hebben van 500 millimeter.
- De staande werkhouding aan de testopstelling moet een werkhoogte hebben tussen 1080- 1280 millimeter.

Wensen:

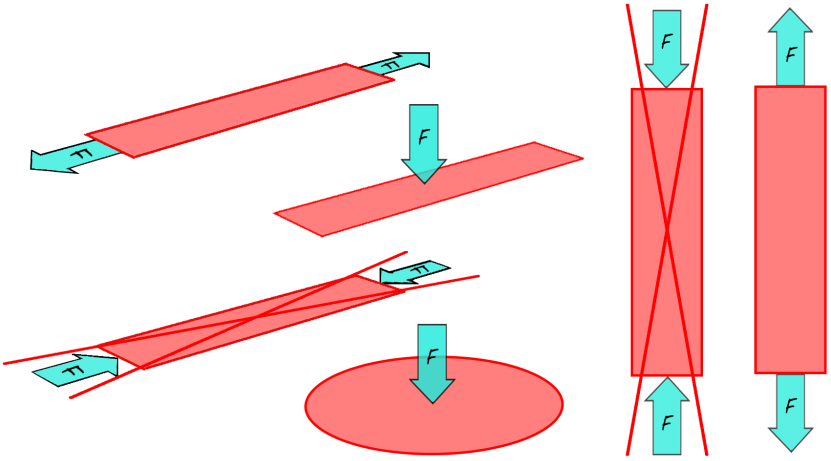
- De testopstelling moet de uitrekking in de X- en Y-richting gecombineerd kunnen meten.
- De manier van testen moet vergelijkbaar zijn met een test beschreven in een ISO-norm.
- Er moet een duurtest uitgevoerd kunnen worden.

3.0 Oplossings richtingen

3.0 Oplossingsrichtingen

In hoofdstuk drie worden verschillende oplossingsrichtingen behandeld, waarbij proefstukken op verschillende manieren door testopstellingen worden belast. Het resultaat van hoofdstuk drie is een oplossing die verder uitgewerkt gaat worden.

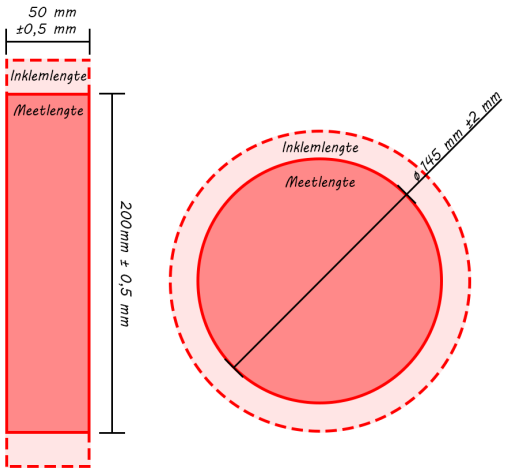
De elasticiteit in een proefstuk wordt bepaald door een meting, waarbij een kracht en bijbehorende uitrekking wordt gemeten. Een verticale drukkracht, die wordt geleverd door de drukbank van Zwick/roell, moet zorgen voor een lengte verandering van het proefstuk. Een testopstelling moet ervoor zorgen dat de, door de drukkracht geleverde, kracht rechtstreeks gebruikt kan worden of dat deze vertaald wordt naar een kracht in een andere richting, zodat er afzonderlijk in de X- en Y-richting van het textiel metingen kunnen worden uitgevoerd. De kracht kan in verschillende richtingen en op verschillende manieren op het proefstuk worden uitgeoefend. Het proefstuk kan met het oppervlak horizontaal of verticaal worden opgespannen en worden belast met een druk- of trekkracht. Een drukkracht zal alleen resultaten opleveren wanneer de kracht loodrecht wordt uitgeoefend op het oppervlak waarin het proefstuk is opgespannen, aangezien er dan een uitrekking ontstaat. Een drukkracht in dezelfde richting als het vlak waarin het proefstuk is opgespannen brengt de uiteinden naar elkaar toe, waardoor de spanning op het proefstuk verminderd en er geen uitrekking optreedt. Een trekkracht zal alleen resultaten opleveren wanneer er getrokken wordt aan de uiteinden van het proefstuk in de zelfde richting als het vlak waarin het proefstuk is opgespannen.



Figuur 3.1: Mogelijke belasting richtingen.

Volgens de ISO-normen voor het testen van textiel, gelden standaard afmetingen voor een proefstuk. Een rechthoekig proefstuk heeft een standaard breedte van 50 millimeter ± 0,5 millimeter en een meetlengte 200 millimeter ± 0.5 millimeter.
Een cirkelvormig proefstuk heeft een meetlengte van ø 145 millimeter ± 2 millimeter. Voor beide soorten geldt dat de afmeting van het proefstuk bestaat uit de meetlengte + de benodigde lengte om het proefstuk in te klemmen.

Aan de hand van de proefstuksoorten en de verschillende richtingen van de kracht, zijn de volgende oplossingsrichtingen tot stand gekomen:
- Verticale drukbelasting.
- Horizontale trekbelasting.
- Verticale trekbelasting.



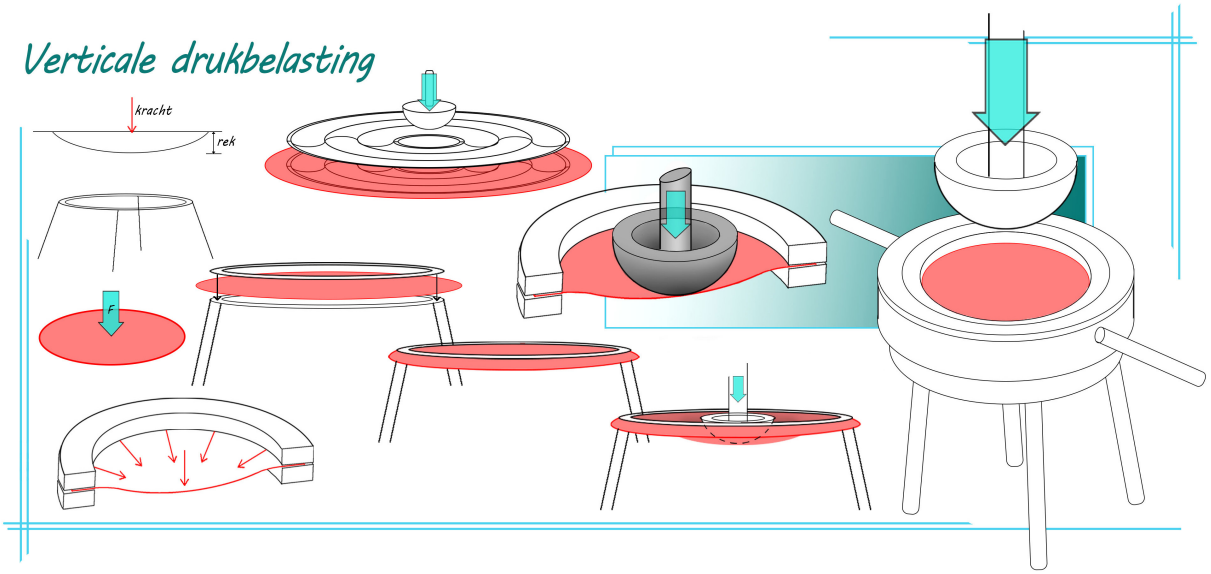
Figuur 3.2: Afmetingen volgens de ISO-normen.

3.1 Verticale Drukbelasting

De drukbelasting van de drukbank wordt rechtstreeks uitgeoefend op een verticaal opgespannen proefstuk, door gebruik te maken van een bolvormige stempel, welke is gemonteerd aan de load cell van de drukbank. Het proefstuk wordt in het middelpunt met een toenemende kracht belast, waardoor deze onder spanning komt te staan en uitrekt in Z-richting. De testresultaten bestaan uit de geleverde kracht en bijbehorende uitrekking, waaruit de elasticiteit van het textiel af te leiden is. De stempel zal een voorspanning van 0,2 Newton uitoefenen op het proefstuk, waarna de verplaatsing en kracht worden ingesteld op 0 millimeter en 0 Newton. De voorspanning zorgt ervoor dat alle meting van het proefstuk bij dezelfde hoeveelheid spanning starten.

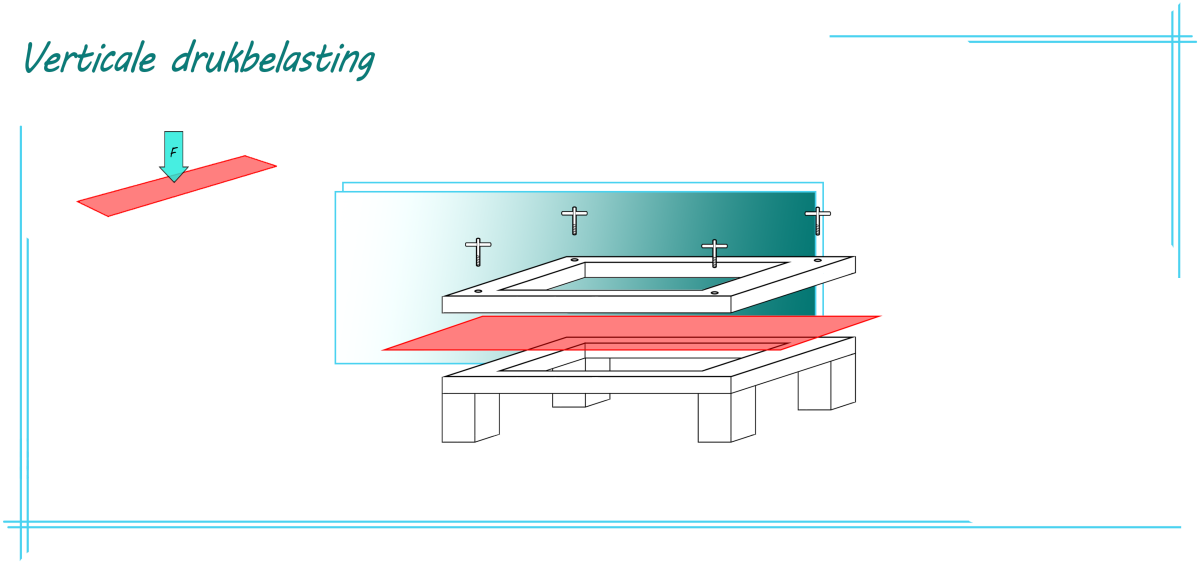
Cirkelvorming proefstuk

De testopstelling, weergeven in figuur 3.3, moet het cirkelvormige proefstuk opspannen, zodat er een verticale drukkracht loodrecht op het middelpunt van het proefstuk kan worden uitgeoefend. Na het bereiken van de voorspanning, zal de drukbank de uitgeoefende kracht en de verplaatsing van de stempel bijhouden. Het proefstuk is rondom ingeklemd, waardoor er geen meting wordt uitgevoerd in één richting van het proefstuk. De kracht wordt verdeeld over het gehele oppervlak, waardoor er een doorzakking wordt gemeten. De gemeten verplaatsing van de stempel is gelijk aan de doorzakking. Met behulp van deze testopstelling kan worden vergeleken hoe verschillende textielsoorten zich gedragen, wanneer een persoon op het textiel gaat zitten/liggen.



Figuur 3.3: Testopstelling cirkelvormig proefstuk.

Rechthoekig proefstuk
De testopstelling, weergeven in figuur 3.4, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een verticale drukkracht loodrecht op het middelpunt van het proefstuk kan worden uitgeoefend. Het proefstuk wordt met de korte zijden ingeklemd in het frame, wat het mogelijk maakt een meting uit te voeren in één richting van het proefstuk. Om resultaten te krijgen in de X- en Y-richting afzonderlijk, moet er gebruik gemaakt worden van een set bestaande uit vijf proefstukken, in zowel de X- als de Y-richting. Bij deze testopstelling wordt er ook een doorzakking gemeten in plaats van een uitrekking.
Het meten van de doorzakking van het totale oppervlak is ook mogelijk wanneer er een breder proefstuk wordt gebruikt en met alle zijden wordt geklemd in het frame.



Figuur 3.4: Testopstelling Rechthoekig proefstuk.

Beoordeling verticale drukbelasting
De oplossingsrichtingen voor de verticale drukbelasting zijn getoetst aan de hand van het programma van eisen. De eisen waaraan beide oplossingsrichtingen voldoen, zijn weggelaten in tabel 3.1.

Eisen:	*Cirkelvormig proefstuk*	*Rechthoekig proefstuk*
De testopstelling moet de uitrekking in X-richting (kettingrichting) kunnen meten.	-	+
De testopstelling moet de uitrekking in Y-richting (inslagrichting) kunnen meten.	-	+
De kleminrichting mag het proefstuk niet verzwakken of beschadigen.	-	+
De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet beschikken over een minimale kaakbreedte van 60 millimeter.	n.v.t.	+++
De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van 200 millimeter ±1 millimeter.	n.v.t.	++
De kleminrichting voor een cirkelvormig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van ø 145mm ±2 millimeter.	+++	n.v.t.
De meetresultaten moeten bestaan uit kracht en verlenging.	-	-
De meetresultaten van de kracht moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 Newton.	++	++
De meetresultaten van de uitrekking moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 millimeter.	-	-
De manier van testen moet vergelijkbaar zijn met een test beschreven in een ISO-norm.	++	-
Er moet een duurtest uitgevoerd kunnen worden.	+++	+++

Tabel 3.1: Beoordelingsresultaten van de oplossingsrichting verticale drukbelasting.

De testopstelling voor het cirkelvormige proefstuk is niet geschikt om een proefstuk in een afzonderlijke richting in te klemmen, waardoor de kracht niet kan worden uitgeoefend in één richting van het proefstuk. Hierdoor is het niet mogelijk de uitrekking in de X- en Y-richting afzonderlijk te meten.
Bij het rechthoekige proefstuk is dit wel mogelijk, aangezien hierbij de twee korte zijden apart worden ingeklemd, waardoor de kracht wordt uitgeoefend in één richting. Het gemeten resultaat is de afgelegde weg van de elektromechanische testcilinder, wat betekend dat de doorzakking van het proefstuk is gemeten.

De kleminrichting van deze testopstellingen bevindt zich in hetzelfde vlak als het proefstuk, maar het doorzakken van het proefstuk zorgt voor een (ongewenste) extra belasting op het proefstuk ter hoogte van de randen van de kleminrichting. Dit vergroot de kans op 'Jaw Breaks'.

De testopstellingen voor de verticale drukbelasting zijn meer geschikt om een doorzakking te meten en voor het uitvoeren van duurtesten, waarbij er een herhaalde belasting wordt uitgeoefend op het proefstuk. Het is een interessante testopstelling voor Auping, aangezien het de belasting van een persoon op een textielsoort kan nabootsen.

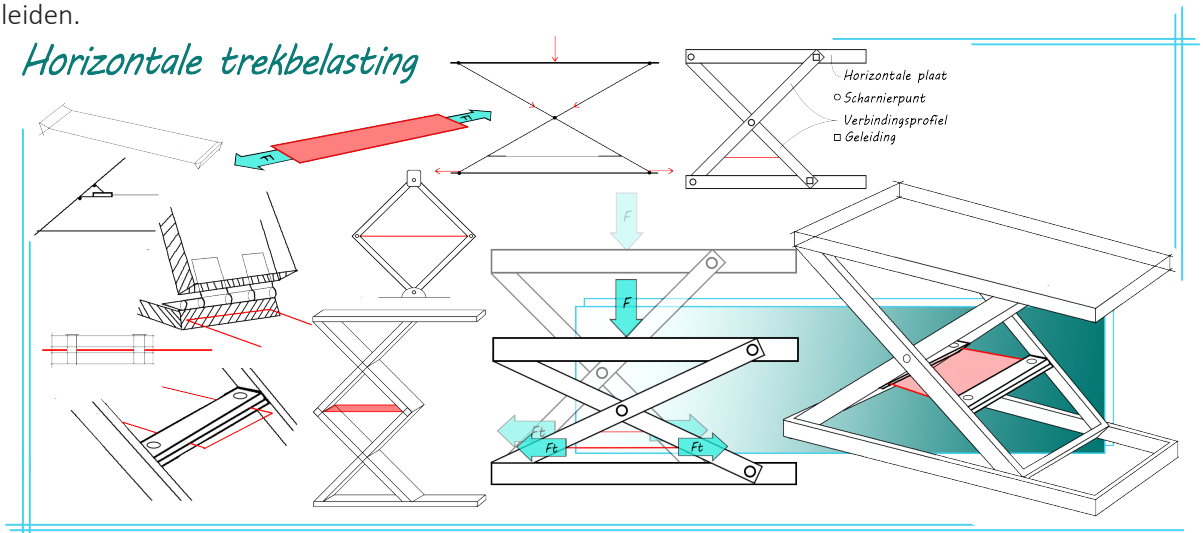
De elasticiteit in het textiel varieert in de X- en Y-richting, waardoor de meetresultaten van de verschillende richtingen van belang zijn voor een juiste beoordeling van de textielsoorten.
Dit is mogelijk met de testopstelling met het rechthoekige proefstuk.

3.2 Horizontale trekbelasting

Een horizontale trekbelasting uitoefenen op een proefstuk kan worden gerealiseerd door een testopstelling, die de geleverde verticale drukbelasting kan vertalen naar een horizontale verplaatsing van de kleminrichting(en). De horizontale verplaatsing van de kleminrichtingen veroorzaakt een horizontale trekbelasting op een horizontaal ingeklemd proefstuk. De geleverde drukkracht kan worden omgerekend naar de daadwerkelijk uitgeoefende trekbelasting, door te rekenen met reactiekrachten en hoekveranderingen. De testopstelling kan doormiddel van een koppeling worden bevestigd aan de loadcell van de drukbank. Er zal een voorspanning van 2 Newton worden uitgeoefend op het proefstuk, waarna de verplaatsing en kracht worden ingesteld op 0 millimeter en 0 Newton. Om meetresultaten in zowel de X-richting als in de Y-richting te verkrijgen, zullen er verschillende sets gemaakt en getest moeten worden. Er moet een set van vijf proefstukken worden gemaakt in zowel de kettingrichting als de inslagrichting die apart moeten worden opgespannen. De testresultaten bestaan uit de geleverde kracht en bijbehorende uitrekking, waaruit de elasticiteit van het textiel is af te leiden.

Schuifsysteem

De testopstelling, weergeven in figuur 3.5, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een horizontale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. De horizontale trekbelasting wordt gecreëerd door de scharnierende werking van vier verbindingsprofielen. De linker uiteinden en de middelpunten van de verbindingsprofielen zijn scharnierend, de rechter uiteinden zijn gemonteerd op een geleiding, weergeven rechtsonder in figuur 3.5. De verticale drukkracht wordt uitgeoefend op de bovenste horizontale plaat die de kracht doorgeeft aan de verbindingsprofielen. De scharnierende werking in combinatie met de geleiding veroorzaakt een verlaging van de horizontale plaat, waardoor de verbindingsprofielen langs de geleiding verplaatsen en zorgen voor een grotere afstand tussen de kleminrichtingen. De verplaatsing van de kleminrichtingen veroorzaakt een horizontale trekbelasting aan het proefstuk. De verplaatsing is gelijk aan de verlenging van het proefstuk.

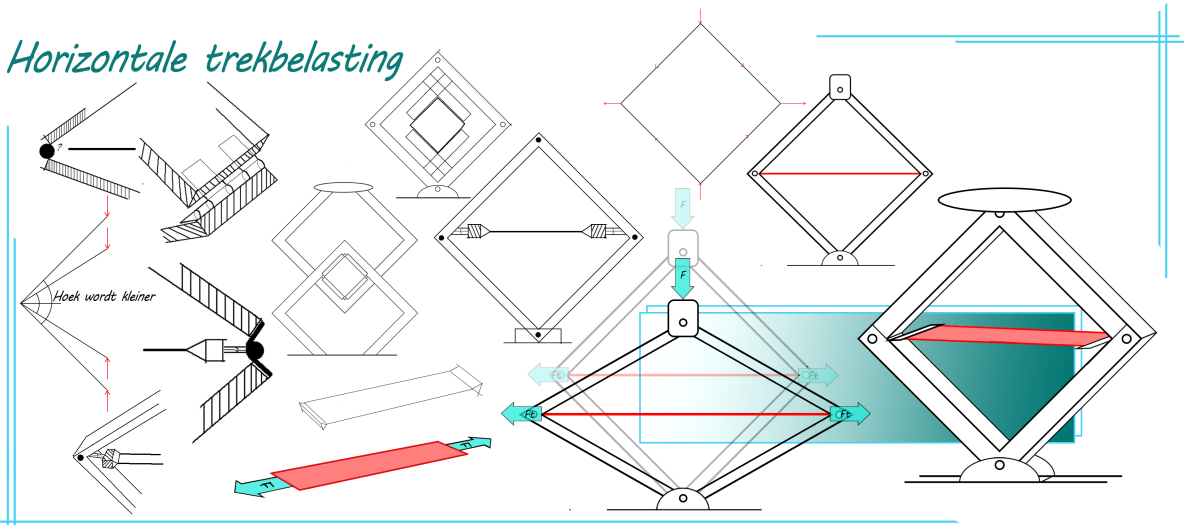


Figuur 3.5: Testopstelling Schuifsysteem.

Ruit

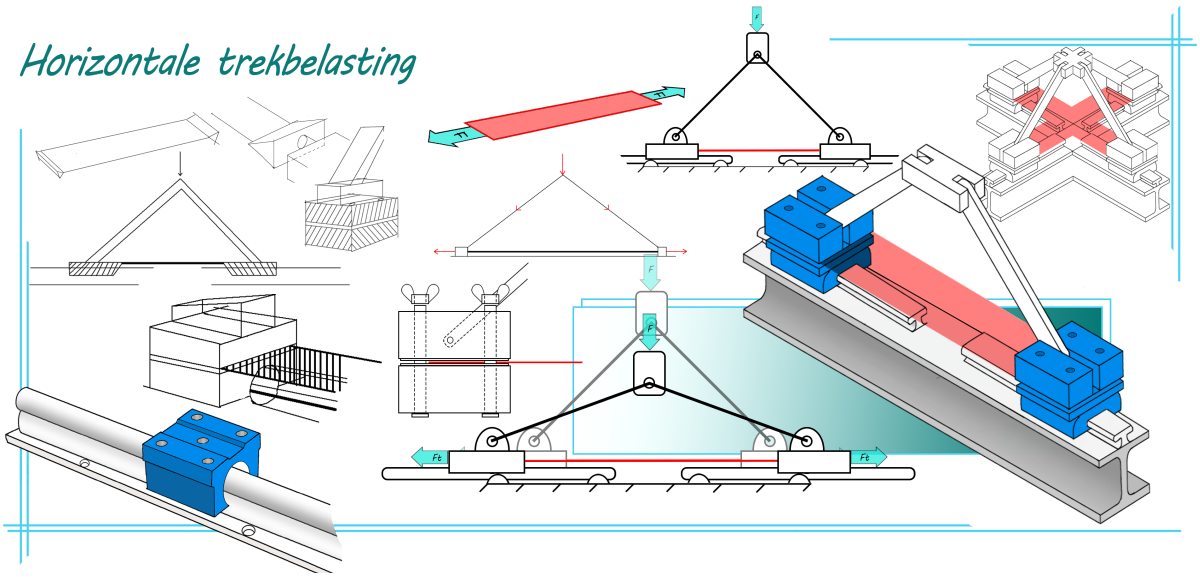
De testopstelling, weergeven in figuur 3.6, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een horizontale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. De horizontale trekbelasting wordt gecreëerd door een ruitvorm met een scharnierende werking, die bestaat uit vier scharnierende punten in combinatie met vier verbindingsprofielen. De onderste punt van de ruit is bevestigd op de ondergrond en de bovenste punt, doormiddel van een koppeling, aan de load cell.
Een verticale drukkracht wordt uitgeoefend op de koppeling, die is verbonden met de twee bovenste verbindingsprofielen. Deze zijn bevestigd aan de twee onderste verbindingsprofielen die een tegenkracht leveren. De verticale drukbelasting veroorzaakt een scharnierend effect in de ruit, wat ervoor zorgt dat de vrije hoeken naar buiten worden gedrukt. De afstand tussen de vrije hoeken wordt groter, wat resulteert in een grotere afstand tussen de twee kleminrichtingen en dus een uitrekking van het proefstuk.

Het scharnierende effect zorgt ervoor dat de verticale drukkracht, via de diagonale verbindingsprofielen, wordt vertaald naar de twee horizontale drukkrachten op de scharnieren. De horizontale drukkrachten zijn gelijk aan de twee horizontale trekkrachten die uitgeoefend worden op het proefstuk. Het scharnierende effect veroorzaakt een hoekverkleining bij het linker en rechter scharnierpunt. Dit maakt het lastig om een kleminrichting te bevestigen die het textiel in een stabiele positie houdt.



Figuur 3.6: Testopstelling Ruit.

Geleiding
De testopstelling, weergeven in figuur 3.7, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een horizontale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. Het onderste gedeelte van de ruit, weergeven in figuur 3.6, wordt vervangen door twee assen met daarop geleiders. Het monteren van de kleminrichtingen op de geleiders zorgt voor een stabiele inklemming van het proefstuk. De testopstelling is opgebouwd uit drie scharnierende punten, twee diagonale verbindingsprofielen en twee geleiders die over een as verplaatsen. De as is bevestigd op een vaste ondergrond. De verbindingsprofielen zijn in het bovenste punt, doormiddel van een koppeling, aan de load cell verbonden.
De verticale drukbelasting wordt uitgeoefend op de koppeling, die is verbonden met de twee verbindingsprofielen. Deze zijn met het andere uiteinde, scharnierend bevestigd aan de geleiders die in tegengestelde richting over de as verplaatsen.
De verticale drukbelasting wordt door de verbindingsprofielen vertaald naar een horizontale drukbelasting die wordt uitgeoefend op de geleiders.
De horizontale drukkrachten zijn gelijk aan de horizontale trekkrachten die op het proefstuk worden uitgeoefend. De geleiders met de daarop bevestigde kleminrichtingen verplaatsen in tegengestelde richting. Het toenemende afstandsverschil tussen de kleminrichtingen is gelijk aan de uitrekking van het proefstuk.
Wanneer er twee van deze testopstellingen aan elkaar worden bevestigd, zoals weergeven rechtsboven in figuur 3.7, kan er zowel in de X-richting als in de Y-richting gelijktijdig kracht wordt uitgeoefend op het proefstuk. De resultaten van het gecombineerd testen in de X- en Y-richting met deze opstelling geeft resultaten die niet interessant zijn voor Auping. Deze opstelling zal ook niet worden meegenomen in de beoordeling.



Figuur 3.7: Testopstelling Geleiding.

Beoordeling Horizontale trekbelasting
De oplossingsrichtingen voor de horizontale trekbelasting zijn getoetst aan de hand van het programma van eisen.

De eisen waaraan beide oplossingsrichtingen voldoen, zijn weggelaten in tabel 3.2.

Eisen	*Schuif systeem*	*Ruit*	*Geleiding*
De testopstelling moet eenvoudig en eenduidig kunnen worden bediend.	+	+	++
De kleminrichting mag geen hoekverandering ondergaan.	-	+	+++
Tijdens verplaatsing van de testopstelling mogen onderdelen van de testopstelling niet bewegen.	+	-	+
De testopstelling moet tijdens verplaatsing stabiel en stevig blijven.	++	-	++
Letsel door (bewegende) onderdelen van de testopstelling moeten worden voorkomen.	+	-	++
Belemmering van het zicht op het proefstuk moet worden voorkomen.	-	++	++
De testopstelling moet de uitrekking in de X- en Y-richting gecombineerd kunnen meten.	-	-	-
De manier van testen moet vergelijkbaar zijn met een test beschreven in een ISO-norm.	-	-	-

Tabel 3.2: Beoordelingsresultaten van de oplossingsrichting horizontale trekbelasting

Het schuifsysteem beschikt niet over een eenvoudige kleminrichting, aangezien deze binnen de testopstelling is gepositioneerd. Het observeren van het proefstuk tijdens de test zal worden beperkt, aangezien de verbindingsbalken voortdurend het zicht belemmeren.
De testopstelling mag het zicht op het proefstuk niet belemmeren, waardoor deze testopstelling minder functioneel zal zijn.

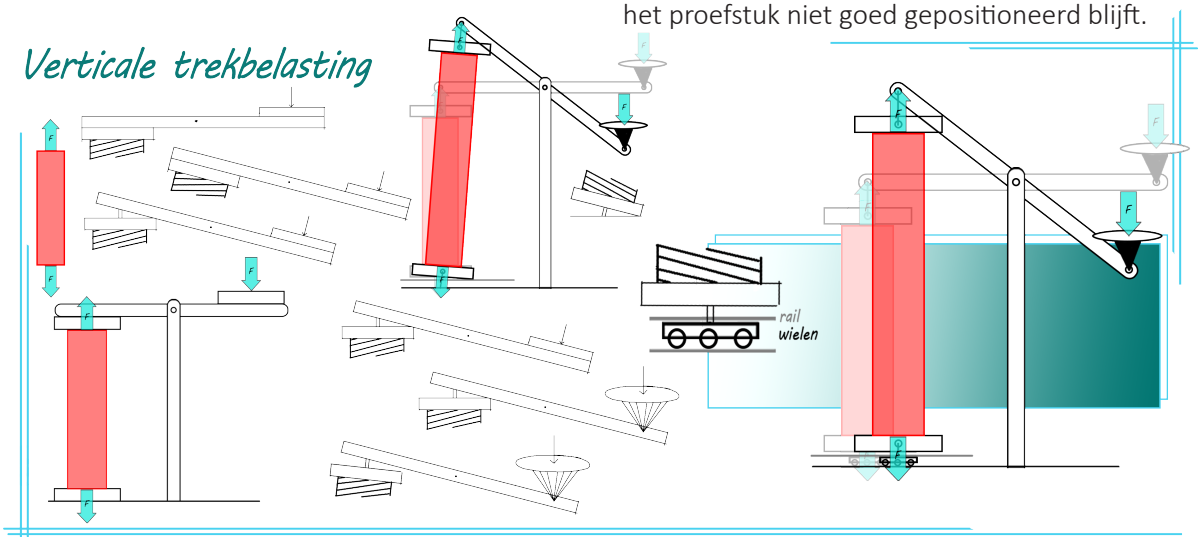
Het scharnierende effect van de ruit veroorzaakt een hoekverkleining bij het linker en rechter scharnierpunt. Dit maakt het lastig om een kleminrichting te bevestigen die het proefstuk in een stabiele positie houdt. De testopstelling is instabiel en daardoor ook niet stevig, aangezien de ruit op alle bevestigingspunten scharnierend is bevestigd. Een stabiele testopstelling is een vereiste voor de veiligheid van de werknemers.

Een verbetering van de ‘Ruit’ is de ‘Geleiding’. De geleiders in combinatie met de assen zorgen voor de stabiliteit van de opstellingen en een stabiele inklemming van het proefstuk.

3.3 verticale trekbelasting

Een verticale trekbelasting uitoefenen op een proefstuk kan worden gerealiseerd door een testopstelling, die de geleverde drukbelasting kan vertalen naar een verticale verplaatsing van de kleminrichting(en). Deze verplaatsing veroorzaakt een verticale trekbelasting op een verticaal ingeklemd proefstuk.
De geleverde drukkracht kan worden omgerekend naar de daadwerkelijk uitgeoefende trekbelasting, door te rekenen met reactiekrachten.
De testopstelling kan doormiddel van een koppeling worden bevestigd aan de loadcell van de drukbank. Er zal een voorspanning van 2 Newton worden uitgeoefend op het proefstuk, waarna de verplaatsing en kracht worden ingesteld op 0 millimeter en 0 Newton.
Om meetresultaten in zowel de X-richting als in de Y-richting te verkrijgen, zullen er verschillende sets van proefstukken gemaakt en getest moeten worden. Er moet een set van vijf proefstukken worden gemaakt in zowel de kettingrichting als de inslagrichting die apart moeten worden opgespannen. De testresultaten bestaan uit de geleverde kracht en bijbehorende uitrekking, waaruit de elasticiteit van het textiel is af te leiden.

Hefboom
De testopstelling, weergeven in figuur 3.8, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een verticale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. De testopstelling maakt gebruik van het hefboomprincipe, $(\text{kracht x arm})_{links} = (\text{kracht x arm})_{rechts}$.
Een kleine kracht in combinatie met een grote arm levert een grote kracht in combinatie met een korte arm. De verticale drukkracht van de drukbank zal aan de testopstelling worden overgedragen via de koppeling, welke is bevestigd aan de rechterkant van de hefboom. Aan de linkerkant van de hefboom is een kleminrichting gemonteerd waarin het proefstuk is ingeklemd. De andere kleminrichting is bevestigd aan de vaste grond. Het proefstuk wordt opgespannen tusen de kleminrichtingen. Wanneer er een drukkracht op de koppeling aan de rechterkant wordt uitgeoefend, zal er door het hefboom principe aan de linkerkant een verticale trekkracht ontstaan, waardoor er een uitrekking van het proefstuk ontstaat. Het nadeel van hefboom is dat de kleminrichting niet recht omhoog beweegt, maar in met een radius. Een nauwkeurige meting is niet mogelijk, aangezien het proefstuk niet goed gepositioneerd blijft.



Figuur 3.8: Testopstelling Hefboom.

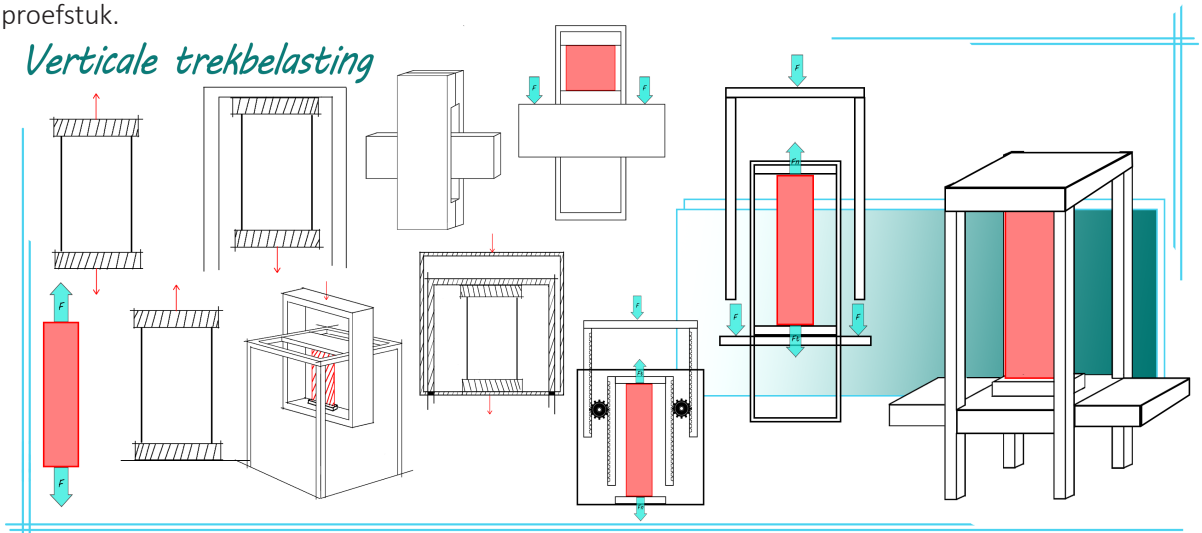
De kleminrichting losmaken van de vaste bodem en op een geleider plaatsen, zodat deze kan verschuiven, zorgt ervoor dat het proefstuk in de zelfde lijn blijft, maar niet op dezelfde positie. De uitrekking van het proefstuk is slecht te bepalen wanneer de kleminrichting verplaatst.

Tandwiel

De testopstelling, weergeven midden onder in figuur 3.9, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een verticale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. Het vertalen van een verticale drukbelasting naar een verticale trekbelasting, kan gerealiseerd worden door middel van twee tandheugels in combinatie met een tandwiel. De buitenste tandheugels worden door de drukbank neerwaarts verplaast, waardoor het tandwiel de andere tandheugel in opwaartse richting verplaatst. Aan de bodem en aan de tandheugels die in opwaarde richting bewegen zit een kleminrichting gemonteerd. De opwaardse beweging van de kleminrichting die gemonteerd is aan de tandheugels veroorzaakt een trekkracht die wordt uitgeoefend op het proefstuk. De verplaatsing van de bovenste inklemming is gelijk aan de uitrekking van het proefstuk.

U-vorm

De testopstelling, weergeven in figuur 3.9, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een verticale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. De ene kleminrichting is aan de bovenzijde van het frame gemonteerd en de andere kleminrichting is gemonteerd op een verticaal beweegbare plaat die aan de beide zijkanten van frame uitsteken. Aan de load cell van de drukbank is een U-vorm bevestigd, die de verticale kracht van de drukbank uitoefend op de horizontale plaat. De verplaatsing van de plaat veroorzaakt een verplaatsing van de kleminrichting, waardoor er een trekkracht ontstaat aan het proefstuk. De trekkracht is vrijwel gelijk aan de geleverde drukkracht. De verplaatsing van de inklemming is gelijk aan de uitrekking van het proefstuk. De U-vorm wordt een erg kolossaal onderdeel, aangezien het ruim boven en om de opstelling heen moet kunnen bewegen, zodat er een drukkracht kan worden uitgeoefend op de beweegbare plaat. De kolossale U-vorm maakt het een onhandige oplossing om een drukkracht te vertalen naar een trekkracht.

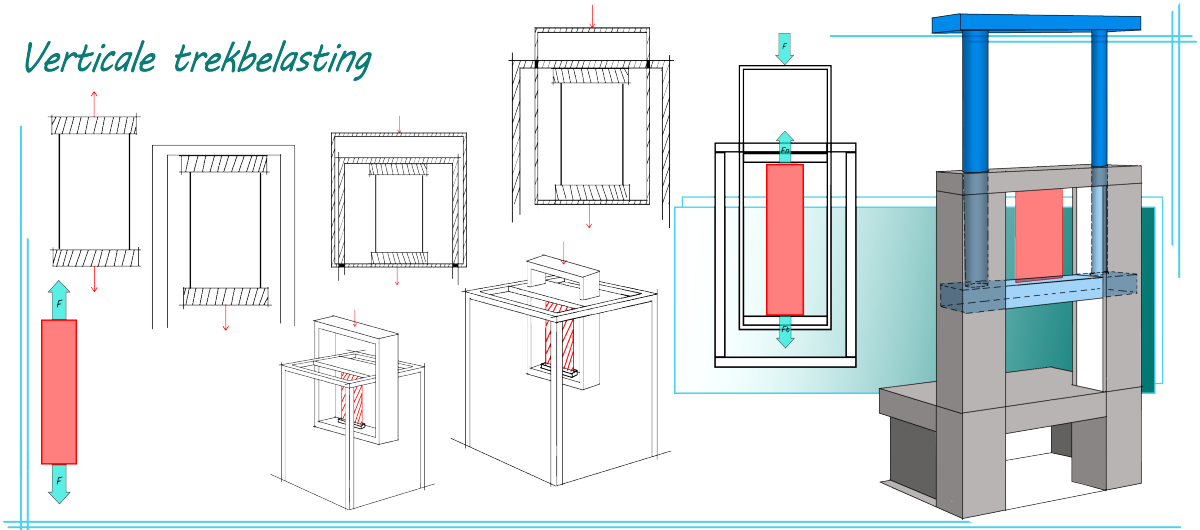


Figuur 3.9: Testopstelling U-vorm en Tandwiel.

I-vorm

De testopstelling, weergeven in figuur 3.10, moet een rechthoekig proefstuk opspannen, zodat er een verticale trekbelasting op het proefstuk kan worden uitgeoefend. De U-vorm en de beweegbare plaat, weergeven in figuur 3.9, worden vervangen door een schuifsysteem in de vorm van een I.
Het frame van de testopstelling blijft hetzelfde als bij de U-vorm, maar in de bovenzijde komen twee openingen waar de verbindingselementen van de I-vorm doorheen kunnen bewegen. Op de hoeken van de I-vorm worden lagers gemonteerd die de I-vorm vrijwel wrijvingsloos laten verplaatsen langs de verticale assen.

De verticale drukkracht wordt vertaald naar een verticale trekkracht in het proefstuk,door een kleminrichting te monteren aan de bovenzijde van het frame en op de onderste dwarsbalk van de I-vorm.
De verticale drukkracht wordt loodrecht op het oppervlak van het schuifsysteem uitgeoefend en vertaald naar een trekkracht in het proefstuk.
De I-vorm is één geheel, waardoor de op de bovenzijde uitgeoefende drukkracht gelijk is aan de trekkracht die aan de onderste balk trekt.
Deze krachten liggen in dezelfde lijn, waardoor de geleverde drukkracht (F_{actie}) vrijwel gelijk is aan de trekkracht in het proefstuk($F_{reactie}$), (F_{actie} =-$F_{reactie}$).
Het enige verlies is de minimale wrijving.



Figuur 3.10: Testopstelling I-vorm.

Beoordeling verticale trekbelasting
De oplossingsrichtingen voor de verticale trekbelasting zijn getoetst aan de hand van het programma van eisen.

De eisen waaraan beide oplossingsrichtingen voldoen, zijn weggelaten in tabel 3.3.

Eisen	*Hefboom*	*Tandwiel*	*U-vorm*	*I-vorm*
De testopstelling moet binnen de afmetingen van 2405 x 1110 x 1105 millimeter passen.	+++	+++	-	+++
De kleminrichting mag geen hoekverandering ondergaan.	-	+++	+++	+++
De meetresultaten van de uitrekking moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 millimeter.	-	+++	+++	+++
De testopstelling moet tijdens verplaatsing stabiel en stevig blijven.	-	+++	-	+++
De testopstelling moet de uitrekking in de X- en Y-richting gecombineerd kunnen meten.	-	-	-	-
De manier van testen moet vergelijkbaar zijn met een test beschreven in een ISO-norm.	-	-	-	++

Tabel 3.3: Beoordelingsresultaten van de oplossingsrichting verticale trekbelasting.

De hefboom is geen stabiele en stevige opstelling, maar door aanpassingen kunnen deze aspecten verbeterd worden. Het probleem van de hefboom opstelling is dat er een hoekverdraaiing van de inklemming ontstaat, aangezien het uiteinde van de hefboom met een radius verplaatst wanneer deze gelift wordt. Het corrigeren van de hoekverdraaiing door het mee verplaatsen van de inklemming is niet mogelijk, aangezien hierdoor onjuiste meetgegevens van de uitrekking worden gemeten.
De U-vorm is een testopstelling die veel hoogte nodig heeft, aangezien de U-vorm die de drukkracht uitoefent op de horizontale plaat, om de testopstelling moet bewegen. De hoogte onder de drukbank is beperkt, waardoor deze testopstelling niet onder de drukbank geplaatst kan worden. De I-vorm is een verbetering van de U-vorm. De testopstelling is zo aangepast dat de I-vorm onderdeel is van de testopstelling en geen apart onderdeel. Dit zorgt voor meer stevigheid van de opstelling. De I-vorm schuift naar binnen, waardoor er minder hoogte nodig is. Deze oplossingsrichting voldoet aan alle eisen, behalve aan de wens om gelijktijdig in X- en Y-richting te kunnen meten.
Het grootste voordeel van de I-vorm is dat de kracht en verlenging niet omgerekend hoeven te worden, aangezien de geleverde kracht één op één vertaald wordt naar de trekbelasting en de afgelegde afstand van de I-vorm gelijk is aan de uitrekking van het proefstuk.

3.4 Oplossingskeuze:

Per categorie zijn de oplossingsrichtingen beoordeeld. De best beoordeelde ideeën zijn vergeleken en beoordeeld aan de hand van het programma van eisen en de voor- en nadelen van de testopstellingen. Hieruit moet blijken welke oplossingsrichting het beste aan de eisen voldoet en voor Auping het meest relevant, haalbaar en bruikbaar is voor het meten van de elasticiteit in textiel. De oplossingsrichting die het best beoordeeld wordt, zal worden ontwikkeld tot een daadwerkelijk eindconcept. De beoordeling aan de hand van het programma van eisen is te vinden in Bijlage A.

De beoordeling aan de hand van het programma van eisen laat zien dat de testopstelling die het proefstuk op drukkracht belast, duidelijk lager scoort dan de horizontale- en verticale trekbelasting. De hoofdoorzaak is dat deze testopstelling door de manier van inklemmen de kans vergroot dat er Jaw Breaks ontstaan, aangezien de kracht niet in dezelfde lijn wordt uitgeoefend als waarin het proefstuk is opgespannen. Er wordt een doorzakking gemeten in plaats van een uitrekking. De gemeten waarden kunnen worden omgerekend, maar het is niet bekend hoe de kracht het textiel heeft belast, waardoor de nauwkeurigheden van de meetresultaten niet voldoen.

De horizontale trekbelasting scoort bij het programma van eisen minder goed als de verticale trekbelasting en heeft meer nadelen. Het nadeel die het meeste invloed heeft op de oplossingskeuze is, dat de meetresultaten die de computer produceert omgerekend moeten worden naar de daadwerkelijke gegevens, aangezien de verticale kracht wordt vertaald naar een horizontale kracht.
Het grootste voordeel van de verticale trekbelasting is dat de geleverde kracht één op één vertaald wordt naar de trekbelasting en de verplaatsing van de I-vorm gelijk is aan de uitrekking van het proefstuk. De resultaten die de computer produceert kunnen hierdoor rechtstreeks worden overgenomen. Daarnaast is deze manier van testen vergelijkbaar met de ISO-norm.
De beoordeling aan de hand van het programma van eisen en de afweging tussen voor- en nadelen heeft, in overleg met de Testing en Validation Engineer van Auping, doen besluiten dat de testopstelling van de verticale trekbelasting (de I-vorm) verder wordt uitgewerkt.

4.0 Uitwerking

4.0 Uitwerking

De oplossingsrichting moet uitgewerkt worden tot een gedetailleerd eindconcept. In hoofdstuk vier wordt de oplossingsrichting vertaald naar een concept, waarvan aan het eind van hoofdstuk vier bekend is hoe de testopstelling gaat functioneren. Vervolgens zal de testopstelling tot in detail worden uitgelegd en uitgewerkt in de detaillering.

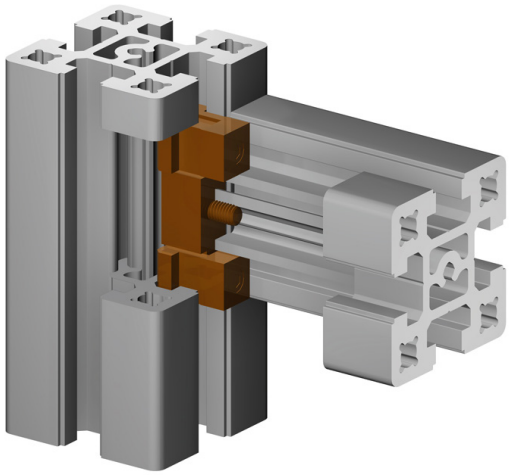
4.1 De systeemprofielen

De testopstelling wordt opgebouwd met aluminium BLOCAN systeemprofielen van RK Rose + Krieger[27]. De systeemprofielen hebben een breed scala aan toepassingen, zoals prototypebouw, machinebouw, frame- en meubelbouw en machinebeveiliging. Met behulp van de systeemprofielen kunnen er innovatieve oplossingen worden gecreëerd, die eenvoudig aan nieuwe en veranderende omstandigheden kunnen worden aangepast.
Alle profielen kunnen door middel van sterke verbindingssystemen in iedere denkbare positie onderling worden verbonden, waardoor er geen oppervlaktebehandelingen nodig zijn, zoals boren lassen, zagen en lakken. Het systeem is gemakkelijk te bewerken en verwerken, flexibel, modulair en snel en eenvoudig te monteren.
Er zijn verschillende soorten profielen leverbaar en kunnen op iedere gewenste maat worden afgekort. De afmetingen van benodigde profielen moeten exact overeenkomen met de gewenste afmetingen, aangezien er geen hoogte en afstand verschillen acceptabel zijn in een testopstelling die nauwkeurige meetresultaten moet opleveren. *“De leverancier biedt een te kleine nauwkeurigheid op het afkorten van de profielen, om een testopstelling te kunnen bouwen waarbij exact gelijke afmetingen noodzakelijk zijn. De profielen moeten na het afkorten exact op maat worden gefreesd.”*

Bij het bestellen van de profielen moet er rekening gehouden worden met de extra lengte voor het frezen.
De testopstelling zal dagelijks worden verplaatst, aangezien het een onderdeel is van de drukbank. Met behulp van aluminium systeemprofielen wordt het een sterke en lichte testopstelling, wat het eenvoudiger maakt de testopstelling te verplaatsen. Sterke profielen zijn van belang om vervormingen en doorbuigingen van de profielen te voorkomen, aangezien vermoeiing en meetfouten onwenselijk zijn.
Het gebruik van de systeemprofielen geeft de testopstelling een robuuste uitstraling en een fraai uiterlijk, welke goed aansluit bij de drukbank van Auping die ook is opgebouwd met aluminium systeemprofielen. Het gebruik van dezelfde constructiemethode brengt een snellere associatie tussen de drukbank en de testopstelling teweeg en zorgt voor een bijpassend uiterlijk. Een robuuste uitstraling overtuigd mensen van een sterke opstelling die nauwkeurige en betrouwbare resultaten oplevert.
De keuze van de benodigde systeemprofielen voor de verschillende onderdelen wordt uitgewerkt in de detaillering.

De verbindingsmethoden
De BLOCAN systeemprofielen zijn te verbinden door middel van bijbehorende flensverbindingen of hoekankers.

Flensverbinding
De flensverbinding, weergeven in figuur 4.1, is een speciale verbindingsmethode, welke twee profielen aan elkaar bevestigd door een klemmende werking. De uiteinden van de profielen beschikken over gaten met schroefdraad, waarin de flensverbinding kan worden vastgezet met behulp van bouten. Deze flensverbinding klemt het uiteinde van het ene profiel tegen het oppervlak van het andere profiel, door het vastdraaien van de bouten in de slotmoeren die vervolgens vastklemmen in de sleuven in het oppervlak van het profiel.



Figuur 4.1: Flensverbinding.[27]

Hoekankers
Hoekankers, weergeven in figuur 4.2, zorgen voor een verbinding waarbij de profielen onderling loodrecht op elkaar worden verbonden. Deze verbindingsmethode versimpelt de montage van het frame, doordat de profielen direct loodrecht worden bevestigd. Het hoekanker wordt tegen de oppervlaktes van beide profielen bevestigd. De bouten worden vastgedraaid in de slotmoeren, waardoor deze vastklemmen in de sleuven in de oppervlaktes van de profielen.

Figuur 4.2: Hoekanker.[28]

Conclusie
De klemmende werking van beide verbindingsmethoden heeft als voordeel dat er geen doorboringen gemaakt hoeven te worden, wat verzwakking van het frame voorkomt.
De flensverbinding is bedoeld voor het positioneren van profielen, waarop geen grote krachten worden uitgeoefend. Deze verbindingsmethode is dus niet geschikt voor de testopstelling.
De testopstelling wordt met krachten belast, waardoor er er is gekozen voor het gebruik van hoekankers voor de bevestiging van de profielen. Een hoekanker kan in combinatie met een profiel krachten verdragen. Iedere profielsoort heeft een bijpassend hoekanker. De keuze van de juiste hoekankers wordt uitgewerkt in de detaillering.

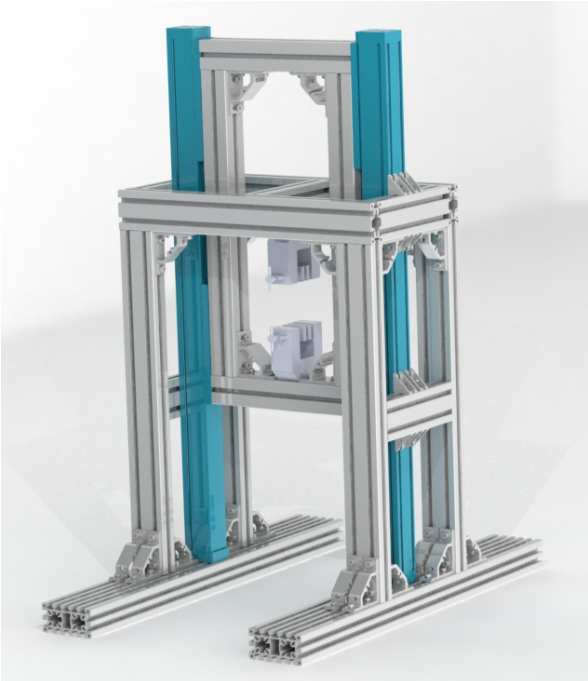
4.2 Het geleidingsmechanisme

De geleider moet verticaal verplaatsen om een uitrekking van het proefstuk tot stand te brengen. Om de geleider gecontroleerd in verticale richting te laten verplaatsen, moet er gebruik worden gemaakt van een geleidingsmechanisme. Er zijn twee mogelijke geleidingsmechanismen voor de testopstelling, namelijk het gebruik van twee lineaire geleidingen, weergeven in figuur 4.4, of door twee verticale assen, weergeven in figuur 4.5.

Figuur 4.3: Lineaire geleiding.[29]

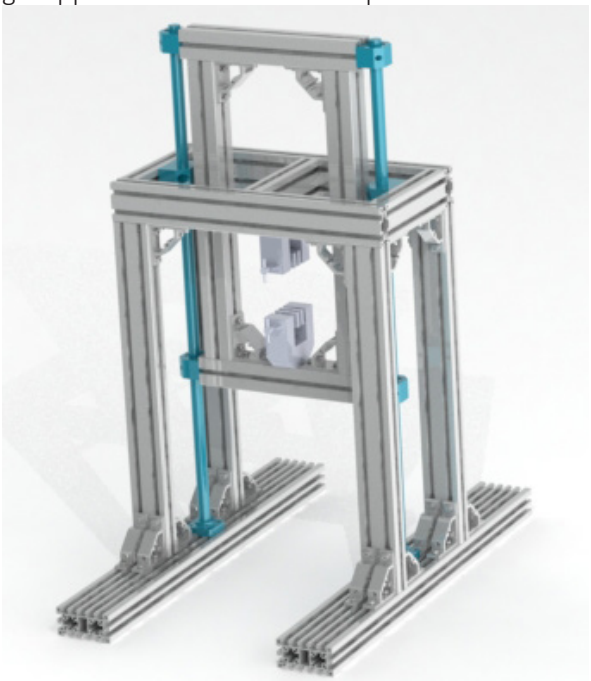
Lineaire geleiding

Lineaire geleidingen maken een lineaire beweging mogelijk door middel van kogels. Het gebruik van kogels tussen de rail en de loopwagen zorgen voor een precieze, spelingsvrije lineaire beweging. Het is mogelijk om een minimale speling te hebben tussen loopwagen en de rail, waardoor een exacte positionering van de loopwagen mogelijk is.
De geleider laten verplaatsen door middel van twee lineaire geleidingen is een erg nauwkeurige oplossing met een zeer kleine wrijvingscoëfficiënt. De lineaire geleiding bestaat uit twee loopwagens die zich verplaatsen over een uitgelijnde geharde as die is vast gezet op de bodem en aan de top van de behuizing.
Het monteren van de lineaire geleiding op de bevestigingsbalk zorgt voor een direct nauwkeurig uitgelijnde as. Aan beide zijden van de testopstelling moet een lineaire geleider worden bevestigd, die beide beschikken over twee loopwagens. De systeemprofielen kunnen tussen de loopwagens worden gemonteerd, die een eenheid maken van de geleider. De geleider wordt opgebouwd met twee horizontale profielen die zijn bevestigd tussen de loopwagens. De horizontale profielen worden gekoppeld door twee verticale profielen.



Figuur 4.4: Testopstelling met lineaire geleiding.

Verticale assen
Een vergelijkbare manier is gebruik maken van geharde assen met lineaire kogellagers die dienen als loopwagen. Een lager kan worden ingebouwd in het profiel of als lagereenheid worden ingekocht en bevestigd aan het uiteinde van een profiel.
Lagers kunnen worden ingebouwd door gaten te boren in de profielen, waarin de lagers geklemt worden. Het boren van deze gaten aan de uiteinden van het profiel zorgt voor verzwakking van het profiel. Het inbouwen van lagers is minder nauwkeurig dan een lagereenheid monteren, aangezien er gaten moeten worden geboord welke, exact gecentreerd zijn op de as, exact de juiste afstand hebben ten opzichte van het gat in het andere uiteinde van het profiel en loodrecht geboord moet zijn ten opzichte van het profieloppervlak. De geleider wordt opgebouwd met twee horizontale profielen bevestigd tussen de kogellagers. De horizontale profielen worden gekoppeld door twee verticale profielen.

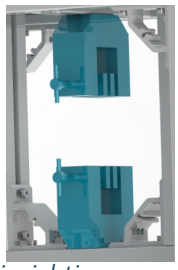


Figuur 4.5: Testopstelling met verticale assen.

Conclusie
Ondanks de voordelen van de lineaire geleiding, is er in overleg met de Testing & Validation manager van Auping besloten de testopstelling te realiseren met de verticale assen. De kosten voor één lineaire geleiding met twee loopwagens, met een afmeting van 1100 millimeter, bedragen 1930,00 euro[30].Het bedrag van de testoptelling, voorzien van twee lineaire geleidingen, valt buiten het budget van Auping.
De benodigde onderdelen voor het geleidingsmechanisme met twee verticale assen, worden uitgewerkt in de detaillering.

4.3 De kleminrichting

Er worden twee kleminrichtingen, weergeven in figuur 4.6, in de testopstelling bevestigd om een proefstuk op trekkracht te belasten. Beide uiteinden van het proefstuk moeten ingeklemd worden, waarna één van de kleminrichtingen verplaatst en een uitrekking van het proefstuk veroorzaakt. De aan de geleider gemonteerde klem zal verplaatsen, doordat de drukbank een kracht op de geleider uitoefent. De aan het frame gemonteerde klem zal niet verplaatsen, waardoor de verlenging van het proefstuk gelijk is aan de verplaatsing van de geleider. Deze verplaatsing is gelijk aan de verplaatsing van de load cell, waardoor de afgelegde weg die de load cell meet, gelijk is aan de uitrekking van het proefstuk. De klemoppervlakken bevinden zich in hetzelfde vlak als waarin het proefstuk is opgespannen. Dit vermindert de kans op Jaw breaks (scheuren die ontstaan als gevolg van insnijding van de kleminrichting).



Figuur 4.6: Kleminrichting

Conclusie

In de analyse zijn verschillende kleminrichtingen geanalyseerd, waaruit is gebleken dat de ‘mechanical vice grip’ de meest ideale kleminrichting is voor de algemene trekproef van papier, kunststof, textiel, fijne metalen en andere plaatmaterialen. Het is mogelijk verwisselbare klemkaken te verkrijgen met diverse breedtes, structuren of grip verbeterende materialen. De testopstelling wordt uitgerust met de ‘mechanical vice grips’ die handmatig worden bediend. De keuze van de juiste ‘mechanical vice grip’ wordt uitgewerkt in de detaillering.

4.4 De Koppeling

De drukbank heeft een elektromechanische testcilinder, waaraan een load cell is bevestigd. De geleider van de testopstelling moet worden bevestigd aan de load cell en geijkt worden op 0 Newton. Dit is van belang om ervoor te zorgen dat de massa van de geleider geen voorspanning uitoefent op het proefstuk en geen invloed heeft op de meetresultaten.
De geleider kan aan de load cell worden bevestigd door middel van een bolscharnier, weergeven in figuur 4.7, die krachten kan opnemen in alle richtingen. Een bolscharnier is een koppeling die bestaat uit een kom waarin een bolvorm vrij kan roteren. Deze koppeling kan het resterende hoekverschil opvangen, wat met de in hoogte verstelbare poten niet is weggewerkt. De koppeling moet de maximale drukkracht van 2000 Newton kunnen verdragen.
Na het uitvoeren van een test, positioneert de testcilinder zich weer in de oorspronkelijke positie, waardoor de koppeling het gewicht van de geleider moet kunnen verdragen. De trekkracht die de koppeling moet kunnen verdragen, veroorzaakt door het gewicht van de geleider, bedraagt afgrond 300 Newton. De keuze van het juiste bolscharnier wordt uitgewerkt in de detaillering.

Figuur 4.7: Bolscharnier.[31]

5.0 Detaillering

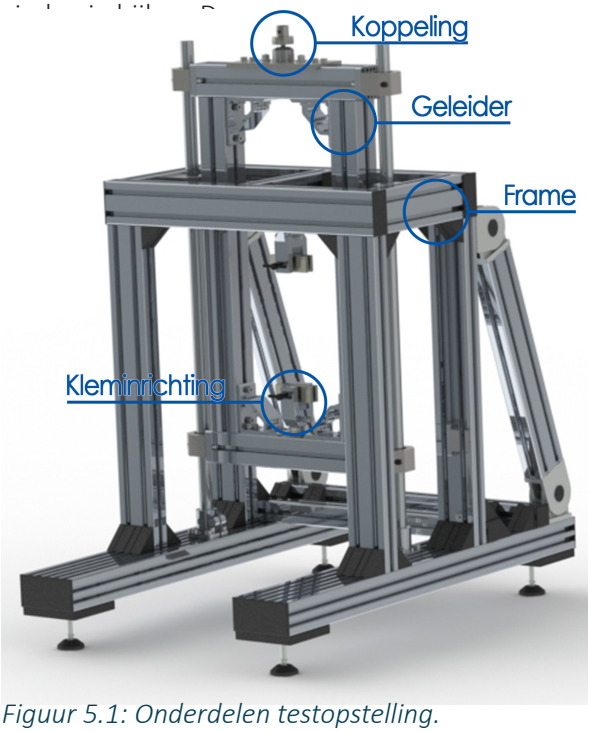
5.0 Detaillering

De gemaakte beslissingen in de uitwerking hebben geleidt tot een concept, die in hoofdstuk vijf verder in detail wordt uitgewerkt. De keuzes zijn gemaakt in overleg met de Testing & Validation manager van Auping.

5.1 De testopstelling

De testopstelling is opgebouwd uit drie verschillende hoofdonderdelen, het frame, de geleider, de kleminrichtingen en de koppeling, weergeven in figuur 5.1.

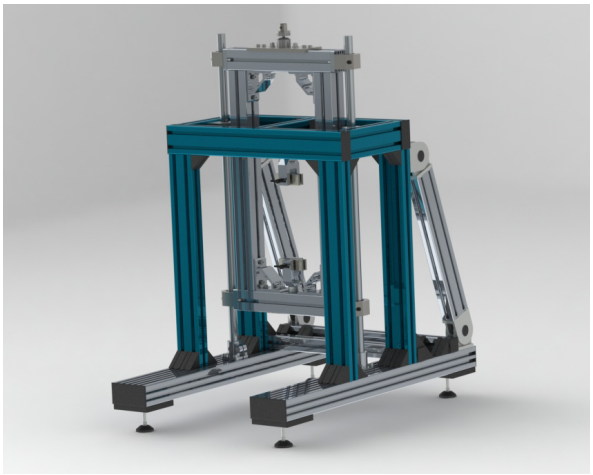
Het frame is de basis van de testopstelling, waarop/waaraan alle andere onderdelen zijn bevestigd. Het frame maakt van de verschillende onderdelen van de testopstelling een eenheid en zorgt voor de stabiliteit en stevigheid. De onderdelen van het frame worden behandeld paragraaf 5.1.1.
De geleider wordt verbonden aan de load cell van de drukbank. De drukbank oefent een kracht uit op de geleider, waardoor de geleider en de kleminrichting verplaatsen en er een trekkracht wordt uitgeoefend op het proefstuk. De onderdelen van de geleider worden behandeld paragraaf 5.1.2.
De kleminrichting moet voorkomen dat het proefstuk uit de kleminrichting glijdt, wanneer de trekkracht wordt uitgeoefend op het proefstuk. De verplaatsing van de kleminrichting is gelijk aan de uitrekking van het proefstuk. De onderdelen van de kleminrichting worden behandeld in paragraaf 5.1.3.
De koppeling is verantwoordelijk voor de bevestiging van de geleider aan de load cell. De koppeling zorgt voor het uitoefenen van een uitgelijnde kracht ten opzichte van de aslijn van de testopstelling en voorkomt schade aan de drukbank. De koppeling wordt behandeld in paragraaf 5.1.4.
De profielkeuzes en de verbindingsmethoden, worden apart behandeld in paragraaf 5.2.2 en 5.2.3.
Een uitgebreid overzicht van de gebruikte onderdelen voor de testopstelling is te vinden in bijlage B.
De gebruiksaanwijzing voor de testopstelling is te



Figuur 5.1: Onderdelen testopstelling.

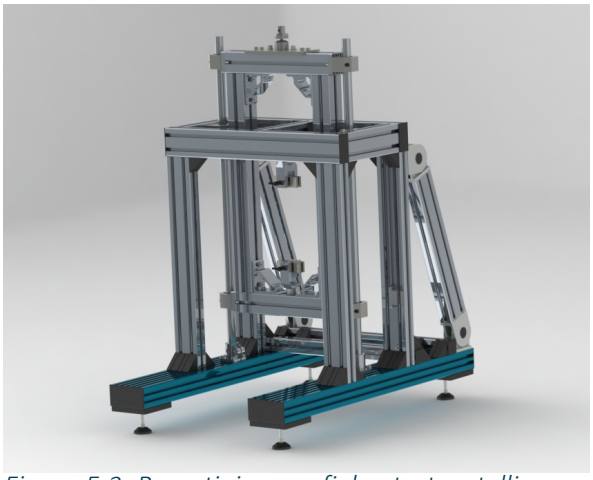
5.1.1 Onderdelen frame

Geraamte
Het geraamte, blauw gekleurd in figuur 5.2, is opgebouwd met aluminium systeemprofielen. De rechtopstaande profielen zorgen voor de benodigde hoogte van de testopstelling, om de geleider te laten verplaatsen en het proefstuk uit te rekken. De hoogte van de profielen is gebaseerd op de meetlengte van het proefstuk (200 millimeter), de hoogte van de kleminrichtingen en de mogelijke uitrekking van de proefstukken. In verband met hoogte van de grond tot de load cell, is de maximale hoogte van de testopstelling beperkt. De bovenzijde van het geraamte is open, zodat de verticale profielen van de geleider door de opening opwaarts en neerwaarts kunnen bewegen. In het midden van de opening is het profiel bevestigd waaraan aan één van de kleminrichtingen is bevestigd.



Figuur 5.2: Geraamte testopstelling.

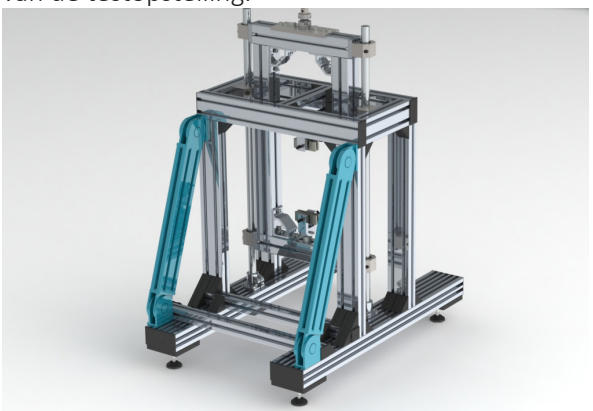
Bevestigingsprofielen
Het frame beschikt over twee bevestigingsprofielen, blauw gekleurd in figuur 5.3, die ervoor zorgen dat de verschillende onderdelen van de testopstelling nauwkeurig worden gepositioneerd en de stabiliteit van het frame wordt verbeterd. De bevestigingsprofielen zijn met elkaar verbonden om openbuigen van het frame te voorkomen. De onderdelen zijn op de bevestigingsprofielen vastgezet, zodat de onderdelen ten opzichte van elkaar de juiste positie behouden. Een 120 millimeter breed systeemprofiel is nodig om zowel de asklemmen als het geraamte vast te zetten op één 'ondergrond'.



Figuur 5.3: Bevestigingsprofielen testopstelling.

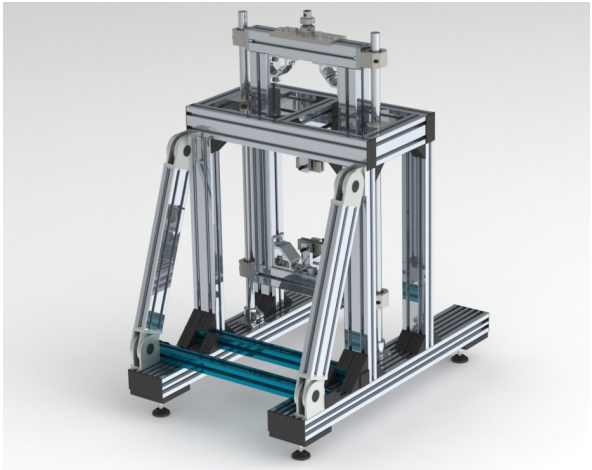
In hoogte verstelbare poten
Onder de bevestigingsprofielen zijn in hoogte verstelbare poten gemonteerd, met als doel hoogteverschillen op te vangen. Hoogteverschillen veroorzaken een hoekverandering, waardoor de drukkracht niet uitgelijnd ten opzichte van de aslijn van testopstelling wordt uitgeoefend. De kracht moet uitgelijnd worden uitgeoefend om betrouwbare resultaten te produceren en om de weerstand van de lagers te minimaliseren.

Schoren
De schoren, blauw gekleurd in figuur 5.4, zijn de schuine steunprofielen die driehoeken creëren in combinatie met de verticale profielen van het geraamte en de bevestigingsprofielen. De schoren vergroten de stijfheid met betrekking tot de doorbuiging van de verticale profielen.
De verticale profielen van het geraamte zijn vastgezet op de bevestigingsbalken en zijn aan de bovenzijde met elkaar verbonden, daardoor is het gebruik van vier schoren in deze testopstelling overbodig. Het weglaten van de twee schoren aan de voorzijde, verbeterd het zichtveld waardoor het observeren van het proefstuk eenvoudiger wordt, het geeft meer bewegingsruimte om een proefstuk te bevestigen en het bespaart materiaal. De schoren voorkomen de doorbuiging in de verticale profielen zowel aan de achterzijde als de voorzijde, doordat alle profielen zijn verbonden en vastgezet. Tijdens het uitvoeren van een test wordt er vrijwel geen horizontale kracht uitgeoefend op de testopstelling, die de verticale profielen kan laten doorbuigen.
De schoren zijn vooral noodzakelijk voor de stevigheid van de testopstelling, wanneer gebruikers handelingen uitvoeren waarbij horizontale krachten kunnen optreden, zoals het inklemmen van een proefstuk en het verplaatsen van de testopstelling.



Figuur 5.4: Schoren testopstelling.

Dwarsprofielen
De dwarsprofielen, blauw gekleurd in figuur 5.5, behouden de juiste onderlinge afstand tussen de bevestigingsprofielen. De dwarsprofielen in combinatie met de bevestigingsprofielen creëren een gesloten rechthoek, die voorkomt dat het geraamte en de bevestigingsprofielen openbuigen. Openbuigen moet worden geblokkeerd om onnauwkeurigheden en verzwakkingen te voorkomen, aangezien dit hoogteverschillen en doorbuigingen van de profielen veroorzaakt.
Het dagelijks verplaatsen van de testopstelling is een belangrijke reden om de opstelling in alle richtingen stevig te maken.

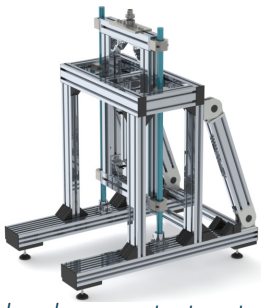


Figuur 5.5: Dwarsprofielen testopstelling.

Afdekkappen
De hoekankers en de uiteinden van de profielen die zichtbaar blijven nadat de testopstelling is opgebouwd, worden afgewerkt door middel van afdekkappen, die zorgen voor een nette afwerking en voorkomen dat mensen zich blesseren aan de randen van de profielen.

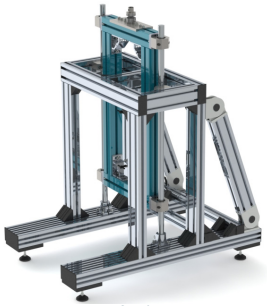
5.1.2 Onderdelen geleider

Geharde assen
De geharde assen, blauw gekleurd in figuur 5.6, dienen als geleidingsas voor de geleider. De geharde assen hebben een diameter van 25 millimeter, aangezien deze de benodigde stevigheid bieden om vervormingen van de assen uit te sluiten.



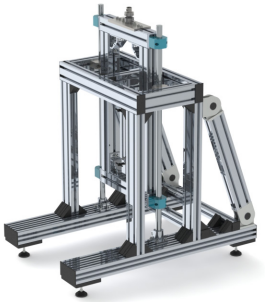
Figuur 5.6: Geharde assen testopstelling.

Systeemprofielen
De twee horizontale systeemprofielen van de geleider, weergeven in figuur 5.8, moeten exact dezelfde afmeting hebben om de kogellager eenheden goed te positioneren, dit kan worden gerealiseerd door de profielen nauwkeurig op maat te laten frezen. Wanneer de profielen exact even lang zijn, kunnen de kogellager eenheden aan de uiteinden van de profielen worden bevestigd, waardoor de bovenste en onderste lagers exact dezelfde afstand van elkaar hebben en de openingen van de lagers boven elkaar zijn gecentreerd. De verticale systeemprofielen zorgen voor de juiste afstand tussen de horizontale profielen en maken een eenheid van de geleider.



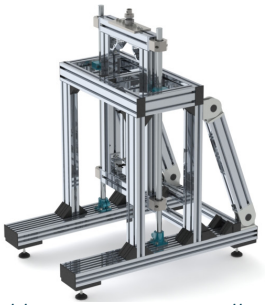
Figuur 5.8: Systeemprofielen testopstelling.

Kogellager eenheden
De lineaire kogellager eenheden, weergeven in figuur 5.7, dienen als geleidingsmechanisme om de geleider met zo min mogelijk weerstand langs de assen te laten verplaatsen. De behuizingen van kogellager eenheden hebben standaard afmetingen, waarin het lager op een vaste positie is gepositioneerd. Dit versimpeld het monteren en centreren van de lagers.



Figuur 5.7: Kogellager eenheden testopstelling.

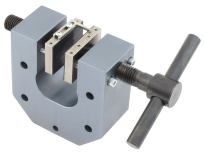
As-klemmen
De geharde assen worden bevestigd door middel van as-klemmen, weergeven in figuur 5.9, zowel op de bevestigingsbalk als aan de bovenzijde van het frame. De as-klemmen ondersteunen de as en zorgen dat de as loodrecht op de bevestigingsbalk gepositioneerd blijft.



Figuur 5.9: As-klemmen testopstelling.

5.1.3 Onderdelen kleminrichting

Kleminrichting
De testopstelling is uitgerust met 'mechanical vice grips' die het proefstuk inklemmen en moeten voorkomen dat het proefstuk uit de kleminrichting glijdt, wanneer er een trekkracht van 2000 Newton wordt uitgeoefend op het proefstuk. Tabel 5.1 weergeeft verschillende 'mechanical vice grips' die deze kracht kunnen verdragen. De maximale kracht die kan worden uitgeoefend op de testopstelling is 2000 Newton, wat betekent dat er geen grotere trekkracht kan ontstaan die de kleminrichting belast. Aan de hand van de kracht, kostprijs en de afmetingen van de mechanical vice grips is er besloten de 'TH240K vice grip' voor de testopstelling te gebruiken als kleminrichting. De vice grips zijn standaard uitgerust zonder klemkaken, aangezien er verschillende klemkaken beschikbaar zijn.



Kleminrichting:	*TH240k*[32] Vice grip U-form	*TH240g*[33] Vice grip U-form	*TH154-10*[34] Vice Grip U-form
Maximale Kracht:	2500 N	5000 N	10000 N
Kostprijs (excl. Klemkaken)	€ 200,00	€ 400,00	€ 533,00

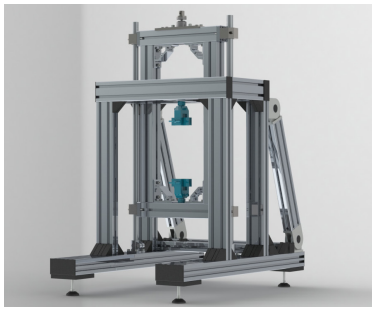
Tabel 5.1: Specificaties mechanical vice grips.[35]

Klemkaken
De TH240K moet worden uitgerust met klemkaken die voldoende grip hebben op een proefstuk van textiel, om te voorkomen dat het proefstuk uit de kleminrichting glijdt. Klemkaken met een kartelstructuur of een rubberlaag, weergeven in tabel 5.2 verbeteren de inklemming van een proefstuk van textiel en verkleinen de kans dat een proefstuk gaat glijden. De benodigde klemkaken moeten minimaal 60 millimeter breed zijn, aangezien de klemkaken niet smaller mogen zijn dan de breedte van het proefstuk.

De standaard klemkaken zijn 80 millimeter breed, waardoor er bewerkingen moeten worden gedaan, wanneer een andere afmeting gewenst is. De kosten van deze bewerking zijn onnodige kosten, aangezien er een minimale breedte van 60 millimeter geëist wordt, waaraan ook de 80 millimeter klemkaken voldoen. Er is gekozen gebruik te maken van de TH240k-BP80 klemkaken welke beschikken over een gekarteld oppervlak. Het gebruik van deze klemkaken wordt door de ISO-norm aanbevolen, aangezien het glijden van het proefstuk door de deze klemkaken het meest geminimaliseerd wordt.

Klemkaak	*TH240k-BG80*	*TH240k-BP80*	*TH240k-BP60*	*TH240k-BP60*
Materiaal	Rubber (4 jaws)	Pyramid (serrated) (4 jaws)	Rubber, (4 jaws) special size	Pyramid (serrated), (4 jaws) special size
Afmeting	30x80 mm (h x b)	30x80 mm (h x b)	30x60 mm (h x b)	30x60 mm (h x b)
Kosten	€ 187,00	€ 213,70	€ 243,00	€ 277,00

Tabel 5.2: Specificaties klemkaken. [32] [35]



Figuur 5.10: Kleminrichting testopstelling.

Figuur 5.11: Koppeling testopstelling.

5.1.4 Onderdelen koppeling

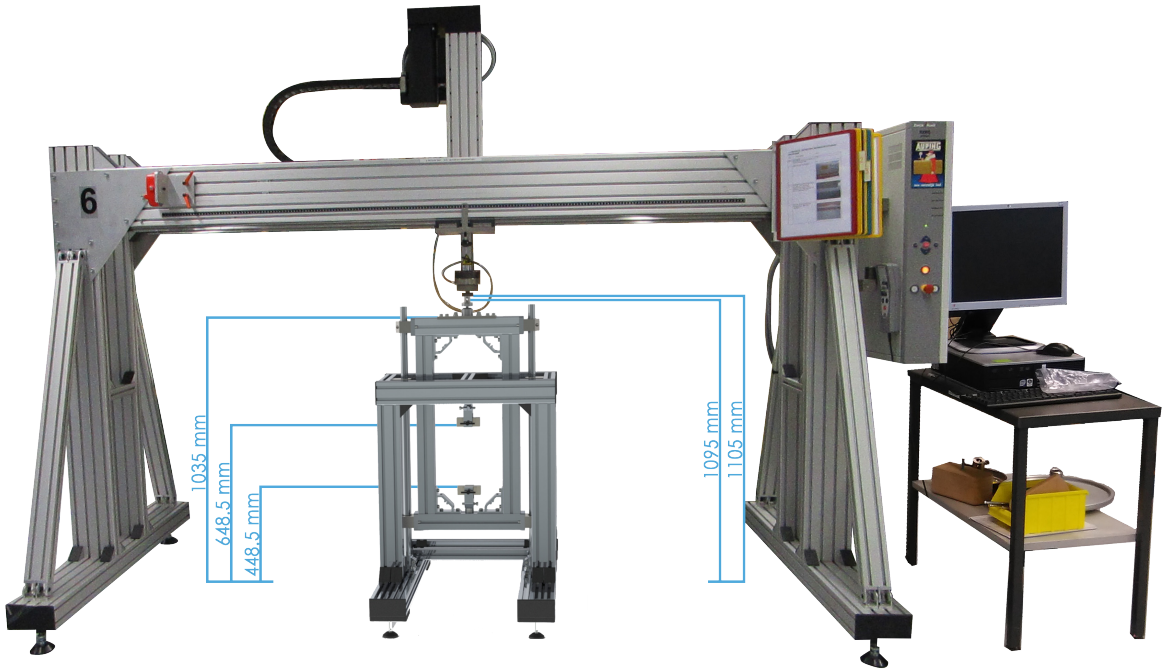
Het bolscharnier
Het bolscharnier koppelt de geleider van de testopstelling aan de load cell. Door het bolscharnier kan de kracht precies worden uitgelijnd op de aslijn van de testopstelling, wat van belang is om de kracht gecontroleerd uit te oefenen en om betrouwbare, informatieve testresultaten te behalen. Het bolscharnier voorkomt dat de testopstelling wordt blootgesteld aan andere krachten of momenten dan de verticaal uitgeoefende drukkracht, doordat deze de niet weggewerkte hoekverschillen kan opvangen. Dit is van belang om schade aan de elektromechanische testcilinder van de drukbank te voorkomen.

Koppeling	SRJ024C-P[36]	KG40[37]
Beweging	Dynamisch	Statisch / dynamisch
Kostprijs	€ 428,19	€ 84,00

Tabel 5.3: Specificaties koppelingen. [36][37]

De ‘SRJ024C-P’ koppeling is een bolscharnier die vrij kan bewegen in alle richtingen. Deze koppeling heeft een hoge kostprijs aangezien deze bestemd is voor de robotica-industrie met hoge nauwkeurigheidseisen. De KG40 koppeling kan worden gebruikt voor een vast instelbare hoekpositie, maar heeft een scharnierend effect wanneer deze niet geklemd wordt. Voor de testopstelling is er gebruik gemaakt van de KG40 koppeling, aangezien beide aan de eisen voldoen en de ‘SRJ024C-P’ koppeling een te hoge kostprijs heeft.

5.1.5 Afmetingen Testopstelling



Figuur 5.12: Afmetingen Testopstelling bij een meetlengte van 200mm.

Technische specificaties testopstelling:

Fmax [N]	2000
Maximale afmetingen (LxBxH) [mm]	600 x 900 x 1105
Hoogte vanaf de grond tot de load cell [mm]	1105
Hoogte van het bevestigingsgat van de load cell [mm]	1095
Hoogte van de koppeling [mm]	1105
Hoogte bevestiging van de koppeling aan de geleider [mm]	1035
Hoogte van de bovenste kleminrichting [mm]	648,5
Hoogte van de onderste kleminrichting [mm]	448,5

Tabel 5.4: Afmetingen Testopstelling bij een meetlengte van 200mm.

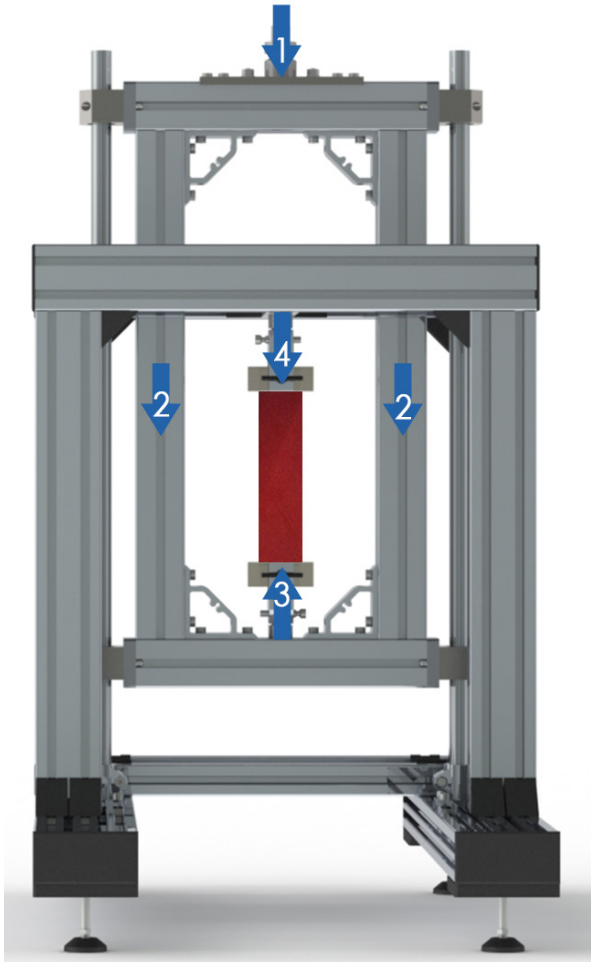
5.1.6 Eindresultaat

Figuur 5.13: Eindresultaat testopstelling.

5.2 Ontwerpverantwoording

5.2.1 De Belasting

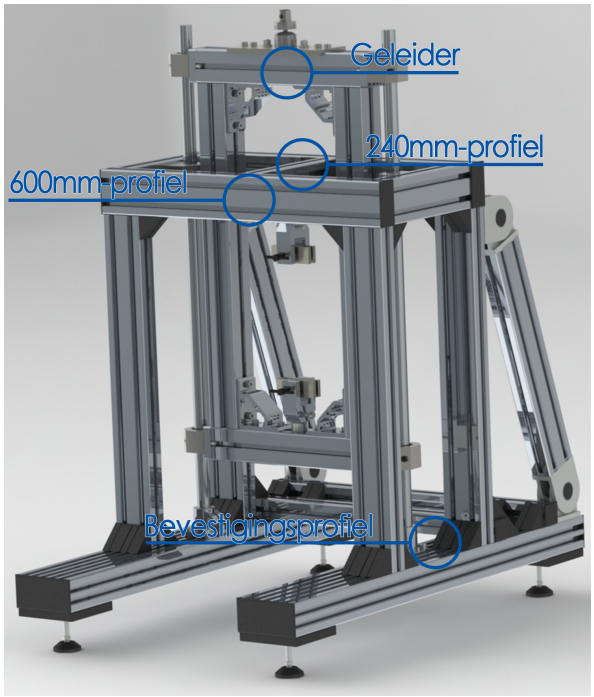
Een drukkracht wordt uitgeoefend op de geleider, waardoor deze verticaal wordt verplaatst(1). Deze verplaatsing van de geleider(2) veroorzaakt een trekkracht aan het textiel(3), die via het textiel wordt doorgegeven en uitgeoefend op het frame(4).
De maximale drukkracht die de drukbank kan leveren is 2000 Newton, welke gelijk is aan de maximale trekkracht die wordt uitgeoefend op de kleminrichtingen en het textiel, hier geldt: $F_{actie} = -F_{reactie}$.
De geleider wordt bevestigd aan de load cell van de drukbank, waardoor het gewicht van de geleider, na het op 0 Newton ijken van de drukbank, onderdeel wordt van de elektromechanische testcilinder. Het gewicht van de geleider zal hierdoor geen voorspanning uitoefenen op het proefstuk.
Het enige krachtverlies is de wrijvingskracht die ontstaat tussen de lagers van de geleider en de as. De wrijvingskracht is ten opzichte van de geleverde kracht zo klein dat deze verwaarloosbaar is.
De testen die Auping wil uitvoeren met de testopstelling zullen de belasting van 2000 Newton niet bereiken. Om te voorkomen dat de testopstelling het begeeft wanneer er een abnomale situatie optreedt, waardoor er, in het ergste scenario, de maximale kracht op de testopstelling wordt uitgeoefend, worden alle onderdelen gekozen op basis van de maximale belasting die de drukbank kan leveren.



Figuur 5.14: Belasting op de testopstelling.

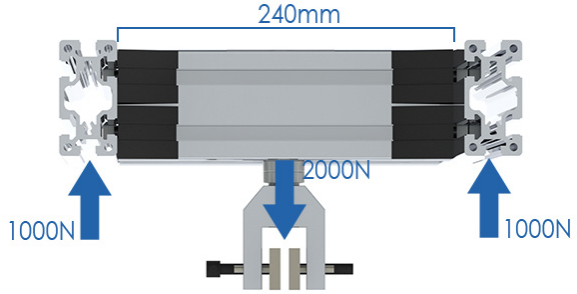
5.2.2 Profielkeuze

De profielkeuze is afhankelijk van de doorbuiging van een profiel bij maximale belasting. In het programma van eisen staat dat er een maximale doorbuiging van 0,25 millimeter voor de gehele testopstelling acceptabel is. De doorbuigingen van het frame en van de geleider vormen de totale doorbuiging van de testopstelling. De systeemprofielen hebben een breed en smal oppervlak. De krachten moeten worden uitgeoefend op het smalle oppervlak om een zo klein mogelijke doorbuiging te veroorzaken. De doorbuiging zal kleiner zijn aangezien het oppervlaktetraagheidsmoment groter is in deze richting, de Y-richting. De berekeningen van de doorbuiging voor de verschillende profielen zijn te vinden in Bijlage C.



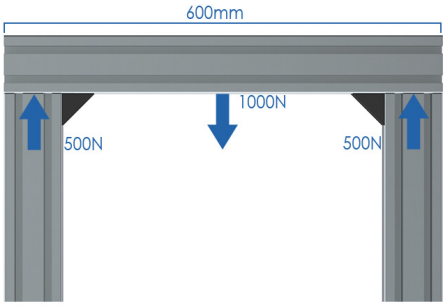
Figuur 5.15: Profielen voor doorbuiging berekening.

Doorbuiging van het frame:
De totale doorbuiging van het frame is afhankelijk van drie verschillende profielen waar een kracht op wordt uitgeoefend. In Figuur 5.15 is weergeven voor welke profielen van het frame, de doorbuiging berekend moet worden. De verticale profielen worden niet doorgerekend aangezien deze in lijn met de kracht staan, waardoor er (met deze belastingen) geen doorbuigingen optreden.
Het 240mm-profiel is met beide uiteinden, door middel van hoekankers, bevestigd aan de 600mm-profielen. De 600mm-profielen zijn met beide uiteinden, door middel van hoekankers, bevestigd aan de verticale profielen. Het 240mm-profiel en de 600mm-profielen worden daarom als ingeklemd beschouwd.
Het 240mm-profiel waaraan de kleminrichting is bevestigd wordt belast met de trekkracht die via het textiel aan het frame wordt overgedragen. Er wordt een belasting van 2000 Newton op dit profiel uitgeoefend, zie figuur 5.16. Alle andere onderdelen van het frame zullen met een lagere kracht worden belast, aangezien de kracht verdeeld wordt over de andere profielen.



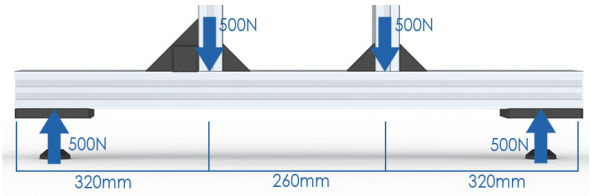
Figuur 5.16: Kracht op 240mm-profiel.

Het 240mm-profiel is bevestigd tussen twee 600mm-profielen. De kracht die is uitgeoefend op het 240mm-profiel, wordt verdeeld over de twee 600mm-profielen, waardoor er een belasting van 1000 Newton op deze profielen wordt uitgeoefend, weergeven in Figuur 5.16 en 5.17.



Figuur 5.17: Krachten op 600mm-profiel.

De 600mm-profielen zijn bevestigd op de bevestigingsprofielen. De kracht die is uitgeoefend op het 600mm-profiel, wordt via de verticale profielen verdeeld over de twee bevestigingsprofielen, waardoor er twee puntbelastingen van 500 Newton op de profielen worden uitgeoefend, weergeven in Figuur 5.17 en 5.18.



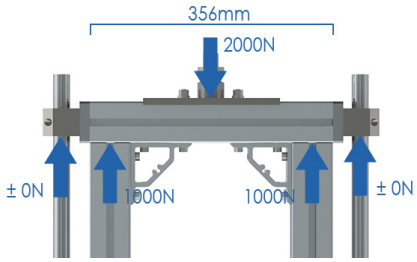
Figuur 5.18: Krachten op bevestigingsprofiel.

De bevestigingsprofielen beschikken over in hoogte verstelbare poten, welke zijn bevestigd aan de uiteinden van de profielen. De bevestigingsprofielen kunnen daardoor niet worden beschouwd als ingeklemd.
De kracht wordt uitgeoefend op het brede oppervlak van het profiel (x-richting), aangezien het 120 millimeter brede oppervlak nodig is voor de bevestiging van de verschillende onderdelen. Het oppervlaktetraagheidsmoment is minder groot, waardoor er een grotere doorbuiging optreedt.
Om een zo minimaal mogelijke doorbuiging te krijgen is er gekozen voor het F-60x120 BLOCAN systeemprofiel[27].
Tabel 5.5 weergeeft een overzicht van de berekende doorbuigingen voor verschillende profielsoorten waarmee het frame kan worden opgebouwd. De drie doorbuigingen van de verschillende profielenlengtes in de testopstelling vormen de totale doorbuiging van het frame. Tabel 5.5 toont aan dat het F-30x80 profiel en het F-40x80 profiel een kleinere doorbuiging hebben dan 0,25 millimeter. De doorbuiging van de testopstelling voldoet pas aan de eisen als de totale doorbuiging van de geleider wordt toegevoegd aan de totale doorbuiging van het frame.

Profiellengte	*240mm-profiel*	*600mm-profiel*	*F-60x120 profiel*	*Totaal Frame*
Doorbuiging F-30x30 profiel	0,0600mm	0,4870mm	0,199mm	0,75mm
Doorbuiging F-30x80 profiel	0,0031mm	0,0238mm	0,199mm	0,23mm
Doorbuiging F-40x40 profiel	0,0183mm	0,1435mm	0,199mm	0,36mm
Doorbuiging F-40x80 profiel	0,0023mm	0,0181mm	0,199mm	0,22mm

Tabel 5.5: Doorbuiging van het frame, opgebouwd met verschillende systeemprofielen.

Doorbuiging van de geleider:
De profielsoort moet uit profielcategorie 60 worden gekozen, aangezien er aan het uiteinde van het profiel een kogellager eenheid moet worden bevestigd. Deze kogellager eenheid heeft een standaard afmeting, voor een as van 25 millimeter. De profielen zijn met beide uiteinden, door middel van hoekankers, bevestigd aan de verticale profielen, waardoor de profielen als ingeklemd worden beschouwd.



Figuur 5.19: Krachten op geleider profiel.

Het bovenste profiel is met behulp van de koppeling bevestigd aan de drukbank en ontvangt de drukkracht die door de drukbank wordt uitgeoefend op de testopstelling. Het bovenste en onderste profiel van de geleider zullen beide met een even grote kracht worden belast, aangezien de trekkracht van het textiel aan het onderste profiel een reactie kracht is van de geleverde drukkracht. Doorbuigingen van verschillende profiel mogelijkheden voor de geleider zijn weergeven in tabel 5.6.

Profiellengte	*356mm-profiel*	*Totaal Geleider*
Doorbuiging F-60x60 profiel	0,0123mm	0,02mm
Doorbuiging F-60x120 profiel	0,0018mm	0,00mm

Tabel 5.6: Doorbuiging geleider.

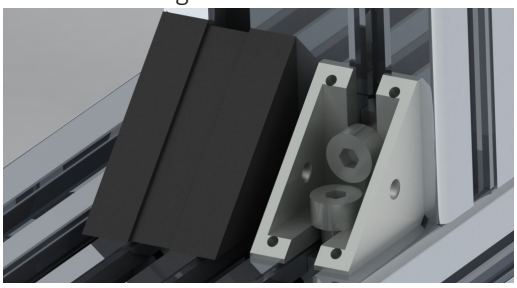
Profiel keuze:
De doorbuiging is een controleerbare factor, aangezien de profielsoort gekozen kan worden. Hoe groter het oppervlaktetraagheidsmoment, deste kleiner de doorbuiging. De doorbuiging moet zo klein mogelijk gekozen worden om de toegestane meetfout zoveel mogelijk te gebruiken voor de oncontroleerbare factoren, zoals het glijden van het proefstuk. Een profielkeuze met een erg groot oppervlaktetraagheidsmoment zorgt voor vrijwel geen doorbuiging, maar heeft erg hoge kosten. Een afweging moet worden gemaakt tussen een acceptabele doorbuiging, de kosten, de nauwkeurigheidseis en de afmetingen. De bevestiging van de lagers vereisen een profiel met een breedte van 60 millimeter. In de productcategorie 60 zijn alleen F-60x60 en F-60x120 beschikbaar. In verband met beperkte hoogte onder de drukbank, valt het F-60x120 profiel af. De doorbuiging zal bij geen van beide profielen vermoeiing veroorzaken en de wrijving die ontstaat door de doorbuiging is verwaarloosbaar.
Na de afweging tussen doorbuiging, kosten, nauwkeurigheid en de afmeting is er besloten de geleider te bouwen van F-60x60 BLOCAN systeemprofielen[27].
Het gebruik van F-40x80 profielen voor het frame veroorzaakt de minste doorbuiging. De doorbuiging van het frame, met het gebruik van de F-40x80 profielen, in combinatie met de doorbuiging van de geleider heeft als enige een kleinere doorbuiging dan 0,25 millimeter. Na de afweging tussen doorbuiging, kosten, nauwkeurigheid en de afmeting is er besloten het frame te bouwen van F-40x80 BLOCAN systeemprofielen[27].
De doorbuiging van de geleider in combinatie met de doorbuiging van het frame blijft onder de 0,25 millimeter met de gekozen profielen, waardoor deze combinatie voldoet aan de eisen.

5.2.3 Verbindingsmethoden

De systeemprofielen

Frame

Het frame is opgebouwd met F-40x80 systeemprofielen. Om de profielen te bevestigen wordt er gebruikt gemaakt van hoekankers. Het bijbehorende hoekanker voor de F-40x80 systeemprofielen zijn de type 40 hoekankers[27]. Het is een subtiel hoekanker die weinig zichtveld wegneemt, waardoor het proefstuk goed geobserveerd kan worden. Het hoekanker kan ruim de maximale belasting van de drukbank verdragen, een profiel bevestigd met één hoekanker aan beide uiteinden kan een kracht van 4000N verdragen.



Figuur 5.20: Bevestiging frame profielen.

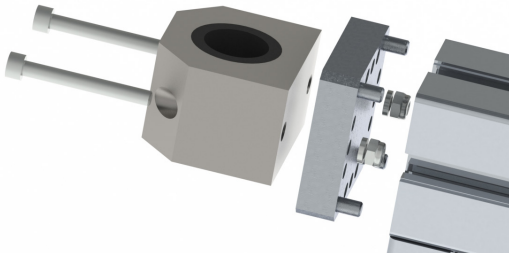
Geleider

De geleider is opgebouwd met F-60x60 systeemprofielen. De profielen zijn door middel van hoekankers aan elkaar bevestigd. Het bijbehorende hoekanker voor de F-60x60 systeemprofielen zijn de type 60 hoekankers[27]. Twee hoekankers aan de uiteinden van een profiel kunnen een kracht van 11500 Newton verdragen. Dit is ruim voldoende voor maximale belasting van de drukbank.

Figuur 5.21: Bevestiging geleider profielen.

De kogellager eenheden

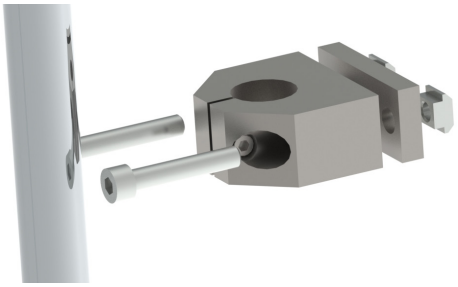
De kogellagers, SKF Lineair lagereenheid LUHR 25-2LS/HV6 (RVS)[38],worden aan de uiteinden van de twee horizontale profielen van de geleider bevestigd. Aan de uiteinden van de profielen worden connectieplaten F-60x60 [27] bevestigd, die het mogelijk maken kogellager eenheden aan de uiteinden van de profielen te bevestigen. De lagers worden doormiddel van bouten en moeren vastgezet aan de connectieplaten.



Figuur 5.22: Bevestiging kogellager eenheden.

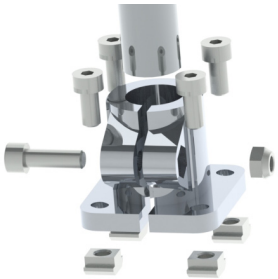
De geharde assen

De assen, SKF Geharde precisie as LJM[39], worden vastgezet door middel van as-klemmen. De as wordt in de daarvoor bestemde opening geplaatst en door het vastdraaien van de klembout wordt de as vastgeklemd. De as-klemmen worden zowel op de bevestigingsbalk als aan de bovenzijde van het frame bevestigd, om ervoor te zorgen dat de assen loodrecht ten opzichte van de bevestigingsbalk gemonteerd worden. De bouten worden geleidelijk vastgedraaid in de slotmoeren, waardoor deze vastklemmen in de sleuven in het oppervlak van de profielen.



Figuur 5.23: Bevestiging d.m.v. bovenste as-klem.

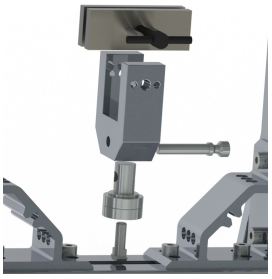
De as-klem aan de bovenzijde, SKF Lineare asbok LSHS 25[40], van het frame moet op 9 millimeter afstand van het profiel worden gemonteerd, om de as loodrecht op de bevestigingsbalk te positioneren. Het gebruik van een opvulplaat van 9 millimeter dik zal deze afstand opvangen om de openingen van de as-klemmen te centreren.
De as-klem die wordt vastgezet op het bevestigingsprofiel is een 'base clamp FS25'[41].



Figuur 5.24: Bevestiging d.m.v. onderste as-klem.

De as wordt in de as-klemmen geplaatst, waarna de as-klemmen worden vastgezet aan de profielen.
De as-klemmen aan de bovenzijde van het frame, worden in positie gebracht, waarna de as-klemmen op de bevestigingsprofielen geleidelijk worden vastgezet, zodat de klemmen centreren en de as wordt uitgelijnd. De as-klemmen kunnen de as uitlijnen door het aantal millimeter dat de as-klem vrij kan bewegen over het bevestigingsprofiel. Wanneer de as-klemmen juist gepositioneerd zijn, worden de klemmen vastgezet en wordt de as vastgezet door de klembouten vast te draaien.
Met behulp van meetklokken of een laser meting kan gecontroleerd worden of de as is uitgelijnd en loodrecht is bevestigd op de bevestigingsbalk.

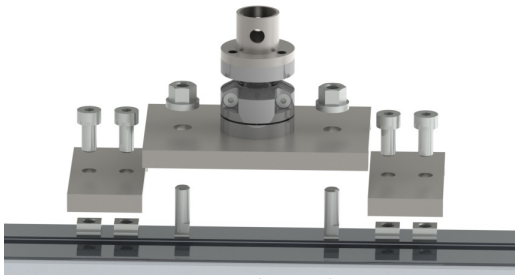
De kleminrichting
De kleminrichting moet worden bevestigd op het onderste horizontale profiel van de geleider en aan het 240-mm profiel van het frame. In de bodem van kleminrichting zit een opening, waarmee de kleminrichting op een bevestigingspen, A15,9 adapter[35], moet worden geplaatst. Een pen kan via de zijkant door de openingen in de kleminrichting en bevestigingspen worden gestoken, waardoor de kleminrichting wordt vastgezet. De bevestigingspen wordt door middel van een hamerkopbout vastgezet in de sleuf van het profiel.



Figuur 5.25: Bevestiging kleminrichting.

De koppeling
Het bevestigen van de testopstelling aan de load cell moet nauwkeurig gebeuren om de kracht op de juiste positie en uitgelijnd te laten uitoefenen. Er is gekozen om de koppeling eerst te bevestigen aan de load cell, waarna de testopstelling aan de koppeling bevestigd kan worden. Met behulp van een mal kan de koppeling eenvoudig op de juiste positie op de testopstelling gepositioneerd worden. Er wordt gebruik gemaakt van twee mallen, één is er bevestigd aan de koppeling en de andere is bevestigd op het bovenste profiel van de geleider.
De profielmal bestaat uit 2 platen die op het profiel zijn bevestigd. Deze mallen dwingen de gebruiker de koppeling op de juiste positie te plaatsen.

De koppelingsmal die is bevestigd aan de koppeling, past precies tussen de mallen die zijn bevestigd op het profiel, waardoor de koppeling nauwkeurig geplaatst wordt op de testopstelling. Met behulp van hamerkopbouten en moeren, wordt de koppelingsmal bevestigd aan het profiel. Er is 1 millimeter speling, zodat een kleine verplaatsing kan worden opgevangen. Het bolscharnier zit doormiddel van drie bouten vastgeschroefd aan de mal, waarin schroefdraad is getapt. Aan de bovenzijde van de koppeling is een koppelstuk bevestigd, waarmee de koppeling en de load cell kunnen worden verbonden.



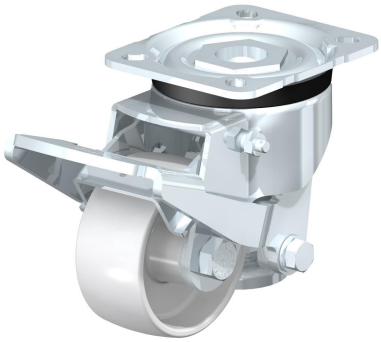
Figuur 5.26: Bevestiging koppeling.

5.2.4 De verplaatsing

De testopstelling moet goed te verplaatsen zijn, aangezien de testopstelling fungeert als onderdeel van de drukbank en niet continu onder de drukbank zal zijn gepositioneerd.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de testopstelling te verplaatsen, namelijk de testopstelling verplaatsen met behulp van een pompwagen of door het gebruik van hefwielen

De testopstelling plaatsen op wielen is geen mogelijkheid, aangezien dit onnauwkeurigheden veroorzaakt. Wielen vergroten de kans op een verplaatsing van de testopstelling tijdens het uitvoeren van een test. Het is niet bekend hoeveel de wielen mee veren wanneer er een belasting op de testopstelling wordt uitgeoefend en of de wielen de krachten kunnen verdragen. *"De testopstellig moet tijdens de test op poten zijn geplaatst om een nauwkeurige positie te behouden en nauwkeurige meetresultaten op te leveren."*
Om de testopstelling te verplaatsen kan er gebruik worden gemaakt van hefwielen. Hefwielen hebben een pendaal die naar beneden moet worden verplaatst om een poot uit te laten schuiven, waardoor de testopstelling niet meer op wielen zal staan.



Figuur 5.27: Hefwiel.[42]

Hefwiel	*HRLK PO 82G HN[42]*
Draagvermogen [kg]	230
Draagvermogen [N]	2256,3
Kostprijs [per stuk]	± € 100

Tabel 5.7: Specificaties hefwiel.

Het hefwiel kan de kracht die wordt uitgeoefend op de testopstelling verdragen. Auping beschikt over een pompwagen, waardoor er is besloten de pompwagen te gebruiken. De testopstelling kan later worden uitgebreid met de hefwielen.

5.2.5 Ergonomie & veiligheid

Ergonomisch werken betekent dat gebruiksvoorwerpen, machines en taken zo zijn ontworpen dat ze de veiligheid, de gezondheid, het comfort én de efficiëntie van mensen bevorderen.

Ergonomie:
De onderdelen van de testopstelling waarmee de gebruiker handelingen moet uitvoeren zijn de kleminrichtingen. De hoogtes waarop de proefstukken in de kleminrichtingen worden bevestigd bepalen of de testopstelling ergonomisch verantwoord is.
Het bevestigen van een proefstuk in de bovenste kleminrichting wordt uitgevoerd op een hoogte van: 648,5 millimeter. Het bevestigen van een proefstuk in de laagste kleminrichting wordt uitgevoerd op een hoogte van: 448,5 millimeter. Deze werkhoogtes voldoen niet aan de ergonomische werkhoogtes. De oorzaak hiervan is de beperkte hoogte onder de load cell van de drukbank. Na overleg met de Testing & Validation manager van Auping is besloten geen rekening te houden met de ergonomische werkhoogte in de verdere uitwerking en aanpassingen van de testopstelling, aangezien het niet haalbaar is in verband met de omstandigheden.
Het is mogelijk de proefstukken op ergonomische werkhoogte in de kleminrichting bevestigen, door de kleminrichtingen los te koppelen van de testopstelling en het proefstuk op een tafel in de kleminrichting te bevestigen. Wanneer het proefstuk is bevestigd met de juiste meetlengte, kan de kleminrichting teruggeplaatst worden in de testopstelling. Hierdoor wordt de tijdsduur van de niet ergonomische werkhouding verminderd.

Veiligheid:
De testopstelling is een onderdeel voor de drukbank van Auping, die alleen in werking kan worden gezet door de drukbank. Een groot deel van de veiligheidseisen hebben betrekking op de drukbank van Auping, waardoor de testopstelling niet direct met die eisen te maken krijgt.

De testopstelling beschikt over een gebruiksaanwijzing, die de gebruiker instructies geeft over het juiste gebruik van de testopstelling. De testopstelling is stevig en stabiel, zowel tijdens het verplaatsen als tijdens het uitvoeren van de test. De testopstelling kan geen testen uitvoeren zonder aangesloten te zijn aan de drukbank, aangezien de testopstelling zelf geen resultaten produceert en moet worden aangedreven. Het testprogramma is ingesteld op maximale afstanden en maximale krachten, deze afstanden zijn zo ingesteld dat onderdelen elkaar niet kunnen raken, waardoor het klemmen van lichaamsdelen tussen de bewegende delen niet mogelijk is.

5.3 Kostprijscalculatie:

De kosten van de testopstelling zijn berekend aan de hand van offerte aanvragen bij leveranciers van de benodigde onderdelen. Een overzicht van de benodigde materialen en de kosten per onderdeel zijn te vinden in bijlage B. Een overzicht van de kosten per hoofdonderdeel zijn weergeven in tabel 5.8.

Een totaal bedrag van 3271,83 euro voor de gehele testopstelling, is een kostprijs die binnen het budget van Auping past. De kostprijs van de testopstelling is vele malen lager dan de kostprijs van een bestaande trekbank waar Auping een offerte voor heeft aangevraagd.

Omschrijving	*Kosten*
Materiaalkosten Frame	€ 1250,45
Materiaalkosten Geleider	€ 798,38
Materiaalkosten Kleminrichting	€ 707,00
Materiaalkosten Koppeling	€ 142,92
Man-uren frezen (2uur)	€ 120,00
Man-uren opbouwen (8 uur)	€ 240,00
	---------- +
Totaal:	***€ 3258,75***

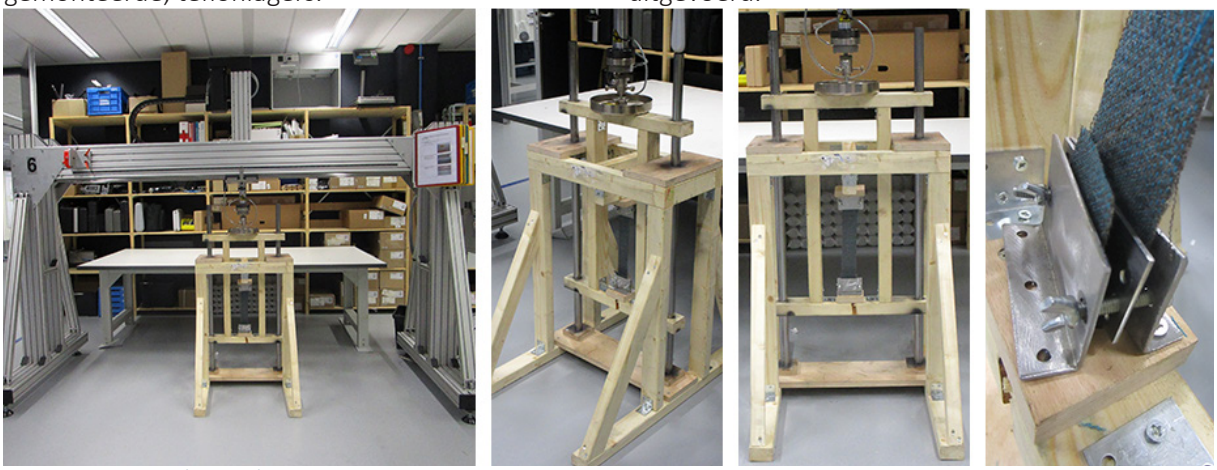
Tabel 5.8: Kostprijscalculatie.

6.0
Prototype

6.0 Prototype

In hoofdstuk zes wordt het prototype behandeld. Het prototype is gebruikt om aan te tonen dat het principe van de testopstelling werkt en om een gebruikerstest uit te voeren.

Het gedetailleerde eindconcept is vertaald naar een versimpeld prototype, waarmee een gebruikerstest uitgevoerd kan worden en kan worden gekeken of het principe van de testopstelling werkt. Wegens een klein budget zijn onderdelen erg versimpeld, wat de meetresultaten heeft beïnvloed.
De geproduceerde meetresultaten door het prototype zullen daarom niet te vergelijken zijn met de werkelijke elastische waarden van een textielsoort. Het prototype is opgebouwd met vurenhouten balken. Wanneer er krachten op deze balken worden uitgeoefend zullen er doorbuigingen ontstaan, waardoor de lagers gaan klemmen en er weerstanden worden veroorzaakt. De weerstanden veroorzaken onnauwkeurigheden in de meetresultaten.
Voor de assen van het prototype zijn stalenbuizen (25mm diameter) gebruikt, waarlangs de geleider wordt verplaatst doormiddel van, in de balken gemonteerde, teflonlagers.
De teflonlagers zorgen voor een betere geleiding langs de assen.
Een kleminrichting is nagebootst door twee platen tegen elkaar te klemmen. Om het proefstuk beter vast te klemmen en glijden te voorkomen, is er een extra plaat tussen de klemkaken geplaatst, waar het proefstuk omheen geslagen moet worden, weergeven in de meest rechtse foto van figuur 6.1.
Het prototype is niet gekoppeld aan de drukbank door middel van een koppeling, aangezien het prototype niet zonder weerstand en precies uitgelijnd met de kracht zal verplaatsen. Dit kan lijden tot schade aan de drukbank, wat niet wenselijk is. Door deze grote versimpelingen ten opzichte van het daadwerkelijke concept zullen de meetresultaten niet realistisch zijn, maar kan er met het prototype wel aangetoond worden of de testopstelling gewenste resultaten kan produceren en kan er een gebruikerstest worden uitgevoerd.

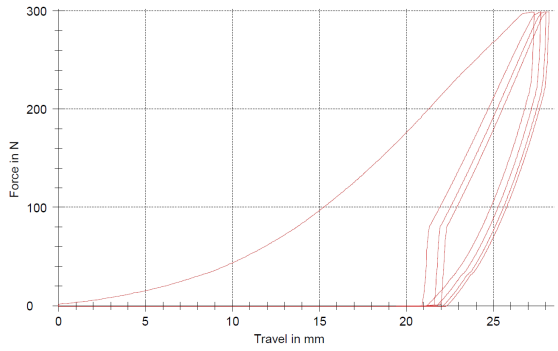


Figuur 6.1 Foto's van het prototype

6.1 Werkingstest:

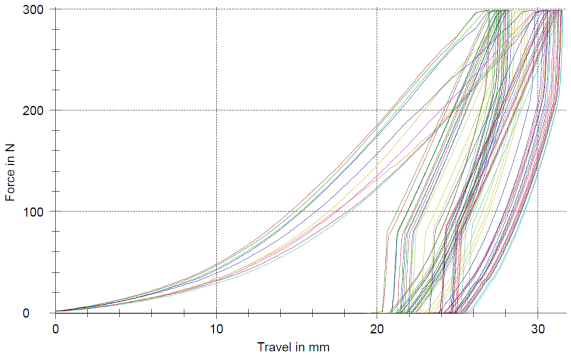
De werking van het prototype is getest door een testprogramma te ontwikkelen in TestXpert2, waarmee de drukbank wordt aangedreven en met behulp van het prototype de test uitvoert. Er zijn twee testprogramma's geschreven, één treksterkte test en één duurtest. De meetresultaten voor beide testsoorten worden weergeven in een tabel en een kracht-weg-diagram. Deze gegevens worden opgeslagen op de computer.
Wanneer het prototype op de juiste manier is geplaatst onder de stempel van de drukbank, moet de drukbank op 0 Newton worden geijkt. Na het ijken van de drukbank, wordt de test gestart en wordt een voorspanning van 2 Newton uitgeoefend op het prototype. Deze voorspanning zorgt ervoor dat het proefstuk op spanning komt te staan en er vanaf 2 Newton meetresultaten worden verzameld.

De duurtest
Het testprogramma voor de duurtest biedt de mogelijkheid een gewenst aantal cycli in te voeren die het proefstuk belasten tot de ingevoerde maximale kracht is bereikt. Om aan te tonen dat het principe van de duurtest werkt, zijn er testen uitgevoerd met een blauw proefstuk en een oranje proefstuk. Het blauwe proefstuk is meer elastisch dan het oranje proefstuk. Het proefstuk wordt tot een maximale kracht van 300 Newton belast.



Figuur 6.2: Kracht-weg-diagram Blauw (1x)

De eerste cyclus is de 'conditioning phase', waarna er drie daadwerkelijke testcycli worden uitgevoerd. Aan de hand van de testcycli wordt een elasticiteitswaarde bepaald.
Het resultaat van de duurtest op een blauw proefstuk is weergeven in figuur 6.2. Nadat de 'conditioning fase' is uitgevoerd, zijn drie test cycli zichtbaar. De test cycli hebben vrijwel hetzelfde verloop, maar hebben na iedere cyclus een verplaatsing naar rechts ten opzichte van de voorgaande cyclus. De oorzaak hiervan is dat er na iedere cyclus een blijvende vervorming ontstaat of dat de geleider een te grote weerstand heeft, waardoor het texiel niet naar oorspronkelijke staat kan terugkeren. De uitrekking wordt bepaald aan de hand van het lengteverschil per cyclus. De uitrekkingen van het proefstuk per cyclus komen vrijwel met elkaar overeen, aangezien de curves zo goed als parallel aan elkaar verlopen.

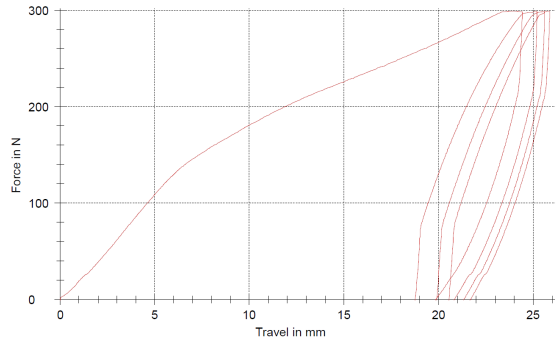


Figuur 6.3: Kracht-weg-diagram Blauw (10x)

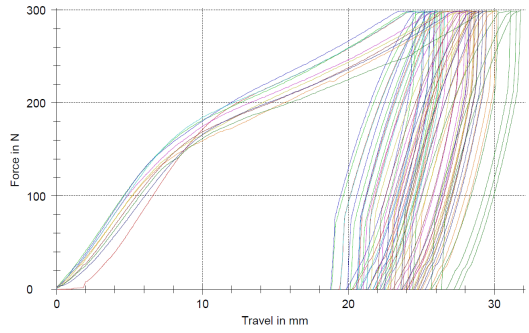
Er zijn 10 verschillende blauwe proefstukken getest, weergeven in figuur 6.3. Elk proefstuk heeft een andere lijnkleur. De verschillende locaties van de 10 verschillende testresultaten worden veroorzaakt door de conditioning phase. De afstandsverschillen worden veroorzaakt door de inklemming van het proefstuk. De niet nauwkeurige meetlengte, het uit de inklemming glijden van de proefstukken en de per test

verschillende weerstanden van de lagers zijn de oorzaak. Wel is er te zien dat ook hier de curves van de verschillende proefstukken vrijwel parallel aan elkaar verlopen.

Dezelfde test is uitgevoerd op een oranje proefstuk die minder elastisch is. Hiervoor geldt hetzelfde als voor het blauwe proefstuk. De curves van de testcycli komen vrijwel met elkaar overeen, weergeven in figuur 6.4, maar door de conditioning phase bevinden de testcycli zich op verschillende locaties in het diagram, weergeven in figuur 6.5.



Figuur 6.4: Kracht-weg-diagram Oranje (1x)



Figuur 6.5: Kracht-weg-diagram Oranje (10x)

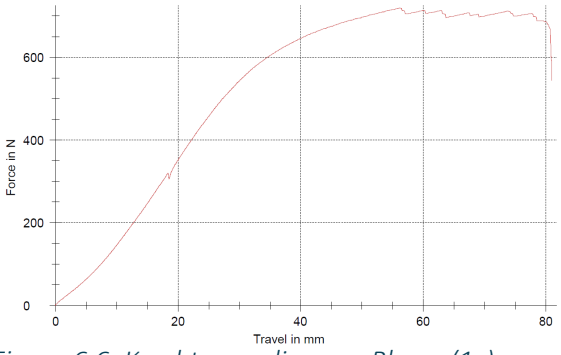
Conclusie:
Het principe van de duurtest werkt. De curves van de tien verschillende proefstukken komen vrijwel met elkaar overeen. De curve van de conditioning phase verschilt bij de verschillende proefstukken. De oorzaak hiervan is het niet nauwkeurig in kunnen stellen van de meetlengtes, het uit de inklemming glijden van de proefstukken en de per test verschillende weerstanden van de lagers.
De twee verschillende soorten proefstukken, oranje en blauw, tonen aan dat er verschillende uitrekkingen ontstaan bij verschillende textielsoorten.
In het testprogramma kan gekozen worden om de conditioning phase niet te tonen in het kracht-weg-diagram en na iedere testfase in de oorsprong te beginnen. Wanneer deze instellingen gekozen worden, komen de curves vrijwel over elkaar te liggen, wat betekent dat de meetresultaten voor tien verschillende proefstukken vrijwel overeenkomen.

De treksterkte test
Het testprogramma voor de treksterkte test biedt de mogelijkheid om het proefstuk te belasten tot deze scheurt. Om aan te tonen dat het principe van de treksterkte test werkt, zijn er testen uitgevoerd met een blauw proefstuk en een oranje proefstuk. Het blauwe proefstuk is meer elastisch dan het oranje proefstuk.

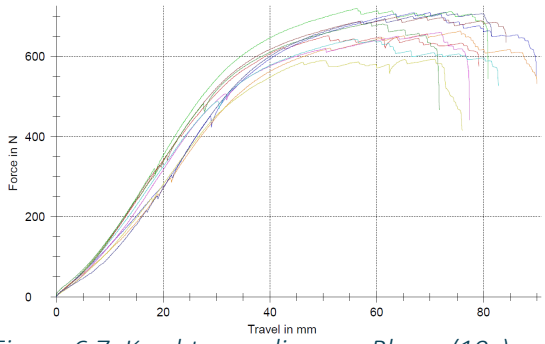
Het resultaat van de treksterkte test met een blauw proefstuk is weergeven in figuur 6.6 en met oranje proefstuk in figuur 6.8. De kracht-weg-diagrammen tonen aan dat voor de uitrekking van het blauw proefstuk, minder kracht nodig is dan voor dezelfde uitrekking van het oranje proefstuk.

Van zowel de oranje als de blauwe proefstukken zijn er 10 verschillende proefstukken getest, weergeven in figuur 6.7 en figuur 6.9. Elk proefstuk heeft een andere lijnkleur. De curves van de verschillende proefstukken hebben vrijwel hetzelfde verloop. De afwijkingen worden ook hier veroorzaakt door het niet nauwkeurig kunnen instellen van de meelengtes, het uit de inklemming glijden van de proefstukken en de per test verschillende weerstanden van de lagers.

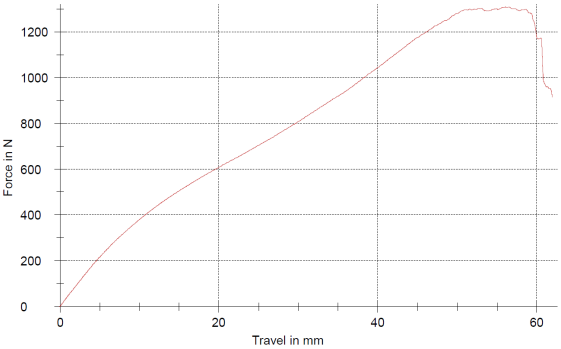
Conclusie:
Het principe van de treksterkte test werkt. De uitrekkingen van de verschillende textielsoorten kunnen met elkaar worden vergeleken, aan de hand van de curves en meetresultaten die in een tabel worden weergeven. Er kan een uitspraak worden gedaan over de elasticiteit van het textiel, aan de hand van de hoeveelheid kracht die nodig is om een bepaalde uitrekking te realiseren.



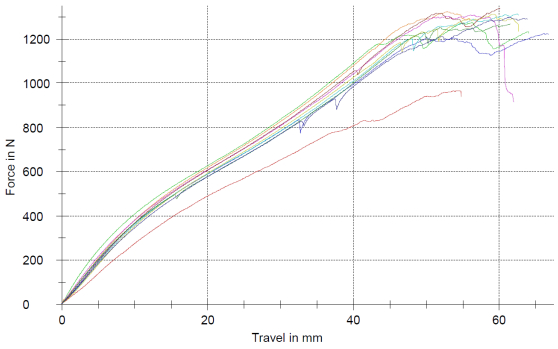
Figuur 6.6: Kracht-weg-diagram Blauw (1x).



Figuur 6.7: Kracht-weg-diagram Blauw (10x).



Figuur 6.8: Kracht-weg-diagram Oranje(1x).

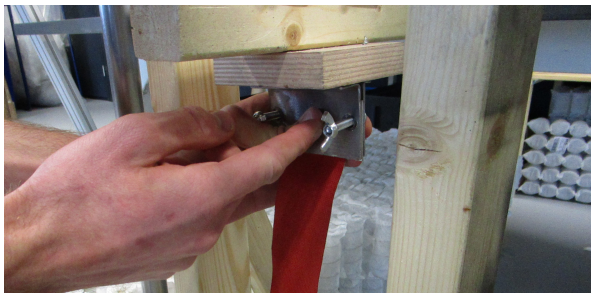


Figuur 6.9: Kracht-weg-diagram Oranje(10x).

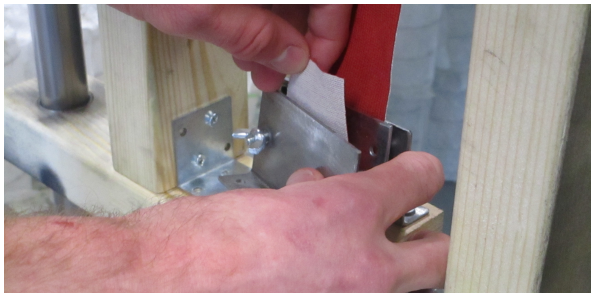
6.2 Gebruikerstest

De gebruikstest is uitgevoerd op de product-ontwikkelingsafdeling bij Auping, waarbij verschillende werknemers een test hebben proberen uit te voeren met het prototype. Vooraf hebben de proefpersonen een korte instructie gekregen over het prototype en over het testprogramma van de drukbank. Nadat de proefpersoon het proefstuk in handen heeft gekregen is de gebruikerstest begonnen.
Uit observatie zijn er een aantal punten naar voren gekomen, die werden bevestigd nadat de gebruikerstest was afgerond.

Het inklemmen van het proefstuk verloopt moeizaam.
Er wordt verwacht dat er standaard kleminrichtingen worden gebruikt, voor de definitieve testopstelling. Een voorgestelde oplossing is, de kleminrichting loskoppelen van de testopstelling en het proefstuk bevestigen buiten de testopstelling, waarna deze als geheel geplaatst kan worden in de testopstelling.



Figuur 6.10: Moeizaam inklemmen.



Figuur 6.11: Moeizaam inklemmen.

Weerstanden kunnen worden verlaagd.
Het is een goed prototype om mee aan te tonen dat het principe werkt, maar om echt goede testresultaten te krijgen zal de testopstelling opgebouwd moeten worden met andere materialen. De testresultaten zullen niet vergelijkbaar zijn met de werkelijkheid, aangezien er grote weerstanden aanwezig zijn in het prototype. Gebruik maken van andere materiaal zoals, goede lagers, aluminium profielen en stelvoetjes zullen het verbeteren.

Het testprogramma toont de gewenste testresultaten.
De gewenste resultaat is de uitrekking bij verschillende krachten, deze kunnen worden teruggevonden in de grafiek en in de tabel. Het is vooral gewenst de uitrekking te meten bij de krachten die representatief zijn voor de krachten die de personen en machines in de fabriek kunnen uitoefenen.

Een gebruiksaanwijzing.
Het schrijven van een gebruiksaanwijzing voorkomt dat gebruikers op verschillende manieren de testopstelling gaan gebruiken. De gebruiksaanwijzing moet zorgen dat alle gebruikers op dezelfde manier gebruik maken van de testopstelling, waardoor er vergelijkbare en betrouwbare resultaten worden geproduceerd. In de gebruiksaanwijzing moet exact worden verteld, hoe het proefstuk moet worden ingeklemd, hoe vast de kleminrichting moet worden aangedraaid, etc.

Het plaatsen van de testopstelling kan eenvoudiger.
Het prototype is niet voorzien van in hoogte verstelbare poten of wielen, waardoor deze onder de drukbank getild/geschoven moest worden. Het prototype is niet zwaar, aangezien het grotendeels met houten onderdelen is opgebouwd, waardoor het plaatsen eenvoudig verliep. De testopstelling zal zwaarder worden wanneer deze wordt opgebouwd met de juiste materialen, waardoor het nauwkeurig positioneren moeizamer zal verlopen.
De testopstelling voorzien van wielen wordt afgeraden, aangezien wielen onnauwkeurigheden kunnen veroorzaken. Wielen zullen sneller ongewenst verplaatsen dan poten en hoogte verschillen veroorzaken door het meeveren van het rubber. Er wordt geadviseerd gebruik te maken van de pompwagen om de testopstelling te positioneren.
Het gebruik van wielen zonder rubber verminderd de kans op onnauwkeurigheden, maar het gebruik van hefwielen zal de genoemde onnauwkeurigheden wegnemen.

Conclusie:
Het meeste commentaar is geleverd op de kleminrichting van het prototype, aangezien het instellen van het proefstuk erg moeizaam verliep. De daadwerkelijke testopstelling moet worden uitgerust met een standaard kleminrichting, die geschikt is voor het inklemmen van textiel. Om het bevestigen van een proefstuk op ergonomische hoogte, sneller en eenvoudiger te laten verlopen, is het een mogelijkheid om het bevestigen van een proefstuk in de kleminrichtingen op een tafel uit te voeren, waarna deze als geheel in de testopstelling gemonteerd wordt.
Het gebruik van hefwielen zal het nauwkeurig positioneren van de testopstelling bevorderen. Het is een aanbeveling om de testopstelling uit te rusten met hefwielen.
Het is van belang dat er aan de hand van een waarde de verschillende textielsoorten onderling met elkaar kunnen worden vergeleken. Het geleverde commentaar en de aanbevelingen die zijn gegeven, onderbouwen de keuzes die zijn gemaakt voor het gedetailleerde eindresultaat. Het doel van de gebruikerstest was om te kijken of de testopstelling is te begrijpen en of er goed mee gehandeld kan worden. Het is gebleken dat het principe van de testopstelling duidelijk is, maar dat er voor de daadwerkelijke testopstelling andere keuzes moeten worden gemaakt dan voor het prototype.

7.0 Conclusie

7.0 Conclusie

In hoofdstuk 7 wordt de discussie en de conclusie van de testopstelling weergeven. Deze worden gevolgd door enkele aanbevelingen.

7.1 Discussie

Validiteit:
Voor de ontwikkeling van de testopstelling zijn eisen opgesteld, waarvan een deel zijn gebaseerd op de ISO-normen, Arbowetten en de richtlijnen voor machines. Het voordeel van het gebruik van deze documenten is dat de daarin gestelde eisen internationaal gelden en goed zijn onderbouwd. De testopstelling baseren op deze eisen, zorgt ervoor dat de kans groter wordt dat de testen juist worden uitgevoerd en dat er correcte resultaten worden behaald. Het vervult ook de wens van Auping om een testopstelling te ontwikkelen die gerelateerd is aan een ISO-norm.

Beperking:
Het gerealiseerde prototype is, wegens een beperkt budget, alleen nuttig geweest om aan te tonen dat het principe van de testopstelling werkt en om te testen hoe de gebruiker de handelingen uitvoert. De gebruikerstest gaf resultaten die vooral gericht waren op het gebruik van verkeerde materialen.
De meetresultaten, gemeten met het prototype, zullen niet vergelijkbaar zijn met de werkelijke waarden aangezien de gebruikte materialen niet geschikt zijn voor testopstellingen.
Door middel van het prototype is wel bekend geworden, dat de load cell van de testcilinder minder hoog van de grond verwijderd kon worden dan verwacht.

7.2 Conclusie

Het doel van de opdracht was:
het ontwikkelen van een testopstelling, waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen verschillende textielsoorten op basis van de elastische eigenschappen. Deze testopstelling dient te fungeren als onderdeel van de aanwezige drukbank, waarbij de drukbank de meetresultaten vastlegt. De elasticiteit moet worden gemeten in de X- en Y-richting.

Uit onderzoek is gebleken dat wanneer er in de textielbranche en dus ook bij Auping over elasticiteit wordt gesproken, de verlenging met bijbehorende kracht wordt bedoeld. De oorzaak hiervan is dat spanningen bepalen in een textiel vrijwel onmogelijk is, aangezien het doorsnede oppervlak van een textiel onbekend is en niet meetbaar.
De benodigde waarden, de verlenging en bijbehorende kracht, worden gemeten door de drukbank van Auping. Een groot voordeel van de testopstelling is dat geleverde kracht en de verplaatsing, na het op nul ijken, één op één kunnen worden overgenomen als de uitgeoefende trekbelasting en de uitrekking van het proefstuk. Dit is mogelijk doordat de kracht in dezelfde lijn worden uitgeoefend en de wrijvingskracht ten opzichte van de geleverde kracht zo klein is dat deze verwaarloosbaar is.
De gemeten uitrekkingen en trekbelastingen worden gepresenteerd in een tabel en in een kracht-weg-diagram. Aan de hand van de curves en meetresultaten die per textielsoort worden gepresenteerd, kunnen de verschillende textielsoorten worden vergeleken. Er kan een uitspraak worden gedaan over de elasticiteit van het textiel, aan de hand van de hoeveelheid kracht die nodig is om een bepaalde uitrekking te realiseren.

Bij het meten van de elasticiteit van textiel moet er rekening worden gehouden met mogelijk verschillende meetresultaten in verschillende richtingen, X- en Y-richting. De gebruiksaanwijzing beschrijft hoe de set van proefstukken uit een textielsoort gesneden moeten worden. De afmetingen en locaties van de uit te snijden proefstukken worden hierin weergeven, voor zowel de X- als Y-richting.
De gebruiksaanwijzing bevat de benodigde informatie om een test stapsgewijs, in de juiste volgorde, uit te kunnen voeren met de testopstelling.

Met behulp van de testopstelling kan Auping een transparantere kwaliteitsborging realiseren. Reproduceerbare meetresultaten van de testopstelling kunnen worden gebruikt om vergelijkingen en afwegingen te maken tussen verschillende textielsoorten en keuzes te onderbouwen. Het gebruik en het opslaan van deze meetwaardes zorgt voor een uniforme wijze van beoordeling van de elasticiteit, waardoor meerdere werknemers, zonder de ambachtelijke kennis, begrip krijgen van de elastische eigenschappen van verschillende textielsoorten.

.

7.3 Aanbevelingen

Om deze testopstelling aan de ergonomische werkhoogtes te laten voldoen, kan het een oplossing zijn om voorafgaand aan de test, het proefstuk in te klemmen met de juiste meetlengte in de kleminrichting en vervolgens als geheel in de testopstelling te plaatsen. De kleminrichting kan namelijk eenvoudig worden losgekoppeld van de testopstelling en vervolgens op een ergonomische tafel worden ingesteld. Het is wel van belang dat de ingestelde meetlengte correct is.

Om het eenvoudig positioneren van de testopstelling te bevorderen kan de testopstelling worden uitgerust met hefwielen.

Om te beoordelen of de meetresultaten van de testopstelling realistisch zijn is het verstandig om exact dezelfde test extern op een bestaande en daarvoor bestemde trekbank uit te voeren. Hierdoor kan er een vergelijking van de meetresultaten worden gemaakt en aan de hand daarvan de nauwkeurigheid van de testopstelling worden bepaald.

Wanneer meetresultaten nauwkeuriger bepaald moeten worden kan er worden overwogen om gebruik te gaan maken van een extensometer, die de lengte verandering van een materiaal kan meten.

Referenties:

[1] Auping Academy. (z.d.). Over Auping. Geraadpleegd van www.aupingacademy.com
[2] Auping Academy. (z.d.). Matrassen. Geraadpleegd van www.aupingacademy.com
[3] Textiellab. (z.d.). Weven. Geraadpleegd van http://www.textiellab.nl/nl/pagina/techniek-weven
[4] Textiellab. (2007). Nonwoven. Geraadpleegd van http://www.textilelab.nl/informatie/publicaties/textiel/non-woven.html
[5] Textiellab. (z.d.). Breien. Geraadpleegd van http://www.textiellab.nl/nl/pagina/techniek-breien
[6] Aanvulling Trekproef. (2013). Gedownload van https://blackboard.utwente.nl/bbcswebdav/pid-618261-dt-content-rid-779693_2/courses/2013-201300029-1A/Aanvulling%20trekproef.pdf
[7] CEN. (2013). Textiles- Tensile properties of fabrics- Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method (ISO 13934-1:2013-IDT)
[8] CEN. (2007). Determination of the elasticity of fabrics- Part 2: Multiaxial tests (EN 14704-2:2007)
[9] Zwick/Roell. (z.j.). ProLine for standardized tests [Afbeelding]. Gedownload van http://www.zwick.nl/typo-3temp/pics/40d614a0d8.jpg
[10] Wikipedia. (z.j). Biaxial Tensile Test. Geraadpleegd van https://en.wikipedia.org/wiki/Biaxial_tensile_test
[11] Zwick/Roell. (z.j.). Biaxiale testsystemen [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.zwick.nl/typo3temp/pics/7d54ba4fe9.jpg
[12] Testresources. (z.j.). Tensile Grips. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/accessories/grips-fixtures/tensile-grips/
[13]Testresources. (z.j.). g527 mechanical medge grip [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/images/accessories/tensile-grips/g527-mechanical-wedge-grip.jpg
[14]Testresources. (z.j.). g240k mechanical vice action grip [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/images/accessories/tensile-grips/g240k-mechanical-vice-action-grip.jpg
[15]Testresources. (z.j.). g108 pneumatic side opening grip [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/images/accessories/tensile-grips/g108-pneumatic-side-opening-grip.jpg
[16]Testresources. (z.j.). g11 self tightening spring action grip [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/images/accessories/tensile-grips/g11-self-tightening-spring-action-grip.jpg
[17]Testresources. (z.j.). g7 eccentric roller grip [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.testresources.net/images/accessories/tensile-grips/g7-eccentric-roller-grip.jpg
[18] PB L L 157/35-42 van 9.6.2006, Geraadpleegd van http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:NL:PDF
[19] Machinerichtlijn. (1999). Machinerichtlijn introductie. Geraadpleegd van http://www.machinerichtlijn.eu/machinerichtlijn/machinerichtlijn_introductie/
[20] Overheid.nl. (2016). Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 3.19. Geraadpleegd van http://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2016-10-11#Hoofdstuk3
[21] Overheid.nl. (2016). Arbeidsomstandighedenbesluit, Artikel 5.4. Geraadpleegd van http://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2016-10-11#Hoofdstuk5
[22] Overheid.nl. (2016). Arbeidsomstandighedenwet, Artikel 3. Geraadpleegd van http://wetten.overheid.nl/BWBR0010346/2016-01-01

[23] Arbovakbase. (2015). Handboek Ergonomie, Richtlijnen. Geraadpleegd van http://www.arbovakbase.nl/artikel/richtlijnen-11220.html
[24] Ergonomiespecialist. (2015). Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR-1813. Geraadpleegd van http://www.ergonomiespecialist.nl/pages/sub/31353/npr_1813.html
[25] Arbocatalogushbo. (2015). Zittend werk. Geraadpleegd van https://www.arbocatalogushbo.nl/gezonde-werkplek/zittend-werk/
[26] Arbeidsveiligheid.net. (2012). Optimaal presteren met ergonomische werkplek. Geraadpleegd van http://www.arbeidsveiligheid.net/veiligheidsartikelen/optimaal-presteren-met-ergonomische-werkplek
27] RK Rose+krieger. (2013) Profil-Technik BLOCAN, Konstruktionsprofile. Geraadpleegd van https://www.rk-rose-krieger.com/fileadmin/catalogue/profiltechnik/bl_aluprofilsystem_de.pdf
[28] Christ packing systems (z.j.). Knotenwinkel Typ 40 [Afbeelding]. Geraadpleegd van https://www.christ-packing-shop.de/image/cache/data/product/27_5g1b3692-405x228.jpg
[29] RK Rose+krieger.(2016) Linear-Technik. Geraadpleegd van https://www.rk-rose-krieger.com/fileadmin/catalogue/lineartechnik/lt_lineartechnik_de.pdf
[30] Spanpartner BV. (e-mail contact, 8 november 2016)
[31] Myostat motion control inc.(z.j.). SRJOINT [Afbeelding]. Geraadpleegd van http://www.myostat.ca/images/SRJOINTcutaway5.jpg
[32] Grip-Engineering Thümler GmbH.(2016). TH240, SCREW ACTION GRIPS. Geraadpleegd van http://www.grip.de/pdf/TH240k_Datasheet.pdf
[33] Grip-Engineering Thümler GmbH.(2016). TH240g series. Geraadpleegd van http://www.grip.de/pdf/TH240g_Datasheet.pdf
[34] Grip-Engineering Thümler GmbH.(2016). TH154 Screw Action Grip 10 kN and 20 kN. Geraadpleegd van http://www.grip.de/pdf/TH154_Datasheet.pdf
[35] Grip-Engineering Thümler GmbH. (e-mail contact, 16 december 2016)
[36] Myostat Motion Control Inc. (e-mail contact, 3 januari 2017)
[37] ZVS Techniek. (2016). KUGELGELENK SERIE KG. Geraadpleegd van http://www.zimmer-group.de/dbassets/gd_pg_gd_pg__kt_hwm_hht1__kp_kg__pg_kgein__sgerman__apd__v1.pdf
[38] Lagertechniek.nl. (z.j.). SKF Lineair lagereenheid LUHR 25-2LS/HV6 (RVS). Geraadpleegd van http://www.lagertechniek.nl/skf-lineair-lagereenheid-luhr-25-2ls-hv6-rvs-luhr-25-2ls-hv6-skf.html
[39] Lagertechniek.nl. (z.j.). SKF Geharde precisie as LJM. Geraadpleegd van http://www.lagertechniek.nl/skf-geharde-precisie-as-ljm-25-x-1000-essc-6-voor-lrcb-lrcc-ljm-25-1000-essc-6-skf.html
[40] Lagertechniek.nl. (z.j.). SKF Lineare asbok LSHS 25. Geraadpleegd van http://www.lagertechniek.nl/skf-lineair-asbok-lshs-25-lshs-25-skf.html
[41] RK Rose+krieger. (2016). VerbindungsTechnik, Base clamp FS25. Geraadpleegd van https://www.rk-rose-krieger.com/fileadmin/catalogue/verbindungstechnik/vt_verbindungstechnik_de.pdf
[42] Blickle. (2016). Blickle hefwielen met ingebouwde vastzetvoet. Geraadpleegd van http://levellingcastors.blickle.nl/?_ga=1.265808775.968261192.1484137561#page_6

Onderdelen Solidworks model:
RK Rose+krieger. (z.j.). CAD Models. Geraadpleegd van https://rose-krieger.partcommunity.com/3d-cad-models/
SKF. (z.j). CAD Downloads. Geraadpleegd van http://www.skf.com/group/knowledge-centre/engineering-tools/skf-bearings-housings-units-and-seals-cad-models-general-instructions.html

Figuren zonder referentie zijn zelf ontwikkeld of afkomstig uit de Auping database.

Bijlagen

Bijlage A: Beoordeling aan de hand van programma van eisen.

Eisen	*Verticale druk*	*Horizontale trek*	*Verticale trek*
De testopstelling moet fungeren als onderdeel van de drukbank.	+++	+++	+++
De testopstelling moet aangedreven worden door de Elektromechanische testcilinder van de drukbank.	+++	+++	+++
De testopstelling moet de uitrekking in X-richting (kettingrichting) kunnen meten.	+	++	+++
De testopstelling moet de uitrekking in Y-richting (inslagrichting) kunnen meten.	+	++	+++
De testopstelling moet een belasting van 2000 Newton kunnen verdragen.	++	++	+++
De testopstelling moet binnen de afmetingen van 2405 x 1110 x 1105 millimeter passen.	+++	+++	+++
De testopstelling moet eenvoudig en eenduidig kunnen worden bediend.	++	++	+++
De testopstelling moet beschikken over een kleminrichting die textiel kan inklemmen.	+++	+++	+++
De maximale doorbuiging van de testopstelling moet kleiner zijn dan 0,25 millimeter.	++	++	+++
De kleminrichting moet voorkomen dat het textiel gaat glijden.	++	+++	+++
De kleminrichting moet een belasting van 2000 Newton kunnen verdragen.	+	+++	+++
Het midden van de kleminrichting moet gecentreerd zijn op de lijn van de kracht die wordt uitgeoefend op het proefstuk.	-	+++	+++
Het klemoppervlak moet zich in hetzelfde vlak bevinden als waarin het proefstuk is opgespannen.	+++	+++	+++

De kleminrichting mag geen hoekverandering ondergaan.	+++	+++	+++
De kleminrichting mag het proefstuk niet verzwakken of beschadigen.	+	+++	+++
De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet beschikken over een minimale kaakbreedte van 60 millimeter.	+++	+++	+++
De kleminrichting voor een rechthoekig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van 200 millimeter ±1 millimeter.	++	++	+++
De kleminrichting voor een cirkelvormig proefstuk moet ingesteld kunnen worden op een meetlengte van ø 145mm ±2 millimeter.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
De meetresultaten moeten bestaan uit kracht en verlenging.	-	++	+++
De meetresultaten van de kracht moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 Newton.	++	++	+++
De meetresultaten van de uitrekking moeten een nauwkeurigheid hebben van ±0,5 millimeter.	-	+	+++
De meetresultaten moeten worden opgeslagen.	+++	+++	+++
De testopstelling moet beschikken over een gebruiksaanwijzing.	+++	+++	+++
Tijdens verplaatsing van de testopstelling mogen onderdelen van de testopstelling niet bewegen.	+++	+	+++
De testopstelling moet tijdens verplaatsing stabiel en stevig blijven.	+++	++	+++
Het in werking stellen van de testopstelling moet alleen mogelijk zijn door een opzettelijk verrichte handeling met behulp van het besturingsprogramma.	+++	+++	+++
Het loskoppelen van de testopstelling moet alleen mogelijk zijn door een opzettelijk verrichte handeling.	+++	+++	+++
De testopstelling moet te allen tijde stoppen wanneer de drukbank stopt.	+++	+++	+++
Letsel door (bewegende) onderdelen van de testopstelling moeten worden voorkomen.	+++	++	+++
Belemmering van het zicht op het proefstuk moet worden voorkomen.	+	++	+++
Het (onverwacht) blokkeren van bewegende delen moet worden voorkomen.	+++	+++	+++

De zittende werkhouding aan de testopstelling moet een werkhoogte hebben tussen 620 - 850 millimeter.	+++	+++	+++
De knielende werkhouding aan de testopstelling moet werkhoogte hebben van 500 millimeter.	++	++	++
De staande werkhouding aan de testopstelling moet een werkhoogte hebben tussen 1080 - 1280 millimeter.	+++	+++	+++
De testopstelling moet de uitrekking in de X- en Y-richting gecombineerd kunnen meten.	+	-	-
De manier van testen moet vergelijkbaar zijn met een test beschreven in een ISO-norm.	+	-	++
Er moet een duurtest uitgevoerd kunnen worden.	+++	+++	+++
Aantal eisen waaraan wordt voldaan:	79	86	103

Tabel A.1: Beoordeling oplossingsrichtingen aan de hand van het programma van eisen.

- = Voldoet onvoldoende.
+ = Voldoet redelijk.
+ = Voldoet acceptabel.
+++ = Voldoet goed.

Bijlage B: Benodigdheden per hoofdonderdeel.

Benodigheden Frame

Omschrijving	*Aantal*	*Type*	*Lengte*	*Order-no.*	*Prijs [p.s]*	*Totaal prijs:*
Verticale profielen	4	F-40x80[1]	600mm	4395000	€ 28,10	€ 112,40
Dwarsbalken	2	F-40x40[1]	600mm	4D35000	€ 11,50	€ 22,50
240mm-profiel	3	F-40x80[1]	240mm	4395000	€ 11,25	€ 33,75
Schoren profielen	2	F-40x80[1]	450mm	4395000	€ 21,10	€ 42,20
Bevestigingsbalken	2	F-60x120[1]	900mm	4065000	€ 103,00	€ 206,00
Hoekanker 40	40	Angle bracket -Guss- 40mm[1]		4014102	€ 5,50	€ 220,00
Fixatie set hoekanker 40 Schroef + slotmoer + ring	80	M8x16, Slotstone-N-[1]		4026208	€ 2,20	€ 176,00
Schoorhoeken	4	Profile joint -E-[1]		4032540	€ 3,50	€ 14,00
Schoorhoek bevestiging[1]	32			4035520	€ 5,90	€ 188,80
Afdekkappen F-40x40	4	End cover, PA, Black[1]		4010421	€ 2,25	€ 9,00
Afdekkappen F-40x80	4	End cover, PA, black[1]		4030421	€ 2,60	€ 15,60
Afdekkappen F-60x120	4	End cover, PA, black[1]		4068421	€ 3,15	€ 12,60
Poten	4	Leveling foot[1]		4016302	€ 10,10	€ 40,40
Connectieplaat poten	4	Connecting plates[1] F-120x120 M10		4164402	€ 39,30	€ 157,20
						---------- +
Totaal prijs frame:						***€ 1250,45***

Tabel B.1: Benodigde onderdelen voor het frame.

Benodigdheden Geleider

Omschrijving	*Aantal*	*Type*	*Lengte*	*Order-no.*	*Prijs [p.s]*	*Totaal prijs:*
Horizontale profielen	2	F-60x60/1[1]	356	4135000	€ 24,92	€ 49,84
Verticale profielen	2	F-60x60/1[1]	620	4135000	€ 43,40	€ 86,80
Hoekankers 60	4	Angle bracket 60x60mm[1]		4125101	€ 13,70	€ 54,80
Fixatie set hoekanker 60 Schroef + slotmoer + ring	16	M8x18, Fixature set [1]		4035110	€ 2,40	€ 38,40
Slotmoeren M8 Asblok	4	Slot stone -N-[1]		4026206	€ 1,85	€ 7,40
Borgmoeren M6 lagers	8	Borgmoer M6		DIN 985	€ 0,23	€ 1,84
Bouten Asbok	4	Screws M8x45		DIN 912	€ 0,46	€ 1,84
Bouten Lagers	8	Screws M6x50		DIN 912	€ 0,32	€ 2,56
Correctieafstand asbok	2	62x28x9mm staalplaat				€ 7,00
Connectieplaat Lagers	4	Connecting plates F-60x60[1]		4225412	€ 14,20	€ 56,80
Geharde assen	2	SKF Geharde precisie as[2]		LJM 12 1000 ESSC 1	€ 28,30	€ 56,60
As klemmen (top)	2	SKF Lineair asbok[2]		LSHS 25	€ 36,55	€ 73,10
As klemmen (bodem)	2	Base clamps fs25(incl. fixatie set) [1]		13250000 020	€ 14,50	€ 29,00
Kogellager eenheden	4	SKF Lineair lagereenheid (RVS)[2]		LUHR 25-2LS/HV6	€ 83,10	€ 332,40
						---------- +
Totaal prijs geleider:						***€ 798,38***

Tabel B.2: Benodigde onderdelen voor de geleider.

Benodigdheden Kleminrichting

Omschrijving	*Aantal*	*Type*	*Order-no.*	*Prijs [p.s]*	*Totaal prijs:*
Mechanical Vice Grip	2	TH240k[3]	TH240k	€ 200,00	€ 400,00
Klemplaten	1	TH240k-BG80[3]	TH240k-BG80	€ 213,00	€ 213,00
Adapter male 15.8mm – female thread M8	2	THS438-158- M10[3]	THS438-158- M10	€ 40,00	€ 80,00
Bevestiging adapter	2	Hammerhead screw M8x25[1]	4016201	€ 7,00	€ 14,00
					---------- +
Totaal prijs kleminrichting:					***€ 707,00***

Tabel B.3: Benodigde onderdelen voor de kleminrichting.

Benodigdheden Koppeling

Omschrijving	*Aantal*	*Type*	*Order-no.*	*Prijs [p.s]*	*Totaal prijs:*
Bolscharnier	1	KG40[4]	KG40	€ 78,00	€ 78,00
Mal koppeling	1	U-profiel (5mm)	120x72x35	€ 19,00	€ 19,00
Mal geleider	2	U-profiel (5mm)	40x72x35	€ 9,50	€ 19,00
Bevestiging mal aan geleider	4	M8x18, Fixature set[1]	4035110	€ 2,40	€ 9,60
Bevestiging mal aan bolscharnier	6	M8x10	DIN 912	€ 0,40	€ 2,40
Bevestiging koppeling aan geleider	2	Hammerhead screw M8x25[1]	4016201	€ 7,00	€ 14,00
Bevestiging koppeling aan geleider	2	Zeskantkraagmoer M8	DIN 6331	€ 0,46	€ 0,92
					---------- +
Totaal prijs koppeling:					***€ 142,92***

Tabel B.4: Benodigde onderdelen voorde koppeling

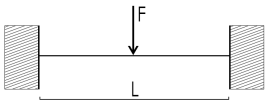
Referenties:

[1] Spanpartner BV. (e-mail contact, 15 november 2016)
[2] Lagertechniek.nl. (Telefonisch contact, 15 november 2016)
[3] Grip-Engineering Thümler GmbH. (e-mail contact, 16 december 2016)
[4] ZVS Techniek. (e-mail contact, 13 december 2016)

Bijlage C: Handberekening van de doorbuigingen.

Het 240mm-profiel en de 600mm-profielen worden als ingeklemd beschouwd. De doorbuiging van een ingeklemd profiel is te bepalen aan de hand van de volgende formule[1]:

$$f = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I} \qquad (1)$$



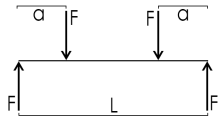
Waarin:
f = Doorbuiging [mm]
F = Puntbelasting [N]
L = Lengte van het onderdeel [mm]
E = Elasticiteitsmodulus [N/mm^2]
I = Oppervlaktetraagheidsmoment [mm^4]

Tabel C.1 weergeeft verschillende profiel mogelijkheden voor het 240mm-profiel. De benodigde gegevens voor de formule en de doorbuiging van de profielen staan in de tabel vermeld.

Tabel C.2 weergeeft verschillende profiel mogelijkheden voor de 600mm-profielen. De benodigde gegevens voor de formule en de doorbuiging van de profielen staan in de tabel vermeld.

De doorbuiging van het bevestigingsprofiel, een niet ingeklemd profiel, welke op meerdere punten belast wordt, kan berekend worden met behulp van de volgende formule[1]:

$$f = \frac{F \cdot a}{24 \cdot E \cdot I}(3L^2 - 4a^2) \qquad (2)$$



Waarin:
f = Doorbuiging [mm]
F = Belasting [N]
L = Lengte van het onderdeel [mm]
E = Elasticiteitsmodulus [N/mm^2]
I = Oppervlaktetraagheidsmoment [mm^4]
a = Afstand van de kracht uit de kant. [mm]

Tabel C.3 weergeeft verschillende profiel mogelijkheden voor de bevestigingsprofielen met een breedte van 120mm. De benodigde gegevens voor de formule en de doorbuiging van de profielen staan in de tabel vermeld.

De profielen van de geleider kunnen als ingeklemd worden beschouwd en de doorbuiging kan worden berekend met behulp van formule (1).
Tabel C.4 weergeeft verschillende profiel mogelijkheden voor de geleider. De benodigde gegevens voor de formule en de doorbuiging van de profielen staan in de tabel vermeld.

[1] Hibbeler, R.C.; (2013). Mechanics of Materials (9e SI ed.). Singapore: Pearson.

Profielsoort	*F-30x30[2]*	*F-30x80[2]*	*F-40x40[2]*	*F-40x80[2]*
L [mm]	*240*	*240*	*240*	*240*
I_y [mm⁴]	*3,3 * 10⁴*	*67,4* 10⁴*	*11,2 * 10⁴*	*88,9* 10⁴*
F [N]	*2000*	*2000*	*2000*	*2000*
E [N/mm²]	*70000*	*70000*	*70000*	*70000*
Doorbuiging [mm]	*0,06*	*0,0031*	*0,0183*	*0,0023*

Tabel C.1: Benodigde waarden en de doorbuiging voor 240mm-profiel.

Profielsoort	*F-30x30[2]*	*F-30x80[2]*	*F-40x40[2]*	*F-40x80[2]*
L [mm]	*600*	*600*	*600*	*600*
I_y [mm⁴]	*3,3 * 10⁴*	*67,4* 10⁴*	*11,2 * 10⁴*	*88,9* 10⁴*
F [N]	*1000*	*1000*	*1000*	*1000*
E [N/mm²]	*70000*	*70000*	*70000*	*70000*
Doorbuiging [mm]	*0,487mm*	*0,0238mm*	*0,1435mm*	*0,0181mm*

Tabel C.2: Benodigde waarden en de doorbuiging voor 600mm-profiel.

Profielsoort	*F-40x120[2]*	*F-60x120[2]*
L [mm]	*900*	*900*
I_x [mm⁴]	*29,8*10⁴*	*94,7*10⁴*
F [N]	*500*	*500*
E [N/mm²]	*70000*	*70000*
a [mm]	*280*	*280*
Doorbuiging [mm]	*0,633 mm*	*0,199mm*

Tabel C.3: Benodigde waarden en de doorbuiging voor het bevestigingsprofiel

Profielsoort	*F-60x60[2]*	*F-60x120[2]*
L [mm]	*356*	*356*
I_y [mm⁴]	*54,6 *10⁴*	*372,3 *10⁴*
F [N]	*2000*	*2000*
E [N/mm²]	*70000*	*70000*
Doorbuiging [mm]	*0,0123*	*0,0018*

Tabel C.4: Benodigde waarden en de doorbuiging voor de profielen van de geleider.

[2] RK Rose+krieger. (2013) Profil-Technik BLOCAN, Konstruktionsprofile. Geraadpleegd van https://www.rk-rose-krieger.com/fileadmin/catalogue/profiltechnik/bl_aluprofilsystem_de.pdf

Bijlage D: Gebruiksaanwijzing.

Korte beschrijving

Voor u staat een testopstelling die geschikt is voor het meten van elasticiteit van verschillende textielsoorten. De testopstelling werkt als onderdeel van de drukbank. De elasticiteit van de proefstukken wordt bepaald met behulp van, de door de drukbank gemeten, verlenging met bijbehorende krachten. Het gebruik en het opslaan van deze meetwaardes zorgt voor een uniforme wijze van beoordeling van de elasticiteit en biedt de mogelijkheid om verschillende textielsoorten met elkaar te vergelijken.

Veiligheid

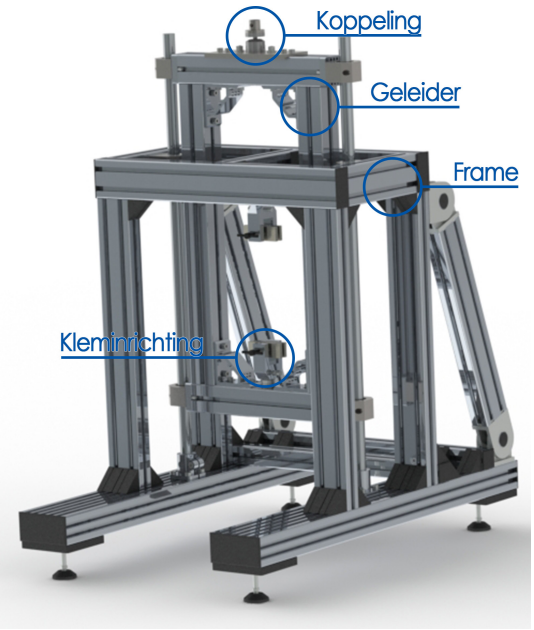
Tijdens verplaatsen moeten de geleider van de testopstelling in de zo laag mogelijke positie worden gebracht, om te voorkomen dat de bewegende delen letsel veroorzaken.

Gedurende de test mag er geen lichamelijk contact met de testopstelling zijn om mogelijk letsel uit te sluiten. Lichamelijk contact gedurende de test beïnvloed ook de meetresultaten.

Verplaatsing

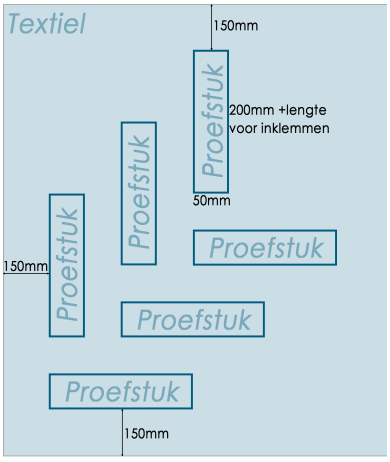
De verplaatsing van de testopstelling moet met behulp van een pompwagen worden uitgevoerd. Voor verplaatsing moet de testopstelling losgekoppeld zijn van de drukbank. Voordat de testopstelling verplaatst wordt moet dit worden gecontroleerd om schade aan de drukbank te voorkomen.

Onderdelen



Figuur D.1: Onderdelen testopstelling.

Snijafmetingen proefstukken



Figuur D.2: Snijafmetingen voor proefstukken.

Werking:

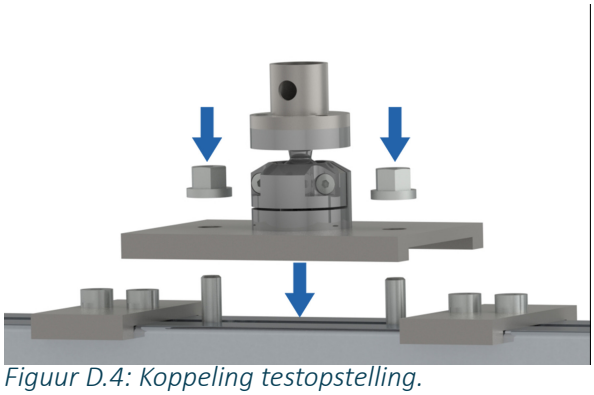
1. Plaatsing testopstelling

De testopstelling moet in de juiste positie onder de drukbank geplaatst worden, om de koppeling aan te sluiten op de geleider.

Figuur D.3: Plaatsing testopstelling.

2. Bevestiging van de koppeling

Door middel van de mal wordt de testopstelling nauwkeurig bevestigd op de geleider.
De koppelingsmal wordt aan de geleider bevestigd door de hamerkopbouten door de daarvoor bestemde openingen te laten komen en met behulp van de moeren de koppeling te bevestigen. De koppeling wordt vastgeklemd op het profiel.



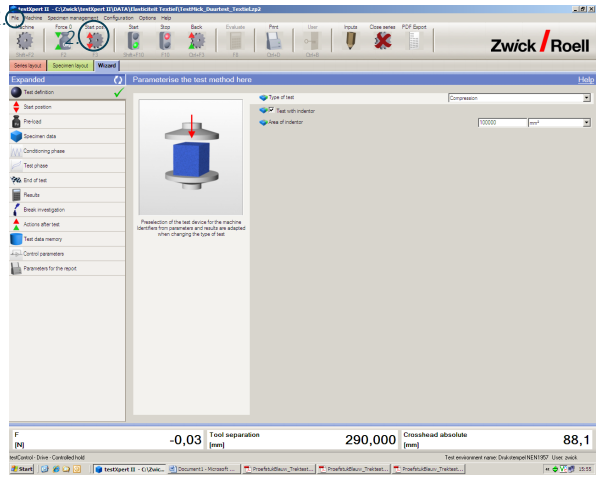
Figuur D.4: Koppeling testopstelling.

3. Instellen testprogramma

Wanneer de koppeling is bevestigd kan er door middel van het testprogramma, TestXpert2, het juiste testprogramma worden ingesteld.
De volgende testprogramma's zijn beschikbaar:
- "Elasticiteit_duurtest"
- "Elasticiteit_trektest"

1. De programma's kunnen worden geopend via:
File, Open, Elasticiteit_duurtest.zp2.
File, Open, Elasticiteit_trektest.zp2.

2. Na het open van het gewenste testprogramma moet de geleider naar de juiste beginstand worden verplaatst met behulp van TestXpert2, zodat het proefstuk met een meetlengte van 200mm in de kleminrichting wordt bevestigd. Druk op de knop "Start pos." (2).



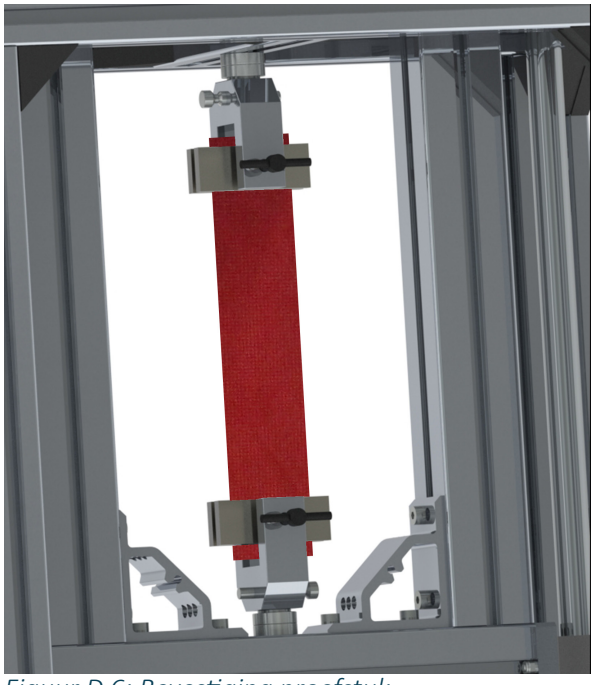
Figuur D.5: Instellen testprogramma.

4. Bevestiging proefstuk:

Zodra de kleminrichting is ingesteld op 200 millimeter meetlengte, moet het proefstuk in de kleminrichting worden bevestigd.

Het proefstuk moet recht in lijn met de uitgeoefende kracht worden ingeklemd.

Het proefstuk moet tussen de klemkaken worden geplaatst, waarna de klemkaken met de hand aangedraaid moeten worden, tot dat er geen rotatie van de schroef meer mogelijk is.

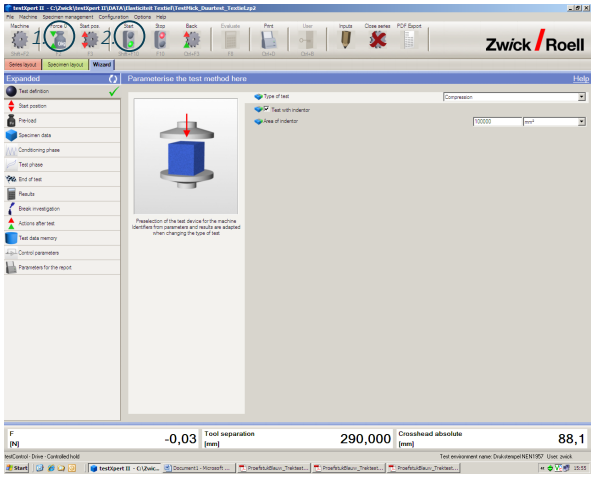

Figuur D.6: Bevestiging proefstuk.

5. Starten van de test

Wanneer het proefstuk is ingeklemd, moet de loadcell op 0 Newton worden geijkt, om te zorgen dat het gewicht van de geleider geen invloed heeft op de testresultaten. Druk op de knop “0 Force” (1).

Zodra er links onderin beeld een kracht van 0 Newton wordt weergeven kan de test gestart worden. Druk op de knop “Start” (2).

De drukbank zal een voorspanning van 2 Newton op het proefstuk uitoefenen, waarna de de kracht en de meetlengte opnieuw op 0 Newton en 0 millimeter worden geijkt.
De duurtest start vervolgens met de “Conditionings phase” gevolgd door de “Test phase”.
De trektest start direct met de “Testphase”.



Figuur D.7: Starten van de test.

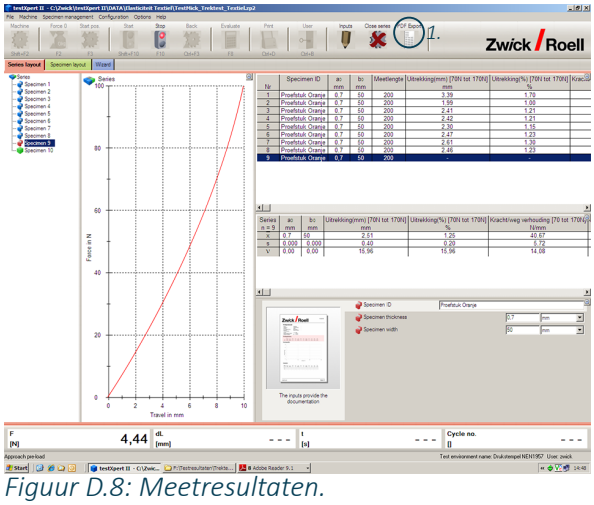
6. Resultaten

Zodra de test ten einde is gekomen, verplaatst de loadcell zich weer naar de startpositie en worden de meetresultaten door TestXpert2 gepresenteerd op het scherm van de computer.

Een tabel weergeeft de getallen en een kracht-weg-diagram weergeeft de curves.

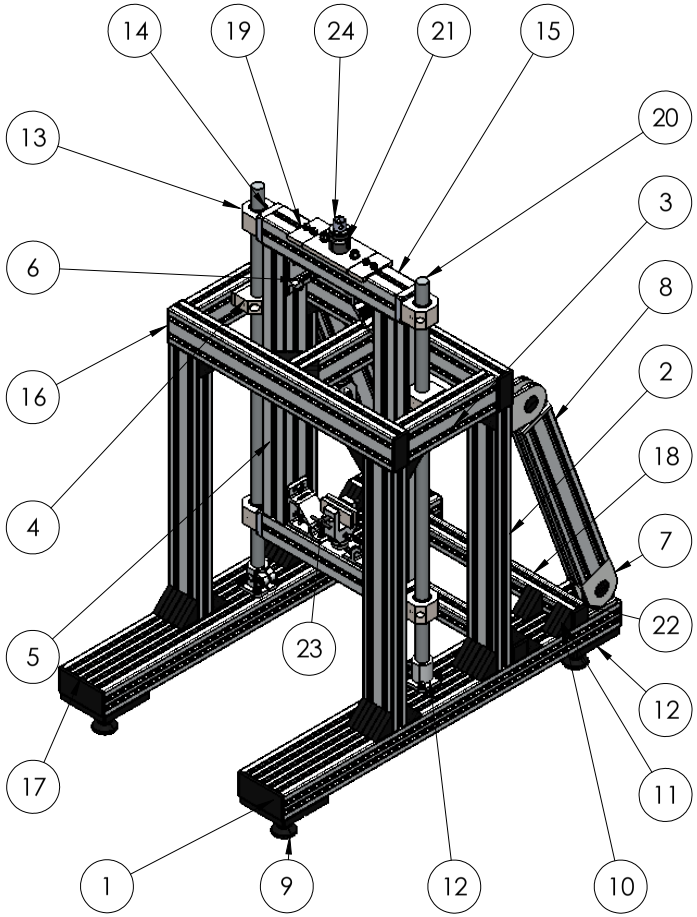
Wanneer er meerdere verschillende textielsoorten zijn getest kunnen aan de hand van deze meetwaarden vergelijkingen worden gemaakt en conclusies worden getrokken.

De resultaten kunnen als .pdf besland opgeslagen worden op de computer. Druk op de knop “PDF Export” (1).



Figuur D.8: Meetresultaten.

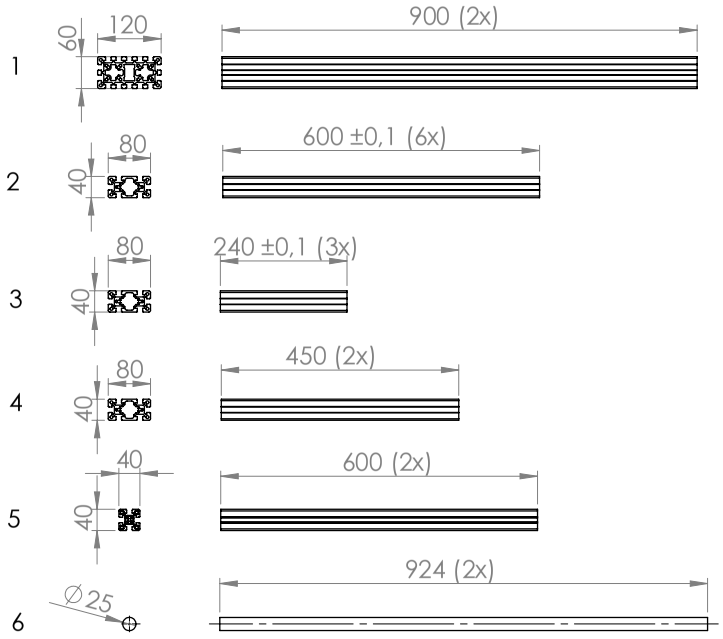
Bijlage E: Technische tekeningen.

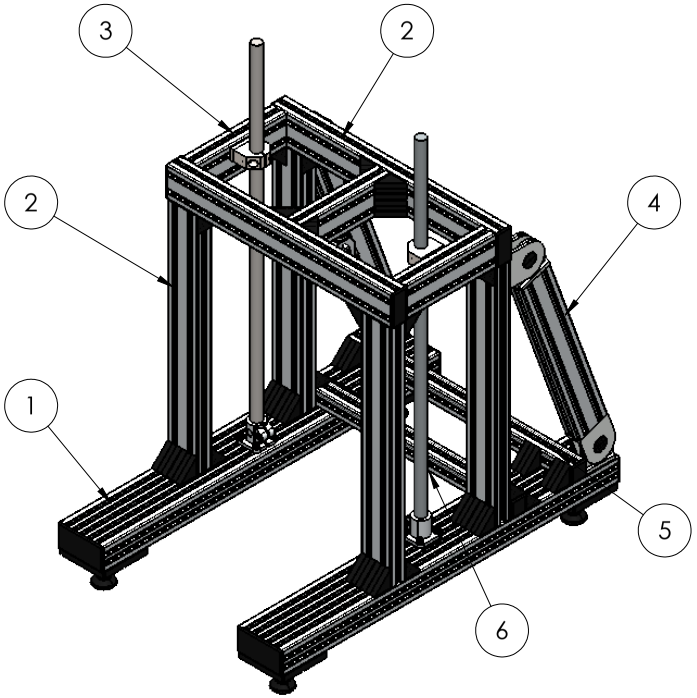


24	1	Mal koppeling	RVS 304		
23	2	Kleminrichting	TH-240K		Grip-Engineering Thümler GmbH TH-240K
22	4	Afdekkap F-40x40	End cover, PA, black		RK Rose+krieger 4010421
21	1	Koppeling	KG40 Koppeling		KG40
20	2	Geharde assen	SKF - geharde precisie as	Ø25x924	SKF - geharde precisie asLJM 25
19	2	Mal profiel	RVS 304		
18	2	Dwarsprofiel	BLOCAN systeemprofiel F40x40	40x40x600	RK Rose+krieger 4D35000#_600
17	4	Afdekkap F-60x120	End cover, PA, black		RK Rose+krieger 4068421
16	4	Afdekkap F-40x80	End cover, PA, black		RK Rose+krieger 4030421
15	2	Horizontaal profiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	60x60x356	RK Rose+krieger 4135000#_356
14	4	Conectieplaat lagers	Connecting plates F-60x60		RK Rose+krieger 4225412
13	4	Lineaire kogellager eenheid	SKF- linear lagereenheid		SKF - LUHR 25-2LS HV6 (RVS)
12	2	Asklem_Bodem	Base clamp fs25		RK Rose+krieger Base clamp fs25
11	40	Afdekkappen hoekanker 40	Cover, PA, Black		RK Rose+krieger 4018102
10	40	Hoekanker 40	Angle bracket -Guss-40mm		RK Rose+krieger 4014102
9	4	Hoogte verstelbare poten	Leveling foot		RK Rose+krieger 4016302
8	2	Schoorprofiel	BLOCAN systeemprofiel F40x80	40x80x450	RK Rose+krieger 4395000#_450
7	2	Schoorhoeken	Profile joint -E-		RK Rose+krieger 4032540
6	4	Hoekanker 60	Angle bracket 60x60mm		RK Rose+krieger 4125101
5	2	Verticaal profiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	60x60x620	RK Rose+krieger 4135000#_620
4	2	Asklem_top	SKF Lineair asbok		SKF Lineair asbok LSHS 25
3	3	240mm-profiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	40x80x240	RK Rose+krieger 4395000#_240
2	6	600mm-profiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	40x80x600	RK Rose+krieger 4395000#_600
1	2	Bevestigingsprofiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x120	60x120x900	RK Rose+krieger 4065000#_900
Stuk Nr.	**QTY.**	**Benaming**	**Materiaal / Half fabrikaat**	**Norm of afmeting**	**Opmerking**

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:20

MATERIAL: -- --	SURFACE FINISH: --	TITLE: Testopstelling voor elasticiteit	REV.: 01
		DRAWING NO.: A01	A3
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF	
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS	SHEET 1 OF 1

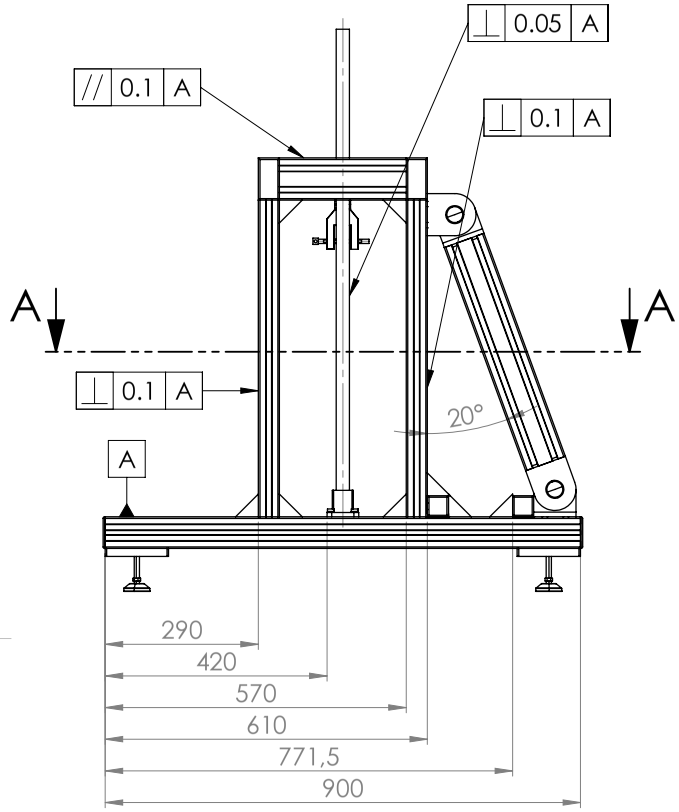


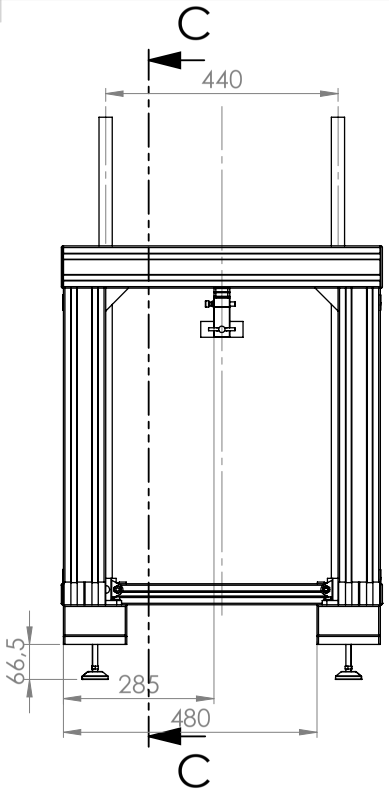


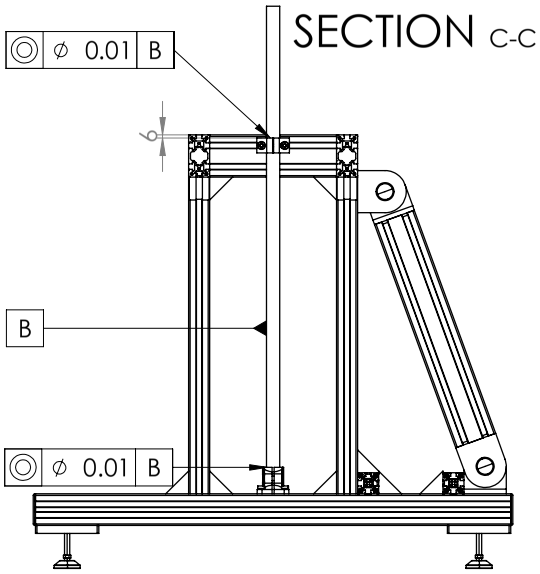
Stuk Nr.	QTY.	Benaming	Materiaal / Half fabrikaat	Norm of afmeting	Opmerking
6	2	Geharde as	SKF Geharde precisie as LJM	Ø25x924	SKF Geharde precisie as LJM
5	2	Dwarsprofiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x40	40x40x600	RK Rose+Krieger 4D35000__600
4	2	Schoorprofiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	40x80450	RK Rose+Krieger 4395000#_450
3	3	240mm-profiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	40x80x240	RK Rose+Krieger 4395000#_240
2	6	600mm-profiel	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	40x80x600	RK Rose+Krieger 4395000#_600
1	2	Bevestigings profiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x120	60x120x900	RK Rose+Krieger 4065000#_900

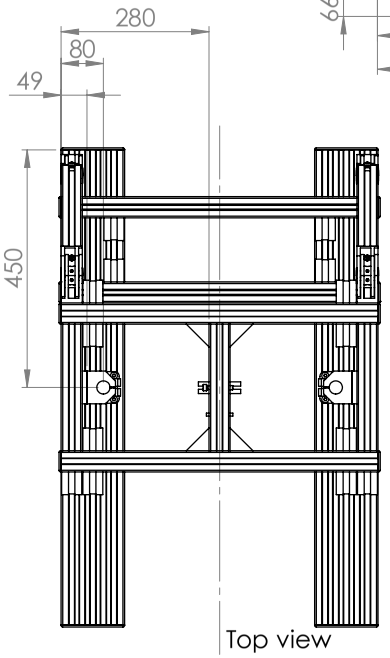
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:10
MATERIAL -- --	SURFACE FINISH --	TITLE	Testopstelling voor elasticiteit frame	REV.	01
		DRAWING NO.	A01/1		
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME	EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-frame		A3
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 4	

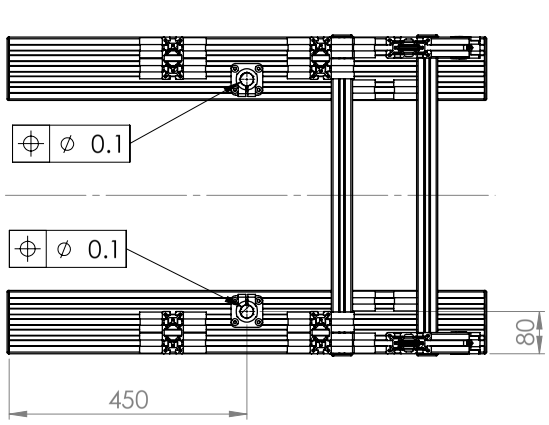
Zaaglijst Frame					
6	2	SKF Geharde precisie as LJM	924		
5	2	BLOCAN systeemprofiel F-40x40	600		
4	2	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	450		
3	3	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	245	Frezen naar 240mm.	Profielen gelijktijdig frezen, voor exact zelfde lengte.
2	6	BLOCAN systeemprofiel F-40x80	605	Frezen naar 600mm.	Profielen gelijktijdig frezen, voor exact zelfde lengte.
1	2	BLOCAN systeemprofiel F-60x120	900		
Stuk nr.	**Aantal**	**Materiaal**	**Zaaglengte**	**Bewerking**	**Opmerking**



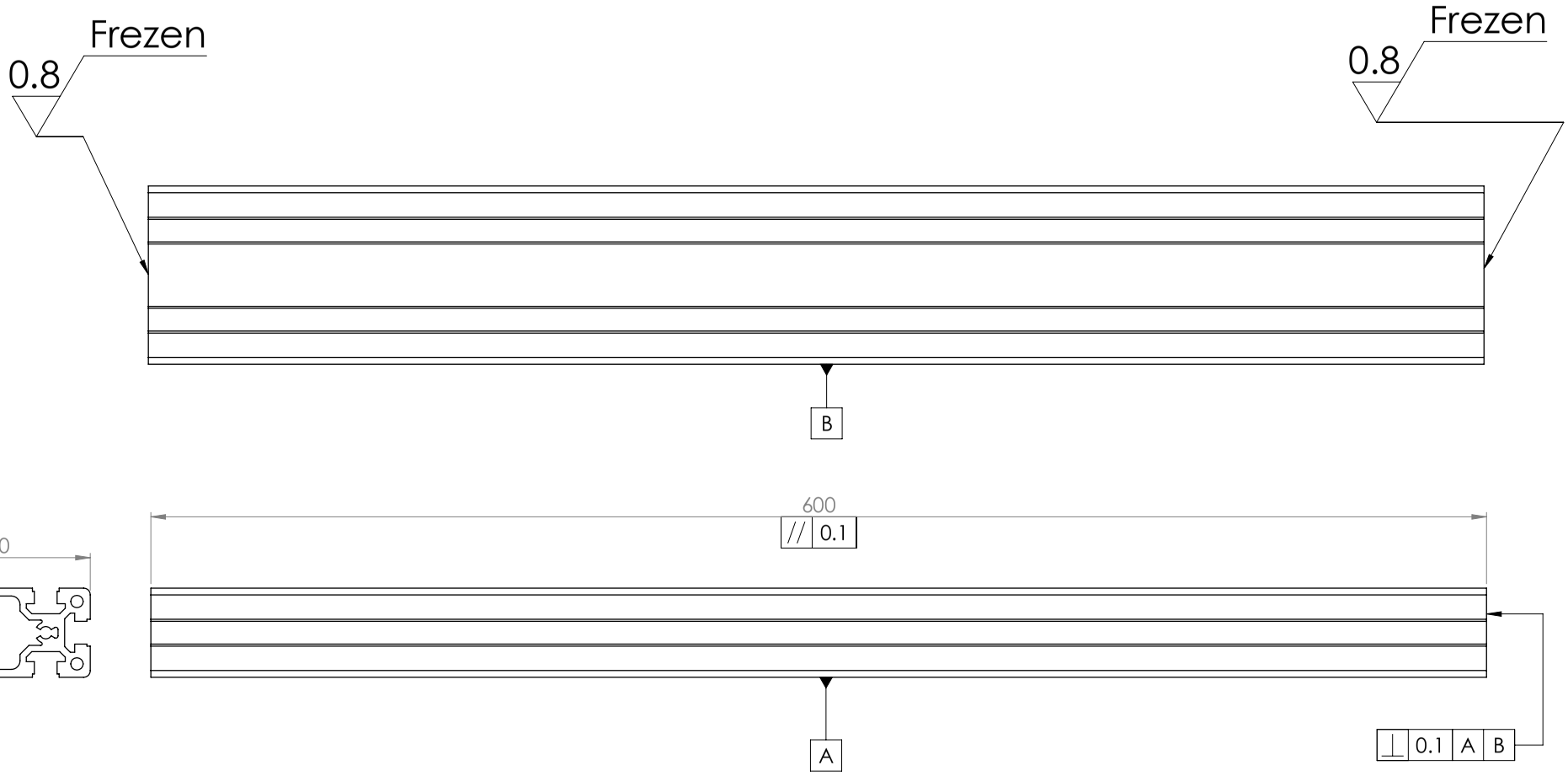






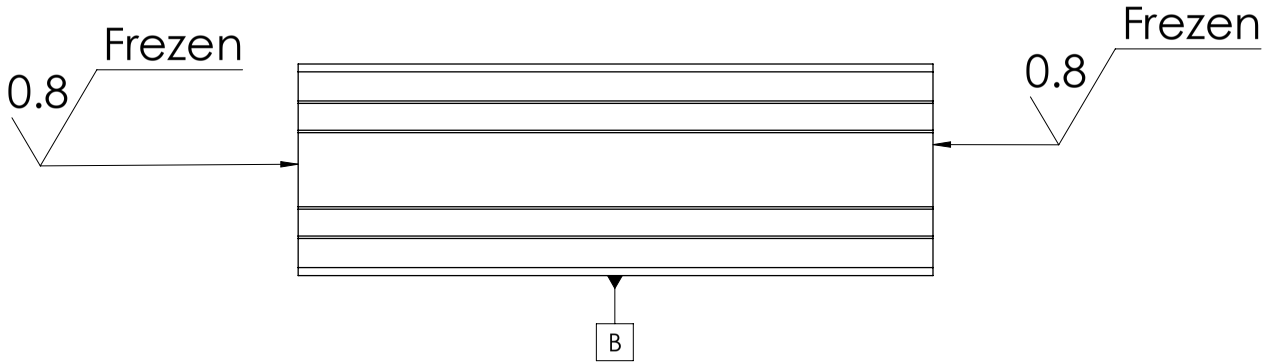


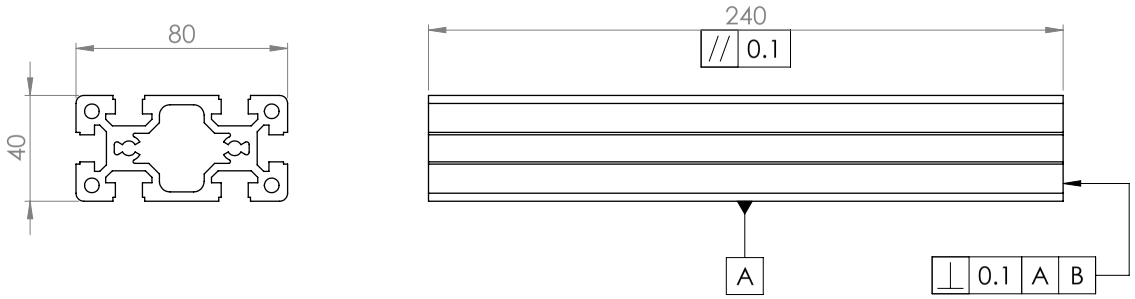
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:10
MATERIAL: -- --	SURFACE FINISH: --	TITLE: Testopstelling voor elasticiteit frame			REV. 01
UNIVERSITY OF TWENTE.		DRAWING NO.: A01/2			A3
FACULTY OF ENGINEERING		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-frame			
		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 2 OF 4	



Opmerking:
Profielen gelijktijdig frezen, zodat alle profielen exact dezelfde lengte hebben na het frezen.

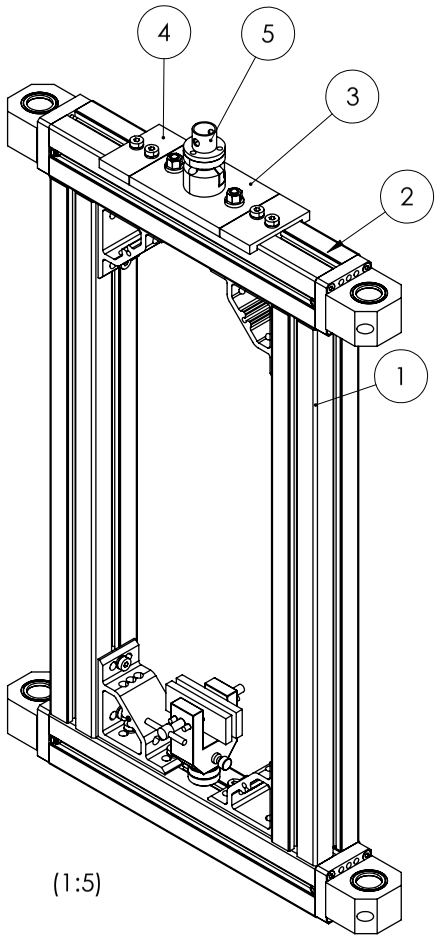
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:2
MATERIAL: BLOCAN systeemprofiel F-40x80	SURFACE FINISH: --	TITLE: 600mm-profiel			REV.: 01
UNIVERSITY OF TWENTE.		DRAWING NO.: A01/3			A3
FACULTY OF ENGINEERING		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-frame			
		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 3 OF 4	



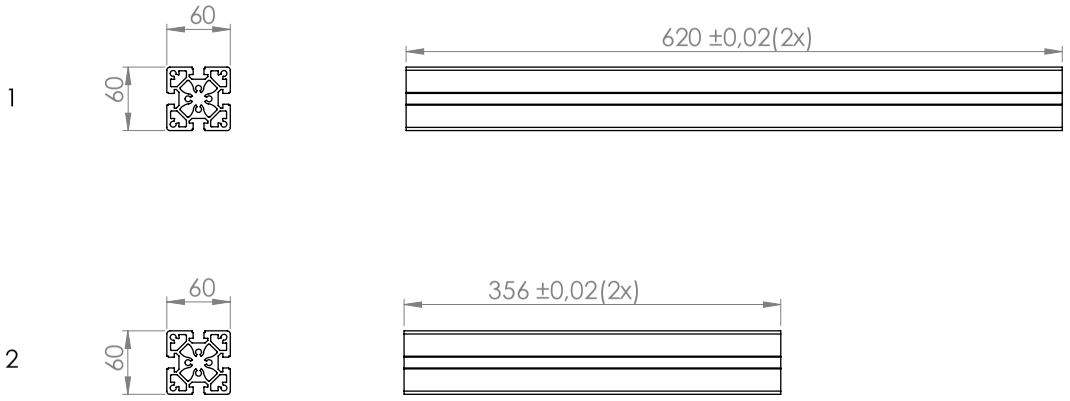


Opmerking:
Profielen gelijktijdig frezen, zodat alle profielen exact dezelfde lengte hebben na het frezen.

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:2
MATERIAL: BLOCAN systeemprofiel F-40x80	SURFACE FINISH: --	TITLE: 240mm-profiel			REV.: 01
UNIVERSITY OF TWENTE.		DRAWING NO.: A01/4			A3
FACULTY OF ENGINEERING		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-frame			
		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 4 OF 4	



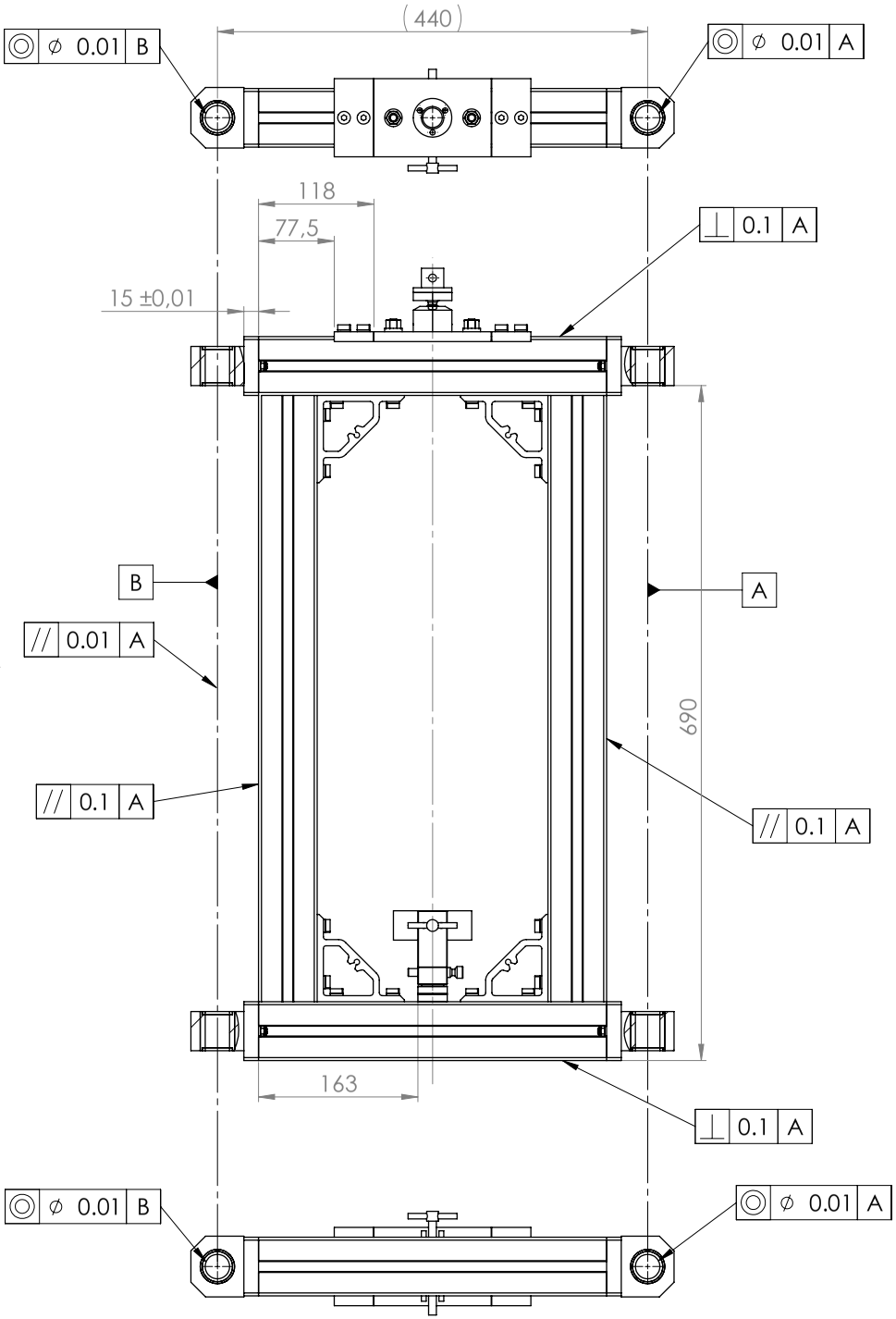
(1:5)

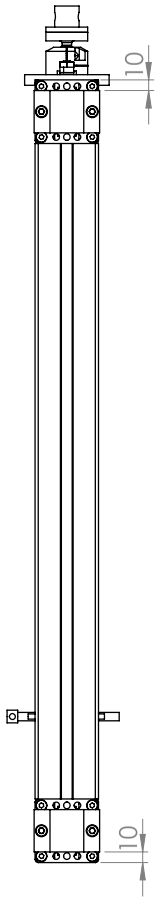


Zaaglijst Geleider					
2	2	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	360	Frezen naar 356mm.	Profielen gelijktijdig frezen, voor exact zelfde lengte.
1	2	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	625	Frezen naar 620mm.	Profielen gelijktijdig frezen, voor exact zelfde lengte.
Stuk nr.	**Aantal**	**Materiaal**	**Zaaglengte**	**Bewerking**	**Opmerking**

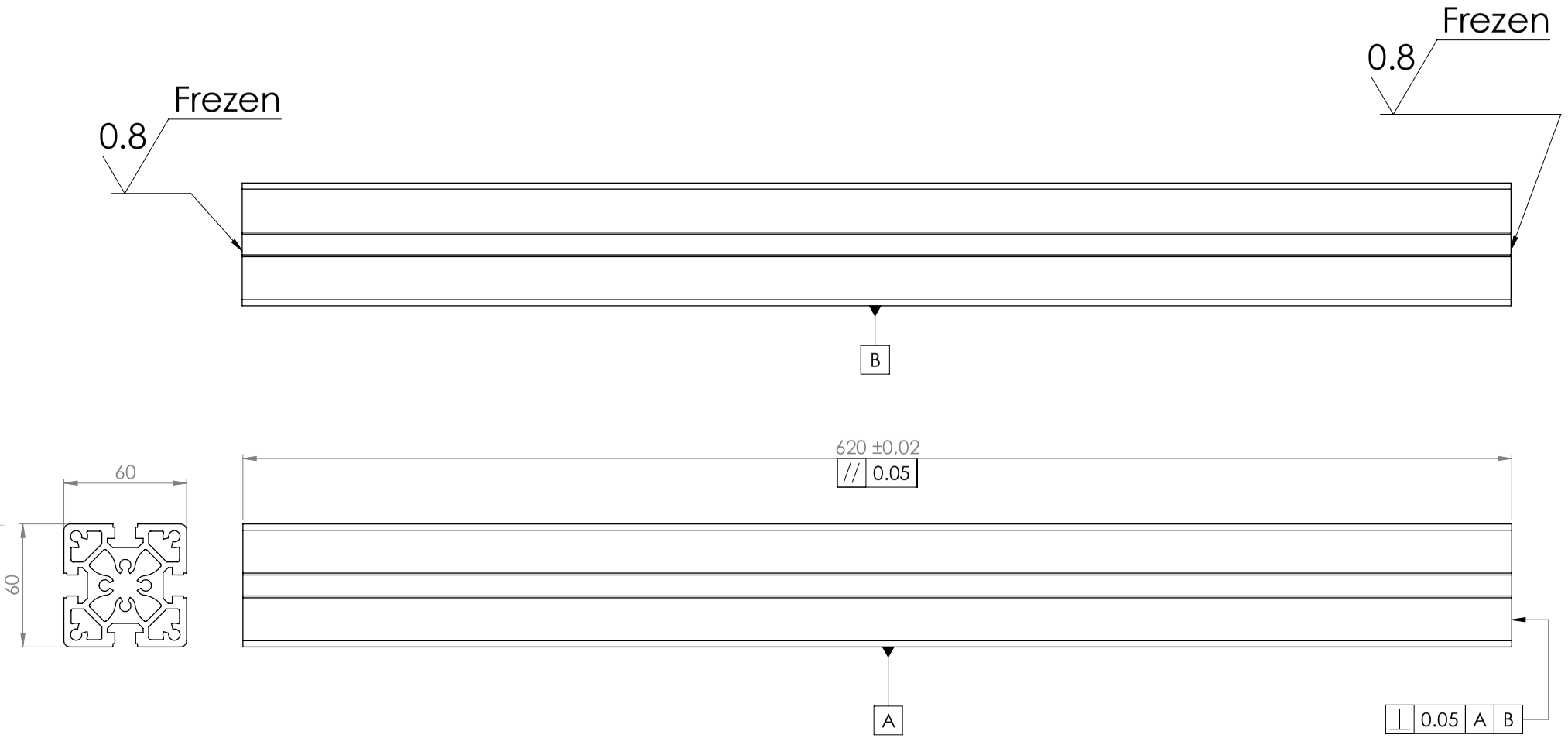
5	1	aansluiting_koppelingKG40	RVS 304		
4	2	Mal profiel	RVS 304		
3	1	Mal koppeling	RVS 304		
2	2	Horizontaal profiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	60x60x356	4135000#_356
1	2	Verticaal profiel	BLOCAN systeemprofiel F-60x60	60x60x620	4135000#_620
Stuk Nr.	**QTY.**	**Benaming**	**Materiaal / Half fabrikaat**	**Norm of afmeting**	**Opmerking**

PROJECTION METHOD		UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE 12-1-2017
			CHECKED	--	SCALE 1:5
MATERIAL -- --		SURFACE FINISH --	TITLE Testopstelling voor elasticiteit geleider		REV. 01
UNIVERSITY OF TWENTE.			DRAWING NO. A01/2		A3
FACULTY OF ENGINEERING			FILE / PART NAME EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider		
			DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 7

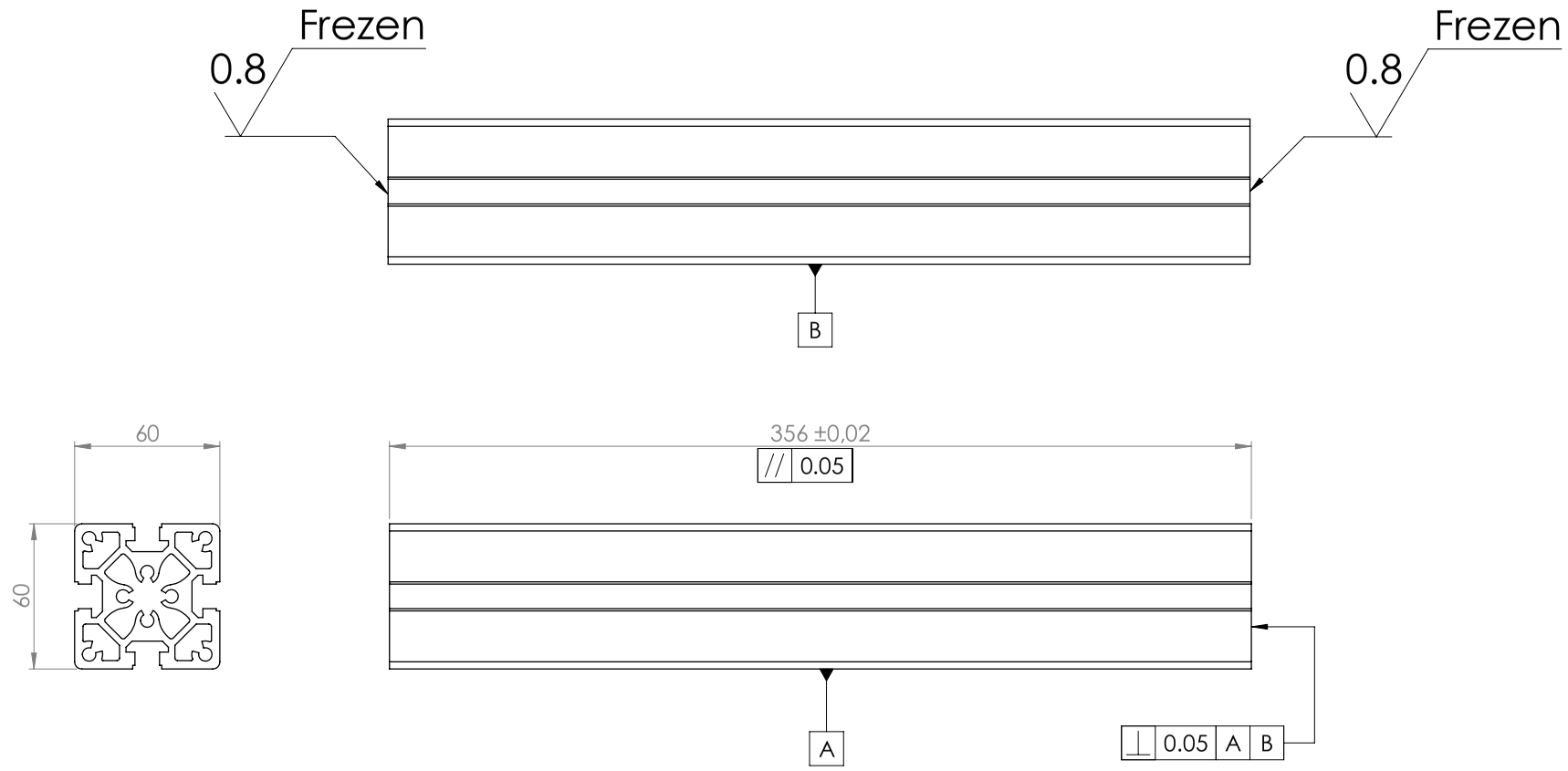




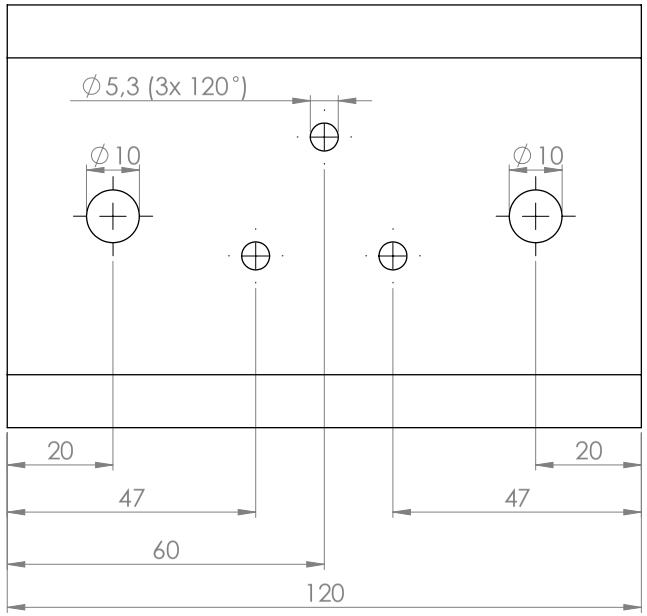
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:5
MATERIAL: -- --	SURFACE FINISH: --	TITLE: Testopstelling voor elasticiteit geleider.			REV. 01
UNIVERSITY OF TWENTE.		DRAWING NO. A01/2/1			A3
FACULTY OF ENGINEERING		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			
		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 2 OF 7	

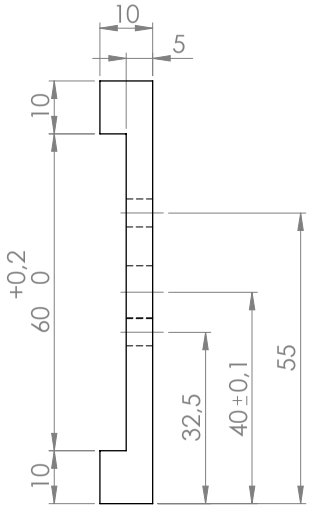


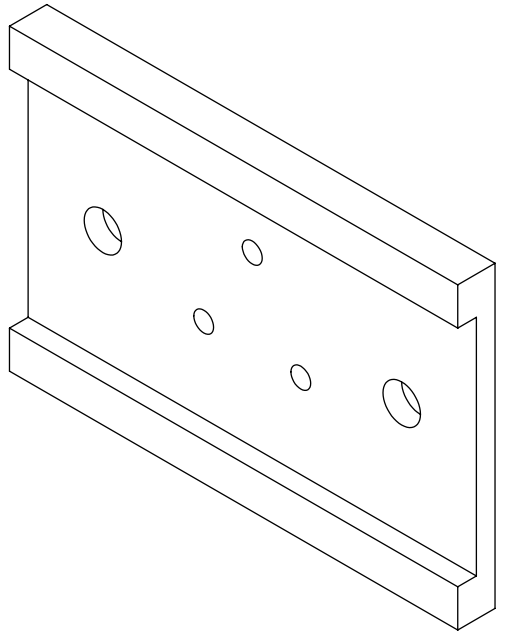
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:2
MATERIAL: BLOCAN systeemprofiel F-60x60	SURFACE FINISH: --	TITLE: Verticaal profiel		REV.	01
		DRAWING NO.: A01/2/2			A3
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 3 OF 7	



PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:2
MATERIAL: BLOCAN systeemprofiel F-60x60	SURFACE FINISH: --	TITLE: Horizontaal profiel			REV.: 01
		DRAWING NO.: A01/2/3			
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			A3
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 4 OF 7	



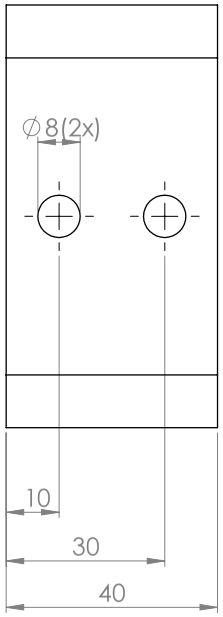


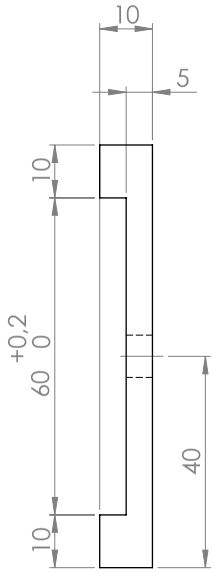


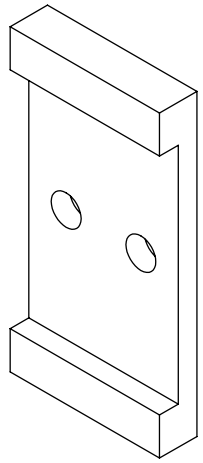
Frezen

0.8

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:1
MATERIAL: RVS 304	SURFACE FINISH: --	TITLE: Mal koppeling			REV.: 01
		DRAWING NO.: A01/2/4			
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			A3
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 5 OF 7	



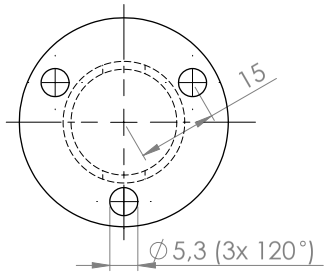


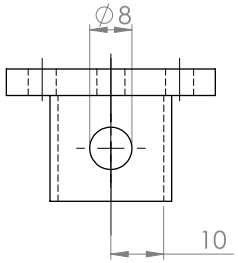


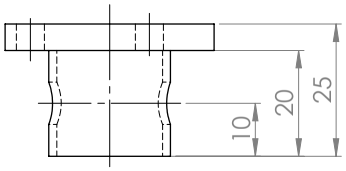
Frezen

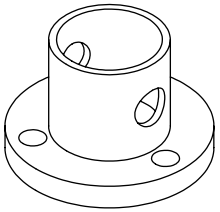
0.8

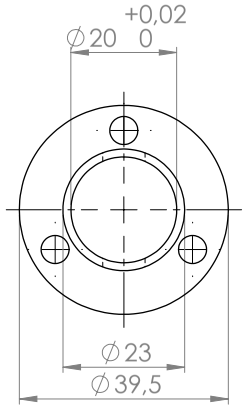
PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:1
MATERIAL: RVS 304	SURFACE FINISH: --	TITLE: Mal profiel			REV.: 01
UNIVERSITY OF TWENTE.		DRAWING NO.: A01/2/5			A3
		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 6 OF 7	











Frezen
(0.8)

PROJECTION METHOD	UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	Mick Screever	DATE	12-1-2017
		CHECKED	--	SCALE	1:1
MATERIAL: RVS 340 --	SURFACE FINISH: --	TITLE: aansluiting_koppelingKG40			REV.: 01
		DRAWING NO.: A01/2/6			
UNIVERSITY OF TWENTE.		FILE / PART NAME: EINDRESULTAAT_DEFINITIEF-Geleider			A3
FACULTY OF ENGINEERING		DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 7 OF 7	