

FACULTEIT  
INGENIEURSWETENSCHAPPEN

DEPARTEMENT  
MECHANICAL ENGINEERING



---

KATHOLIEKE  
UNIVERSITEIT  
LEUVEN

# Het ontwerpen van een automatische testopstelling voor het splicen van garens. . .

. . . Eindverslag April 2011

**Lorenz Couckuyt**  
**Hanne Deprez**  
**Gilles Etienne**  
**Stein Naert**  
**Judith Samyn**  
**Pieter Snauwaert**  
**Ward Snoeck**

Promotor:

Prof. dr. ir. Dominiek Reynaerts

Dagelijkse begeleiding:

Dr. ir. Jan Peirs

Dr. ir. Johan Rutgeerts



© Copyright K.U.Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in dit tussentijds verslag beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

© Copyright by K.U.Leuven

Without written permission of the promoters and the authors it is forbidden to reproduce or adapt in any form or by any means any part of this publication.

A written permission of the promotor is also required to use the methods, products, schematics and programs described in this work for industrial or commercial use, and for submitting this publication in scientific contests.

# Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>ii</b>
<b>Voorwoord</b>	<b>iii</b>
<b>1 Keuze en uitwerking van een concept</b>	<b>4</b>
1.1 De projectspecificaties . . . . .	4
1.2 De eerste conceptvoorstellen . . . . .	5
1.3 De herwerkte conceptvoorstellen . . . . .	5
1.4 Het kiezen van een definitief concept . . . . .	8
<b>2 Ontwerp van de opstelling</b>	<b>9</b>
2.1 Verdere uitwerking van het concept . . . . .	9
2.2 Het kiezen van onderdelen . . . . .	12
2.3 Zelf te vervaardigen onderdelen . . . . .	27
2.4 Het ruimtelijk opstellen van de onderdelen . . . . .	28
<b>3 PLC sturing</b>	<b>31</b>
3.1 Toestandsdiagram . . . . .	31
3.2 In- en outputs . . . . .	36
3.3 Hardware . . . . .	38
3.4 Software . . . . .	38
3.5 Visualisatie . . . . .	39
3.6 Problemen . . . . .	39
<b>4 Mechanische opbouw machine</b>	<b>41</b>
<b>5 Suggesties voor verdere uitbouw</b>	<b>43</b>
5.1 Mechanische suggesties . . . . .	43
5.2 Elektronische suggesties . . . . .	43
<b>6 Werking en Planning</b>	<b>45</b>
6.1 Werking semester 1 en zomervakantie 2010 . . . . .	45
6.2 Werking semester 2 tot paasverlof 2011 . . . . .	45
<b>7 Bibliografie</b>	<b>47</b>
<b>8 Bijlage: Conceptvoorstel 1</b>	<b>48</b>
8.1 Algemeen . . . . .	49
8.2 Bobijnen . . . . .	51
8.3 Presentatie garens . . . . .	51
8.4 Inbrengen in splicekamer . . . . .	52
8.5 Splicekamer . . . . .	55
8.6 Testen op sterkte . . . . .	55
8.7 Afvalafvoer . . . . .	57
8.8 Sturing en data-acquisitie . . . . .	57

8.9 Opstarten . . . . .	58
<b>9 Bijlage: Conceptvoorstel 2</b>	<b>59</b>
9.1 Inleiding . . . . .	60
9.2 Algemene voorstelling productielijn . . . . .	60
9.3 Werking productielijn . . . . .	62
<b>10 Bijlage: Resultaten trekproeven</b>	<b>66</b>
<b>11 Bijlage: Technische tekeningen zelf te vervaardigen onderdelen</b>	<b>83</b>
<b>12 Bijlage: Programmacode</b>	<b>97</b>

# Voorwoord

## **P&O werktuigkunde voor overschakelende studenten uit K.U.Leuven campus Kortrijk**

In het academiejaar 2009-2010 werd voor het eerst het 2de bachelorjaar in de ingenieursopleiding Werktuigkunde ingericht in de K.U. Leuven Campus Kortrijk. De studenten werd beloofd om een vervroegd tijdsschema op te maken voor P&O Werktuigkunde als compensatie voor een verzwaard 6de semester. Reeds rond Pasen 2010 werd voor het eerst contact opgenomen in verband met het project en begin juni 2010 werd meegedeeld dat *Michel Van de Wiele NV* uit Marke het begeleidend bedrijf zou zijn. Na de examenperiode kon het project van start gaan. De deadline voor dit project is vervroegd naar het paasverlof 2011.

Nog verschillend van de normale gang van zaken is dat ons team zeven leden telt. Dit is het geval omdat, in tegenstelling tot andere P&O werktuigkunde projecten, het de bedoeling is dat het project effectief gerealiseerd wordt.

## **Dankwoord**

We wensen speciale dank te betuigen aan Dr. Ir. Johan Rutgeerts, Research and Development Engineer bij *Michel Van de Wiele NV* voor de assistentie en informatie die we kregen gedurende dit project. Ook bedanken we Dr. Ir. Jan Peirs en Prof. Dr. Ir. Dominiek Reynaerts van het departement werktuigkunde voor begeleiding en organisatie van het aangepast traject. Verder willen we ook Geert Maertens van *Michel Van de Wiele NV* bedanken voor zijn uitgebreide uitleg en hulp bij het sturingsgedeelte. Ook de medewerkers in het Labo Robotica van de KULEuven wensen we te bedanken voor hun logistieke steun. Niet te vergeten danken wij Prof. Dr. Ir Herbert De Gerssem en Prof. Dr. Paul Igodt voor het verkrijgen van een aangepast traject dat het 6de semester in onze opleiding ietwat zal kunnen verlichten. Uiteraard danken wij ook *Michel Van de Wiele NV* voor het ter beschikking stellen van middelen om de testopstelling te bouwen.

# Inleiding

## Omkadering project: De Smartcreel

Bij *Michel Van de Wiele NV* ontwikkelt, produceert en doet men onderzoek naar fluweel- en tapijtwefmachines. Een typisch dessin van een tapijt bevat zes tot acht kleuren maar meer is mogelijk. Op dit moment is het maximum zestien kleuren. Aangezien een tapijtgetouw in breedterichting ongeveer 1100 poolpunten weeft, zijn per kleur 1100 bobijnen nodig. Per order moeten dus 6000 tot soms 16000 bobijnen vervangen kunnen worden. Dit betekent 16000 keer bobijn afnemen, nieuwe bobijn opsteken, garen doortrekken en garen bevestigen. Dit is zeer arbeidsintensief en brengt bovendien garen- en tijdsverlies teweeg.

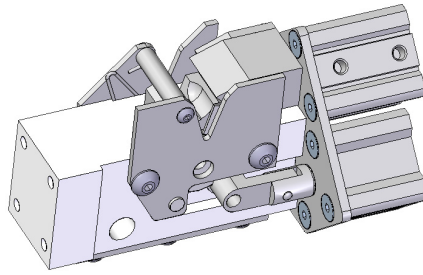
Om tegemoet te komen aan deze tekortkomingen ontwikkelt *Michel Van de Wiele NV* de Smartcreel (zie figuur 0.2). Dit is een automatisch bobijnrek waar de bobijnen vervangen zijn door kokers waar het garen in gewikkeld wordt. Hier worden dus geen bobijnen meer vervangen maar garens aan elkaar gespliced. Over de instelparameters van het splicen heeft *Michel Van de Wiele NV* te weinig kennis. Daarom wordt er gevraagd een testopstelling te maken die hen meer leert over de sterkte-eigenschappen van gesplicete garens, gegeven de instelparameters.

## Het splicen van garens

Het splicen van garens is het aan elkaar bevestigen van garens zonder er een knoop in te leggen. Dit proces gebeurt als volgt:

- Twee garens worden naast elkaar in een nauw omsluitende splicekamer gelegd.
- De splicekamer wordt afgesloten.
- Een persluchtstoot wordt in de splicekamer geblazen waardoor de garens ontrafelen in vezels.
- De vezels verstrengelen wanneer de garens weer naar hun oorspronkelijke staat willen terugkeren.
- De garens zijn aan elkaar bevestigd.

Het is mogelijk om garens op twee manieren te splicen, afhankelijk van hoe ze in de splicekamer geplaatst worden. Ofwel worden ze gespliced met het verlengde van beide garens aan dezelfde kant van de splicekamer (ends together) ofwel met het verlengde van beide garens aan de andere kant van de splicekamer (ends apart). Binnen dit project wordt er ends together gespliced.



Figuur 0.1: Het splice-element met daarop de splicekamer



Figuur 0.2: De Smartcreel

Splicen is een techniek die al regelmatig gebruikt wordt binnen *Michel Van de Wiele NV*. Het is niet de bedoeling het machineonderdeel dat zorgt voor het splicen zelf, binnen dit project te ontwikkelen. Dit werd ons ter beschikking gesteld. (zie figuur 0.1).

## Het project

In het kader van P&O Werktuigkunde en het ontwikkelen van de Smartcreel (figuur:0.2) bij *Michel Van de Wiele NV* is de opdracht als dusdanig gedefiniëerd:



### *Het ontwerpen van een automatische splice-testopstelling.*

Er wordt beoogd dat dit project een definitieve en werkende testmachine voor garensplices aflevert.

De machine wordt opgesplitst in twee functionaliteiten. Vooreerst moet de machine autonoom in staat zijn om twee garens aan elkaar te splicen en er een trektest op uit te voeren. Ten tweede moeten de resultaten uitgelezen worden op een display. Die analyse moet *Michel Van de Wiele NV* de informatie verschaffen die zij voor ogen hebben.

- De gemiddelde splice-sterkte.
- De gebruikte soort garens.
- De vorm van de splicekamer.
- De luchtdruk waarmee gespliced wordt.
- De tijdsduur van de persluchtstoot.

Volgende secundaire parameters zijn ook van belang, maar moeilijker te controleren

- De vochtigheid.
- De vernestelingsgraad.

Deze parameters kunnen als extra functionaliteit geïmplementeerd worden.

## **Het testen van de splices**

De trektest op de gesplicete garens kan in principe op twee manieren geïnterpreteerd worden. Ofwel bepaalt men een op voorhand aangelegde trekkracht het percentage splices dat breekt, ofwel laat men de opstelling de splice kapottrekken en registreert men dan de opgelegde kracht.

# Hoofdstuk 1

## Keuze en uitwerking van een concept

### 1.1 De projectspecificaties

#### 1.1.1 Project doel

Er moeten automatisch twee garens gepresenteerd worden aan de machine. De garens worden vastgenomen en in de splicekamer gebracht. Dan wordt er gespliced met een instelbare splicedruk, splicetijd of een vervangbare vorm van splicekamer. Na het splicen moet de verbinding tussen de twee garens getest worden op sterkte. Op de verkregen data moet een statistische analyse uitgevoerd worden, gegeven de ingestelde spliceparameters. De verschillende onderdelen worden elektronisch gestuurd met behulp van een Programmable Logic Controller (PLC).

Het hele proces moet gebeuren met een zo laag mogelijke energie-input en een zo groot mogelijke betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Ook de snelheid van het testen is van belang en wordt op een maximum van dertig seconden genomen. De testopstelling moet conform zijn met de reeds door Van de Wiele gebruikte voorzieningen en onderdelen (zoals persluchtleidingen en splicekamer). Men moet de splicekamer eenvoudig kunnen vervangen.

#### 1.1.2 Beperkingen en veronderstellingen

- Vroege kostprijsraming: 3000 euro
- Cyclustijd: 30s
- Splicetijd: max. 1s
- Trekkkracht: ongeveer 150N
- Beperkte energie-input
- Drukinput: max. 10 bar

- Afval: 100 tot 200 mm garen per splice
- Verwijdering losse eindjes en plusjes inbouwen
- Afmetingen splicekamer: 120x60x60 mm
- Keuze type splicekamer: ends together
- Grootte bobijnen: max. 300x300x300 mm
- Vervanging splicekamer moet eenvoudig
- Veiligheid en gebruiksgemak

### 1.1.3 Grenzen

- Interpretatie resultaten, *Van de Wiele NV* zal de resultaten zelf interpreteren.
- Aanleggen database
- Keuze spliceparameters (splicetijd, -druk, -kamer parameters)
- Keuze sturing (PLC Beckhoff)
- Keuze fabrikant mechanische componenten (FESTO en HEPCO)

### 1.1.4 Risico's

- Te duur
- Test niet representatief
- Niet op tijd klaar
- Resultaten ook afhankelijk van niet in rekening gebrachte parameters

## 1.2 De eerste conceptvoorstellen

In het begin van het academiejaar 2010-2011 werden twee voorstellen op tafel gelegd. Deze voorstellen werden reeds in de zomer 2010 uitgewerkt.

### 1.2.1 Conceptvoorstel 1

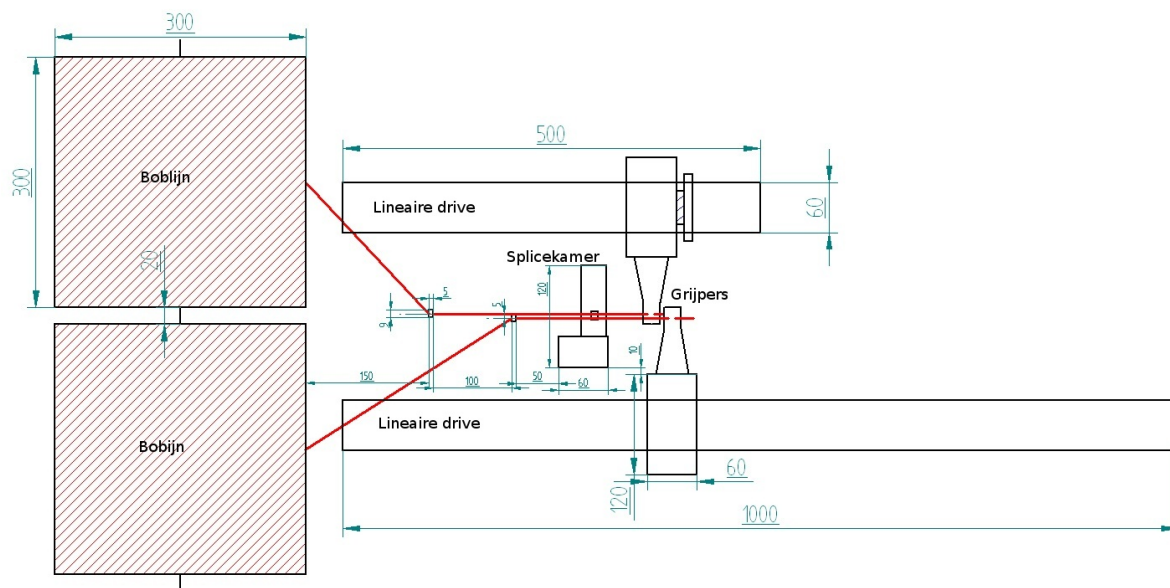
Het verslag van het eerste conceptvoorstel dat gedurende de zomer van 2010 uitgewerkt werd vindt u in bijlage achteraan dit document. (Zie bijlage 8)

### 1.2.2 Conceptvoorstel 2

Het verslag van het tweede conceptvoorstel dat gedurende de zomer van 2010 uitgewerkt werd vindt u in bijlage achteraan dit document. (Zie bijlage 9)

## 1.3 De herwerkte conceptvoorstellen

Deze conceptvoorstellen vloeien voort uit de ervaring die werd opgedaan bij de vorige twee. Het definitieve conceptvoorstel wordt gekozen uit een van deze drie. (zie 1.4)



Figuur 1.1: Illustratie bij concept 3

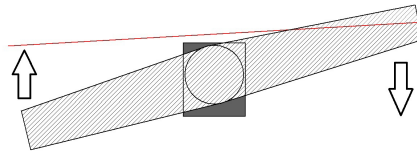
### 1.3.1 Conceptvoorstel 3

Dit conceptvoorstel gaat uit van het eenvoudige rechttoe rechtaan splicen en trekken. In dit conceptvoorstel worden de twee garenuiteindes met een grijper, gemonteerd op een lineaire aandrijving, van de boblijn afgerold, in de splicekamer gelegd en doorgetrokken achter te splicekamer. Daar wordt de splice onder spanning gezet door het uit elkaar bewegen van de grijpers. Figuur 1.1 illustreert schematisch hoe dit werkt.

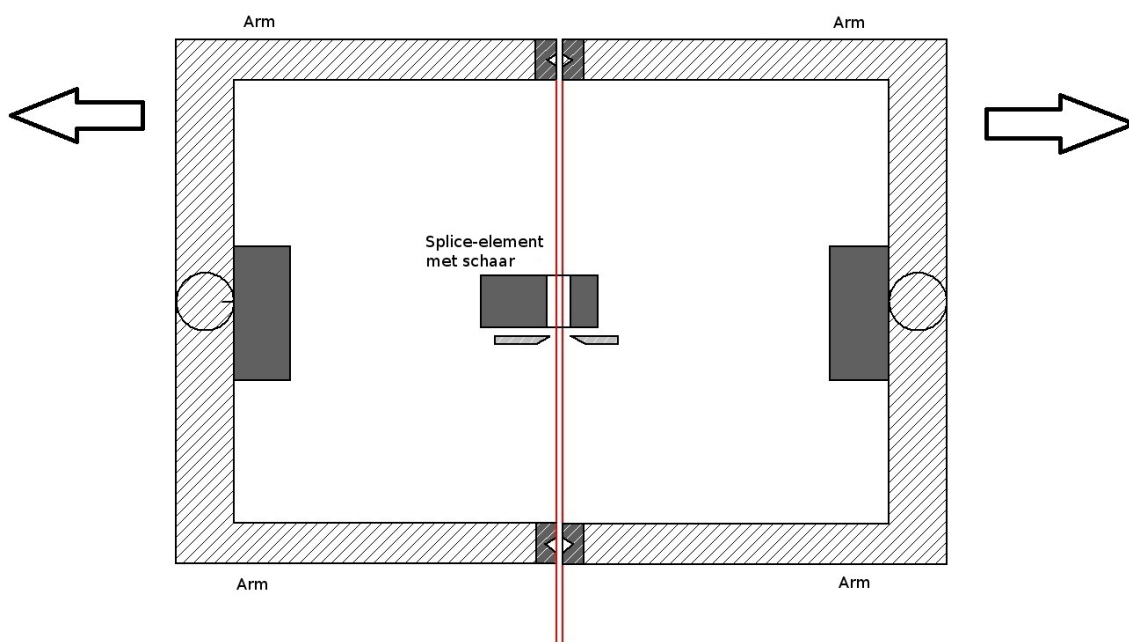
### 1.3.2 Conceptvoorstel 4

Het principe van dit voorstel berust op het pipelinen van de test met het grijpen van het garen. De werking gaat als volgt:

- Twee armen grijpen twee garenuiteinden vast voor de splicekamer.
- De armen maken een rotatieve beweging over de splicekamer waardoor het garen in de splicekamer terechtkomt.
- Het splice-element knipt het garen voor de splicekamer door en er wordt gespliced.
- Ondertussen hebben twee andere armen, die het verlengde zijn van de eerste armen, het garen voor de splicekamer al vastgenomen.
- De armen die zich achter de splicekamer bevinden bewegen naar buiten waardoor de splice onder spanning komt en getest wordt.
- Dit gebeurt cyclisch, het armenpaar dat nu voor de splicekamer is trekt het garen over de splicekamer waardoor het in de splicekamer terechtkomt.
- ...



Figuur 1.2: Illustratie bij concept 4

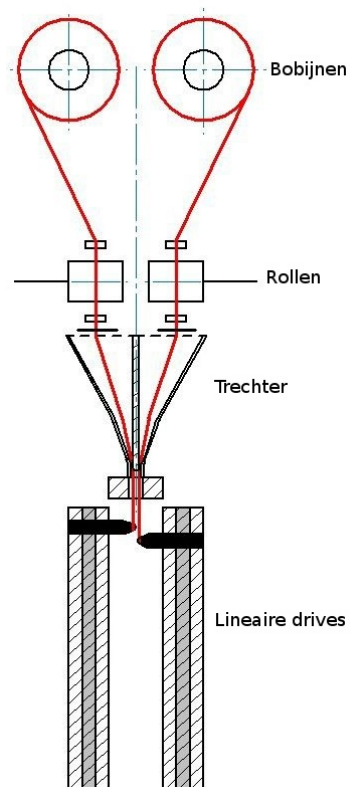


Figuur 1.3: Illustratie bij concept 4 (bis)

Gedurende het testen wordt al nieuw garen vastgenomen. Op deze manier bestaat de mogelijkheid om een lagere cyclustijd te bekomen. Zie figuur 1.2 en 1.3 voor meer duidelijkheid.

### 1.3.3 Conceptvoorstel 5

Dit conceptvoorstel gaat uit van conceptvoorstel 1. Het verschilt van conceptvoorstel 1 enkel in het testmechanisme. Nu nemen de rollen het testen niet meer voor hun rekening, maar worden achter de luchttrichter twee lineaire aandrijvingen geplaatst. Deze lineaire aandrijvingen zullen, nadat de splice gelegd is, het garen onder spanning zetten en zo een trektest uitvoeren. Een schematische voorstelling vindt u in figuur 1.4



Figuur 1.4: Illustratie bij concept 5

## 1.4 Het kiezen van een definitief concept

Voor de keuze van het definitieve concept wordt eerst een lijst opgesteld met een aantal criteria die belangrijk zijn voor de machine. Zo zijn bijvoorbeeld de betrouwbaarheid, complexiteit, tijdsduur van de cyclus, kostprijs en conformiteit met *Michel Van de Wiele NV* belangrijk. Elk conceptvoorstel (3, 4 en 5) worden op deze criteria beoordeeld. De conclusie is dat concept 3 gekozen wordt voor verdere uitwerking.

## Hoofdstuk 2

# Ontwerp van de opstelling

### 2.1 Verdere uitwerking van het concept

#### 2.1.1 Bepalen van de maximale kracht

De eerste stap in het definitief uitwerken van concept 3 (sectie 1.3.1 ) is een onderzoek naar de sterkte van garens, al dan niet gespliced. De sterkte wordt getest op een trekbank die ter beschikking staat in *Michel Van de Wiele NV* (zie figuur 2.1). Dit onderzoek levert informatie over het verloop van de trekcurve van een garen, alsook de kracht en rek waarop de machine gedimensioneerd moet worden. In bijlage 10 vindt u de exacte resultaten van de trekproeven. De test wordt uitgevoerd op wollen en nylon garens, gaande van 549 tot 771 tex (=g/km). Van niet-gesplicete garens worden telkens 5 testsamples genomen, van gesplicete garens worden 10-20 tests uitgevoerd. Per test moeten volgende stappen ondernomen worden:

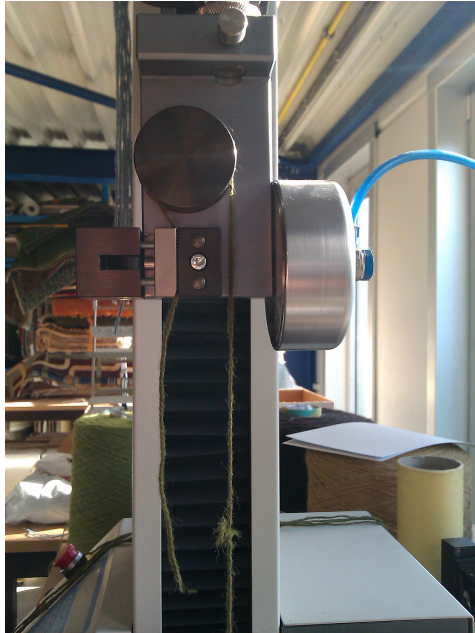
1. Afmeten en wegen garens / bepalen dikte
2. Voorspanning bepalen
3. Trektest uitvoeren

De tests leverden volgende resultaten:

- Maximale kracht ca. 100N voor niet-gesplicet garen
- Splice-treksterkte is ongeveer 60 % van treksterkte garen
- Maximale rek ongeveer 50 % voor niet-gesplicet garen

Opmerking: De test gebeurde niet onder standaard omstandigheden, dit is louter een indicatie van de nodige krachten en optredende rek.

Dit wil zeggen dat de machine gedimensioneerd zal worden op een trekkracht in het garen van 150 N. Hierbij wordt rekening gehouden met een veiligheidsfactor van minstens 2. Inzake de uitrekking wordt rekening gehouden met een maximale uitrekking van ongeveer 100%. Ook dit is ruimschoots voldoende.

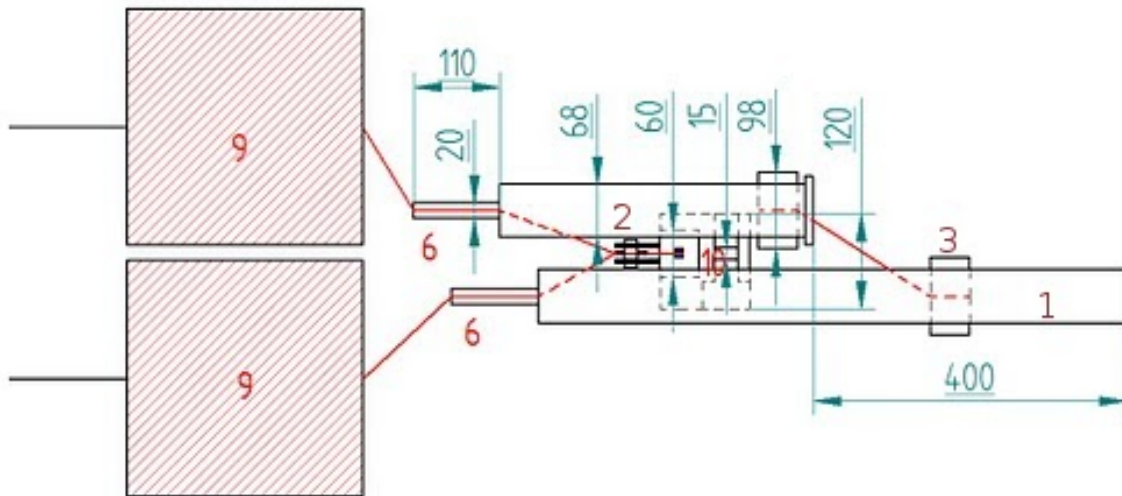


Figuur 2.1: De trekbank waarop een gespliced garen getest wordt

Type	Splice	Gemiddelde trekkracht $F_g$ (N)	Gemiddelde breukrek $e_g$ (%)
wol/pa (3x223 tex)	niet-gesplicet	$43,69 \pm 2,20$	$30 \pm 2,07$
wol/pa (3x257 tex)	niet-gesplicet	$43,56 \pm 3,58$	$26 \pm 3,79$
wol/pa (3x240 tex)	niet-gesplicet	$36,76 \pm 2,00$	$35 \pm 5,19$
nylon (600 tex)	niet-gesplicet	$96,25 \pm 5,30$	$45 \pm 6,52$
nylon (3x183 tex)	niet-gesplicet	$75,28 \pm 3,96$	$57 \pm 1,11$
wol/pa (3x257 tex)	gesplicet	$25,27 \pm 5,22$	$13 \pm 2,94$
wol/pa (3x257 tex)	gesplicet	$25,79 \pm 5,78$	$15 \pm 4,79$

Tabel 2.1: Enkele testresultaten





Figuur 2.2: Schematische voorstelling van de opstelling: Bovenaanzicht

### 2.1.2 Het bepalen van de nodige onderdelen

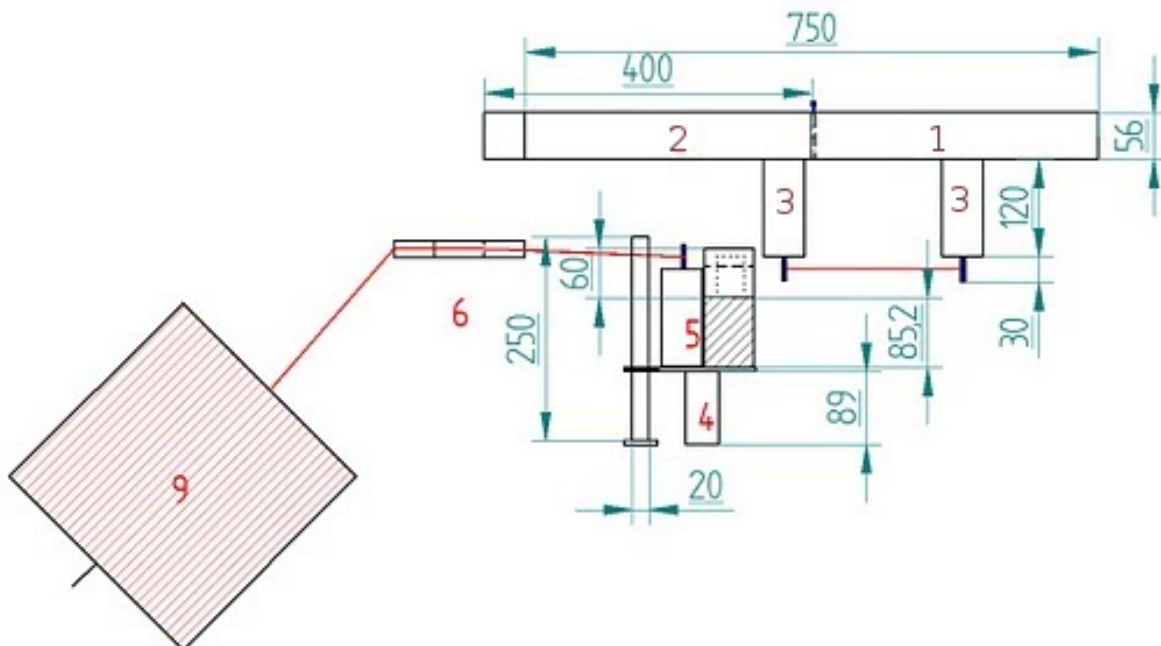
De tweede stap in het uitwerken van het definitief concept is het onderzoeken welke verschillende onderdelen benodigd zijn en hoe ze onderling geplaatst moeten worden. De volgende onderdelen zijn benodigd:

1. Lange lineaire aandrijving met positiesturing
2. Korte lineaire aandrijving
3. Testgrijpers op 2 lineaire aandrijvingen
4. Een pneumatische cilinder
5. Een grijper voor het spliceblokje
6. Geleidingselementen
7. Ophanging
8. Verbindingsonderdelen
9. Bobijnplaatsing
10. Krachtsensor en testmechanisme

De onderdelen zijn volgens nummer terug te vinden op figuren 2.2, 2.3 en 2.4. Let wel, deze figuren zijn niet volledig in overeenstemming met het echte ontwerp, maar geven een goede indicatie van de werking.

### 2.1.3 De werking van de machine/opstelling

- Het garen komt overkops van de bobijn die schuin opgesteld staat.
- Het garen gaat door een voorspanner.
- De grijpers op de lineaire aandrijvingen grijpen het garen uit de voorspanner en trekken het verder weg, tot over de splicekamer.
- Met het garen nu boven de splicekamer komt de splicekamer naar boven en via een geleidingsysteem wordt het garen in de splicekamer geleid.

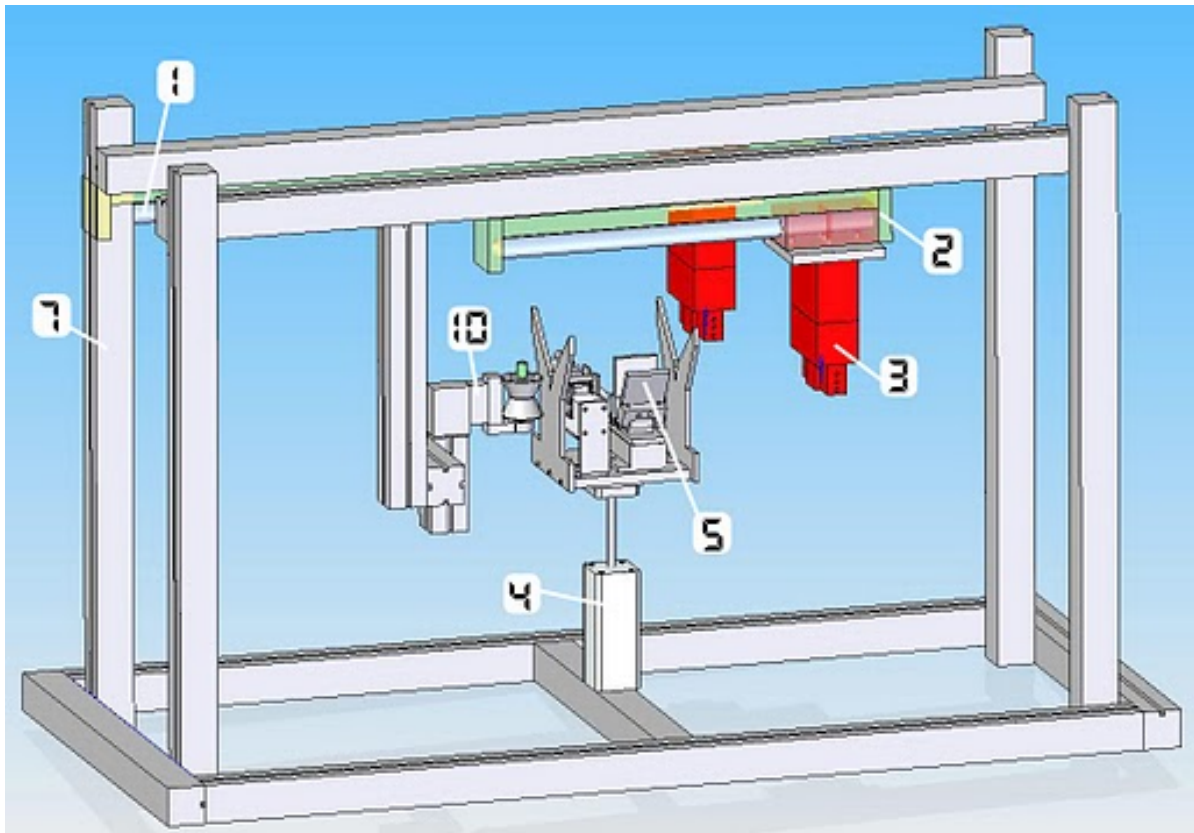


Figuur 2.3: Schematische voorstelling van de opstelling: Zijaanzicht

- Het garen zit nu door de splicekamer. Een grijper voor de splicekamer, de splicekamer-grijper, neemt beide garens voor de splicekamer vast zodat hun positie gewaarborgd is.
- De schaar, die zich net voor de splicekamer bevindt, knipt het garen en er wordt gespliced.
- De grijper op de lange lineaire aandrijving beweegt verder naar achter, de grijper op de korte lineaire aandrijving blijft staan waardoor het garen rond het testsysteem (diabolosysteem) gespannen wordt en de splice getest wordt.
- De trekkracht wordt geregistreerd door een krachtsensor.
- Als het garen breekt wordt een krachtval op de sensor geregistreerd. De grijpers stoppen met bewegen.
- Na de test laten de grijpers het garen vallen en keren ze terug naar hun beginpositie.
- Doordat het garen voor de splicekamer op een gekende positie is kunnen de testgrijpers een nieuw garenuiteinde vastnemen en begint de cyclus opnieuw.

## 2.2 Het kiezen van onderdelen

Voor het kiezen van onderdelen wordt een beroep gedaan op het aanbod van *FESTO*, een fabrikant en ontwikkelaar van pneumatische onderdelen voor machinebouw en automatisatie. Ook bij fabrikant *HEPCO* wordt gezocht naar onderdelen.



Figuur 2.4: 3D voorstelling van de machine

## 2.2.1 De testgrijpers op lineaire aandrijving

### 2.2.1.1 Functie

Deze grijpers worden gemonteerd op het aangedreven wagentje op de lineaire aandrijvingen. De grijpers dienen om het garen net achter het geleidingselement te grijpen, te vervoeren over de splicekamer en tenslotte om het garen vast te houden tijdens de test.

### 2.2.1.2 Selectie

*FESTO* ontwikkelt drie soorten grijpers:

- 3-punts grijpers
- Parallele grijpers
- Radiale grijpers

Voor de toepassing van testgrijper zijn de parallelle grijpers het interessantst. *FESTO* voorziet via zijn website software ter selectie van de juiste grijper voor een gegeven toepassing. Na het invullen van de juiste parameters (afstand nullijn-garen, belasting, acceleratie, vereiste slag, positie, grijprichting, vormgrijpen of frictiegrijpen, werkdruk, veiligheidscoëfficiënt en

temperatuur) wordt een lijst met mogelijke grijpers voorgesteld. Uit deze lijst wordt een grijper geselecteerd uitgaande van volgende criteria:

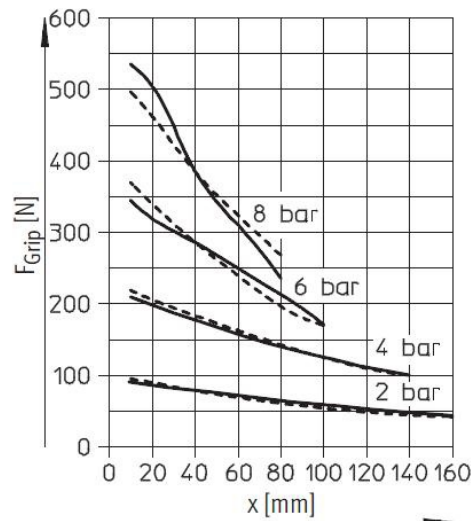
- Extra veiligheid op klemkracht (150 %)
- Beperkte dimensies en totale slag
- Kostprijs
- Geen sensorwerking op de grijper vereist
- Time-out

Als uiteindelijke keuze wordt *HGP-35* voorgesteld met als kostprijs: 432,84 euro (excl. BTW).

Bij deze grijper hoort volgende krachtcurve (zie figuur 2.6). Waar de grijpkracht in functie van de afstand grijppunt tot nullijn uitgetekend staat. Een afbeelding van de grijper vindt u in figuur 2.5.



Figuur 2.5: Grijper HGP-35



Figuur 2.6: Krachtcurve HGP-35

### 2.2.2 De positiegestuurde lange lineaire aandrijving

#### 2.2.2.1 Functie

Voor het eerste deel van de cyclus heeft de lange lineaire aandrijving dezelfde functie als de korte; namelijk de testgrijper het garen laten grijpen op de juiste plaats en het tot een bepaald punt over de splicekamer brengen. In het tweede deel van de cyclus drijft dit onderdeel het testmechanisme aan door de kracht te leveren die op het garen uitgeoefend moet worden door zich via stapsgewijze positionering verder te plaatsen. Deze aandrijving vereist dus ook positiesturing. Bij selectie van het onderdeel wordt rekening gehouden met de rek van het garen, deze is te vinden in tabel 2.1. Dit brengt de lengte van de aandrijving op ongeveer 800 mm.

### 2.2.2.2 Selectie

#### Elektrische oplossing bij HEPKO: niet gekozen oplossing.

Bij *HEPCO* wordt gezocht naar een elektrische lineaire aandrijving. Deze aandrijving maakt gebruik van een elektromotor die een tandriem laat bewegen. Het machineonderdeel wordt geselecteerd aan de hand van catalogustabelwaarden en vooropgestelde parameters. De kracht waaraan de aandrijving moet weerstaan is 150 N (veiligheidsfactor 2). Het grootste te verwachten moment is 22,5 Nm (veiligheidsfactor 2).

Vooreerst wordt beslist welke elektrische motor meest geschikt is voor de toepassing. Er zijn drie mogelijkheden, elk met voordelen en nadelen.

- Servomotor
  - Gesloten lus: er wordt gewerkt met terugkoppeling dus de controller weet op elk moment waar de grijper zich op de lineaire aandrijving bevindt.
  - Rekcurves als output van de testopstelling worden zeer nauwkeurig
  - Betere coördinatie met andere acties
  - Hoge snelheden (niet nodig voor deze toepassing)
  - Kan grote dynamica aan (ook niet nodig voor deze toepassing)
  - Hoge kostprijs
  - Grote voorkennis en op voorraad bij *Michel Van de Wiele NV*
- Stappenmotor
  - Open lus
  - Indien de motor meer torsie moet leveren dan waar hij voor ontworpen is, is geen plaatsbepaling meer mogelijk
  - Trager dan servomotor
  - Goedkoper dan een servomotor
- AC motor
  - Intrinsiek geen positiefeedback, maar met PLC-sturing is het wel mogelijk om met schakelaars punten waartussen de grijper beweegt te definiëren. Ook de snelheid waarmee dit moet gebeuren kan ingesteld worden.
  - Allen Bradley Smart Speed Controller
  - Kostprijs is maar een fractie van de kostprijs van een servomotor

Het is belangrijk dat de motor binnen de juiste grenzen van zijn torsiegebied werkt. Om de veiligheidsfactor van de hoeveelheid torsie op de motor te berekenen wordt als volgt gewerkt:

- Bereken de loopsnelheid van de motor

$$S_w = \frac{V_w \times R_r \times 100}{2\pi r} \quad (2.1)$$

Met  $S_w$  de motorsnelheid,  $V_w$  de benodigde lineaire snelheid,  $R_r$  de tandwieloverbrengingsverhouding.

- Bereken de totale beschikbare lineaire kracht

$$F_t = \frac{T_w \times \eta_d \times \eta_g \times R_r \times 100}{r} \quad (2.2)$$

Met  $F_t$  de totale beschikbare lineaire kracht,  $T_w$  de torsie van de motor op snelheid  $S_w$ ,  $\eta_d$  de aandrijvingsefficiëntie,  $\eta_g$  de tandwieloverbrengingsefficiëntie en  $r$  de straal van de katrol.

- Bereken de kracht die nodig is om de onderdelen te laten versnellen tot de gewenste snelheid

$$F_a = A_w \times \left( M_L + M_C + 2LM_b + \left( \frac{2I_p + R_r(I_m + I_g)}{r} \right) \right) \quad (2.3)$$

Met  $F_a$  de kracht benodigd om alle onderdelen te versnellen,  $A_w$  de benodigde lineaire acceleratie,  $M_L$  de opgelegde massa,  $M_C$  de massa van het wagenelement,  $M_b$  de massa van de riem per meter,  $I_p$  het traagheidsmoment van de katrol,  $I_m$  het traagheidsmoment van de motor en  $I_g$  het traagheidsmoment van de tandwieloverbrenging gezien van de motorkant.

- Bereken de kracht benodigd om de wrijving te overwinnen

$$F_f = F_{ba} + \mu \times L_a \quad (2.4)$$

Met  $F_f$  de kracht benodigd om de wrijving te overwinnen,  $F_{ba}$  de wegbreekwrijvingskracht,  $\mu$  de dynamische wrijvingscoëfficiënt, en  $L_a$  de opgelegde belasting.

- Bereken de kracht benodigd om arbeid te leveren

$$F_w = (M_L + M_C) \times g \times \sin\theta \quad (2.5)$$

Met  $F_w$  de kracht benodigd om arbeid te leveren,  $g$  de valversnelling en  $\theta$  de hoek waaronder de opstelling staat.

- Bereken de veiligheidsfactor van de hoeveelheid torsie op de motor.

$$S_f = \frac{F_t}{F_a + F_f + F_w} \quad (2.6)$$

met  $S_f$  de veiligheidsfactor van de hoeveelheid torsie op de motor.

De geselecteerde motor moet voldoen aan een veiligheidsfactor van groter dan 1. Er wordt aangeraden om zelfs een stuk boven 1 te gaan. Aan de hand van tabelwaarden uit de catalogus en waarden die eigen zijn aan het ontwerp kan deze veiligheidsfactor berekend worden. De aan te kopen motor zou gekozen worden in samenspraak met *Michel Van de Wiele NV*, waar men

voorkeur had voor een servomotor. Dit bracht een te grote kost met zich mee in vergelijking met het voorstel met onderdelen van *FESTO*.

De volgende stap in het selecteren van de elektrische lineaire aandrijving is de keuze van het mechanische onderdeel. Bij het selecteren van een aandrijving bij *FESTO* wordt geconcludeerd dat de maximale momenten  $M_y = M_z = 1$  en  $M_x = 16$  voldoende groot zijn. Het kleinste model DLS3...S van *HEPCO* laat  $M = M_y = 56$ ,  $M_s = M_z = 26$  en  $M_v = M_x = 105$  toe (Zie figuren 2.7 en 2.8). De maximale krachten  $L_1 = F_z$  en  $L_2 = F_y$  zijn meer dan een orde grootte boven de vereiste waarde. Dit onderdeel voldoet dus ook. Om dit te bepalen gebruikt men ongeveer dezelfde formule als die van *FESTO* 2.10 maar men gaat verder met het bepalen van de levensduur in afgelegde kilometer (DLS3LIFE). De dimensioneringsformules vindt u in formule 2.7 en 2.8. Voor meer duidelijkheid bij de parameters voor het bepalen van  $L_f$  zie figuur 2.7

$$L_f = \frac{M}{M_{max}} + \frac{M_s}{M_{smax}} + \frac{M_v}{M_{vmax}} + \frac{L_1}{L_{1max}} + \frac{L_2}{L_{2max}} \quad (2.7)$$

$$DLS3LIFE = \frac{70}{(0.04 + 0.96L_f)^3} \quad (2.8)$$

Als controle wordt nagegaan wat de doorbuiging van de as zal zijn in het slechtste geval. Hiervoor wordt formule 2.9 gebruikt.

$$doorbuiging = \frac{WL^3}{48EI} \quad (2.9)$$

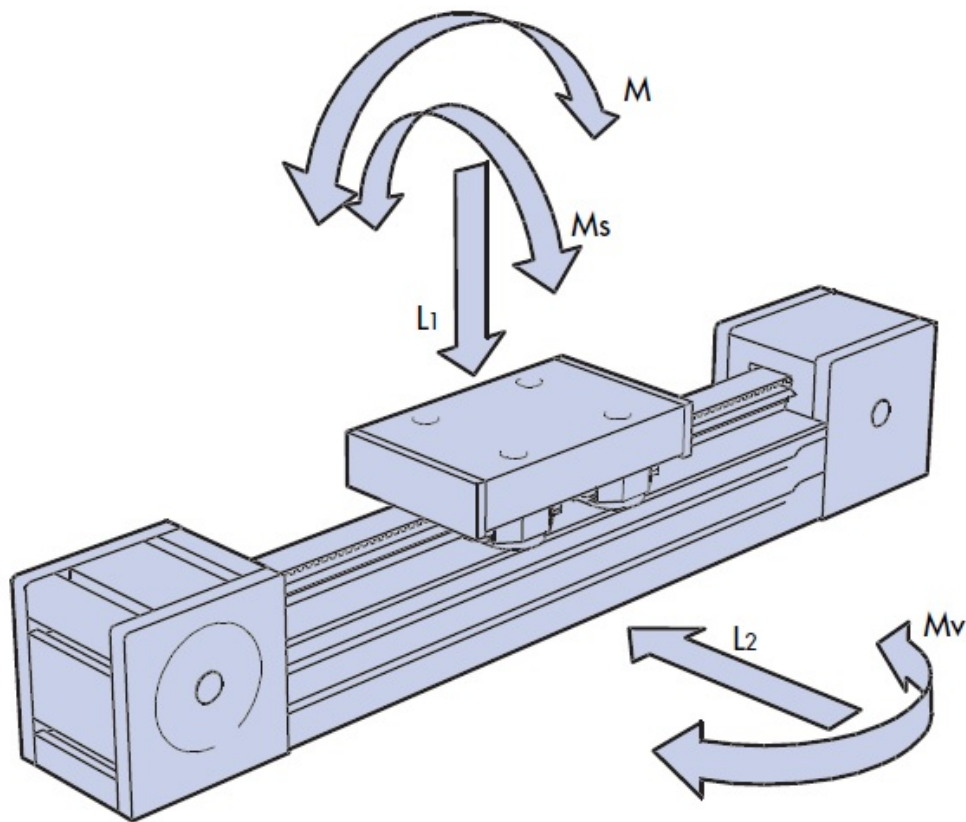
### Pneumatische oplossing bij *FESTO*: gekozen oplossing

Bij *FESTO* wordt gezocht naar een pneumatische lineaire aandrijving. Het machineonderdeel wordt geselecteerd aan de hand van catalogustabelwaarden en vooropgestelde parameters. De kracht waarop gedimensioneerd wordt is 150 N (veiligheidsfactor 2). Het grootste te verwachten moment is 22,5 Nm (veiligheidsfactor 2).

Voor een goede werking van de lineaire aandrijving moet volgende vergelijking altijd voldaan zijn (zie vgl 2.10). De variabelen in deze vergelijking zijn terug te vinden op figuur 2.8

$$\frac{F_y}{F_{ymax}} + \frac{F_z}{F_{zmax}} + \frac{M_x}{M_{xmax}} + \frac{M_y}{M_{ymax}} + \frac{M_z}{M_{zmax}} \leq 1 \quad (2.10)$$

*FESTO* voorziet ook selectiesoftware voor lineaire aandrijvingen. Deze software is gebaseerd op vergelijking 2.10. Na het ingeven van de juiste parameters (positionering van de cilinder, druk, lengte van de aandrijving, lengte van de armen op het wagentje en snelheid) wordt opnieuw een lijst met mogelijke lineaire aandrijvingen voorgesteld. Uit deze lijst wordt het meest eenvoudige onderdeel geselecteerd. Dit zijnde: DGCI-18-800-KF-YSR. Dit onderdeel heeft volgende eigenschappen:



Figuur 2.7: Illustratie bij de dimensioneringsformule HEPCO

- Equivalente asdiameter van 18 mm
- Lengte van 800 mm
- Basis dempingsysteem
- Ballbearing rolsysteem voor geleiding

Dit is ruimschoots voldoende voor de toepassing in de machine. De druk wordt geregeld met MPYE servoklep. De positie zou initieel geregeld worden met een PSC200 controller in communicatie met SPC-AIF maar hier werd vanaf gezien. De positie wordt rechtstreeks vanuit de PLC geregeld. Aan dit alles hangt het volgende prijskaartje:

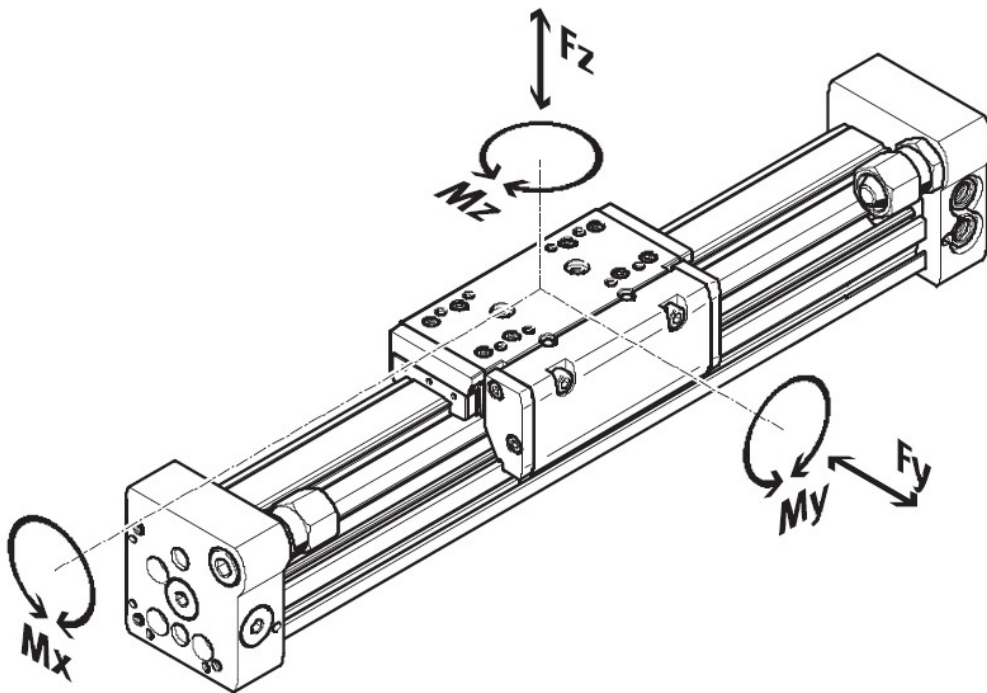
- Lineaire aandrijving: 1104,73 euro
- MPYE-5-M5-420-B: 322 euro

### 2.2.3 De korte lineaire aandrijving

#### 2.2.3.1 Functie

De korte lineaire aandrijving dient in het eerste deel van de cyclus om de testgrijper het garen te laten vastgrijpen en het tot op een bepaalde positie over de splicekamer te trekken. In het tweede deel van de cyclus is er geen beweging in de korte lineaire aandrijving. Dan blijft





Figuur 2.8: Illustratie bij de dimensioneringsformule FESTO

hij gewoon stilstaan, alhoewel er een kracht zal uitgeoefend worden door de lange lineaire aandrijving die het garen onder spanning zal zetten door zichzelf stapsgewijs te positioneren. Deze lineaire aandrijving vereist dus geen positiesturing. De terugkoppeling van de positie naar de PLC wordt verzorgd door 2 proximity sensoren (FESTO SMT-8-PS-K-LED-24-B) die op beide uiteindes van de drive geplaatst worden.

### 2.2.3.2 Selectie

Er werden drie mogelijkheden uitgewerkt voor het dimensioneren van de korte lineaire aandrijving. Elektrisch bij *HEPCO*, pneumatisch bij *FESTO* en een combinatie met onderdelen van beide fabrikanten.

#### Elektrische oplossing bij HEPCO: niet gekozen oplossing

De selectie van dit onderdeel verloopt analoog met de selectie van de lange positiegestuurde lineaire aandrijving van *HEPCO*. DLS3...S werd geselecteerd. Deze oplossing wordt ook wegens geraamde kostprijs niet gekozen.

#### Pneumatische oplossing bij FESTO: gekozen oplossing

De selectie van dit machineonderdeel verloopt volledig analoog met de selectie van de lange positiegestuurde lineaire aandrijving van *FESTO*. Met als enige verschil dat hier geen positiesturing aan te pas komt. De korte lineaire aandrijving beweegt immers slechts tussen twee discrete punten. Als onderdeel werd dan ook DGC-18-400-KF-YSR gekozen met dezelfde mechanische

eigenschappen als de lange lineaire aandrijving. De kostprijs van dit onderdeel bedraagt 900 euro.

### **HEPCO en FESTO: niet gekozen oplossing**

Hier wordt een glijwagen op een glijplaat van *HEPCO* bewogen met een daartegen gemonteerde pneumatische cilinder van *FESTO*. Volgende onderdelen zijn dan benodigd

- Glijplaat S50 L356: 25 (1 stuk)
- Looprol: 25 (4 stuks)
- Loopwagen 100 (1 stuk)
- Een pneumatische cilinder

Deze oplossing wordt wegens de omvang van de cilinder en glijplaat niet gekozen.

## **2.2.4 De pneumatische cilinder**

### **2.2.4.1 Functie**

De pneumatische cilinder heeft als functie het op en neer bewegen van de splicekamer. Op deze pneumatische cilinder is een plaatje gemonteerd waarop de splicekamer en de splicekamergrijpers bevestigd zijn. De splicekamer komt omhoog opdat de garens op zelfde hoogte als de splicekamer zouden komen en de splicekamer de garens kan omsluiten en gaat naar beneden zodat de grijpers op de lineaire aandrijvingen kunnen bewegen naar hun beginpositie.

### **2.2.4.2 Selectie**

Op zich voldoen heel veel standaardcilinders wegens de weinige mechanische vereisten waaraan de pneumatische cilinder moet voldoen. Bij *FESTO* worden 3 soorten pneumatische cilinders aangeboden:

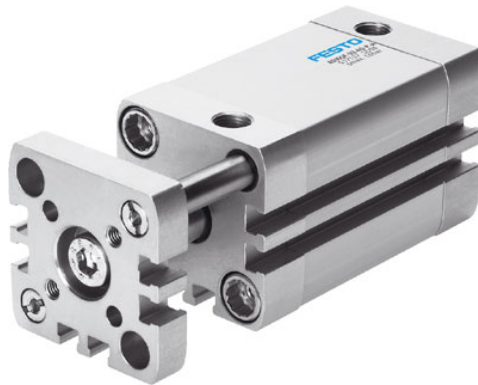
- Standaard cilinder ADN-16-50-A-P-A of ADNGF-32-80-P-A
- Compacte cilinder
- Blaasbalg EB-145-60

De keuze valt op de standaard cilinder maar met twee steunfeatures langs beide kanten van de cilinder die verhinderen dat de cilinder kan roteren. Dit komt neer op de ADNGF-16-50-A-P: ongeveer 40 euro. Dit is het goedkoopste alternatief van de drie. Een compacte cilinder voldoet niet aan de vereisten. Een blaasbalg kost een veelvoud van de prijs. Een afbeelding van de gekozen pneumatische cilinder vindt u in figuur 2.9. Afhankelijk van het gekozen geleidingssysteem moet ook worden voorzien op een pneumatische cilinder met groter slag, ADNGF-32-80-P-A. Deze laatste wordt uiteindelijk gekozen.

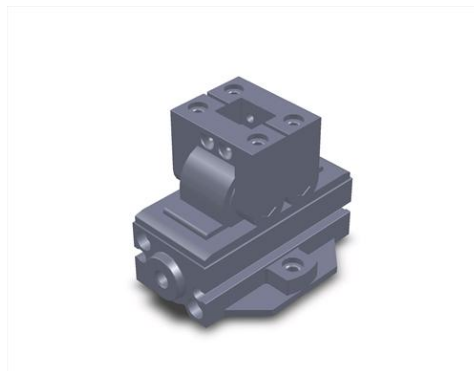
## **2.2.5 De splicekamergrijper**

### **2.2.5.1 Functie**

Wanneer de garens door de splicekamer liggen worden ze, voordat ze gespliced worden, vlak voor de splicekamer afgeknipt. Het stuk garen dat zich voor de splicekamer bevindt moet



Figuur 2.9: Pneumatische Cilinder ADNGF-32-80-A-P-A



Figuur 2.10: Splicekamergrijper HGRC-20-A

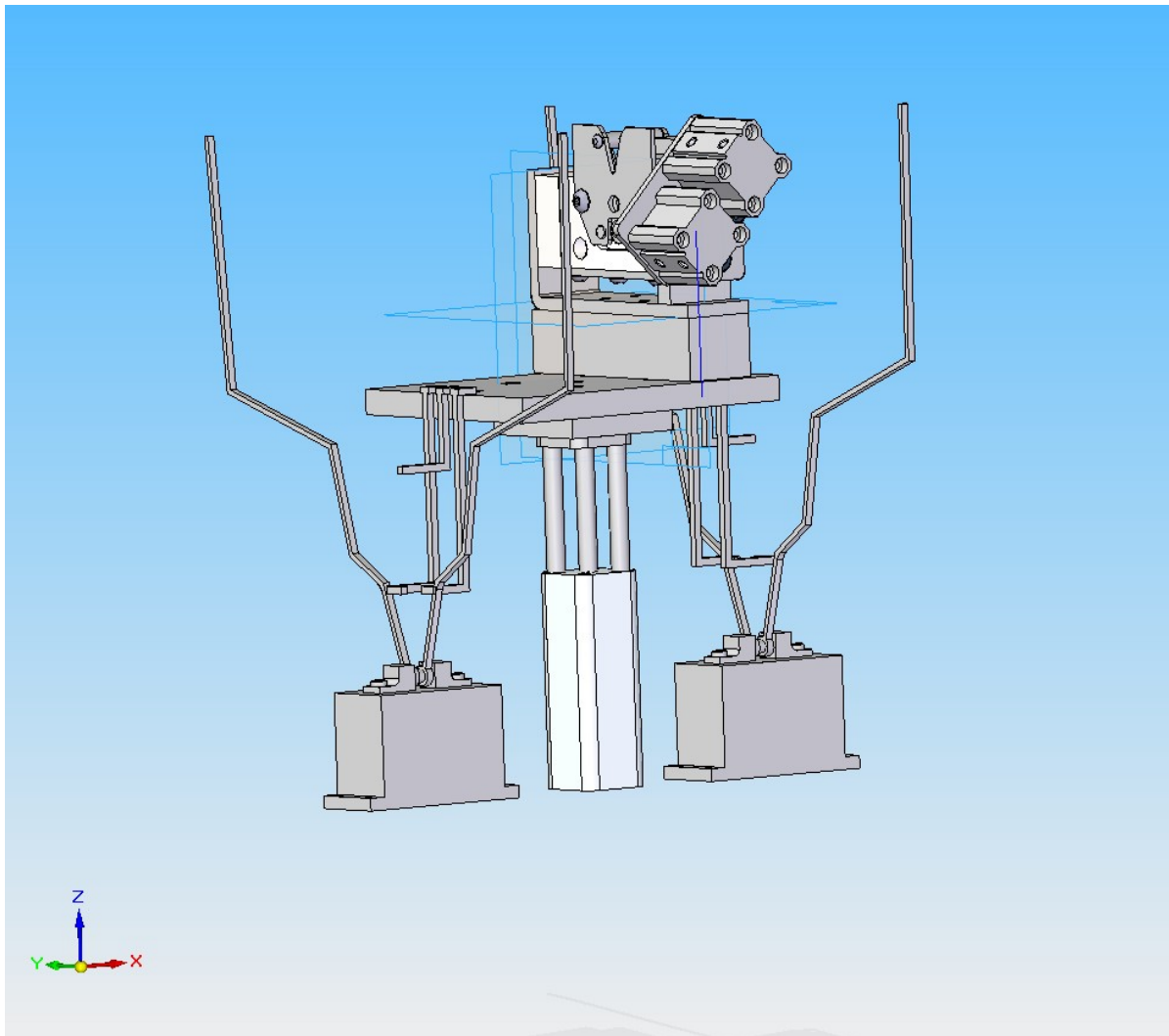
dus vastgehouden worden, anders hangt er een groot stuk garen op een ongekende plaats te bengelen. De splicekamergrijper grijpt deze garens net voor de schaar vast en houdt de garens op een gekende plaats.

#### 2.2.5.2 Selectie

Deze grijper wordt geselecteerd op volgende criteria:

- Compactheid
- Geen grote klemkracht nodig
- Kostprijs zo laag mogelijk

Op deze manier wordt de volgende grijper geselecteerd HGRC-20-A met kostprijs 157,70 euro (excl. BTW) (zie figuur 2.10)



Figuur 2.11: Het vleugel geleidingssysteem

### 2.2.6 Het geleidingssysteem

#### 2.2.6.1 Functie

Om het garen altijd op een gekende positie te houden wordt gebruik gemaakt van geleidingselementen en voorspanningssystemen. Dit doen wordt bekomen met zogenaamde jaknikkerelementen die voorhanden zijn bij *Michel Van de Wiele NV*. Deze geleidingselementen geleiden het garen dat net van de bobijn afgerold is naar een gekende positie waar de grippers ze kunnen vastnemen. Een tweede aspect van het geleidingssysteem is het samenbrengen van de garens op een afstand van elkaar die klein genoeg is zodat ze in de splicekamer kunnen gebracht worden.

### 2.2.6.2 Selectie

De geleidingselementen en voorspanners zijn reeds ter beschikking bij *Michel Van de Wiele NV*. Voor het samenbrengen van de garens in de splicekamer werden twee systemen uitgedacht.

- *Het vleugelsysteem:*

Dit systeem staat uitgetekend in figuur 2.11. Als de splicekamer naar boven gaat worden 2 ijzeren staven, telkens voor en achter de splicekamer, naar elkaar geduwd om de garens samen te brengen. Dit systeem heeft als nadeel dat het niet robuust is. Wel wordt met de garens voorzichtiger omgesprongen dan bij het V-geleidingssysteem. Ook impliceert dit systeem een hogere kostprijs. Daarom wordt dit niet uitgevoerd.

- *De V-geleiding:*

Hier worden eenvoudigweg voor en achter de splicekamer een V-vorm geplaatst waardoor de garens langs de benen van de V in de splicekamer glijden bij het omhoog komen ervan. Voordeel is dat dit systeem robuust en goedkoop is. Nadeel is dat de garens zeker geen hoge wrijving van de V-benen mogen ondervinden. Daarom moeten de benen van de V zeker goed gepolijst zijn. Dit systeem vindt u op figuur 2.12 en wordt uitgevoerd. Er werden 2 uitvoeringen bedacht. De eerste uitvoering heeft een grotere V-hoek waardoor de pneumatische cilinder korter uitgevoerd kan worden. Deze uitvoering resulteert in veel wrijving op het garen. Er werd ook een kleine V-hoek uitgewerkt. Deze geeft op zijn beurt minder wrijving op het garen, maar vereist een langere slag van de pneumatische cilinder opdat de grijpers op de lineaire aandrijvingen zouden kunnen passeren. Immers, hoe kleiner de V-hoek, hoe hoger de V-geleiding. Er wordt gekozen voor de steilste V-flanken en de lange pneumatische cilinder.

## 2.2.7 De ophanging

### 2.2.7.1 Functie

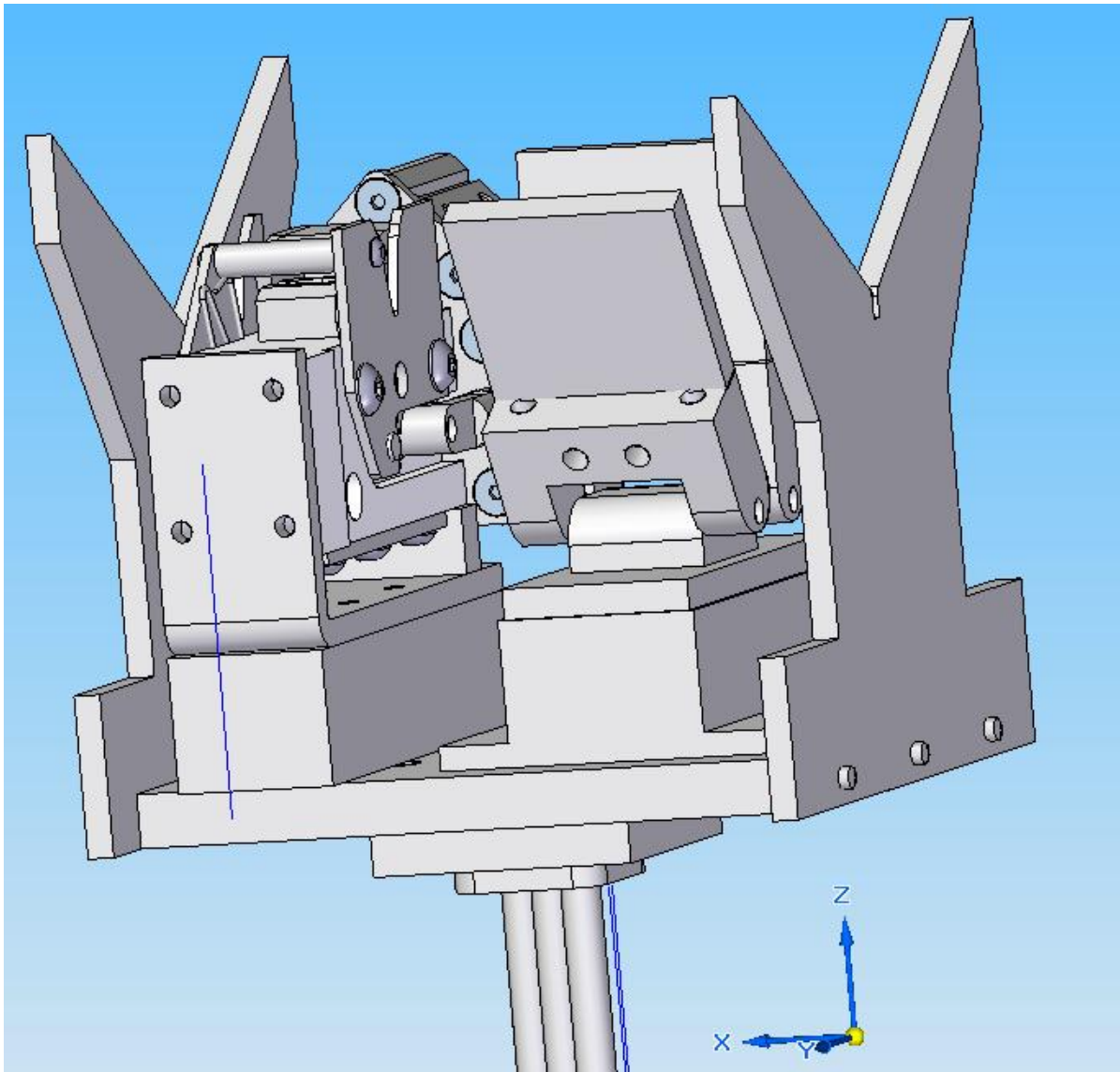
Al deze onderdelen moeten natuurlijk een plaats in de ruimte krijgen door bevestigd te worden in een frame. Dit frame wordt opgebouwd uit aluminiumprofielen die op elkaar bevestigbaar zijn.

### 2.2.7.2 Selectie

Aluminium MCS profielen van HEPCO is een modulair systeem en geschikt om ons systeem op te bouwen. Een aantal geschikte profielen met prijs per meter

- Aluminium profiel 40x40 type 0-132-40-40 L1000mm: 16,48 euro
- Aluminium profiel 60x60 type 0-132-60-60 L1000mm: 33,05 euro
- Aluminium profiel 80x80 type 0-132-80-80 L1000mm: 46,76 euro

Het aluminiumprofiel dat het meest onder belasting komt is de constructie die het testmechanisme draagt. Een indicatie voor de maximale vervorming van deze constructie, is het grootste



Figuur 2.12: Het V geleidingsysteem

moment gegenereerd door het testen. Dit bevindt zich aan het punt waar de constructie vast hangt.

$$d = \frac{F \times L^3}{3E \times I \times 10^4} \quad (2.11)$$

Wanneer gerekend wordt met de parameters voor het 40x40 type aluminiumprofiel geeft dit een doorbuiging van 0,2 mm. Dit is aanvaardbaar.

De bobijnen worden niet rechtstreeks bevestigd binnen het aluminium frame, maar worden schuin buiten de opstelling geplaatst zodat ze overkops kunnen afrollen.

## 2.2.8 De krachtsensor

### 2.2.8.1 Functie

De sterkte van de splice moet getest worden. Het garen wordt onder spanning gezet maar ook de kracht wordt gemeten. Dit gebeurt met een krachtsensor.

### 2.2.8.2 Selectie

Het testmechanisme werkt als volgt. Nadat de splice gelegd is, trekt de grijper op de lange lineaire aandrijving de splice uit de kamer. Het garen, dat ook nog vastgehouden wordt door de grijper op de korte lineaire aandrijving, wordt rond een diabolovormig volume aangespannen en er dus tegenaan gedrukt (zie figuur 2.13). Deze diablo duwt tegen of trekt aan de krachtsensor die vervolgens de kracht meet en doorgeeft naar de computer voor verwerking. De vereisten voor de krachtsensor zijn:

- Krachten tot 200N
- Minstens tot op 0.5N nauwkeurig testen
- Passende dimensies: 125cm<sup>3</sup>

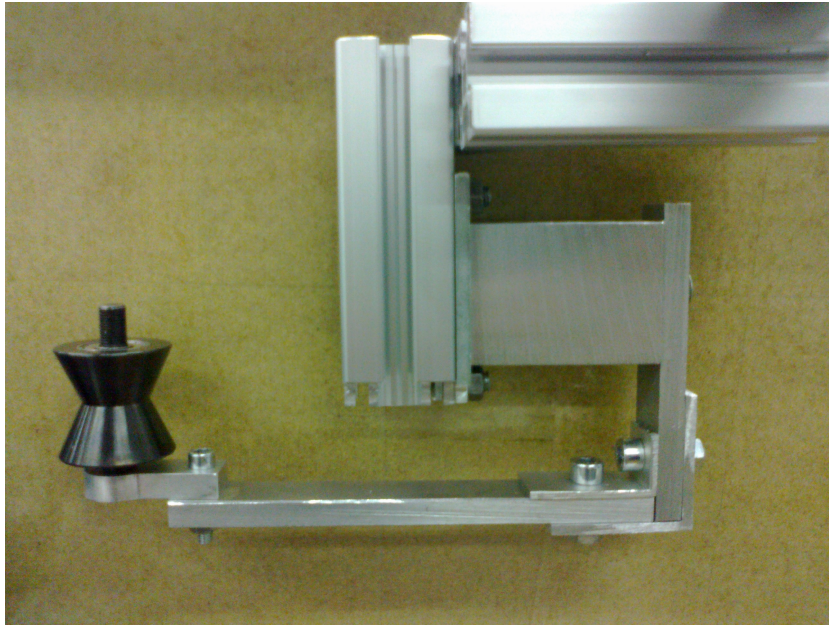
Daarom wordt FUTEK MODEL LRF325 (L2320) geselecteerd.

Wegens betere voorkennis bij *Michel Van de Wiele NV* wordt de sensor toch bij hen gekozen. De gekozen sensor is Sensy 2712. Deze kan ook 200 N trek meten en heeft een ingebouwde versterker.

## 2.2.9 Testmechanisme

### 2.2.9.1 Functie

Om een kracht uit te oefenen op het garen beweegt de lange lineaire drive naar zijn eindpunt, de kracht wordt gemeten m.b.v bovenstaande sensor. De kracht kan niet rechtstreeks gemeten worden omdat deze ontworpen is op trek, om dit probleem te overbruggen wordt er gebruik gemaakt van een 'diabolo' mechanisme. Dit mechanisme bestaat uit een metalen diabolo



Figuur 2.13: Het diabolo testmechanisme

gelagerd met 2 POM/POM/glass/PA66 lagers van *SKF*. Deze lagers hebben een lage wrijving en garanderen dat de diabolo meedraait als het garen uitrekt. Dit alles wordt aan de kracht sensor opgehangen zoals te zien is in figuur 2.13.

### 2.2.10 Pneumatische ventielen

#### 2.2.10.1 Functie

Om alle pneumatische onderdelen te kunnen aansturen, wordt gebruik gemaakt van elektrische ventielen. Deze zorgen ervoor dat er op de juiste plaats druk komt te staan en kunnen met de PLC worden geregeld.

#### 2.2.10.2 Selectie

De lange lineaire drive moet tijdens de test van de gesplicede garens een kracht opbouwen. Er is dus een ventiel vereist dat toelaat om de positie van de wagen te sturen. Dit kan gerealiseerd worden met een proportioneel ventiel. Bij de DCGI-18-750-KF-YSR raadt *FESTO* de MPYE-5-M5-420-B aan. Deze werkt op een voeding van 24V DC en wordt aangestuurd met een stroom tussen 4 en 20mA.

Voor de andere onderdelen kunnen 5/2-ventielen gebruikt worden. Deze hebben 5 pneumatische connecties en kunnen in 2 standen staan. De verschillende onderdelen hebben soms andere pneumatische connecties, dus wordt op basis hiervan het gepaste ventiel gekozen.

Voor de aansturing van de schaar op de splicemachine en het deksel om de splicekamer te sluiten, wordt gekozen voor CPE10-M1BH-5L-QS-6. Voor de parallelle grijpers wordt CPE10-M1BH-



Product	Beschrijving	Aantal	Tekening
Sensorsetup_geleider	Diabolo	1	1
L_profiel_splicekamer	Montage van splicekamer	1	3
cilinder_splicekamer_kop	Montage plaat voor cilinder	1	4
Parallelgrijper_plaatje_dik	parallel grijperplaatje 1 - dun	2	9
Parallelgrijper_plaatje_dun	parallel grijperplaatje 2 - dik	2	10
Radiaalgrijper_plaatje	radiaalgrijper plaatje	2	5
Sensorsetup_as	Sensorsetup_as	1	6
Sensorsetup_Steun	Sensorsetup_Steun	1	7
Sensorsetup_Steun_sensor	Sensorsetup_Steun_sensor	1	22
Basisplaat_montage cilinder	Basisplaat_montage cilinder	1	8
Afvalbak	Afvalbak	1	
Verbindingstuk grijper-drive onder	Verbindingstuk grijper-drive	2	19a
Verbindingstuk grijper-drive boven	Verbindingstuk grijper-drive	2	19b
Plaatsing bobijnen	Plaatsing bobijnen	2	
Plaatsing jaknikkers	Plaatsing jaknikkers	2	
V-vleugel	V-vleugel	2	22

Figuur 2.14: Stukkenlijst van zelfontworpen onderdelen

5L-1/8 gekozen. De radiaalgrijper, de korte lineaire drive en de standaard cilinder worden aangestuurd met een CPE10-M1BH-5L-M5.

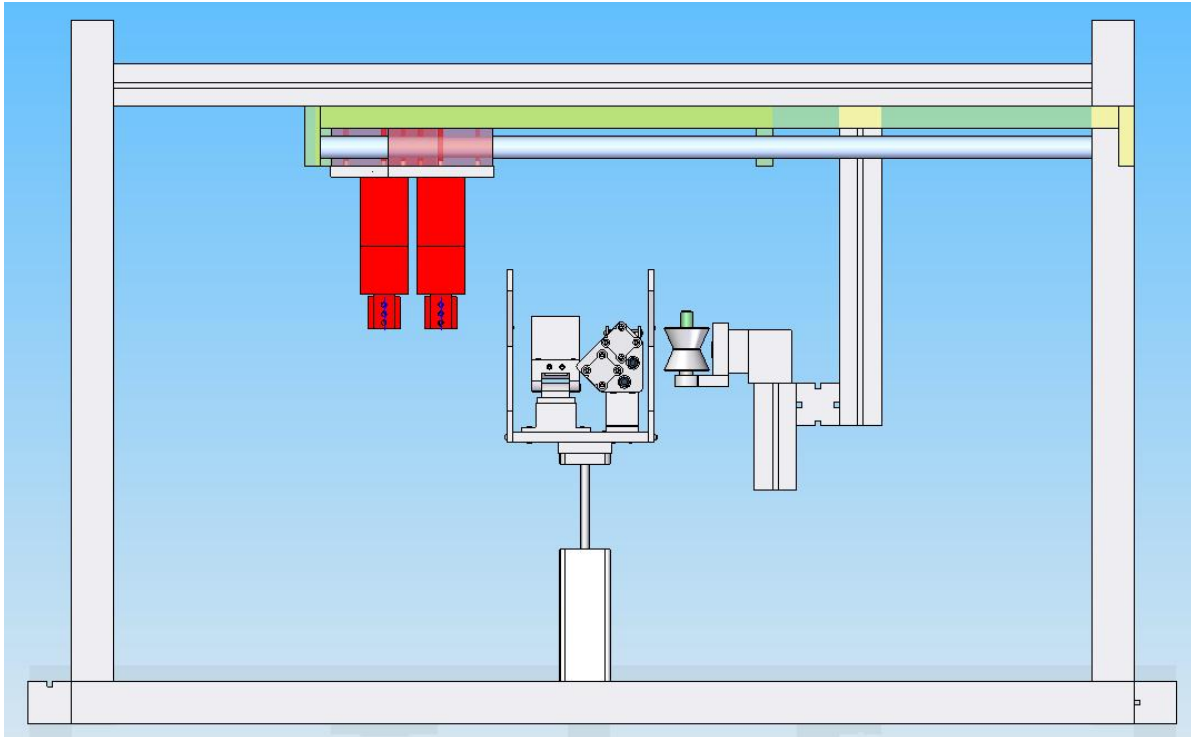
De splicelucht wordt aangestuurd met een speciaal 3/2-ventiel dat kan werken op 12 bar. Dit wordt ons door *Michel Van de Wiele NV* bezorgd. Tenslotte wordt er ook nog een hoofdventiel voorzien die de volledige installatie kan afsluiten van het persluchtnet.

In plaats van een aantal individuele kleppen wordt een kleppeneiland ter beschikking gesteld door *Michel Van de Wiele NV*. Dit eiland wordt aangestuurd door de PLC.

## 2.3 Zelf te vervaardigen onderdelen

Naast de onderdelen die worden aangekocht is er ook nood aan een groot aantal verbindingsonderdelen. Deze onderdelen dienen zelf ontworpen te worden vertrekkend van de technische tekeningen van bovenstaande onderdelen. De stukken worden vervaardigd bij *Michel Van de Wiele NV*. Er worden ook een 12 bar drukvat SMC VBA-OM-L001 (benodigd om te splicen), een afvalbak, een luchtvoorbereidingseenheid FESTO MS6...(noodzakelijk voor de proportionele klep) en voorspanners voorzien.

Een lijst van zelf vervaardigde onderdelen is terug te vinden in figuur 2.14.



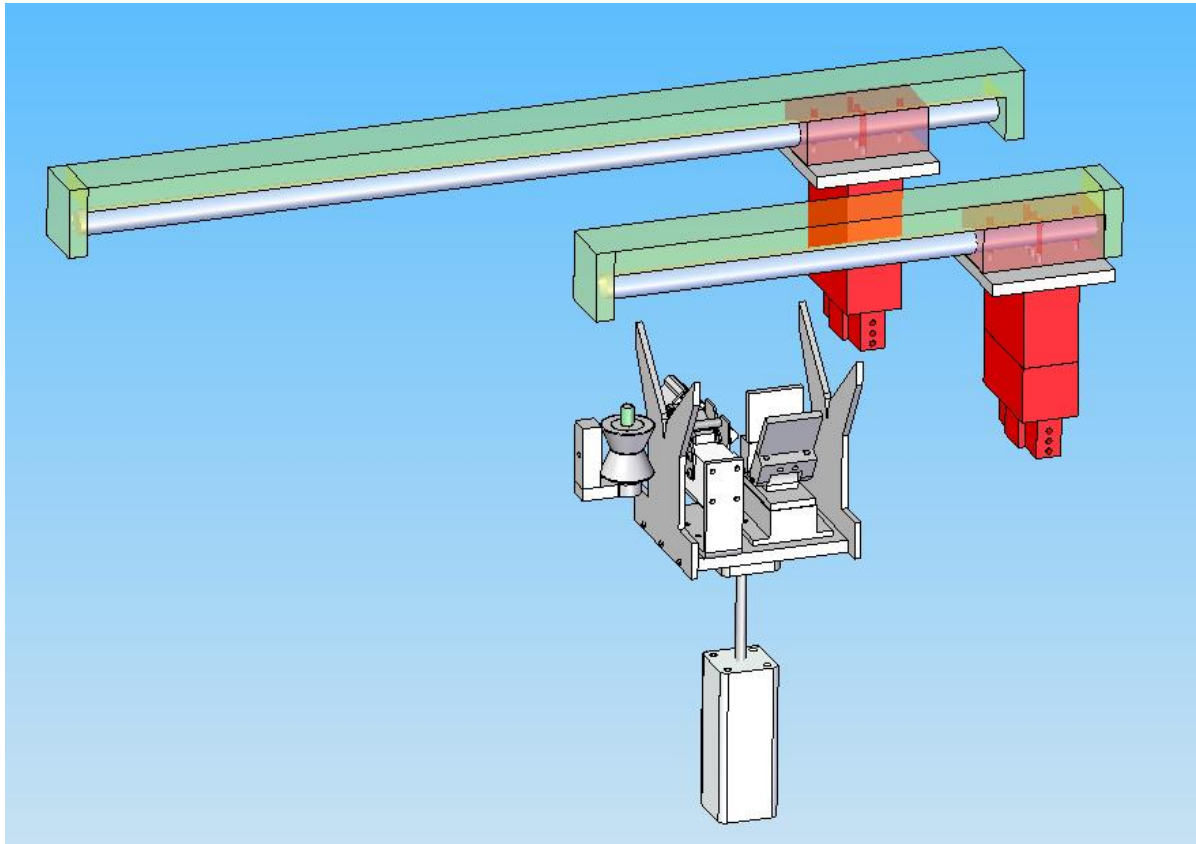
Figuur 2.15: Ruimtelijke plaatsing

### 2.4 Het ruimtelijk opstellen van de onderdelen

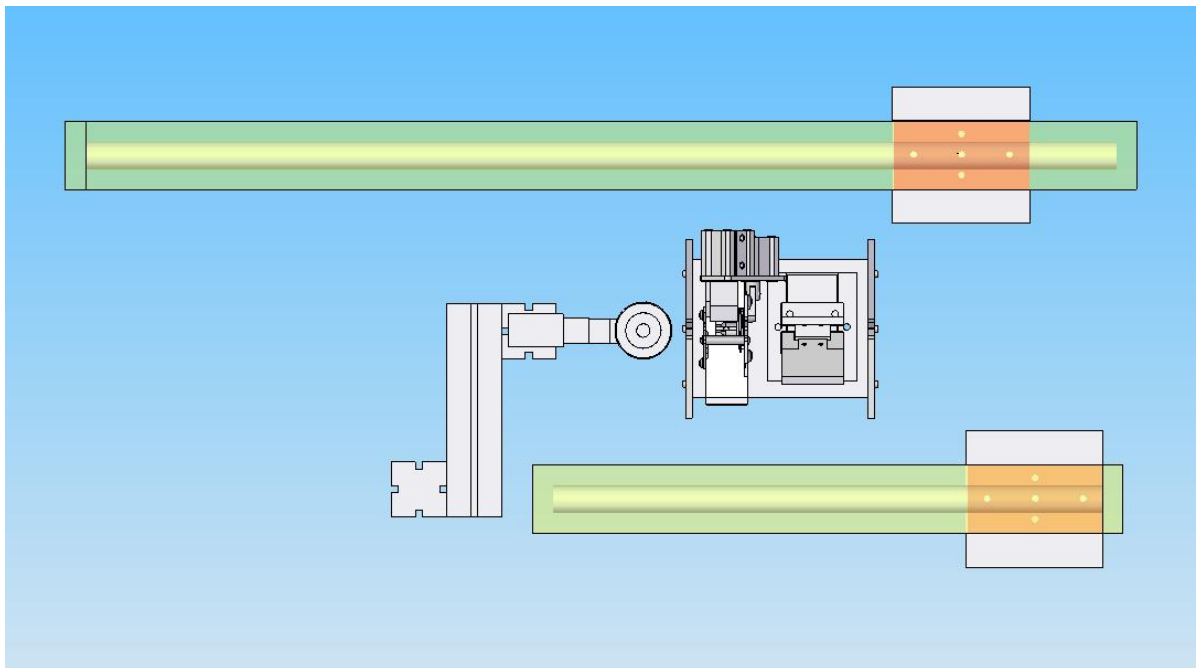
Op figuren 2.15, 2.16, 2.17 en 2.18 is duidelijk de ruimtelijke schikking van de onderdelen te zien binnen het frame van aluminiumprofielen.

De PLC, het kleppeneiland, het drukvat, de 12 bar klep, de proportionele klep en de luchtvoorbereidingseenheid worden samen gemonteerd zoals beschreven in 4.

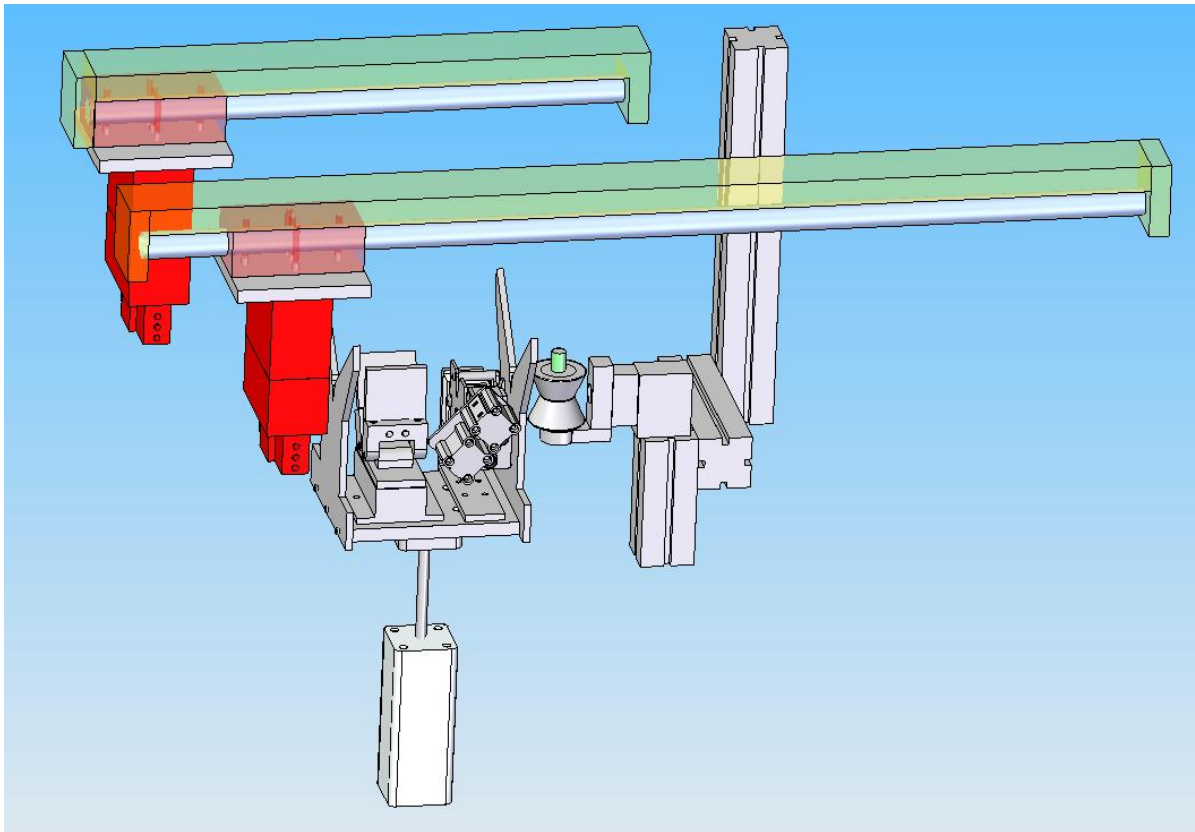
## 2.4. Het ruimtelijk opstellen van de onderdelen



Figuur 2.16: Ruimtelijke plaatsing



Figuur 2.17: Ruimtelijke plaatsing



Figuur 2.18: Ruimtelijke plaatsing

## Hoofdstuk 3

# PLC sturing

Een PLC stuurt de testopstelling aan en verwerkt de resultaten van de sensoren, encoder en drukknoppen. Aan de hand van een toestandsdiagram wordt de werking van de testopstelling uitgelegd in sectie 3.1. In sectie 3.2 wordt een overzicht gegeven van alle gebruikte signalen. Verder wordt de hardware besproken voor het verwerken en genereren van deze signalen (sectie 3.3) en er wordt een woordje uitleg gegeven over de software achter de machine (sectie 3.4) en de visualisatie (sectie 3.5). Ten slotte wordt kort ingegaan op de ondervonden problemen in sectie 3.6.

### 3.1 Toestandsdiagram

Om de werking van de automatische testopstelling voor te stellen, wordt gebruik gemaakt van een toestandsdiagram. Er wordt opgesplitst in twee cycli. De hoofdcyclus wordt weergegeven in figuur 3.1. Hier gaat het om de gewone werkingscyclus van de machine, indien er geen problemen zijn. Wanneer echter op de noodstop wordt gedrukt, gaat de machine bij heropstarten over in een resetcyclus. Het toestandsdiagram hiervan wordt weergegeven in figuur 3.2.

Elke toestand heeft een naam die min of meer weergeeft wat er in die toestand gebeurt. Om over te gaan van de ene naar de andere toestand moet voldaan worden aan een bepaalde overgangsvoorwaarde. Waar geen overgangsvoorwaarde aangegeven staat in het toestandsdiagram, wordt gewerkt met timers.

Hieronder wordt samengevat wat er in elke toestand gebeurt en wat de overgangsvoorwaarden zijn. Voor een overzicht van de knoppen, zie figuur 3.3. Voor het toestandsdiagram van de hoofdcyclus:

- **RESTART:** Er wordt gewacht tot de machine wordt opgestart met de knop `POWER_ON`. Indien er voorheen niet op de noodstop werd gedrukt, wordt overgegaan naar `READY_TO_START`.
- **READY\_TO\_START:** De gebruiker kan handmatig de radiale grijper openen en sluiten met de knoppen `MANUAL_OPEN_RADIAL_GRIPPER` en `MANUAL_CLOSE_RADIAL`.

GRIPPER. De drives bevinden zich op home positie, de grijpers zijn geopend. Wanneer daarna op START wordt gedrukt, vangt de automatische hoofdcyclus aan.

- CATCH\_YARN: Beide parallelle grijpers sluiten en grijpen zo de draad die van de bobijn komt vast. Er wordt gewerkt met een timer van twee seconden om over te gaan naar de volgende toestand.
- OPEN\_RG: De radiaalgreijper wordt geopend. Hier opnieuw een timer van twee seconden.
- MOVE\_GRIPPER: De korte drive beweegt tot op het einde. De proximity sensor geeft een signaal SD\_END wanneer dit gebeurd is. De lange drive beweegt tot ongeveer dezelfde positie, vlak na het splice-systeem. De encoder geeft een waarde weer die wordt gelinkt met LD\_TEST. Met deze twee controlesignalen wordt beslist wanneer wordt overgegaan naar de volgende toestand.
- UP\_SPLICE: De splicekamer wordt omhoog bewogen. Alle onderdelen die erbij gemonteerd staan, zoals de radiaalgreijper en de geleidingsstukken bewegen mee omhoog. Er wordt gewerkt met een timer van twee seconden om naar de volgende toestand over te gaan.
- HOLD\_YARN: De radiaalgreijper wordt gesloten om de garens vast te houden op een gekende positie. Ook het deksel van de splicekamer sluit, zodat de garens in de splicekamer liggen, vastgehouden door de drie grijpers. Er wordt gewerkt met een timer van twee seconden.
- CUT\_YARN: De garens moeten twee maal geknipt worden. Dit biedt meer zekerheid dat ze ook effectief doorgeknipt zijn. Deze toestand wordt eigenlijk opgesplitst in drie toestanden. In CUT\_YARN\_1 wordt een eerste keer geknipt. Daarna wordt eventjes gewacht in CUT\_YARN\_W. Ten slotte wordt in CUT\_YARN\_2 een tweede keer de garens geknipt. De timers zijn telkens 0.5 seconden.
- SPLICE: Er wordt een persluchtstoot gegeven met de 12 bar-klep om een splice te maken. De splicetijd is typisch 0.3 seconden. Daarna wordt nog twee seconden gewacht voor er wordt overgegaan naar de volgende toestand.
- OPEN\_SPLICE: Het deksel van de splicekamer wordt geopend. De timer bedraagt twee seconden.
- TEST: De gemaakte splice moet worden getest. Dit gebeurt door de lange drive verder naar achteren te bewegen. Van de proportionele klep wordt het debiet steeds verhoogd om een krachtopbouw in het garen te bekomen. Er kan op verschillende manieren overgegaan worden naar de volgende toestand. Als de kracht nul wordt (binnen een zekere veiligheidsmarge), dus als de splice gebroken is, geeft de gesimuleerde krachtsensor een signaal FORCE\_ZERO. Of als de lange drive zijn eindpositie heeft bereikt, dus als de encoder-uitlezing boven een bepaalde waarde is, wordt een signaal LD\_END gegeven. Ten slotte is er ook nog een timer ingebouwd die twintig seconden bedraagt. Het testen zal nooit langer duren, maar met de timer wordt verzekerd dat er wordt overgegaan naar een volgende toestand.
- LOSE\_YARN: Na het testen openen beide parallelle grijpers om de garens los te laten. De (gebroken) splice valt in een opvangbakje. Ondertussen gaat ook de splicekamer opnieuw naar beneden. Er wordt gewerkt met een timer van twee seconden.
- PREPARE\_HOME: De parallelle grijpers sluiten zich opnieuw. Dit is nodig om via het testmechanisme terug te keren naar de beginpositie op de drives. De timer bedraagt twee seconden.
- HOME\_GRIPPERS\_CLOSED: De parallelle grijpers bewegen gesloten naar voor. Wanneer ze voorbij het diabolomechanisme zijn, wordt overgegaan naar de volgende toestand. Er wordt gewerkt met een timer van 0.5 seconden en de uitlezing van de encoder.

- HOME\_GRIPPERS\_OPEN: De parallelle grijpers bewegen nu geopend verder naar voor. Voor de korte drive wordt gewerkt met het signaal SD\_HOME van de proximity sensor. De positie LD\_HOME van de lange drive wordt bepaald met behulp van de encoder. Wanneer beide drives op home positie zijn, kan worden overgegaan naar de volgende toestand. Dit is ofwel CATCH\_YARN, dan wordt een nieuwe hoofdcyclus gestart, ofwel READY\_TO\_START. Naar deze laatste wordt gegaan indien tijdens de hoofdcyclus op STOP werd geduwd.

De asynchrone signalen werden niet opgenomen in de toestandsdiagrammen. Zo is er de knop STOP. Wanneer deze wordt ingedrukt, wordt de hoofdcyclus afgewerkt en wordt er teruggekeerd naar de toestand READY\_TO\_START. Daarna stopt de machine zodat ze met knop POWER\_OFF veilig kan worden afgezet.

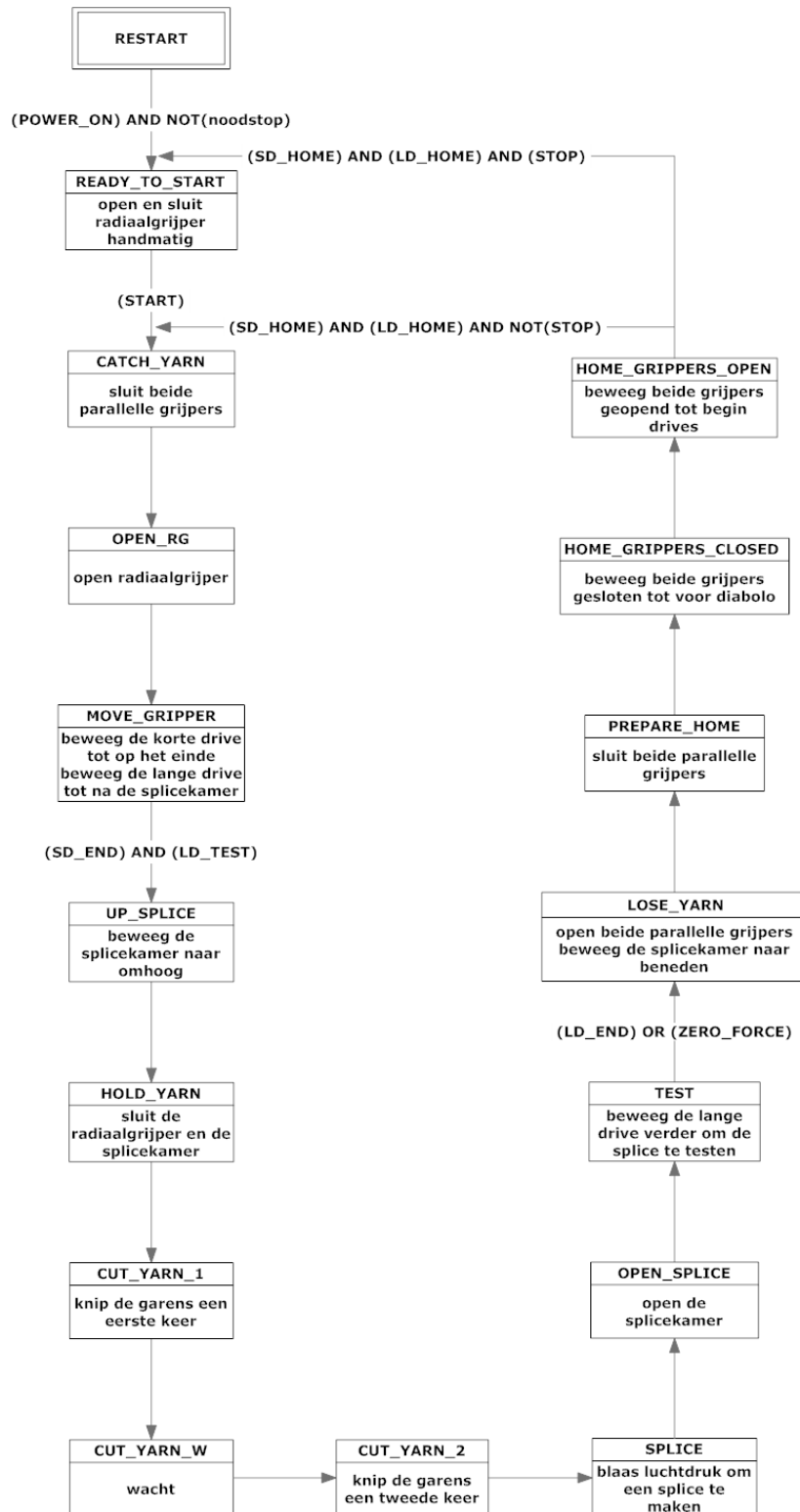
In sommige situaties kan een noodstop vereist zijn. Hiervoor wordt de POWER\_OFF-knop gebruikt. Wanneer deze wordt ingedrukt, zonder dat er eerst op STOP werd geduwd, sluit de machine onmiddellijk af. Alle grijpers gaan open, alsook de splicekamer. De splicekamer gaat naar beneden en de drives behouden hun positie. Wanneer daarna de machine wordt heropgestart, komt met terech in de resetcyclus. Hierin worden alle onderdelen terug in hun beginpositie gebracht, zodat een gewone hoofdcyclus kan worden aangevat.

Voor het toestandsdiagram van de resetcyclus (zie figuur 3.2):

- RESTART: Hier gaat het om dezelfde toestand als in het diagram van de hoofdcyclus. Er wordt een geheugenvariabele uitgelezen die bepaalt of er daarvoor op de noodstop werd gedrukt. Indien dat het geval is en er wordt op POWER\_ON gedrukt, wordt overgegaan naar READY\_TO\_RESET.
- READY\_TO\_RESET: Er wordt gewacht tot de gebruiker op de knop RESET drukt, zodat de resetcyclus kan worden gestart.
- START\_RESET: In deze toestand wordt bepaald welke handelingen nodig zijn om de onderdelen terug in hun beginpositie te brengen aan de hand van de toestand waarin de noodstop werd gebruikt. De overgang naar de volgende toestand gebeurt automatisch en vrijwel onmiddellijk.
- RESET\_FROM\_HOME: Beide drives worden naar beginpositie bewogen. De grijpers zijn nog steeds open. Controlesignalen om naar de volgende toestand, READY\_TO\_START, over te gaan zijn opnieuw LD\_HOME van de encoder en SD\_HOME van de proximity sensor.
- CLOSE\_GRIPPER\_AT\_TEST: De grijpers moeten worden gesloten om voorbij het diabolo-mechanisme te kunnen. Er wordt gewerkt met een timer van twee seconden.
- RESET\_FROM\_TESTPOSITION: De parallelle grijpers bewegen gesloten naar voor. Wanneer ze voorbij het diabolo-mechanisme zijn, wordt overgegaan naar de volgende toestand. Er wordt gewerkt met een timer van 0.5 seconden en de uitlezing van de encoder.
- OPEN\_GRIPPER\_AFTER\_TEST: De parallelle grijpers bewegen nu geopend verder naar voor. Controlesignalen voor overgang naar READY\_TO\_START zijn opnieuw LD\_HOME en SD\_HOME.
- READY\_TO\_START: Deze toestand is dezelfde als in het diagram van de hoofdcyclus.

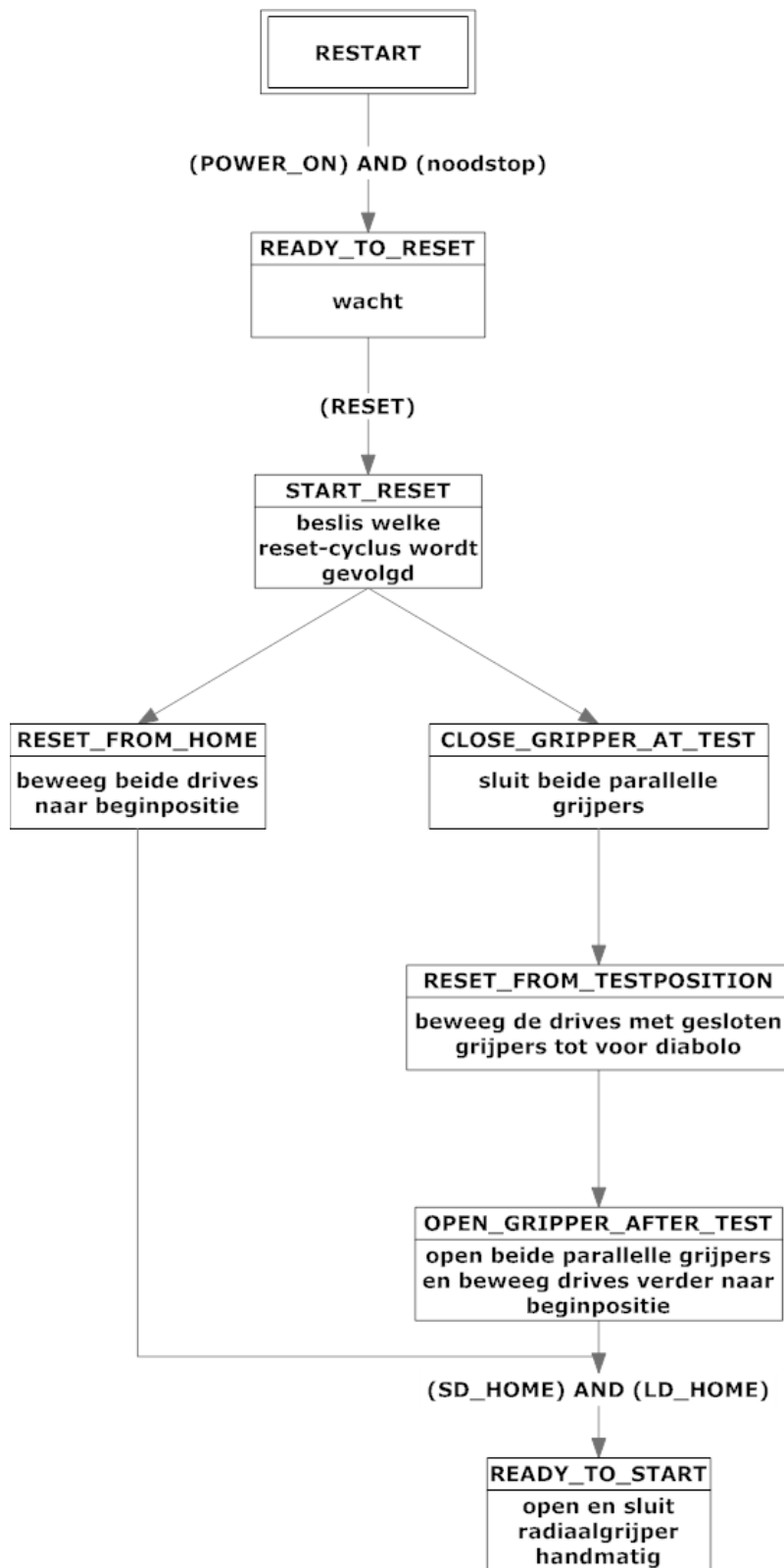
De toestandsdiagrammen werden opgesteld met het programma *SmartDraw VP*.

### 3. PLC STURING



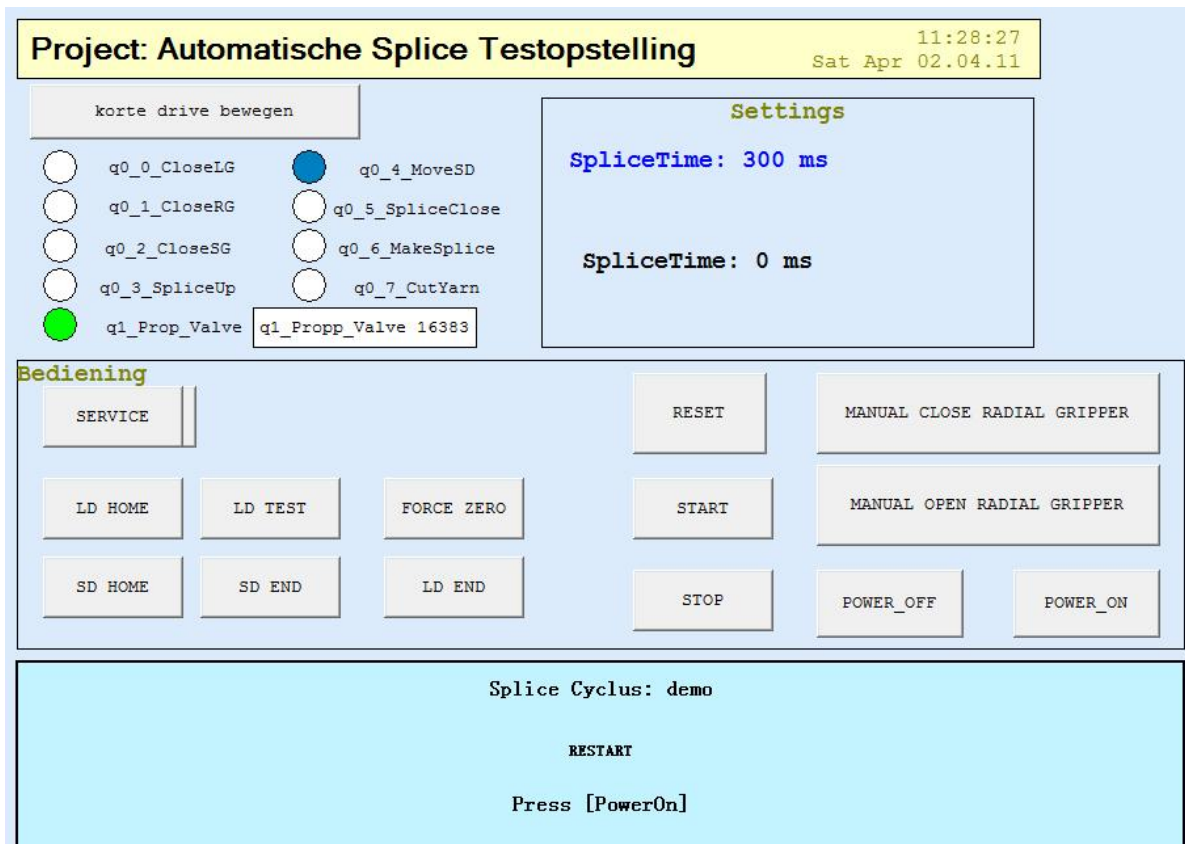
Figuur 3.1: Toestandsdiagram hoofdcyclus





Figuur 3.2: Toestandsdiagram resetcyclus

### 3. PLC STURING



Figuur 3.3: Visualisatie in TwinCAT

## 3.2 In- en outputs

Een overzicht van in- en outputs wordt gegeven in figuur 3.4.

### 3.2.1 Inputs

De inputs van de PLC zijn alle signalen die terugkeren van de automatische testopstelling. Het gaat hier vooreerst over twee digitale signalen afkomstig van twee proximity sensoren op de korte drive. Deze controlesensoren geven een signaal als de korte drive zijn begin- of eindpositie bereikt heeft. In het ontwerp werd voorzien om ook sensoren te gebruiken voor het op- en neerbewegen van de piston en voor het sluiten van de grijpers. In samenwerking met *Van de Wiele* werd beslist om de laatstgenoemde sensoren te vervangen door timers. Uit hun ervaring met PLC-ontwerp blijkt de extra kost voor deze sensoren niet op te wegen tegen het gebruiksgemak van timers. Bovendien houdt de extra nauwkeurigheid met sensoren een overbodige kost in.

Vervolgens zijn er nog een aantal andere inputs. De krachtsensor wordt gesimuleerd in de visualisatie (zie onder). De positie van de lange drive wordt gecontroleerd door de magnetische encoder (zie onder). Ten slotte zijn er nog zes drukknoppen die digitale signalen leveren, zijnde één start- en één stop-knop, één hoofdschakelaar, één resetknop en twee knoppen voor het

Wat?	D/A	Datatype	D/A	Datatype	
<b>INPUTS</b>			<b>OUTPUTS</b>		
power on/off	digitaal	bit	klep luchtzuivering	digitaal	bit
stop	digitaal	bit			
reset	digitaal	bit	klep deksel	digitaal	bit
start	digitaal	bit	klep splice	digitaal	bit
			klep schaar	digitaal	bit
radiaalgreijper handmatig openen	digitaal	bit	klep radiaalgreijper	digitaal	bit
radiaalgreijper handmatig sluiten	digitaal	bit	klep parallele greijper	digitaal	bit
			klep parallele greijper	digitaal	bit
krachtsensor	analoog	integer			
encoder	analoog	real			
proximity sensor korte drive (2 keer)	digitaal	bit	klep piston	digitaal	bit
			klep korte drive	digitaal	bit
			servoklep	analoog	integer
<b>OPTIONEEL</b>					
proximity sensor op cilinder onder splicekamer	digitaal	bit			
proximity sensor op korte parallele greijper	digitaal	bit			
proximity sensor op lange parallele greijper	digitaal	bit			
proximity sensor op radiaalgreijper	digitaal	bit			

Figuur 3.4: Overzicht inputs en outputs PLC

openen en sluiten van de radiaalgreijper.

### 3.2.2 Outputs

De PLC heeft tien outputs, negen digitale en één analoge. Omdat alle onderdelen pneumatisch werken, moet de PLC drukventielen aansturen, dit met behulp van een elektrisch signaal. Behalve de proportionele klep worden alle ventielen digitaal aangestuurd. De sturing van de proportionele klep gebeurt met een stroomsignaal tussen 4 en 20 mA. Het ventiel in kwestie is een 5/2-ventiel. Indien het stroomsignaal 12mA bedraagt, bevindt het zich in neutrale toestand, de drive blijft gewoon op zijn plaats staan. Indien de stroom hoger wordt dan 12mA beweegt de drive in de ene richting en indien lager in de andere richting. Het debiet waarmee de drive aangestuurd wordt, is des te groter naarmate de stroom meer afwijkt van de neutrale waarde van 12mA. Logischerwijs neemt dan ook de snelheid toe. Deze output is overigens een integer (16bit). Uit de datasheet van de module volgt dat 4mA voorgesteld wordt als 16#0000, 12mA

door 16#3FFF en 20mA door 16#7FFF.

## 3.3 Hardware

Er wordt een *Beckhoff BX 9000-00* ter beschikking gesteld door *Van de Wiele NV*. Deze PLC dient uitgebreid te worden met verschillende modules. De voeding die wordt gebruikt is van *Puls*. Deze kan 24V en 5A leveren.

### 3.3.1 Selectie van de modules

De verschillende modules worden geselecteerd op volgende criteria:

- analoog of digitaal signaal
- AC of DC
- aantal in-/uitgangen

De nodige modules werden door *Van de Wiele NV* voorzien. Voor de inputs van drukknoppen zijn er vijf digitale ingangen nodig. Inputs van proximity sensoren vereisen nog twee digitale inputklemmen. Hiervoor wordt een KL1408-module gebruikt. Deze heeft acht digitale ingangen. Er zijn negen digitale outputs. Hiervoor worden twee modules KL2408 gebruikt, elk met acht uitgangen. Voor de proportionele klep wordt module KL4021 gebruikt met één analoge uitgang. Voor het signaal van de krachtsensor is één analoge ingang nodig. Hiervoor wordt module KL3454 gebruikt. Deze heeft vier analoge ingangen, waarvan er één gebruikt wordt. Voor het inlezen van het encodersignaal wordt de incremental encoder interface terminal (KL5101) gebruikt. De modules dienen in deze volgorde op de PLC te worden geschoven. De KL4021 moet voor de KL3454 geplaatst worden opdat laatstgenoemde voeding zou kunnen krijgen. De laatste module is altijd een KL9010, een Bus End Terminal.

## 3.4 Software

De implementatie van de software is grotendeels gebaseerd op het toestandsdiagram. De acties die hierin gespecificeerd worden, worden als functions beschreven in structured text. Dit gebeurt in *TwinCAT PLC Control*. De programmacode kan gevonden worden in Bijlage 12.

Het MAIN-programma roept achtereenvolgens een aantal functies op, zijnde:

- *\_LOAD\_CELL\_SIMULATION*: inlezen en verwerken van signalen uit de krachtsensor (in dit geval het simuleren van de kracht),
- *\_ENCODER\_LIN*: inlezen en verwerken van het signaal uit de encoder,
- *\_MOVE\_LD*: genereren van signalen voor het bewegen van de lange drive,
- *\_VISUALISATIE*: simuleren van volledige aansturing,
- *\_BX9000\_Display*: aansturen van externe display voor controleren testopstelling (wordt later door *Van de Wiele* afgewerkt),
- *\_SPLICE\_CYCLE*: statemachine voor uitvoeren van opeenvolgende splicecycli.

Vervolgens worden in-en outputs van functies gelinkt aan de fysieke PLC-modules. In *TwinCAT PLC Control* worden de verschillende adressen van de verschillende variabelen beschreven en in *TwinCAT System Manager* worden de variabelen aan de hardware-modules gelinkt. Ten slotte kan het programma ingelezen worden in de PLC.

## 3.5 Visualisatie

Om de geschreven programmacode te testen, wordt een visualisatie aangemaakt. Deze simuleert de opeenvolgende toestanden op de PC. Het gebruik van de krachtsensor wordt vervangen door een constante kracht. De controlesensoren van de korte drive worden vervangen door drukknoppen in de visualisatie. De posities van de lange drive worden gediscrètiseerd tot 3 locaties (home, test en end) en vervangen door drukknoppen. Het signaal wordt dan door de gebruiker van de simulatie ingegeven. De splicetijd kan ingesteld worden. Splicedruk en soort splicekamer moeten extern bijgehouden worden.

## 3.6 Problemen

### 3.6.1 Connectie

Eén van de eerste problemen die dit semester ondervonden werd, was het connecteren van de pc en de PLC. Uiteindelijk bleek dat het probleem was dat iedereen werkt met Windows Vista, terwijl de gebruikte TwinCAT-versie alleen Windows XP ondersteunt. Dit werd opgelost door te communiceren met de PLC via VirtualBox. Deze interface fungeert als een omgeving die Windows XP simuleert.

### 3.6.2 Encoder

Voor de positionering van de lange drive wordt de incrementele encoder gebruikt, bestaande uit een magnetische strip (MB320 van *Siko*) samen met een magnetische sensor (MSK320). Uit de datasheet werd afgeleid dat de resolutie van de encoder  $40\mu m$  bedraagt. Uit de samenwerking van band en sensor volgen A/ $\bar{A}$  en B/ $\bar{B}$ -signalen die ingelezen worden in de encodermodule van de PLC. Deze signalen worden in de encodermodule verwerkt tot een teller- en controlesignaal waaruit de positie van de loopwagens kan bepaald worden.

Het inlezen van encoderwaarden verliep moeizaam wegens gebrek aan ervaring. *Van de Wiele NV* stelde een programma voor een rotationele encoder ter beschikking. Die werd omgevormd zodat de verwerking van lineaire encoderwaarden correct gebeurt. Concreet moet het aantal incrementen dat de teller van de encoder aangeeft vermenigvuldigd worden met de resolutie om de correcte afstand ten opzichte van een referentiepunt (home) te bepalen. De homepositie is de positie waar de teller nul incrementen telt, hier het beginpunt van de drive. Het wagentje waaraan de sensor bevestigd is, staat in de uiterste positie hier 7,5 cm vandaan. Daardoor moet de teller nooit buiten zijn bereik gaan tellen.

#### 3.6.3 Krachtsensor

Zoals onder hoofdstuk 4 vermeld werd de krachtsensor niet op tijd geleverd. Als oplossing hiervoor werd besloten vanuit de PLC een kracht te simuleren. Daarvoor bestaan verschillende mogelijkheden. Een eenvoudige simulatie bestaat erin een constante kracht aan te leggen. Alternatief kan de kracht lineair oplopen tot de maximaal verwachte waarde (150N) bereikt wordt. Daarna kan de kracht op dit niveau gehouden worden of op nul gesteld worden. Als de kracht nul wordt, wordt aangenomen dat de splice gebroken is en dat naar de volgende toestand mag gegaan worden. Bij de eerste testfase werd gewoon een constante kracht gesimuleerd. Dit kan uitgebreid worden naar het bovenvermelde lineaire krachtverloop.

#### 3.6.4 Servoklep

Zoals hierboven vermeld moet de servoklep aangestuurd worden via een analoge output uit de PLC. Dit gebeurt via de KL4021-module. Deze levert 4 tot 20 mA, afhankelijk van de output van de PLC.

Bij de servoklep werd ook een kabel geleverd om de elektrische aansluiting te voorzien. Connectie via deze kabel werkt echter niet. De servoklep werd bijgevolg via vier aparte draadjes met de PLC verbonden.

De servoklep kan perfect aangestuurd worden met een onafhankelijke bron. Wanneer dit echter via de PLC gebeurt, verloopt de sturing moeizaam. Eenmaal de lange drive automatisch kan aangestuurd worden, moet de interactie met de krachtsensor en encoder geoptimaliseerd worden. Bovendien moet ook de ontworpen regellus aangepast worden naar optimale werking.

#### 3.6.5 Resetcyclus

Voor de veiligheid wordt ook een resetcyclus ingevoegd. Hierbij moet echter rekening gehouden worden met alle situaties en moeten alle scenario's uitgedacht worden. Het verloop van de resetcyclus werd in de sectie 3.1 uiteengezet. Bij het opstellen van de cyclus werd ervan uitgegaan dat niemand een noodstop zal uitvoeren als een resetcyclus doorlopen wordt.

#### 3.6.6 Mappings PLC

Bij de eerste aansluiting van de PLC aan de testopstelling, viel gauw op dat alle outputs mis gelinkt waren. Zo bewoog de korte drive als de radiaalgreijper moest opengaan. Er bleek een probleem te zijn bij het linken van PLC-variabelen aan fysische outputs. Op empirische wijze kon dit opgelost worden.

## Hoofdstuk 4

# Mechanische opbouw machine

Na het ontwerpen van de machine en de sturing, kan de mechanische opbouw van start gaan. Aanvankelijk werd de machine opgebouwd in de fabriek van *Michel Van de Wiele NV* te Marke. Wegens de reisafstand Leuven-Kortrijk werd de constructie in een latere fase verplaatst naar het departement Werktuigkunde te Leuven.

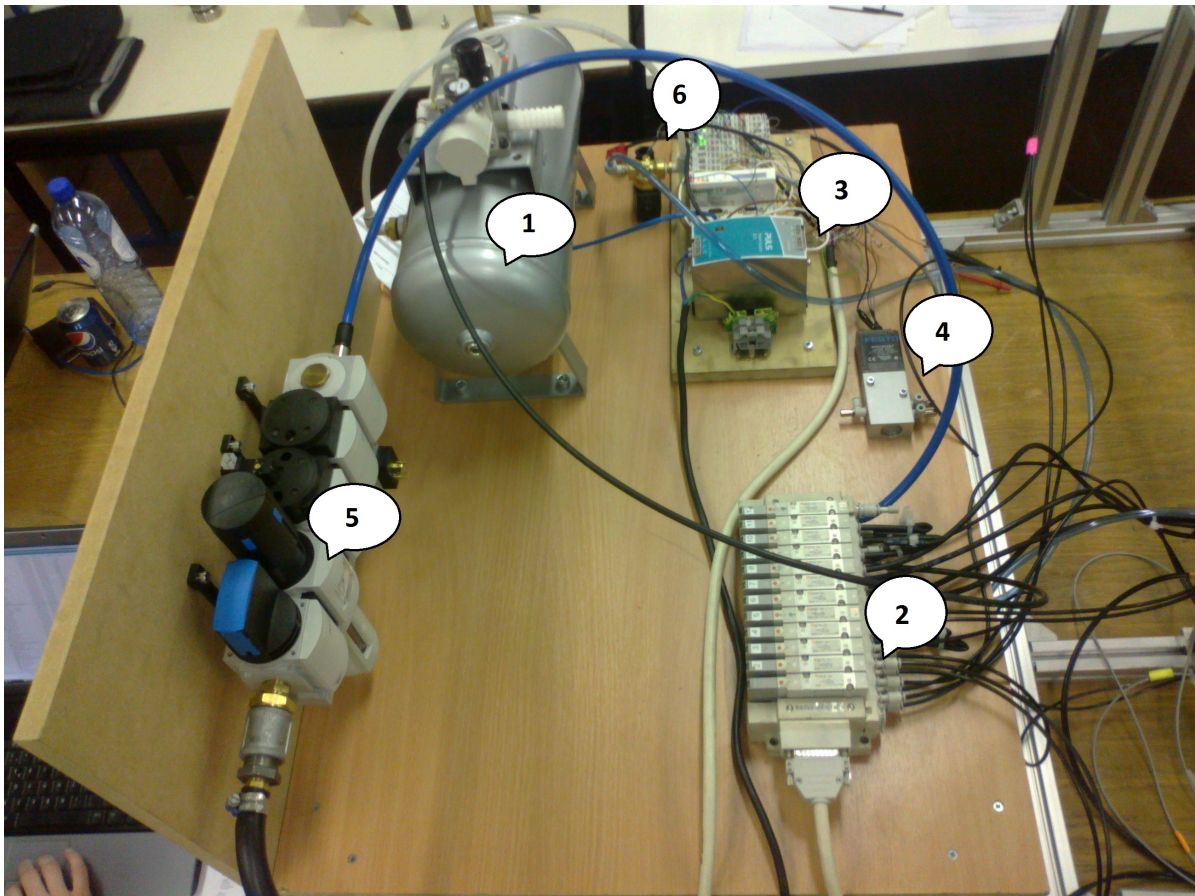
Tijdens het assembleren bleek dat het theoretische ontwerp in orde was. Elk onderdeel was correct vervaardigd en mits enkele kleine aanpassingen kon alles gemonteerd worden. Het grootste probleem bleek de veelvuldige overschrijding van de levertermijn van bepaalde onderdelen te zijn. De lange rechtgeleiding, een parallelle grijper, enkele profielverbindingsonderdelen, de luchtverschoner, de V-geleiding, de ophangselementen voor beide rechtgeleidingen waren stelselmatig te laat beschikbaar. Hierdoor liep de assemblage sterke vertraging op. Ook bleek het nodig om nog een verbindingsplaatje tussen de pneumatische cilinder en het profielframe te ontwerpen.

De krachtsensor kon niet voor 4 april geleverd worden. Om de machine toch te laten werken, werd de krachtsensor voorlopig vervangen door een aluminiumblokje met dezelfde afmetingen. Op die manier is de krachtsensor achteraf gemakkelijk in te monteren, en kan de rest van de machine gemakkelijk getest worden. De output van de krachtsensor wordt dan voorlopig gesimuleerd door de computer.

Ook was er het probleem dat de geleverde krachtsensor enkel op trek belast kon worden, wat niet voorzien was. Daarom was het noodzakelijk om het testmechanisme te herontwerpen. Naast de bestaande onderdelen werden enkele onderdelen zelf vervaardigd en op die manier gemonteerd zodat de sensor in trek belast kan worden. Verder werden ook problemen ondervonden met de lange drive. Deze verloopt op enkele discrete intervallen te schokkerig. Een mogelijke oplossing is om de smoring beter af te stellen.

Om de pneumatica en regeling van de machine te verzorgen zijn enkele hulponderdelen nodig. Deze worden op een tafel geplaatst van dezelfde hoogte als de testopstelling zelf. De tafel werd zelf ontworpen en uit hout vervaardigd. De onderdelen die erop komen zijn:

1. pressure-booster voor de splicekamer
2. kleppeneiland
3. PLC
4. regelbare klep



Figuur 4.1: Tafel met schikking hulponderdelen

- 5. luchtzuiveringseenheid
- 6. 12-bar klep

De bevestiging is zo dat de onderdelen optimaal kunnen werken in een zo compact mogelijke opstelling.



## Hoofdstuk 5

# Suggesties voor verdere uitbouw

In dit hoofdstuk bespreken we kort een aantal ideeën voor de verdere uitvoering van de automatische splicetestopstelling. Dit zijn voornamelijk concepten die wij uitgedacht hebben, maar binnen de voorziene tijd niet konden uitwerken. We onderscheiden mechanische en elektronische uitbreidingen.

### 5.1 Mechanische suggesties

Momenteel is er als afvaleenheid plaats voorzien voor een afvalbak ter grootte van een curverbox. Dit zou zeker moeten volstaan om het afval van een nacht testen op te vangen. De splicekamer en de omhullende profielen dienen ook afgezonderd te worden van de omgeving met bijvoorbeeld plexiglasplaten. De PLC met voeding, het kleppeneiland en de luchtzuiveringseenheid kunnen in een afzonderlijke kast geplaatst worden. De bobijnhouders dienen schuin opgesteld te worden om de garens geleidelijker af te rollen. Deze konden ook niet op tijd geleverd worden en moeten later aangebracht worden.

Er is ook een mogelijkheid om de invloed van secundaire parameters zoals temperatuur en luchtvochtigheid op te meten door die ter plaatse te laten variëren.

### 5.2 Elektronische suggesties

Het besturen van de PLC (zoals ingeven van splicetijd en aan-en uitschakelen van de opstelling) gebeurt op dit moment via de TwinCAT-visualisatie op de PC. Dit kan gebruiksvriendelijker uitgevoerd worden met een externe BX9000-display waarop de besturing en info van de testopstelling eenvoudig kan ingevoerd en uitgelezen worden. Hiervoor dient extra software geschreven te worden voor de aansturing van deze display.

De resultaten en de parameters (splicetijd, splicedruk en splicekamer) van de testopstelling moeten kunnen opgeslaan worden om lange reeksen van testen automatisch te laten verlopen. Dit kan gebeuren via een externe computer. Bovendien dienen deze gegevens statistisch onderzocht te worden en moeten de resultaten uit deze analyse opgeslaan en uitgelezen kunnen worden. De parameters kunnen ook uitgebreid worden met bijvoorbeeld vernestelings- of vochtigheidsgraad.

Ten slotte kunnen ook nog inhoudelijke wijzigingen aangebracht worden aan de programmacode. Zo kan er bijvoorbeeld geopteerd worden voor een in te stellen set van parameters (bijvoorbeeld 100 tests gedurende 300 ms, 400 ms of 500 ms of bijvoorbeeld 20 keer 5 tests waarbij de splicetijd lineair toeneemt). De testopstelling kan ook automatisch fouten detecteren, bijvoorbeeld als er na meer dan 20 cycli geen significante kracht opgemeten wordt. Er kan ook een schoonmaakcyclus geprogrammeerd worden, waarbij bijvoorbeeld om de 50 splices een extra luchtstoot gegeven wordt met open splicekamer. Zo kunnen textielstofjes verwijderd worden.

## Hoofdstuk 6

# Werking en Planning

Gedurende het eerste deel van het project werd toegewerkt naar het ontwerpen van de opstelling en het selecteren en bestellen van de onderdelen. Daarvoor werd als deadline het einde van het eerste semester van academiejaar 2010-2011 opgesteld. Zo wordt genoeg tijd voorzien om vanaf het tweede semester van academiejaar 2010-2011 van start te kunnen gaan met de eigenlijke bouw en het laten werken van de opstelling. Het hele project dient afgesloten te worden voor het paasverlof 2011.

### 6.1 Werking semester 1 en zomervakantie 2010

Gedurende de zomervakantie is het team van 7 mensen opgesplitst in een groep van 3 en een groep van 4.

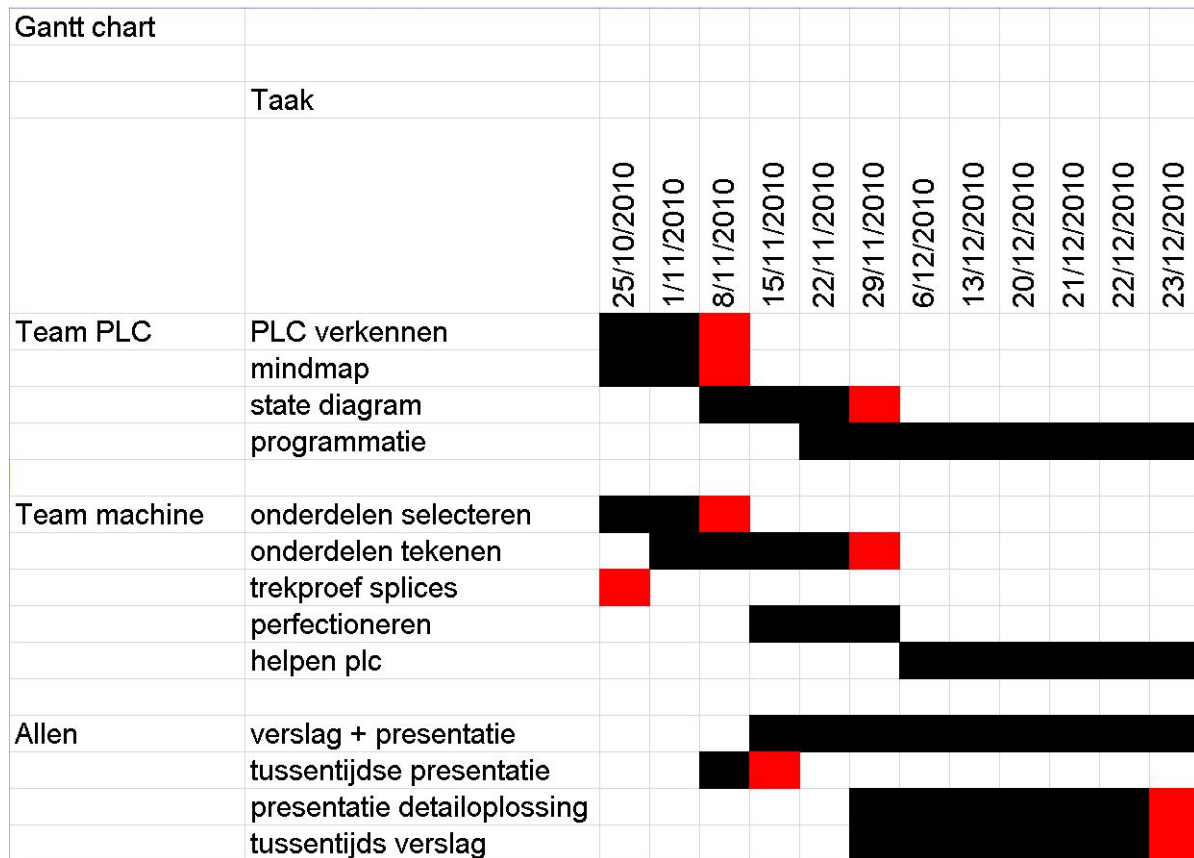
- Groep 1: Lorenz Couckuyt, Gilles Etienne, Stein Naert, Ward Snoeck
- Groep 2: Hanne Deprez, Judith Samyn, Pieter Snauwaert

Elk hebben zij een eerste conceptvoorstel gedaan (zie bijlagen). In het begin van het academiejaar 2010 werden gezamenlijk nog 3 voorstellen uitgewerkt waarvan er een gekozen werd. Daarna splitst de groep zich opnieuw op in de 2 teams. Nu neemt groep 1 van het team het machinale gedeelte van het project op zich, en een ander deel van het team het selecteren en programmeren van de PLC. Uiteraard werd tussen de twee groepen de communicatie hoog gehouden zodat iedereen op de hoogte blijft van het hele project. Inzake planning werd voor het eerste semester een Gantt chart opgesteld. Die vindt u terug in figuur 6.1.

### 6.2 Werking semester 2 tot paasverlof 2011

Bij de start van het tweede semester bleek de vervaardiging en de bestelling van de onderdelen twee weken vertraging opgelopen te hebben. De werkelijke bouw van de machine kon dus pas twee weken na de vooropgestelde datum beginnen. Heel wat onderdelen waren nog later. Dit droeg er toe bij dat de geplande testfase vertraging opliep en de machine slechts in beperkte mate kon getest worden.

## 6. WERKING EN PLANNING



Figuur 6.1: Gantt chart van het eerste semester

Tijdens het tweede semester werd opnieuw in de twee teams gewerkt. Maar de opsplitsing was veel minder merkbaar. Groep 1 bouwde de machine op en groep 2 schreef de programma's voor de sturing. Beide aspecten van de machine moesten nu perfect op elkaar afgestemd worden. Dit vroeg een hoog niveau van communicatie.

# Hoofdstuk 7

## Bibliografie

Voor het project werden volgende bronnen en catalogi geraadpleegd:

- DeviceNet.pdf van Beckhoff
- DNCI-DGCI-DSMI EN van *FESTO*
- DGC EN van *FESTO*
- SMX8 EN van *FESTO*
- DLS 09 UK van *HEPCO*
- GV3-Lineairgeleidingssysteem van *HEPCO*
- MCS-Alu Profielen van *HEPCO*
- HGP.pdf van *FESTO*
- HGRC.pdf *FESTO*
- DRIVE-GRIPPER-CONNECTORS EN.pdf *FESTO*
- MUHS D., WITTEL H. et al, ROLOFF/MATEK Machineonderdelen, Academic Service, december 2009

## Hoofdstuk 8

# Bijlage: Conceptvoorstel 1

Door: Lorenz Couckuyt, Gilles Etienne, Stein Naert, Ward Snoeck

## Inleiding

In dit document wordt ons conceptvoorstel voor de splicetester voorgesteld. Voornamelijk het werkingsprincipe wordt toegelicht. Daarnaast worden mogelijke alternatieven en knelpunten aangehaald. De figuren in dit document zijn puur schematisch, geen gedetailleerde of bemaatte tekeningen.

Eerst worden enkele algemene ideeën, opmerkingen en de opbouw van het concept besproken (sectie 8.1). Daarna wordt het concept in verschillende deelproblemen ontleed, die nader onderzocht worden. De functionaliteit van het deelprobleem wordt ondubbelzinnig omschreven en er wordt ook aandacht besteed aan de fysische implementatie. Hierbij wordt er zo breed mogelijk gewerkt, verschillende alternatieve werkingen worden beschreven. Van elk alternatief worden voor- en nadelen, realiseerbaarheid en betrouwbaarheid besproken. Risico's en enkele aandachtspunten waarmee we rekening houden worden in het verdere ontwerp ook toegelicht.

## 8.1 Algemeen

De functie van het te ontwerpen toestel is het splicen van garens en de splice vervolgens te testen op sterkte, dit in een automatische opstelling. Na verschillende tests met welbepaalde parameters (garentype, splicetijd en -druk, vorm splicekamer,...) moet het mogelijk zijn om een statistische analyse uit te voeren op de verworven data.

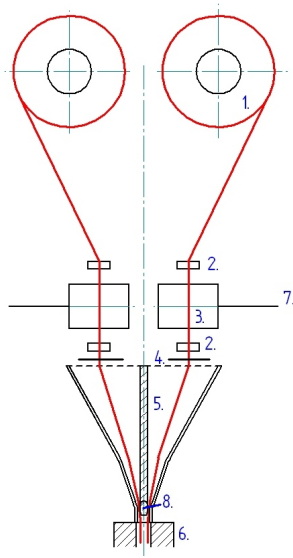
Gedurende het ganse ontwerp moeten enkele objectieven in het oog worden gehouden:

- Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid
- Snelheid en efficiëntie
- Instelbare splicetijd en -druk
- Uitwisselbare splicekamer
- Conform met normen nv. Vandewiele
- Representativiteit van de uitgevoerde tests
- Budgettaire haalbaarheid

### 8.1.1 Deelproblemen

We ontleden de opdracht in verschillende delen. Verder in dit document wordt de uitvoering hiervan telkens afzonderlijk besproken.

- Het plaatsen van de bobijnen (8.2)
- De presentatie van de garens (8.3)
- Het inbrengen in de splicekamer (8.4)
- Het splicen (8.5)
- Het testen op sterkte (8.6)
- De afvoer van afval (8.7)
- De sturing en de data-acquisitie (8.8)
- Het opstarten van het toestel (8.9)



1. Een bobijnenrek met 2 bobijnen
2. Geleidingsringetjes om het garen in de juiste richting te sturen
3. 2 rollenparen
4. Scharen
5. Een luchttrichter
6. Splicekamer
7. Aandrijving
8. Sensor

Figuur 8.1: Schematische voorstelling van het vooraanzicht van de opstelling.

### 8.1.2 De opbouw van het concept

Eerst gaan we dieper in op de algemene opbouw van het toestel. De componenten zijn terug te vinden in figuur 8.1.

### 8.1.3 Algemene opbouw

Het toestel is opgebouwd uit verschillende onderdelen die afzonderlijk op een frame gemonteerd worden. Dit frame kan gezien worden als een rooster, waarop de componenten vastgezet kunnen worden. Dit wordt gedaan om volgende redenen:

- De componenten zijn gemakkelijk hermonteerbaar.
- Dit draagt bij tot het gemak van onderhoud, de componenten kunnen makkelijk bereikt worden.
- Mocht de plaatsing van de componenten niet voordelig blijken na een assembleerfase kan de plaatsing achteraf nog herzien worden.
- De hoogte van het toestel wordt geschat op  $\pm 1$  m.

### 8.1.4 Oriëntatie van het toestel

Het toestel wordt verticaal gemonteerd. Dit wil zeggen dat de bobijnen zich bovenaan bevinden, daaronder de rollen, enzovoort. Dit wordt gedaan om gunstig gebruik te maken van de zwaartekracht, bijvoorbeeld om het afgerolde garen gemakkelijk in de trichter te brengen. Zie figuur 8.1.



## 8.2 Bobijnen

### 8.2.1 Functie

In de testopstelling worden twee bobijnen geplaatst. Deze voorzien het toestel van de twee garens die aan elkaar gespliced moeten worden.

### 8.2.2 Fysische implementatie

De bobijnen in de opstelling moeten eenvoudig vervangbaar zijn. Dit omdat voor verschillende garens getest moeten worden. Een mogelijkheid is de bobijn op een verwijderbare as te monteren. We voorzien ook een mechanisme dat er voor zorgt dat de garens altijd lichtjes gespannen staan (lees: nooit loshangen). Dit kunnen we bereiken op verschillende manieren, bijvoorbeeld met behulp van een gewichtje.

### 8.2.3 Risico's en aandachtspunten

- Er wordt verwacht dat voor goede functionering van de opstelling de bobijnen afzonderlijke aandrijving nodig zullen hebben. Zo kunnen de rollen de draad gemakkelijker en geleidelijker kunnen aannemen. Uiteraard zal de de aandrijving van de bobijnen goed gesynchroniseerd moeten verlopen met de werking van de rollen. Dit opdat het garen gedurende het proces gespannen zou blijven en niet naast de rollen zouden belanden. De bobijnen kunnen aangesloten worden op de aandrijving van de bijhorende rollen. (Of de rollen een afzonderlijke aandrijving nodig hebben is afhankelijk van het gekozen testmechanisme, zie ook 8.6).
- Er moet ook rekening gehouden worden dat er voldoende flexibiliteit is om bobijnen van verschillende formaten, vormen en gewichten aan te kunnen.

## 8.3 Presentatie garens

### 8.3.1 Functie

Het garen wordt van de bobijn afgerold en afgeleverd aan het mechanisme dat het garen in de splicekamer zal brengen. Elk garen gaat door twee geleidingsringetjes en een rollenpaar (figuur 8.2). Voor en na iedere rol komt er een geleidingsringetje, dit zorgt ervoor dat de garens mooi tussen de rollen blijven. De twee rollen klemmen het garen en laten het voortbewegen. Hierbij

wordt er één van de rollen aangedreven en draait de andere mee door de klemming. Op het einde van deze stap bevinden de garens zich ver genoeg in de trechter om te kunnen splicen.

### 8.3.2 Fysische implementatie

#### 8.3.2.1 De geleidingsringetjes

De geleidingsringetjes moeten een glad, voldoende groot contactoppervlak hebben om eventuele spanningen in het garen zo klein mogelijk te houden (garen niet beschadigen). Er zullen een aantal materialen en vormen onderzocht moeten worden. Een logische vorm is ringvormig, waarvan de randen afgerond zijn. De materialen moeten zo weinig mogelijke wrijving hebben met het garen.

#### 8.3.2.2 De rollen

- De rollen moeten genoeg statische wrijving hebben met het garen, zodat het niet doorslipt. Bij de materiaalkeuze voor de bedekkingslaag van de rollen moet geopteerd worden voor een materiaal met een hoge statische wrijvingscoëfficiënt. Er werd reeds een kleine test gedaan met rubberen aangedreven wieltjes en dit gaf een wenselijk resultaat.
- De rollen moeten ook op elkaar geklemd worden, zonder de garens te beschadigen. Dit kan door middel van een elastiek of veer gebeuren. Ze moeten ook van elkaar kunnen worden losgekoppeld.(zie 8.9).
- Iedere rollenpaar heeft zijn eigen aandrijving. Dit is een vereiste voor onze testmethode (zie 8.6). Een mogelijke aandrijvingsvorm is een elektromotor, die zijn draairichting kan omkeren.

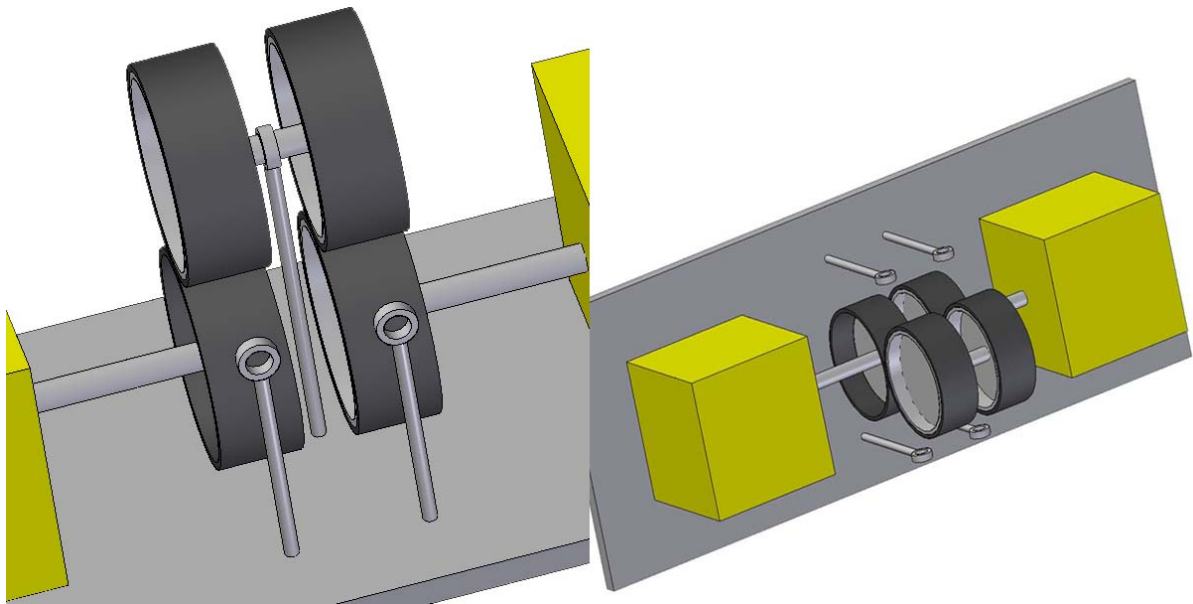
### 8.3.3 Risico's en aandachtspunten

- Tijdens de overbrenging naar de splicekamer mag het te testen deel van het garen niet beschadigd worden.
- De garens moeten na het opstarten steeds tussen de geleidingsringetjes blijven liggen en op de rol, om de automatische opeenvolging te garanderen.

## 8.4 Inbrengen in splicekamer

### 8.4.1 Functie

Nadat de garens op hun plaats gebracht worden door de rollen en de geleidingsringetjes, moeten de garens op een vlotte manier in de splicekamer gebracht worden. Dit pogen wij met een



Figuur 8.2: Voorstelling van het arolmechanisme

minimum aan componenten en met maximale succeskans te verwezelijken. Er zijn verschillende mogelijkheden binnen het concept. De mogelijkheden worden afzonderlijk behandeld. Voor- en nadelen worden telkens uiteengezet.

## 8.4.2 Fysische implementatie

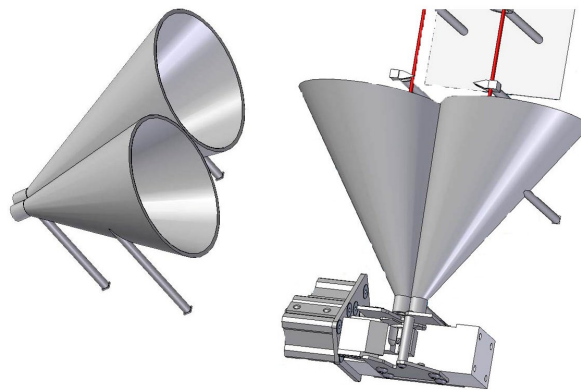
### 8.4.2.1 Trechter en luchtstroom

Op figuur 8.1 is te zien dat het garen dat uit het laatste geleidingsringetje komt in een soort trechter valt. Figuur 8.3 illustreert de opbouw van de trechter. Bemerkt volgende componenten:

1. De trechter bestaat uit 2 afgescheiden trechterhelften
2. Op de trechter staan twee blaaselementen gemonteerd
3. De trechter versmalt in de richting van de splicekamer
4. Het smalste deel van de trechter, ofwel geleidingsbuisje, is gemonteerd tegen de splicekamer.

De werking is dus als volgt:

Nadat de garens uit de rollen komen, vallen ze elk in een trechterhelft. De garens bewegen zich geleidelijk aan door de trechters. De rollen zijn dus nog altijd garen van de bobijnen aan het rollen. De blaaselementen blazen het garen door het geleidingsbuisje in de splicekamer. Wanneer het garen ver genoeg door de splicekamer geblazen is stoppen de rollen met het afrollen. Dan is de opstelling klaar om te splicen.



Figuur 8.3: persluchttrechter

#### 8.4.2.2 Trechter, luchtstroom en grijper

Dit is een alternatief systeem met hetzelfde doel. Het garen daalt af in een persluchttrechter en wordt door een geleidingsbuisje geblazen. Net na het geleidingsbuisje bevindt zich een grijpertje dat beide garens vastgrijpt en doortrekt door de splicekamer. Deze grijper moet dus in staat zijn om van de ene kant van het splicekamer naar de andere kant te bewegen. De grijper zou op de volgende manier gemodelleerd worden:

- De beweging hoeft maar in 1 richting dus gebruiken we rails om de grijper voort te bewegen. Deze rails bevinden zich boven de splicekamer.
- De grijper staat op de rails in de richting van het geleidingsbuisje en de splicekamer. De grijper neemt de garens die uit het geleidingsbuisje komen vast.
- De grijper is zo gedimensioneerd dat hij perfect door de splicekamer kan bewegen met 2 garens in zich.
- De grijper met garens beweegt door de splicekamer.
- De splicekamer sluit en de grijper laat de garens los.
- Na het splicen keert de grijper terug naar zijn initiële staat.
- Aangezien er toch persluchtaansluiting moet zijn om te splicen drijven we de beweging aan met perslucht.

Indien we werken met een grijper, dan vraagt het toestel heel wat meer mechaniek en sturing. Het toestel wordt minder bedrijfszeker.

#### 8.4.3 Risico's en aandachtspunten

Het is heel belangrijk om volgende dingen niet uit het oog te verliezen:

- Er moet onderzocht worden welke trechtersvorm de beste doorleiding van het garen zal geven.
- Experimenteel kan vastgesteld worden hoe intens de luchtstroom moet zijn om twee garens in de splicekamer te krijgen, zonder de garens te beschadigen.
- Het materiaal van de trechter moet gekozen worden zodat het garen nooit gehinderd wordt ten gevolge van wrijving of elektrische lading.

- Er moet bepaald worden hoe de luchtstroom het best in de trechter teweeg gebracht kan worden.
- Indien we met een grijper werken moet rekening gehouden worden met een complexere sturing en een hogere kostprijs.
- Als we een grijper dimensioneren moeten we zeker zijn dat hij vlot door elk type splicekamer kan bewegen.

## 8.5 Splicekamer

De ruimte voorzien voor de splicekamer moet gemakkelijk bereikbaar zijn en aangepast aan de bij Van De Wiele gebruikte formaten. Zo kunnen verschillende vormen van splicekamer vlot getest worden. Door ervoor te zorgen dat de splicekamer met een minimum aan eenvoudige stappen te vervangen is, worden eventuele defecten of storingen door slechte plaatsing vermeden. Een mogelijkheid is een soort kliksysteem waarin de splicekamer bevestigd wordt. Daarnaast moeten de splicetijd en de splicedruk instelbaar zijn. (8.8)

## 8.6 Testen op sterkte

### 8.6.1 Functie

Na het splicen van de garens, moeten ze getest worden op sterkte. Dit gebeurt door een vooraf bepaalde kracht op te leggen op de splice. Indien de splice breekt, moet dit geregistreerd worden en doorgegeven worden aan de database.

### 8.6.2 Fysische implementatie

Er werden verschillende mogelijkheden bedacht om de splice te testen:

#### 8.6.2.1 Methode 1

Werking

1. De wielen klemmen het garen vast. Het garen zit gespannen tussen de twee rollen en het uiteinde van de splitsing van de trechter.
2. Één geleidingsringetje beweegt geleidelijk naar boven, er komt een kracht op het garen te staan.

3. Bij breuk wordt door een sensor in het uiteinde van de splitsing van de trechter een spanningsverval geregistreerd. Dit wordt in de database als 'breuk' aangegeven.

### Opmerkingen

- De wielen moeten zo ontworpen worden, dat het garen ertussen kan ingeklemd worden en niet begint door te slippen bij een toenemende kracht.
- In plaats van één ringetje dat naar voren (of achter) beweegt, kan onderzocht worden of het voordeliger is om beide ringetjes in tegenovergestelde richting te bewegen.
- De aandrijving van het ringetje kan gebeuren via een elektromotor. Een andere mogelijkheid is via een persluchtcilinder.

### 8.6.2.2 Methode 2

#### Werking

1. Na het splicen draait één wiel vooruit, het andere achteruit (bobijnen draaien al dan niet mee - zie 8.2). De splice wordt wat verschoven en komt in de persluchttrechter terecht.
2. Het garen zit nu geklemd tussen de twee rollen, en het uiteinde van de splitsing in de trechter.
3. De beide rollen draaien gelijktijdig achteruit en leggen zo een kracht op het garen.
4. Een krachtsensor in het uiteinde van de trechterscheiding kan bij breuk een plotse krachtval registreren. Dit wordt in de database geïnterpreteerd als 'breuk'.
5. Anderzijds kan ook getest worden hoe sterk elke splice is door te trekken tot er breuk optreedt en de kracht op het garen te registreren.

#### Opmerkingen

- De rollen zullen ontworpen moeten zijn opdat ze de gewenste trekkracht kunnen aanleggen/opbouwen.
- Het uiteinde van de scheidingswand van de trechter, waarom het garen gespannen ligt, moet voldoende afgerond zijn, opdat de spanningen daar niet tot breuk zouden leiden.
- Het krachtmoment op de rollen moet geleidelijk aan verhoogd kunnen worden.
- Dit is een compact ontwerp, waarbij er geen extra onderdelen moeten toegevoegd worden.

### 8.6.3 Risico's en aandachtspunten

- Als het geleidingsringetje met perslucht omhoog geduwd wordt moet dit heel geleidelijk gaan. (persluchtregelaar)
- De druksensor moet voldoende nauwkeurig zijn en voldoende groot bereik hebben.
- Als de splice breekt mag dit niet tot gevolg hebben dat de cyclus onderbroken is. De volgende test moet onmiddellijk gestart kunnen worden.
- De druk op het garen, uitgeoefend door bijvoorbeeld het geleidingsringetje mag niet groot zijn. Anders zou het garen kunnen breken op een verkeerde plaats.

## 8.7 Afvalafvoer

Nadat het geteste stuk garen afgeknipt is, moet het met een persluchtstoot naar onder toe weggeblazen worden. Daar valt het in een afvalbak, die verwijderbaar is en gemakkelijk geleege kan worden. De afvalbak moet groot genoeg zijn zodat een groot aantal tests uitgevoerd kan worden zonder deze te moeten legen. Door het afval weg te leiden naar een opvangbak wordt voorkomen dat resten van garen het mechanisme storen.

## 8.8 Sturing en data-acquisitie

### 8.8.1 Functie

Het uiteindelijke doel is dat er met het toestel genoeg informatie vergaard kan worden om een statistische analyse met significant resultaat te bekomen. Het is dus zeer belangrijk dat de communicatie met de computer vlot verloopt. De communicatie verloopt in 2 richtingen. Er is enerzijds de elektrische sturing van de componenten vanuit de computer. Anderzijds sturen de sensoren informatie door naar de computer, waarop de computer via software de statistische analyse zal maken en de resultaten zal weergeven. Er zullen ook sensoren aanwezig zijn om eventuele slechte werking van het toestel tijdig te detecteren. Dan moet de sturing van het toestel zodanig ontworpen zijn dat het toestel zichzelf in een gekende toestand kan brengen om van daaruit weer verder te werken.

### 8.8.2 Fysische Implementatie

#### 8.8.2.1 Sturing

Voor de sturing van het toestel zal een stuurprogramma geschreven moeten worden. Het algoritme van het stuurprogramma zal keer op keer uitgevoerd worden tenzij het proces stilgelegd wordt. Het stuurprogramma moet elke component die aangestuurd moet worden precies vertellen wanneer welke taak uitgevoerd moet worden. Volgende componenten moeten dus stuurbaar zijn door het stuurprogramma:

- De aandrijving van het bobijnenrek
- De aandrijving van de rollen
- De blaascomponent in de trechter
- Het splicetoestel (splicen en knippen)
- De scharen

Deze lijst kan uitgebreid worden naargelang tijdens verder ontwerp en constructie eventueel nieuwe componenten toegevoegd worden.

### 8.8.2.2 Data-acquisitie

Om data te vergaren uit het toestel moeten sensoren aanwezig zijn. Zij zullen een elektrisch signaal in de computer inlezen. Aangepaste software moet deze elektrische signalen dan gebruiken om de input voor de statistische analyse te bepalen. De statistische analyse zelf gebeurt ook softwarematig.

Volgende sensoren moeten aanwezig zijn op volgende componenten:

- Krachtsensor tussen de trechterhelften
- Controlesensoren

## 8.9 Opstarten

Voor het opstarten van de machine zal een duidelijke instructies moeten geschreven worden. Dit kan best in de vorm van een stappenplan. Verschillende stappen kunnen zijn:

1. Residuen van voorgaande test verwijderen.
2. De gewenste splicekamer inbrengen.
3. Gewenste bobijnen inbrengen en garen tussen rollen brengen.
4. Variabelen in sturing instellen.
5. Opstelling opstarten door initialisatieprogramma te laten lopen
6. Laatste manuele controle of opstelling gereed is.
7. Tests starten.

Bij het ontwerpen van elk onderdeel moet meteen duidelijk de werking gedocumenteerd worden. Wat een onderdeel doet op welk moment, en wat de beginvoorwaarden zijn opdat deze werking correct kan gebeuren. Uiteindelijk kan op basis van deze documenten een volledige documentatie en handleiding van de opstelling gemaakt worden.



## Hoofdstuk 9

# Bijlage: Conceptvoorstel 2

Door: Hanne Deprez, Judith Samyn, Pieter Snauwaert

## 9.1 Inleiding

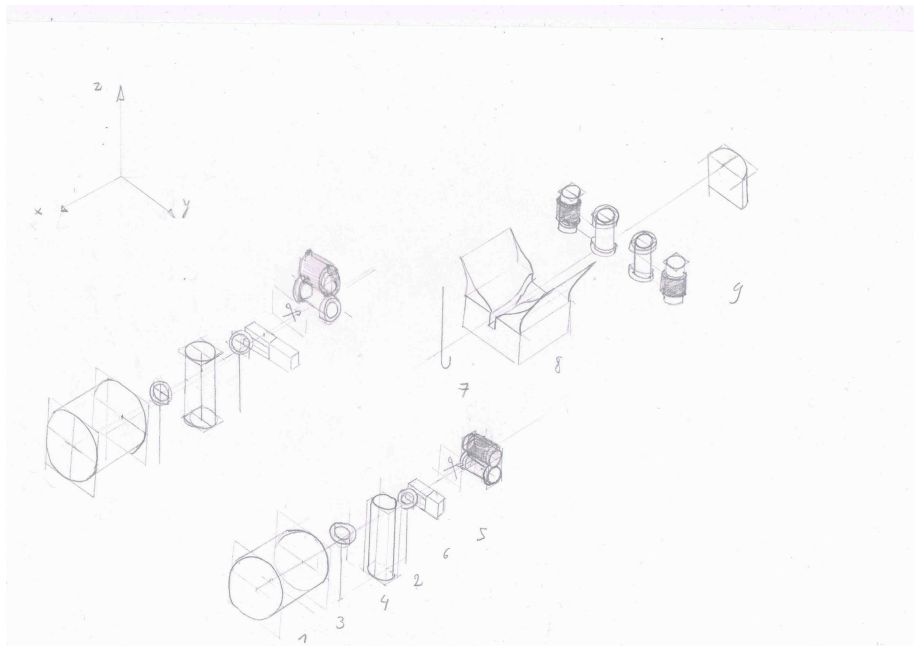
In dit verslag wordt een voorstel voor automatische splicetestopstelling uitgewerkt en uitgelegd. Eerst wordt een overzicht gegeven van de voorziene onderdelen en bewegingen. Daarna wordt de werking van de testopstelling uitgelegd.

## 9.2 Algemene voorstelling productielijn

### 9.2.1 Onderdelen

De overzichtstekening, figuur 9.1, toont alle onderdelen.

- bobijn (1): wordt horizontaal gehangen op een staaf en axiale rotatie wordt belemmerd. De as van de bobijn wordt op dezelfde hoogte geplaatst als de oogjes. Voor 1 testoptelling worden 2 bobijnen voorzien.
- oog (2): steunpunten voor de garens. De garens worden door de oogjes geleid. De oogjes bij de bobijnen (3) bevatten een afremming voor de afgewikkelde draad. Dit kan een stompe bladveer zijn.
- klemming (3): steunpunt evenals klempunt. De klemming bestaat uit 2 onderdelen. Onderaan bevindt zich een katrol waarover de draad beweegt. Bovenaan bevindt zich een cilinder met een rubberbekleding die net past in de katrol. Als beide katrollen op elkaar geplaatst worden, klemmen ze de draad in en beweegt de draad niet als er aan getrokken wordt. Wanneer ze van elkaar zijn, wordt de draad ondersteund. Een andere mogelijkheid is het gebruik van magneten. Een permanente magneet en een elektromagneet worden gebruikt. Als de elektromagneet uitgeschakeld wordt, dan beweegt de draad over de permanente magneet. Als de elektromagneet ingeschakeld wordt, dan wordt ze aangetrokken door de permanente magneet en wordt de draad tussen de 2 magneten ingeklemd. Klemming is nodig om de draad in geval van een slechte splice door te knippen.
- gewichtskoker (4): holle cilinder met vrij vallende massa ingebouwd. De draad bevindt zich onder de massa. De vallende massa zorgt voor voldoende spanning in de draad om deze door te knippen in geval van een slechte splice en om voldoende controle uit te oefenen op de draad. Als er een slechte splice gelegd wordt, dan zal de massa snel naar beneden vallen. Het bereiken van de bodem van de koker kan door een lichtsensor gedetecteerd worden. Als de massa de onderkant bereikt, dan wordt de cyclus voor een kapotte splice in gang gezet. Om nog voldoende spanning in de draad te behouden, kan een langwerpige, stompe massa ontworpen worden. De koker heeft dan geen bodem, de draad bevindt zich steeds onder de massa en de sensor detecteert of de onderkant van de massa de onderkant van de koker nadert. Een alternatief is om een snelheidsmeter in te bouwen in de koker. Als de massa snel naar beneden valt, wordt dit gedetecteerd en wordt de cyclus voor een kapotte splice in gang gezet.
- schaar (5): grijper met scherpe randen. Bij een slechte splice bewegen de messen naar elkaar toe. Als er geen slechte splice gedetecteerd wordt, dan beweegt de draad tussen - niet tegen - de messen, door de open grijper dus.
- grijper (6): elektrisch aangestuurd. De grijper verplaatst het geknipte uiteinde van het garen naar de splicekamer wanneer een slechte splice gedetecteerd wordt.



Figuur 9.1: Productielijn: overzicht onderdelen

- haak (7): verplaatst gesplicete garens van splicekamer naar testopstelling. De garens vallen onder invloed van de massa uit de kamer en worden opgevangen door het haakje. Daarna roteert het haakje op een schijf naar de testopstelling. Het verplaatst de garens doorheen de kamer naar een blokje waar het de gesplicete draad afzet. Dit blokje maakt deel uit van de testopstelling. Ten slotte beweegt het haakje naar de splicekamer om de volgende splice op te vangen.
- splicekamer (8): bovenop de kamer wordt een opvangconstructie gebouwd. Deze zorgt voor een optimale levering van de garens in de kamer. Deze leidt de garens bovendien naar de testopstelling toe.
- testopstelling (9): bestaat uit 2 paar rollen en 1 blokje. De rollen zijn vergelijkbaar van opbouw als de klemming. Het blokje heeft een half cilindervormige kop met een uitstulping waarop de garens kunnen afgezet worden door het haakje. De garens worden door het haakje tussen elk paar rollen geplaatst en over het blokje gelegd. Voor de test bevinden de binnenste rollen zich quasi tegen elkaar. Zo kunnen de garens optimaal tussen elk paar rollen vallen. Daarna bewegen de binnenste rollen naar de buitenste toe. Vervolgens roteren de buitenste rollen om hun as, tegengesteld in rotatierichting aan elkaar. Zo wordt de draad uitgerekt en wordt de splice getest op sterkte. De hoekverdraaiing kan ingesteld worden afhankelijk van het type draad en de gewenste sterkte. Na de test worden de garens in de kamer geknipt en kan de volgende splice gelegd worden.
- blaassysteem: kapotte dan wel op sterkte bewezen splices worden verwijderd met een blaassysteem. Na het knippen wordt een kortstondige luchtstroming in 3 dimensies door de opstelling gestuurd waardoor de draadeindjes naar beneden vallen. Daar worden ze opgevangen in een verzamelbak.

## 9.2.2 Bewegingen en aansturing

In deze sectie wordt uitgelegd welke bewegingen voorzien zijn. Een overzichtstekening, figuur 9.2, brengt extra verduidelijking.

Volgende bewegingen moeten pneumatisch of via een elektromotor aangestuurd worden. De schets geeft een indicatie, maar de exacte beweging werd nog niet volledig uitgewerkt.

1. Beweging grijper  
De grijpers moeten van vlak achter het tweede oogje tot na de splicekamer bewegen. Belangrijk is dat dit eigenlijk een beweging in twee dimensies is. De grijpers worden via de y-richting vastgemaakt en bewegen achtereenvolgens in y (of z)-richting, x-richting en vervolgens weer in y (of z)-richting. Dit kan eventueel pneumatisch gebeuren.
2. Beweging klemming  
De klemming moet sluiten van zodra een kapotte splice gedetecteerd wordt. Dit gebeurt door een klemrol naar een vaste rol toe te transleren. Ook dit kan pneumatisch aangestuurd worden.
3. Translatie testrollen  
Nadat de splice over het blokje gelegd werd, moeten de testrollen naar elkaar toe bewegen. Ook deze beweging zou eventueel pneumatisch kunnen gerealiseerd worden.
4. Rotatie testrollen  
Nadat het garen vastgeklemd is tussen de klemrollen wordt het getest door de testrollen te laten roteren. Dit kan met behulp van een elektromotor aangestuurd worden. De draaihoek moet op voorhand bepaald worden.
5. Beweging haakje  
Het haakje zorgt voor het transport van de splice van in de splicekamer tot achter het blokje. Dit zou gebeuren via de rotatie van een grote schijf. Evenwijdig aan de draai-as van de schijf is een staaf bevestigd, waar het haakje loodrecht op gemonteerd is. Via deze opstelling voert het haakje de beweging uit die getekend staat in figuur 9.3.

Onderstaande bewegingen kunnen elektrisch aangestuurd worden via de PLC.

1. Sluiten/Openen grijper (A)  
De grijper moet nadat een kapotte splice gedetecteerd werd, de klemming gerealiseerd werd en het gewichtje genoeg tijd had om terug te vallen. De grijper mag pas weer openen nadat de garens in de splicekamer geknipt werden.
2. Sluiten/Openen schaar (=grijper met scherpe randen) (B)  
De schaar mag sluiten van zodra de draad tussen grijper en klemming gespannen is, dwz nadat de grijper gesloten is.

In de volgende sectie wordt chronologisch beschreven welke bewegingen wanneer plaatshebben.

## 9.3 Werking productielijn

### 9.3.1 Opstarten

Om de cyclus op te starten moeten de bobijnen gemonteerd worden op een horizontale as. De draad moet door de oogjes en langs het gewichtje geleid worden. Dan hangt hij binnen het bereik van de grijpers en deze kunnen de draad tot in de splicekamer brengen.

### 9.3.2 Cyclus A

De twee draden liggen naast elkaar in de splicekamer. Deze wordt afgesloten en de draden worden geknipt. Daarna wordt de splice gemaakt door lucht onder hoge druk in de splicekamer te blazen. Na het maken van de splice wordt de kamer opnieuw geopend. De draad valt onder invloed van de gewichtjes terug naar achteren, uit de splicekamer. Het lusje wordt opgevangen door een haak die bevestigd is aan een draaiende schijf. Wanneer de schijf roteert, wordt de gesplicete draad door het haakje langs twee steunwielen geleid en daarna lostgelaten achter een steunblokje. Er wordt voor gezorgd dat de draden zich nog steeds boven de splicekamer bevinden. Het haakje keert daarna terug naar zijn oorspronkelijke positie voor de splicekamer. Tegen de steunwielen worden twee andere wielen geschoven, zodat de draad op twee punten geklemd zit. Door deze extra wielen te laten draaien over de steunwielen wordt de spanning in de draad opgebouwd, zodat de sterkte van de splice wordt getest. Het profiel van de wielen is zo gekozen dat ze precies passen in die van de steunwielen zodat de draad niet kan ontsnappen. We veronderstellen dat de splice sterk genoeg is en dus de test doorstaat. De splicekamer kan opnieuw gesloten worden, aangezien er tijdens het transport van de draad voor gezorgd wordt dat de draden boven de splicekamer blijven. In de splicekamer wordt de draad geknipt en de volgende splice gemaakt. De klemming bij de wielen valt daarna weg en het losse stukje draad valt naar beneden. Een volgende cyclus kan beginnen.

### 9.3.3 Cyclus B

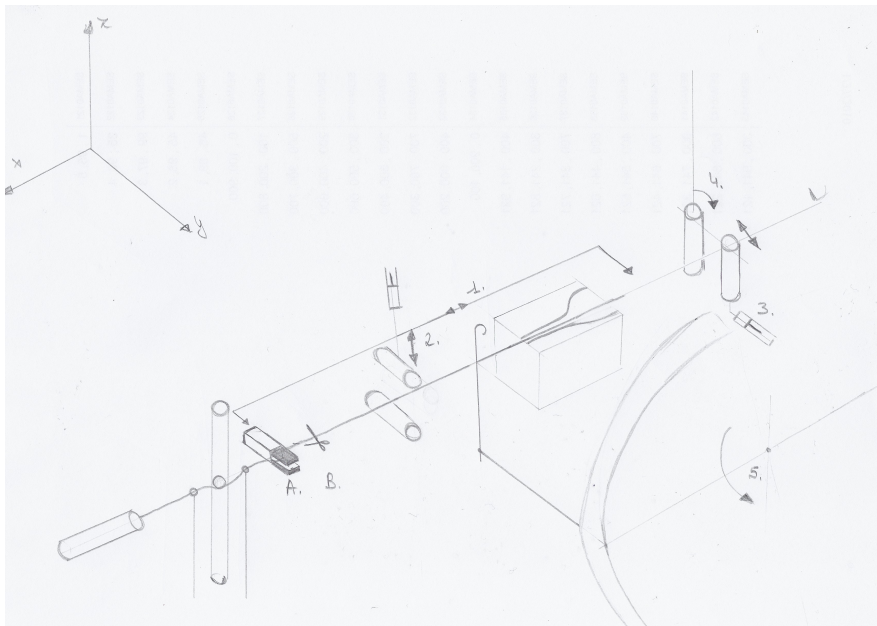
Deze cyclus is analoog aan de voorgaande. Het verschil is dat hier de splice breekt tijdens de test. Verdergaan gebeurt op precies dezelfde manier. De gebroken draden zitten nog geklemd bij de steunwielen. De splicekamer wordt gesloten, de draad geknipt en de volgende splice gemaakt. Daarna valt de klemming bij de wielen weg en valt de stukgetrokken gesplicete draad naar beneden.

### 9.3.4 Cyclus C

Er bestaat een mogelijkheid dat de splice zodanig zwak is dat hij niet door het haakje kan worden getransporteerd. Wanneer de splice breekt tijdens het transport gaat het noodgrijp-enknipsysteem in werking. Van zodra de breuk wordt geregistreerd klappen de klemmen (3) dicht. De gewichtjes vallen verder naar beneden en daarna gaat de grijper dicht. De draad staat nu gespannen tussen de klemming en de grijper waardoor knippen mogelijk is. Er kan geknipt worden met een soort schaar of door een mes te laten vallen op de gespannen draad. Na het knippen nemen de grijpers het uiteinde van de draad terug vast en transporteren dat tot na de splicekamer. De draden liggen in de splicekamer, die wordt gesloten en een nieuwe splice wordt gemaakt. Daarna keren de grijpers terug.

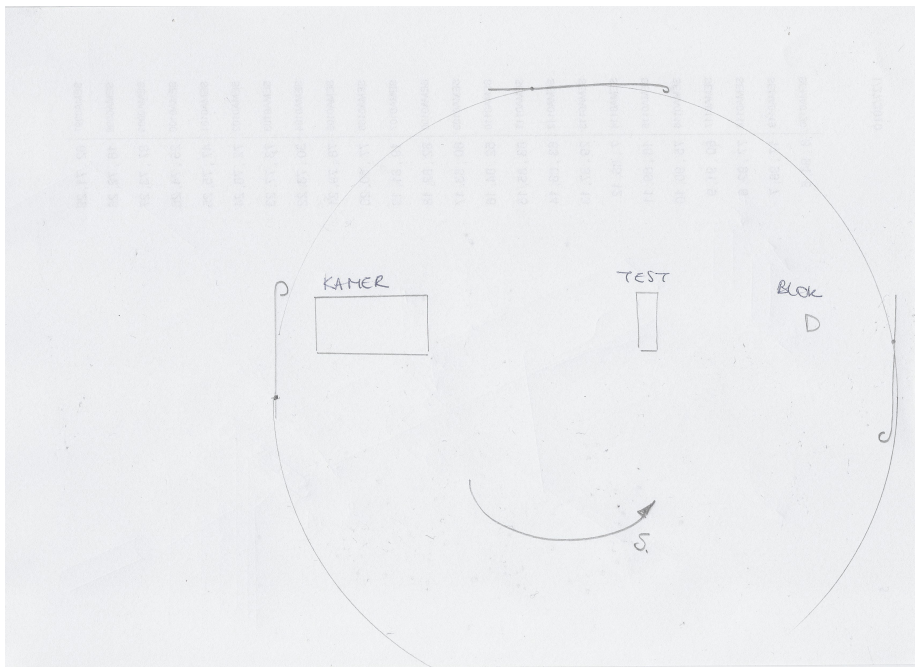
## Besluit

In dit verslag werd de werking van een splice testopstelling toegelicht. Er werd gekozen om de splice aan een zekere angulaire verplaatsing te onderwerpen, waardoor een trekkracht in het



Figuur 9.2: Productielijn: overzicht bewegingen

garen ontstaat. Het falen van splices kan worden geregistreerd en dit wordt ook bijgehouden in een database.



Figuur 9.3: Productielijn: beweging haakje

## Hoofdstuk 10

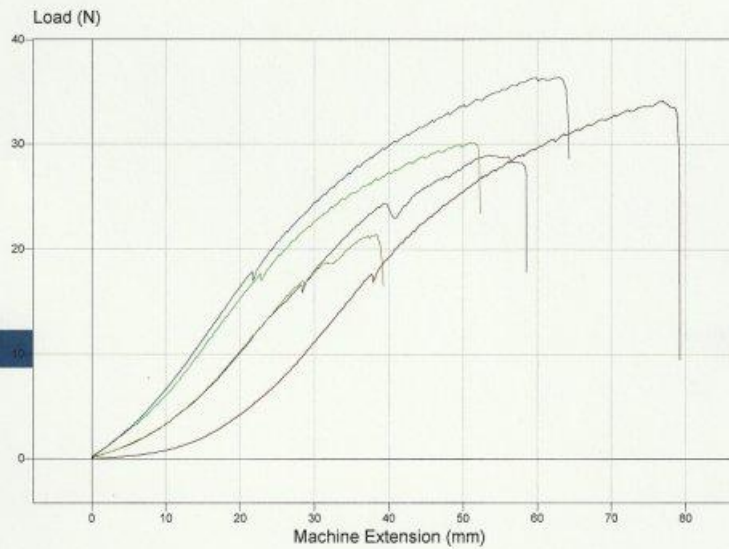
# Bijlage: Resultaten trekproeven



*groen  
bob 1  
gesplicet*

**Yarn Analysis Report**

Date: 25/10/2010  
 Customer: KUL  
 Yarn Type: wol/pa-gesplicet  
 Yarn Count: 3 x 257 tex



	<b>Tensile strength</b>	<b>% Elongation</b>
1	36,42 N	22,93
2	21,40 N	11,35
3	30,14 N	17,92
4	34,21 N	23,51
5	28,98 N	17,41
<b>Mean</b>	30,23 N	18,62
<b>Maximum</b>	36,42 N	23,51
<b>Minimum</b>	21,40 N	11,35

**bob1-  
gesplicet**  
Number Analysis



groen  
bob 1

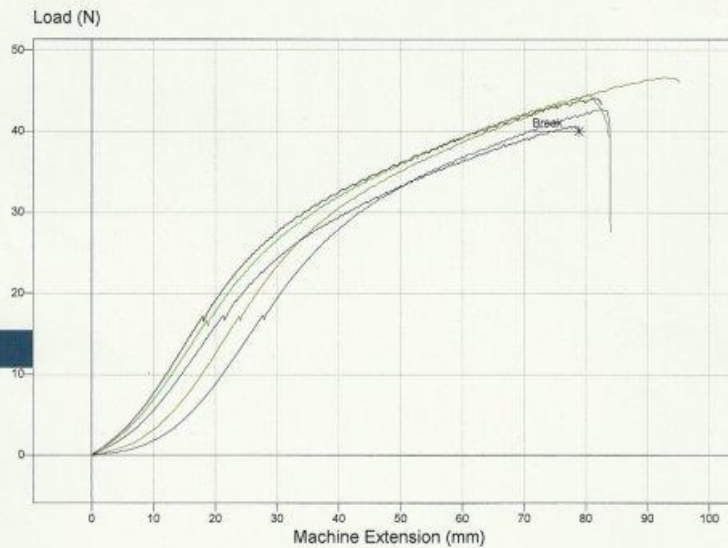
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: wol/pa - m gespleet

Yarn Count: 3 x 223 tex



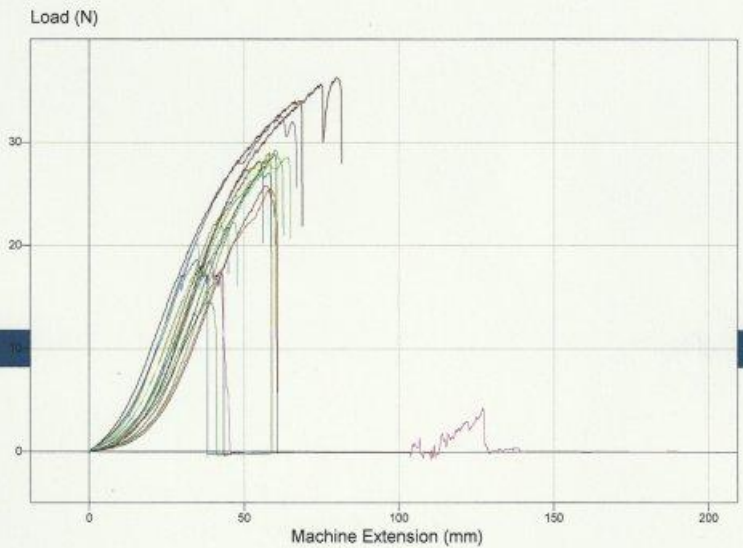
	Tensile strength	% Elongation
1	42,68 N	27,88
2	46,64 N	33,21
3	44,41 N	29,67
4	44,05 N	30,35
5	40,69 N	28,53
<b>Mean</b>	<b>43,69 N</b>	<b>29,93</b>
<b>Maximum</b>	<b>46,64 N</b>	<b>33,21</b>
<b>Minimum</b>	<b>40,69 N</b>	<b>27,88</b>

**bob1**  
Number Analysis

*bob 1  
gespl.*

**Yarn Analysis Report**

Date: 25/10/2010  
 Customer: KUL  
 Yarn Type: wol/pa-gespicet  
 Yarn Count: 3 x 257 tex



	Tensile strength	% Elongation
1	27,06 N	16,49
2	28,29 N	15,61
3	28,89 N	16,14
4	28,99 N	16,22
5	29,20 N	15,37
6	36,25 N	24,84
7	20,23 N	9,02
8	18,52 N	8,72
9	18,66 N	9,13
10	28,76 N	18,60
11	28,61 N	19,21
12	25,49 N	14,83
13	27,25 N	16,42

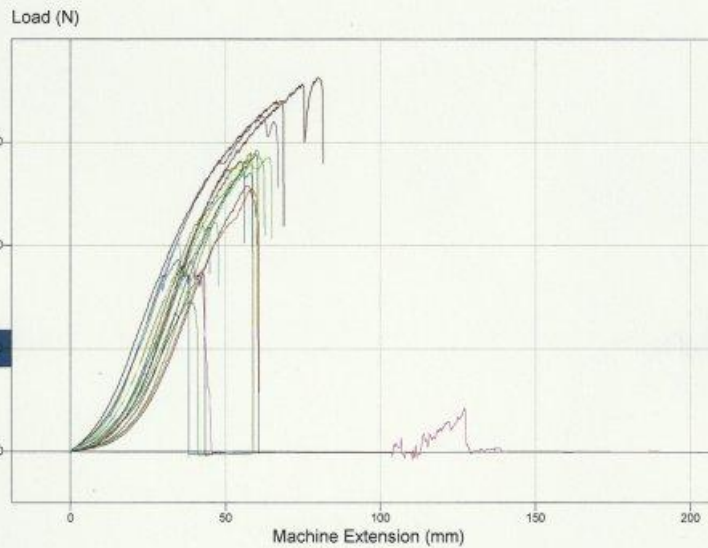
**bob1-  
gespicet**  
Number Analysis



*spun  
blauw  
bob # 1  
gespl.*

## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010  
 Customer: KUL  
 Yarn Type: wol/pa-gesplacet  
 Yarn Count: 3 x 257 tex



	Tensile strength	% Elongation
1	27,06 N	16,49
2	28,29 N	15,61
3	28,89 N	16,14
4	28,99 N	16,22
5	29,20 N	15,37
6	36,25 N	24,84
7	20,23 N	9,02
8	18,52 N	8,72
9	18,66 N	9,13
10	28,76 N	18,60
11	28,61 N	19,21
12	25,49 N	14,83
13	27,25 N	16,42

**bob1-  
gesplacet**  
Number Analysis



## Yarn Analysis Report

14	22,35 N	12,44
15	32,54 N	20,31
16	17,34 N	9,99
17	22,89 N	11,49
18	14,51 N	8,10
19	33,99 N	23,26
20	25,88 N	14,00
<b>Mean</b>	25,79 N	15,01
<b>Maximum</b>	36,25 N	24,84
<b>Minimum</b>	14,51 N	8,10

**bob1-  
gesplicet**  
Number Analysis



*blauw  
bob 2*

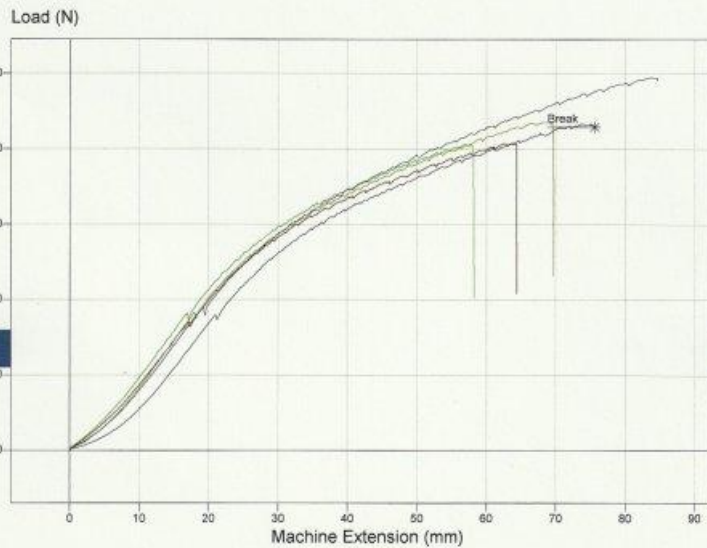
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: *wolpa wol - m gepliceert*

Yarn Count: 3 x 257 tex



	Tensile strength	% Elongation
1	49,48 N	31,58
2	43,58 N	25,44
3	40,52 N	21,36
4	40,91 N	23,91
5	43,33 N	26,54
<b>Mean</b>	<b>43,56 N</b>	<b>25,77</b>
<b>Maximum</b>	<b>49,48 N</b>	<b>31,58</b>
<b>Minimum</b>	<b>40,52 N</b>	<b>21,36</b>

**bob2**  
Number Analysis

*blauw  
bob 2  
gesplicet*

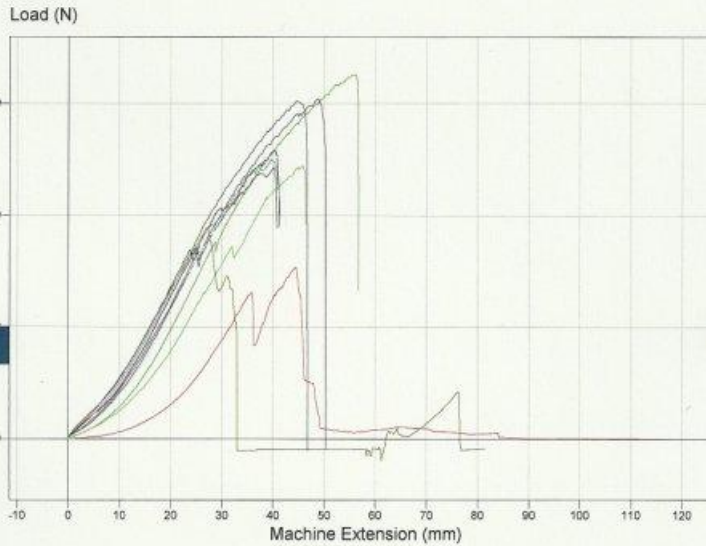
**Yarn Analysis Report**

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: wol/pa

Yarn Count: 3 x 257 tex *gesplicet*



	<b>Tensile strength</b>	<b>% Elongation</b>
1	24,47 N	13,49
2	15,36 N	9,51
3	25,43 N	12,37
4	25,08 N	13,01
5	30,42 N	16,27
6	30,24 N	15,21
7	18,89 N	8,19
8	32,55 N	18,16
9	25,88 N	13,09
10	24,35 N	12,64
<b>Mean</b>	25,27 N	13,19
<b>Maximum</b>	32,55 N	18,16

**bob2-  
gesplicet**  
Number Analysis



*blauw  
bob 2  
gesplicet*

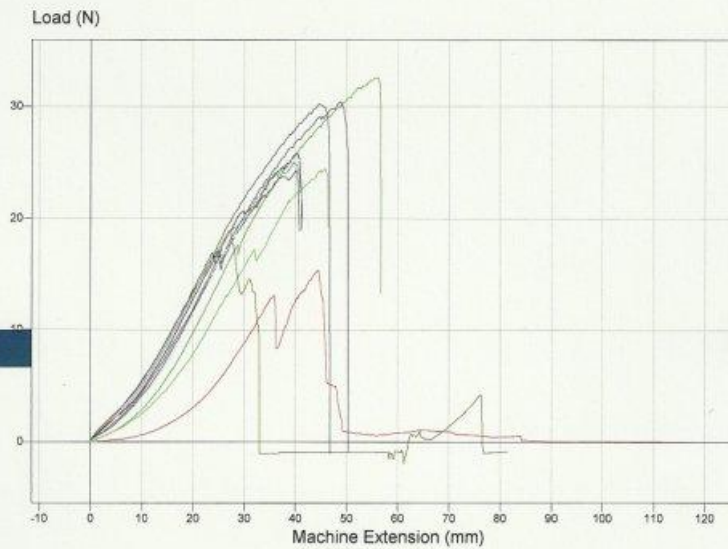
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: wol/pa

Yarn Count: 3 x 257 tex *gesplicet*



	Tensile strength	% Elongation
1	24,47 N	13,49
2	15,36 N	9,51
3	25,43 N	12,37
4	25,08 N	13,01
5	30,42 N	16,27
6	30,24 N	15,21
7	18,89 N	8,19
8	32,55 N	18,16
9	25,88 N	13,09
10	24,35 N	12,64
<b>Mean</b>	25,27 N	13,19
<b>Maximum</b>	32,55 N	18,16

**bob2-  
gesplicet**  
Number Analysis





## Yarn Analysis Report

Minimum	15,36 N	8,19
---------	---------	------

**bob2-  
gespicet**  
Number Analysis



*lichtgroen  
bob 3*

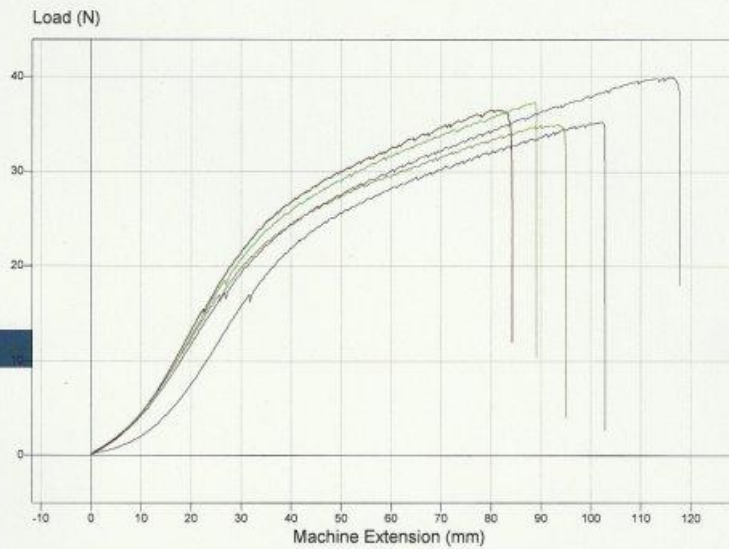
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: wol/pa *m gesp.*

Yarn Count: 3 x 240 tex



	Tensile strength	% Elongation
1	39,93 N	43,13
2	34,95 N	34,15
3	37,21 N	32,27
4	36,49 N	29,22
5	35,23 N	35,57
<b>Mean</b>	<b>36,76 N</b>	<b>34,87</b>
<b>Maximum</b>	<b>39,93 N</b>	<b>43,13</b>
<b>Minimum</b>	<b>34,95 N</b>	<b>29,22</b>

**bob3**  
Number Analysis

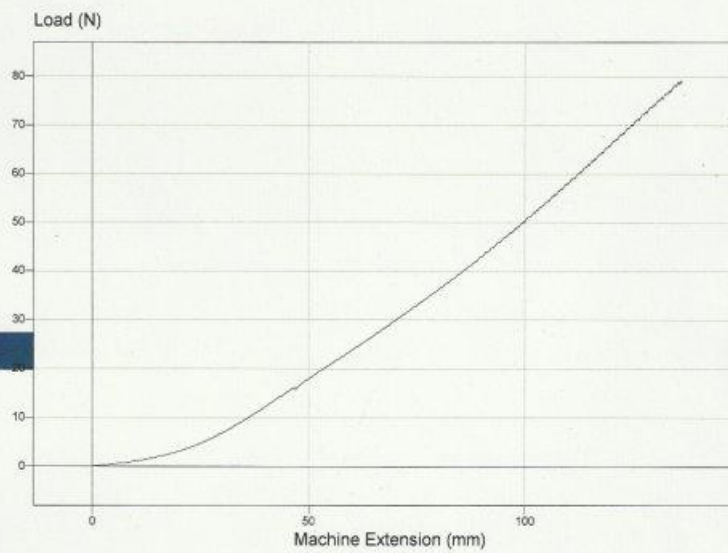
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: nylon

Yarn Count: 587tex



	Tensile strength	% Elongation
1	79,20 N	46,20
<b>Mean</b>	79,20 N	46,20
<b>Maximum</b>	79,20 N	46,20
<b>Minimum</b>	79,20 N	46,20



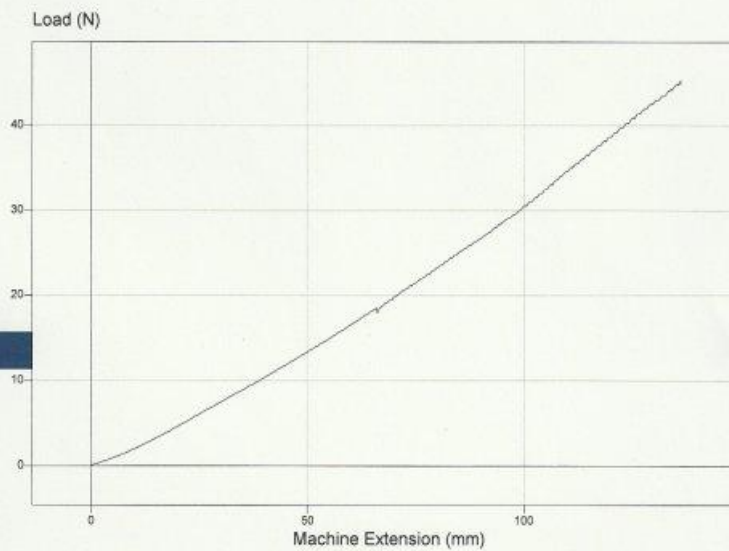
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: nylon

Yarn Count: 3x183tex



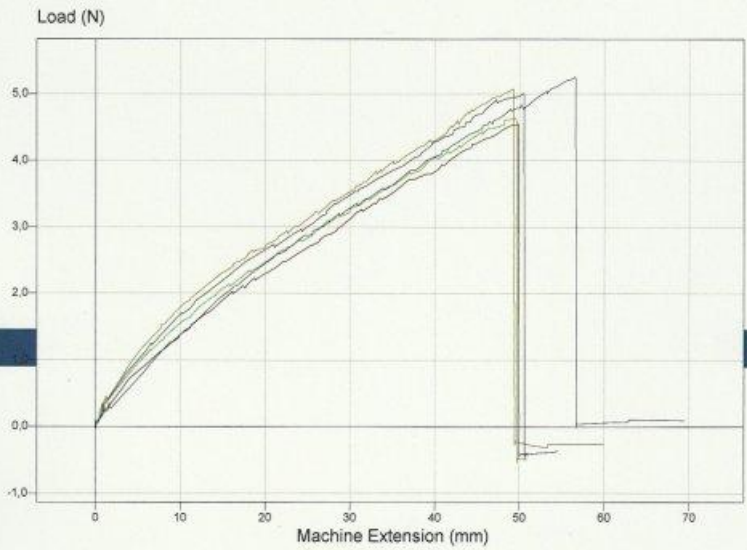
	Tensile strength	% Elongation
1	45,29 N	48,55
<b>Mean</b>	45,29 N	48,55
<b>Maximum</b>	45,29 N	48,55
<b>Minimum</b>	45,29 N	48,55

**bob5**  
Number Analysis

*dum road  
bob 6  
n̄ gepl.*

**Yarn Analysis Report**

Date: 25/10/2010  
 Customer: KUL  
 Yarn Type: ?  
 Yarn Count: 2x20.5tex



	Tensile strength	% Elongation
1	5,25 N	22,31
2	5,07 N	19,73
3	4,63 N	19,64
4	4,55 N	19,94
5	5,01 N	20,20
<b>Mean</b>	4,90 N	20,37
<b>Maximum</b>	5,25 N	22,31
<b>Minimum</b>	4,55 N	19,64

**bob6**  
 Number Analysis



*dun paars  
bob 7  
in gesp*

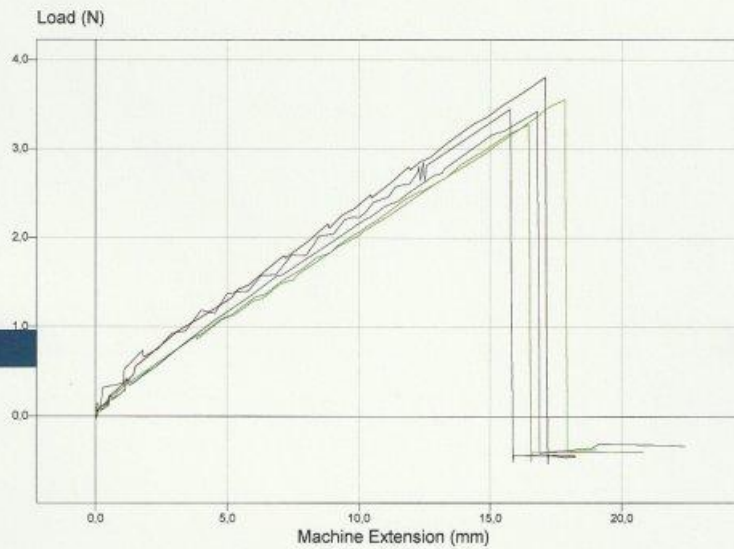
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: ?

Yarn Count: 2x11.8tex



	Tensile strength	% Elongation
1	3,42 N	6,53
2	3,27 N	6,38
3	3,55 N	7,12
4	3,80 N	6,65
5	3,44 N	6,22
<b>Mean</b>	<b>3,49 N</b>	<b>6,58</b>
<b>Maximum</b>	<b>3,80 N</b>	<b>7,12</b>
<b>Minimum</b>	<b>3,27 N</b>	<b>6,22</b>

**bob7**  
Number Analysis

*clun grijs  
bob 8  
m gespl.*

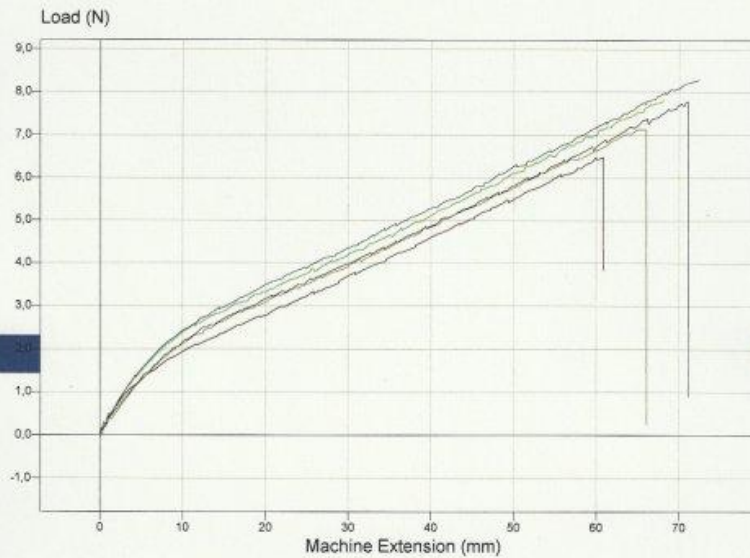
**Yarn Analysis Report**

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: ?

Yarn Count: 2x25.83tex



	<b>Tensile strength</b>	<b>% Elongation</b>
1	8,30 N	28,89
2	7,16 N	26,18
3	7,82 N	27,16
4	6,49 N	24,30
5	7,79 N	28,33
<b>Mean</b>	7,51 N	26,97
<b>Maximum</b>	8,30 N	28,89
<b>Minimum</b>	6,49 N	24,30



*dun goud  
Bob 9  
11 gersp.*

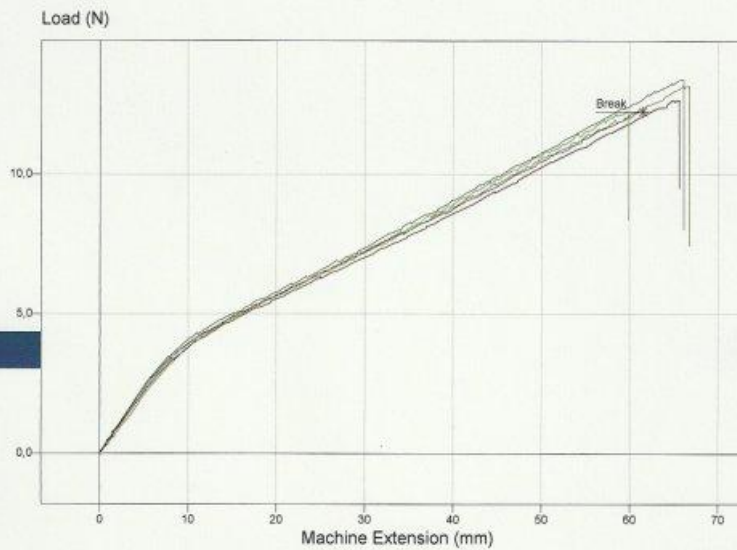
## Yarn Analysis Report

Date: 25/10/2010

Customer: KUL

Yarn Type: ?

Yarn Count: 2x39.67tex



	Tensile strength	% Elongation
1	13,38 N	26,05
2	13,18 N	26,05
3	12,26 N	23,63
4	12,66 N	25,94
5	12,25 N	24,14
<b>Mean</b>	12,74 N	25,16
<b>Maximum</b>	13,38 N	26,05
<b>Minimum</b>	12,25 N	23,63

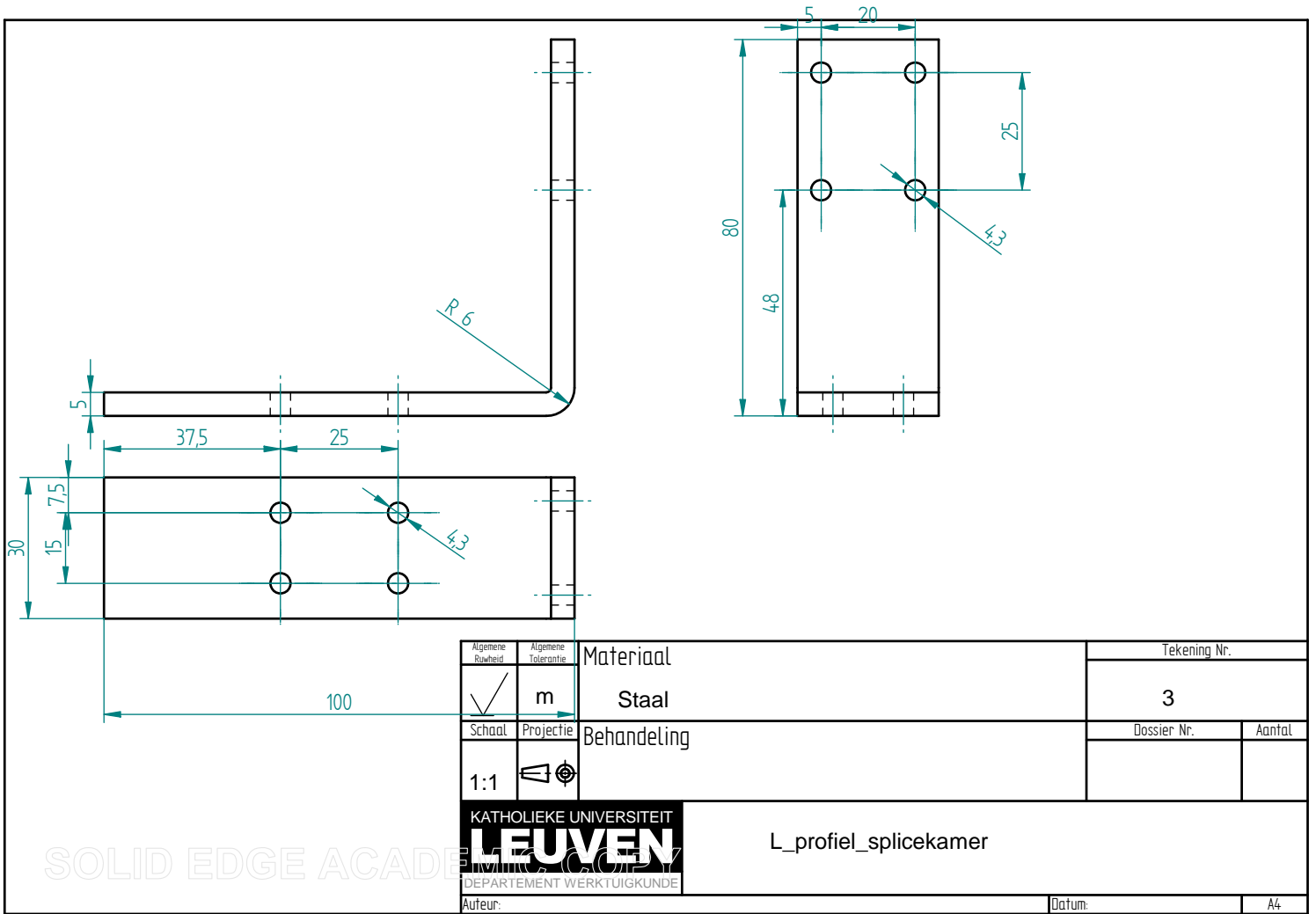
**bob9**  
Number Analysis

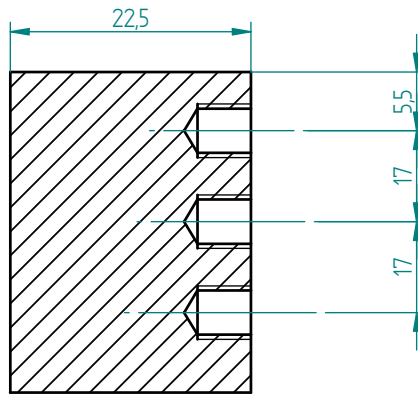
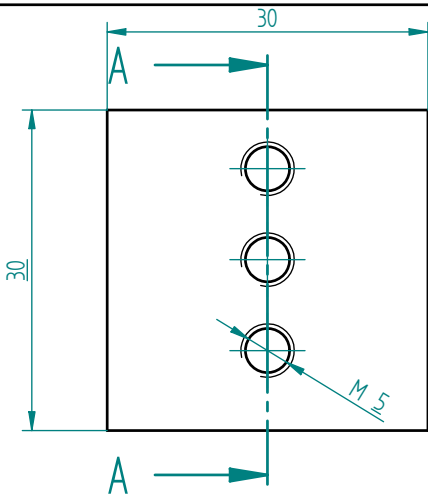


## Hoofdstuk 11

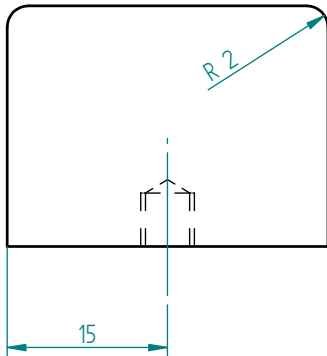
# Bijlage: Technische tekeningen zelf te vervaardigen onderdelen

Hieronder vindt u de technische tekeningen van de onderdelen die zelf vervaardigd worden.



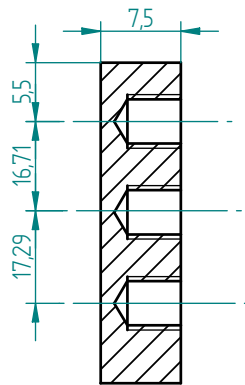
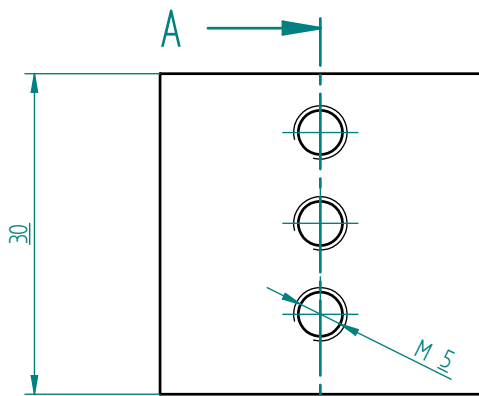


SECTION A-A

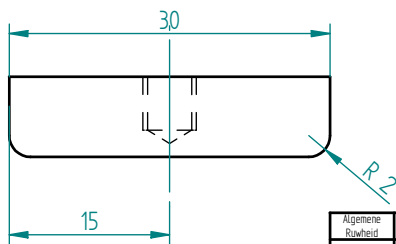


Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Roestvast staal	10	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Parallelgrijper_plaatje_dik		
Auteur:			Datum:	A4

SOLID EDGE ACADEMY

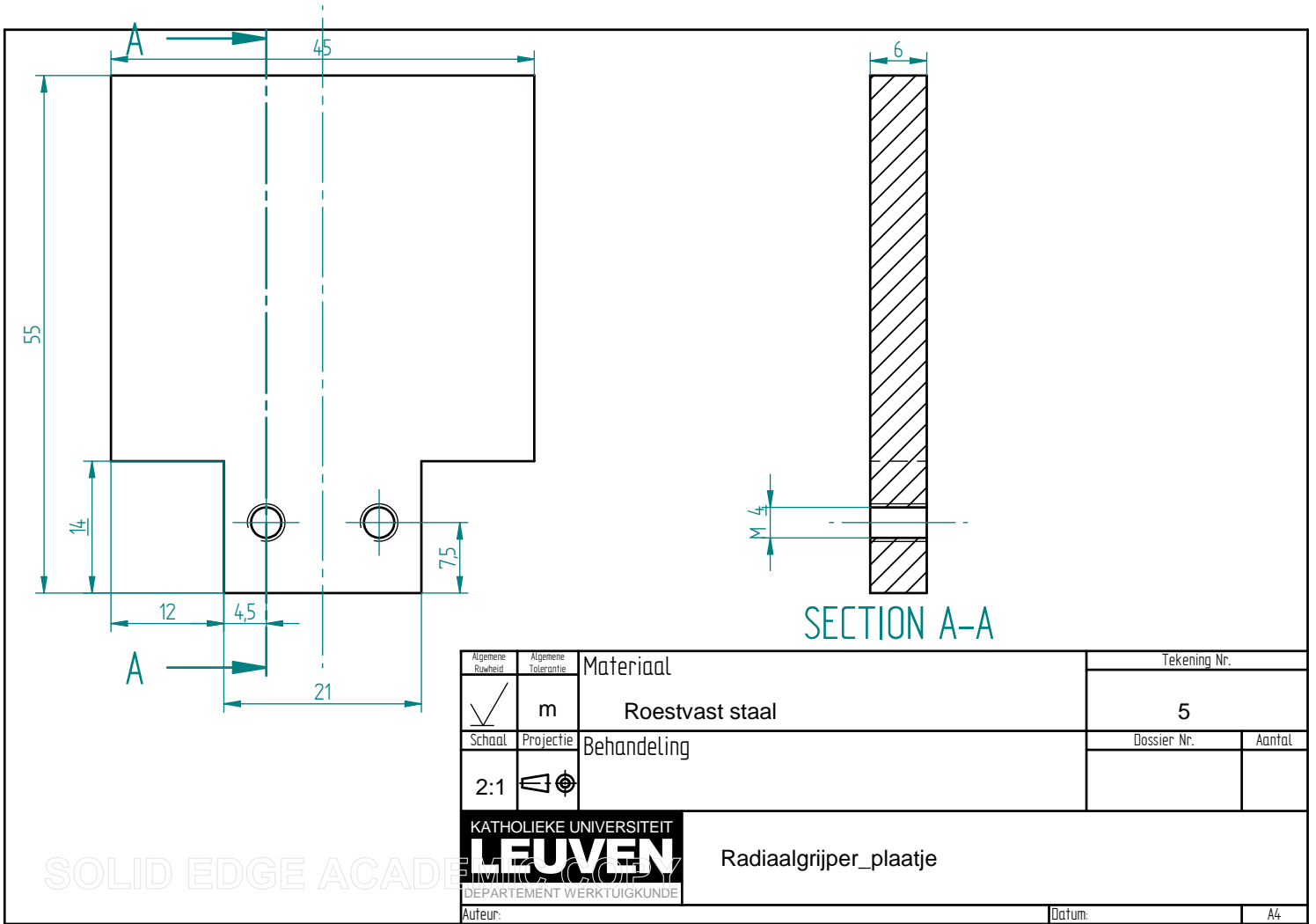


SECTION A-A



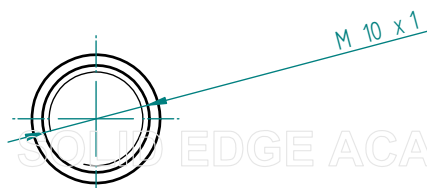
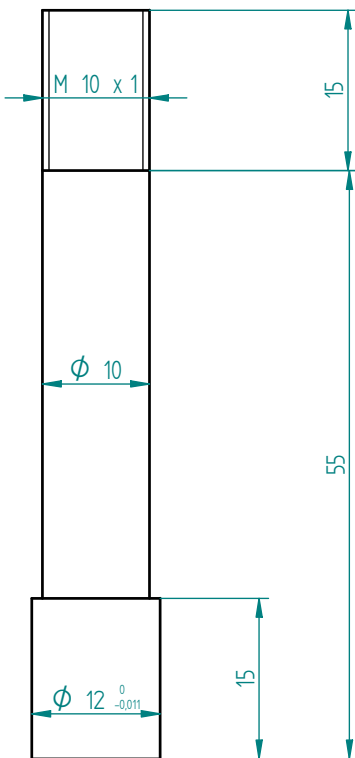
Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Roestvast staal	9	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
1:1	⊕			2
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Parallelgrijper_plaatje_dun		
Auteur:			Datum:	A4

SOLID EDGE ACADEMY

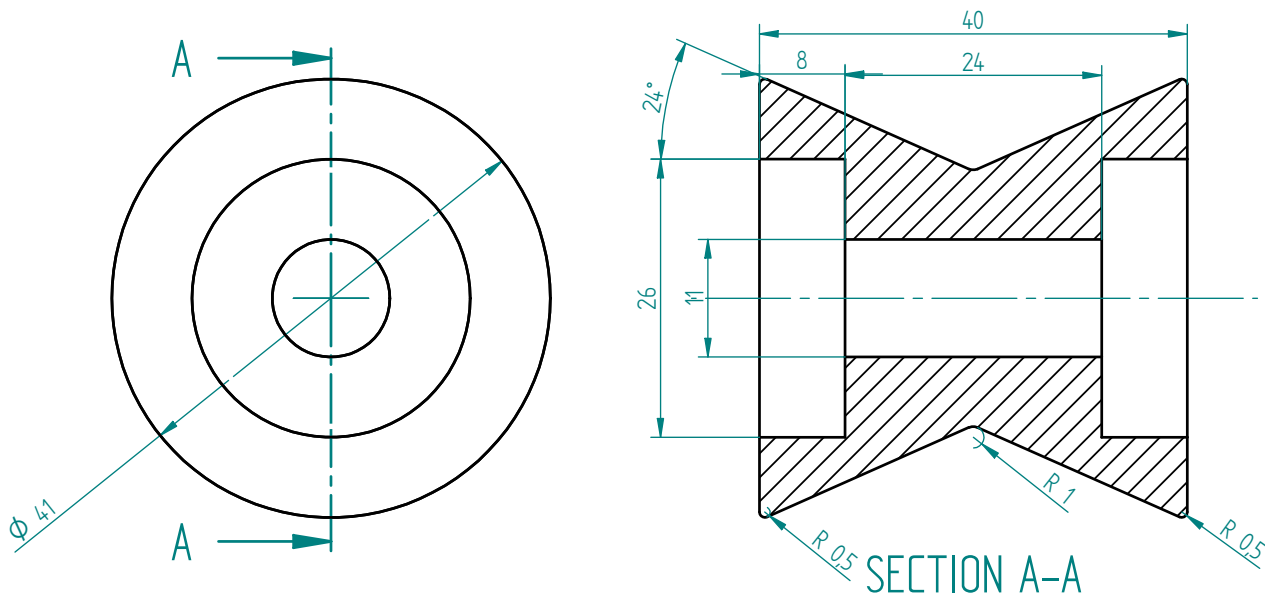


Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Roestvast staal	5	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	☞ ⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Radiaalgreijper_plaatje		
Auteur:			Datum:	A4

SOLID EDGE ACADEMY

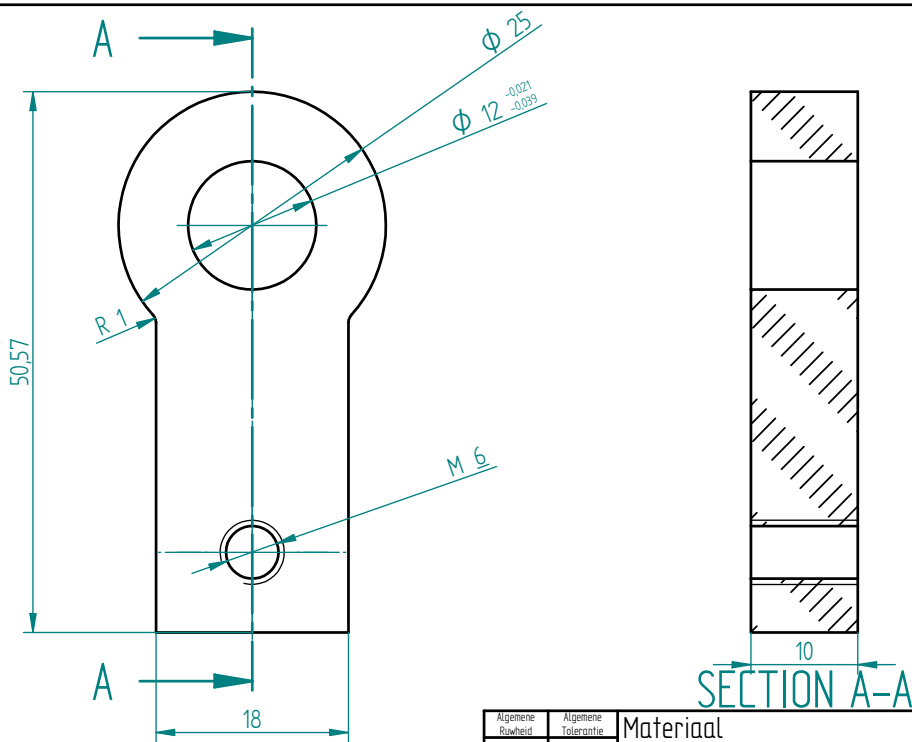


Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Staal	6	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Sensor_opstelling_as		
Auteur:			Datum:	A4



Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Roestvast Staal	1	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	☞			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Sensor_opstelling_geleider		
Auteur:			Datum:	A4

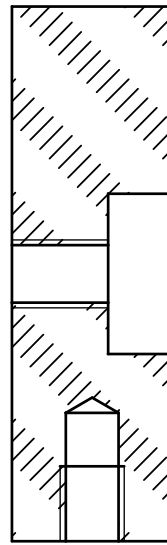
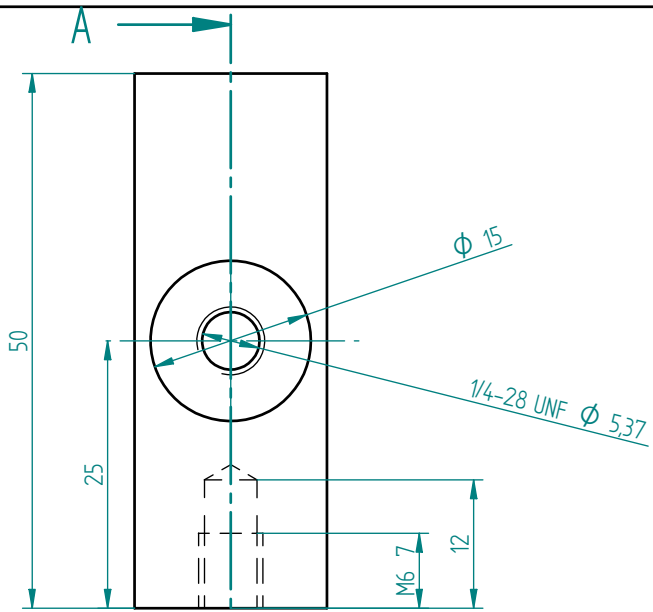
SOLID EDGE ACADEMY



SECTION A-A

Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	f	Staal	7	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Steun as		
Auteur:			Datum:	A4

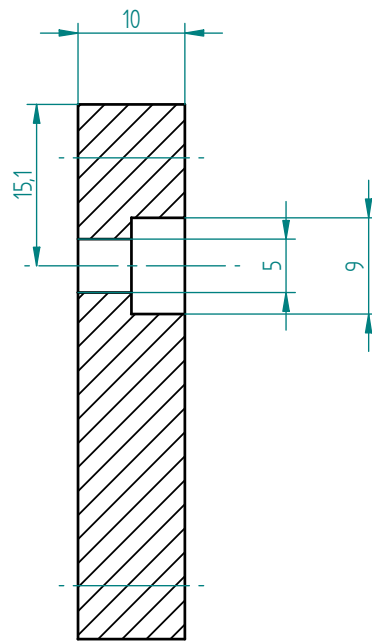
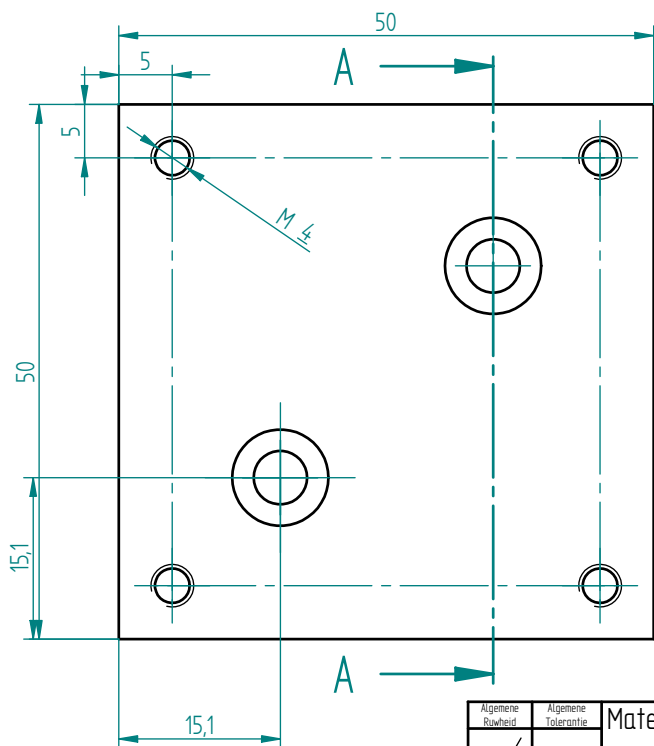




SECTION A-A

Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	f	Staal	22	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2:1	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Steun Sensor		
Auteur:			Datum:	A4

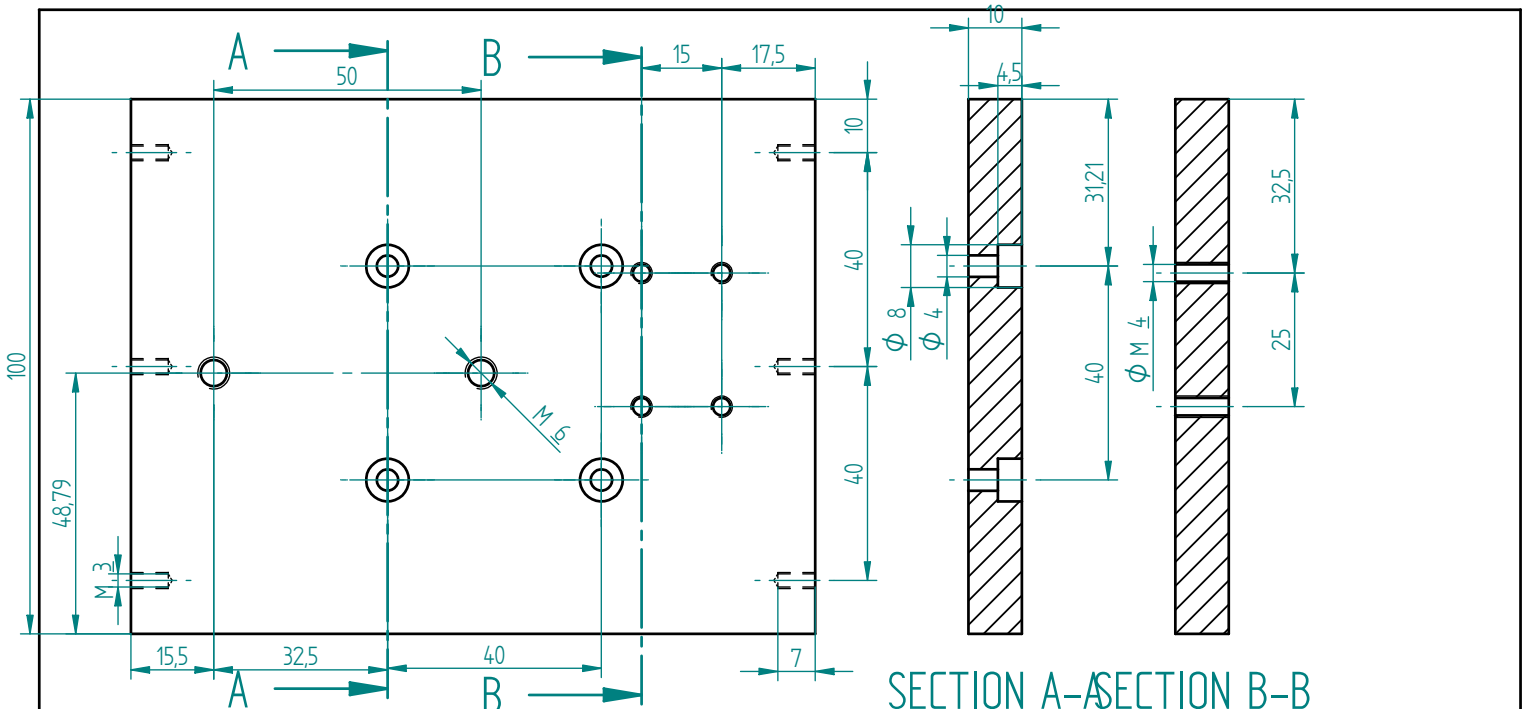
SOLID EDGE ACADEMY



SECTION A A

Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Aluminium	4	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
2	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Cilnder_splicekamer_kop		
Auteur:			Datum:	A4

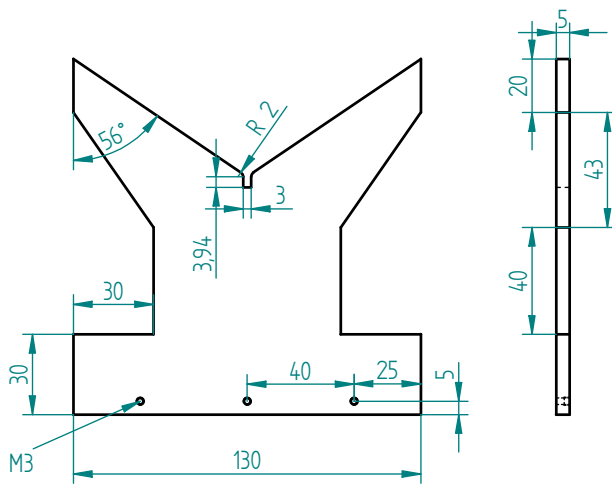
SOLID EDGE ACADEMY



SECTION A-A-SECTION B-B

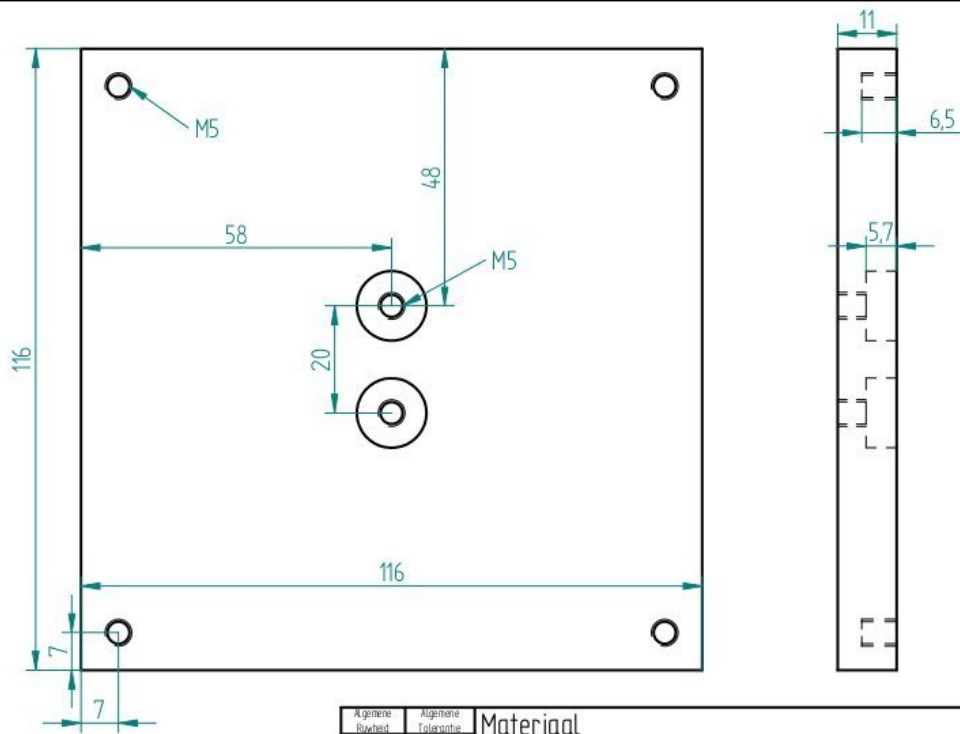
Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	Aluminium	8	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
1:1	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		cilinder_splicekamer_plaatje		
Auteur:			Datum:	A4

SOLID EDGE ACADEMY



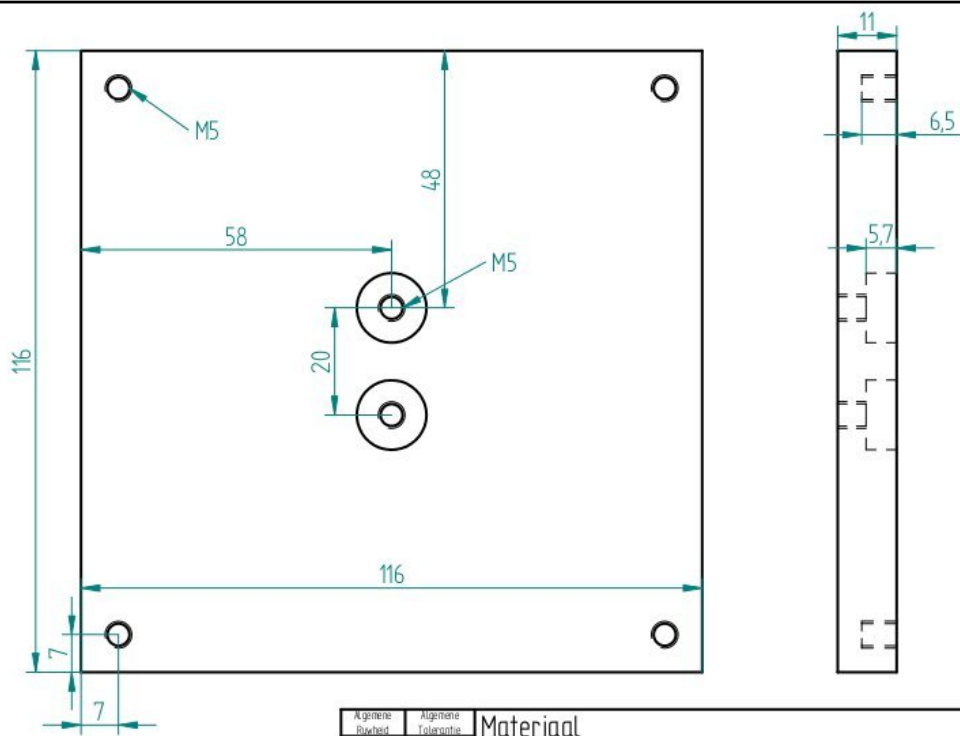
Algemene Ruwheid	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	m	gezwart staal	22	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
1:2	⊕			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		V_vleugel_50		
Auteur:			Datum:	A4

SOLID EDGE ACADEMY



Algemene Bijzetting	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	f	Aluminium	19b	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
1:1	⊘			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Bevestiging drive - grijper boven		
Auteur:			Datum	A4

SOLID EDGE ACADEMY



Algemene Bijzetting	Algemene Tolerantie	Materiaal	Tekening Nr.	
✓	f	Aluminium	19a	
Schaal	Projectie	Behandeling	Dossier Nr.	Aantal
1:1	⊘			
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT <b>LEUVEN</b> DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE		Bevestiging grijper-drive onder		
Auteur:		Datum		A4

SOLID EDGE ACADEMY

## Hoofdstuk 12

### Bijlage: Programmacode

PROGRAM MAIN  
VAR

END\_VAR

```
(*****  
(* Project Name   : AUTOMATISCHE SPLICE TESTOPSTELLING      *)  
(* Project Info   : xx-xxxxxx                               *)  
(* PLC software   : xxxxxxxxxxxx.prx                        *)  
(* Status        : testing                                  *)  
(* Created By    : Hanne Deprez, Judith Samyn, Pieter Snauwaert *)  
(* Created On    : 01-04-2011                               *)  
(* Modified By   :                                         *)  
(* Modified On   : 01-04-2011                               *)  
(***)  
(* (C) NV Michel Van de Wiele                               *)  
(* M. Vandewielestraat 7                                   *)  
(* 8510 MARKE                                             *)  
(* Belgium                                               *)  
(***)
```

(\* Program calls \*)

```
(*BX9000_DISPLAY();*)  
CLOCKS();  
_VISUALIZATION(); (* later op extern touchpanel *)  
_LOAD_CELL_SIMULATION();
```

```
ENCODER_LIN();  
HOLD_LD();  
MOVE_LD_HOME();  
MOVE_LD_TO_TEST();  
TEST();
```

(\* State Diagrams calls \*)  
\_SPLICE\_CYCLE();

(\* Update state transities: Altijd op het einde \*)  
\_SPLICE\_CYCLE.State := \_SPLICE\_CYCLE.NextState;



PROGRAM \_SPLICE\_CYCLE

VAR CONSTANT

RESTART:	SINT:=0;
READY_TO_START:	SINT:=1;
CATCH_YARN:	SINT:=2;
OPEN_RG:	SINT:=3;
MOVE_GRIPPER:	SINT:=4;
UP_SPLICE:	SINT:=5;
HOLD_YARN:	SINT:=6;
CUT_YARN_1:	SINT:=7;
CUT_YARN_W:	SINT:=20;
CUT_YARN_2:	SINT:=21;
SPLICE:	SINT:=8;
OPEN_SPLICE:	SINT:=9;
TEST:	SINT:=10;
LOSE_YARN:	SINT:=11;
PREPARE_HOME:	SINT:=12;
HOME_GRIPPERS_CLOSED:	SINT:=13;
HOME_GRIPPERS_OPEN:	SINT:=19;
READY_TO_RESET:	SINT:=22;
START_RESET:	SINT:=14;
RESET_FROM_HOME:	SINT:=15;
CLOSE_GRIPPER_AT_TEST:	SINT:=16;
RESET_FROM_TESTPOSITION:	SINT:=17;
OPEN_GRIPPER_AFTER_TEST:	SINT:=18;

END\_VAR

VAR\_INPUT

State:	SINT;
ton_0:	TON;
ton_1:	TON;
ton_2:	TON;
TimerOver:	BOOL;

END\_VAR

VAR\_OUTPUT

NextState:	SINT;
------------	-------

END\_VAR

VAR

(\* locale var's binnen dit StateDiagram \*)

Visu_PowerOn_rTrig:	R_TRIG; (* Trigger op rising edge powerknop *)
Visu_PowerOff_rTrig:	R_TRIG;
Visu_PbOpenRG:	R_TRIG; (* Trigger op rising edge knop op grijper *)
Visu_PbCloseRG:	R_TRIG; (* Trigger op rising edge knop op grijper *)
Visu_PbStart_rTrig:	R_TRIG; (* Trigger op rising edge start drukknop *)
Visu_PbStop_rTrig:	R_TRIG; (* Trigger op rising edge stop drukknop *)
Visu_PbLDEnd:	R_TRIG;
Visu_PbLDTest:	R_TRIG;
Visu_PbLDHome:	R_TRIG;
Visu_PbSDEnd:	R_TRIG;
Visu_PbSDHome:	R_TRIG;
Visu_PbForceZero:	R_TRIG;
Visu_PbPowerOff:	R_TRIG;
Visu_PbReset:	R_TRIG;

GripperTime_Ton:	TON; (* Timer On delay function block *)
------------------	--

```

    SpliceTime_Ton:           TON; (* Timer On delay function block *)
    TimeOut_Ton:              TON; (* Timer On delay function block *)

    ChangeGripper_Time:      TON;
    CloseSplice_Time:        TON;
    Cut_Time:                 TON;
    Splice_Time:              TON;
    OpenSplice_Time:         TON;
    DownSplice_Time:         TON;
    HomeGripperS_Time:       TON;
    HomeGripperL_Time:       TON;
    UpSplice_Time:           TON;
    Test_Time:                TON;

    SD_End:                   BOOL;
    LD_End:                   BOOL;
    Force:                    BOOL;
    SD_Home:                  BOOL;
    LD_Home:                  BOOL;
    LD_Test:                  BOOL;
    OpenRG:                   BOOL:=TRUE;
    S_Reset:                  BOOL;

    x: BOOL;
    y: BOOL;
    SD_End_Prox:              BOOL;
    SD_Home_Prox:             BOOL;
END_VAR

```

(\* ----- CYCLE (inputs) ----- \*)

```

Visu_PowerOn_rTrig(CLK := bVisu_PbPowerOn);
Visu_PowerOff_rTrig(CLK := bVisu_PbPowerOff);
Visu_PbCloseRG (CLK := bVisu_PbCloseRG);
Visu_PbOpenRG (CLK := bVisu_PbOpenRG);
Visu_PbStart_rTrig(CLK := bVisu_PbStart);
Visu_PbStop_rTrig(CLK := bVisu_PbStop);
Visu_PbLDEnd(CLK := bVisu_PbLDEnd);
Visu_PbLDTest(CLK := bVisu_PbLDTest);
Visu_PbLDHome(CLK := bVisu_PbLDHome);
Visu_PbSDEnd(CLK := bVisu_PbSDEnd);
Visu_PbSDHome(CLK := bVisu_PbSDHome);
Visu_PbForceZero(CLK := bVisu_PbForceZero);
Visu_PbPowerOff(CLK := bVisu_PbPowerOff);
Visu_PbReset(CLK:=bVisu_PbReset);

```

```

SD_End_Prox := i0_6_SDEnd;
SD_Home_Prox := i0_3_SDHome;

```

```

IF Visu_PbCloseRG.Q THEN
    OpenRG := FALSE;
END_IF
IF Visu_PbOpenRG.Q THEN
    OpenRG := TRUE;
END_IF
IF Visu_PbLDEnd.Q THEN
    LD_End := TRUE;
END_IF
IF Visu_PbLDTest.Q THEN
    LD_Test := TRUE;
END_IF

```

```

IF Visu_PbLDHome.Q THEN
    LD_Home := TRUE;
END_IF
IF Visu_PbSDEnd.Q THEN
    SD_End := TRUE;
END_IF
IF Visu_PbSDHome.Q THEN
    SD_Home := TRUE;
END_IF
IF Visu_PbForceZero.Q THEN
    Force := TRUE;
    iLoadCell_Output:=0;
END_IF

IF Visu_PbReset.Q THEN
    S_Reset:=TRUE;
END_IF

IF Visu_PbStop_rTrig.Q THEN
    Fade_out := TRUE;
END_IF

IF Visu_PbPowerOff.Q THEN
    IF State = READY_TO_START THEN
        Reset:=FALSE;
        NextState:=RESTART;
        StopState:=State;
    ELSE
        Reset:= TRUE;
        StopState:= State;
        NextState:=RESTART;
    END_IF
END_IF

IF Reset THEN
    q0_0_CloseLG:= FALSE;
    q0_1_CloseRG:= FALSE;
    q0_2_CloseSG:= FALSE;
    q0_3_SpliceUp:= FALSE;
    q0_4_MoveSD:= (StopState=MOVE_GRIPPER) OR (StopState=UP_SPLICE) OR
    (StopState=HOLD_YARN) OR (StopState=CUT_YARN_1) OR (StopState=CUT_YARN_W)
    OR (StopState=CUT_YARN_2) OR (StopState=SPLICE) OR
    (StopState=OPEN_SPLICE) OR (StopState=TEST) OR (StopState=LOSE_YARN)
    OR (StopState=PREPARE_HOME) OR (StopState = CLOSE_GRIPPER_AT_TEST);
    q0_5_SpliceClose := FALSE;
END_IF

Prop_Valve_mA:=4+(16/32676)*q1_Prop_Valve;

(* ----- END CYCLE ----- *)

(* ----- STATE DIAGRAM ----- *)
CASE State OF

    RESTART:    (*0*)

        (* evaluation transitions *)
        IF Visu_PowerOn_rTrig.Q THEN (* .Q -> /Trigger event *)
            IF Fade_out THEN

```

```

        NextState := READY_TO_START;
        Fade_out := FALSE;
    ELSIF Reset THEN
        NextState := READY_TO_RESET;
        Reset := FALSE;
    ELSE
        NextState:= READY_TO_START;
    END_IF
END_IF

READY_TO_START:  (*1*)

    (* evaluation transitions *)
    IF Visu_PbStart_rTrig.Q THEN (* .Q -> /Trigger event *)
        NextState := CATCH_YARN;
    END_IF

CATCH_YARN: (*2*)

    ChangeGripper_Time(IN := TRUE, PT := t#2s); (* Timer call *)
    (* evaluation transitions *)
    IF ChangeGripper_Time.Q THEN (* Timer afgelopen *)
        ChangeGripper_Time(IN := FALSE); (* Timer resetten !!!*)
        NextState := OPEN_RG;
    END_IF

OPEN_RG:  (*3*)

    ChangeGripper_Time (IN := TRUE, PT := t#2s); (* Timer call *)
    (* evaluation transitions *)
    IF ChangeGripper_Time.Q THEN (* Timer afgelopen *)
        ChangeGripper_Time(IN := FALSE); (* Timer resetten !!!*)
        NextState := MOVE_GRIPPER;
    END_IF

MOVE_GRIPPER:  (*4*)

    IF ((SD_End = TRUE) OR (SD_End_Prox = TRUE)) AND
    ((LD_Test = TRUE) OR (ENCODER_LIN.rEnc_Pos > 0.29 AND ENCODER_LIN.rEnc_Pos
< 0.31)) THEN
        NextState := UP_SPLICE;
        SD_End := FALSE;
        LD_Test := FALSE;
    END_IF

UP_SPLICE:  (*5*)

    UpSplice_Time (IN := TRUE, PT := t#2s); (* Timer call *)
    (* evaluation transitions *)
    IF UpSplice_Time.Q THEN (* Timer afgelopen *)
        UpSplice_Time(IN := FALSE); (* Timer resetten !!!*)
        NextState := HOLD_YARN;
    END_IF

HOLD_YARN:  (*6*)

```

```

ChangeGripper_Time (IN := TRUE, PT := t#2s); (* Timer call *)
CloseSplice_Time(IN:= TRUE, PT:=t#2s);
IF (ChangeGripper_Time.Q) AND (CloseSplice_Time.Q) THEN
    ChangeGripper_Time (IN := FALSE);
    CloseSplice_Time(IN:= FALSE);          (* Timers resetten! *)
    Nextstate:= CUT_YARN_1;
END_IF

```

CUT\_YARN\_1: (\*7\*)

```

Cut_Time(IN:=TRUE, PT:=t#0.3s);
IF Cut_Time.Q THEN
    Cut_Time(IN:=FALSE);
    NextState := CUT_YARN_W;
END_IF

```

CUT\_YARN\_W: (\*20\*)

```

Cut_Time(IN:=TRUE, PT:=t#0.3s);
IF Cut_Time.Q THEN
    Cut_Time(IN:=FALSE);
    NextState := CUT_YARN_2;
END_IF

```

CUT\_YARN\_2: (\*21\*)

```

Cut_Time(IN:=TRUE, PT:=t#0.3s);
IF Cut_Time.Q THEN
    Cut_Time(IN:=FALSE);
    NextState := SPLICE;
END_IF

```

SPLICE: (\*8\*)

```

Splice_Time(IN := TRUE, PT := UINT_TO_TIME(iSpliceTime_ms)); (* Timer call *)
    (* UINT_TO_TIME(iSpliceTime_ms) -> convertie van datatype UINT naar TIME
*)
IF Splice_Time.Q THEN
    Splice_Time(IN:=FALSE);
    NextState:= OPEN_SPLICE;
END_IF

```

OPEN\_SPLICE: (\*9\*)

```

OpenSplice_Time(IN:=TRUE, PT:=t#1s);
IF OpenSplice_Time.Q THEN
    OpenSplice_Time(IN:=FALSE);
    NextState:=TEST;
END_IF

```

TEST: (\*10\*)

```

Test_Time(IN:=TRUE, PT:=t#20s);
IF ENCODER_LIN.rEnc_Pos > 78 OR iLoadCell_Output = 0 OR Test_Time.Q OR LD_END

```

THEN

```

    (*drive ten einde of kracht onder 0 Newton of het duurt te lang*)
    NextState:= LOSE_YARN;

```

```

        IF (StopState = RESTART) OR (StopState = READY_TO_START) OR (StopState =
CATCH_YARN) OR (StopState = OPEN_RG)
            OR (StopState = HOME_GRIPPERS_OPEN) THEN
            NextState := RESET_FROM_HOME;

        ELSIF (StopState = MOVE_GRIPPER OR StopState = UP_SPLICE OR StopState =
HOLD_YARN OR StopState = CUT_YARN_1 OR
            StopState = CUT_YARN_W OR StopState = CUT_YARN_2 OR StopState
= SPLICE
            OR StopState = OPEN_SPLICE OR StopState = TEST OR StopState =
LOSE_YARN OR StopState = PREPARE_HOME
            OR StopState = HOME_GRIPPERS_CLOSED) THEN
            NextState := CLOSE_GRIPPER_AT_TEST;
        END_IF

```

RESET\_FROM\_HOME: (\*15\*)

```

        IF ((SD_Home = TRUE) OR SD_Home_Prox) AND (LD_Home = TRUE OR
ENCODER_LIN.rEnc_Pos < 0.085) THEN
            NextState := READY_TO_START;
            SD_Home := FALSE;
            LD_Home := FALSE;
            Reset := FALSE;
        END_IF

```

CLOSE\_GRIPPER\_AT\_TEST: (\*16\*)

```

        ton_0(IN:=TRUE, PT:=t#2s);
        IF ton_0.Q THEN
            NextState := RESET_FROM_TESTPOSITION;
            ton_0(IN:=FALSE);
        END_IF

```

RESET\_FROM\_TESTPOSITION: (\*17\*)

(\*Grijpers zijn gesloten. De drives moeten naar home bewegen en de grijpers mogen na x seconden terug openen.\*)

```

        ton_1(IN:=TRUE, PT:=t#2s);
        TimerOver := FALSE;
        IF ton_1.Q THEN
            TimerOver := TRUE;
            ton_1(IN:=FALSE);
            NextState := OPEN_GRIPPER_AFTER_TEST;
        END_IF

```

OPEN\_GRIPPER\_AFTER\_TEST: (\*18\*)

```

        ton_2(IN:=TRUE, PT:=t#1s);
        TimerOver := FALSE;
        IF ton_2.Q THEN
            TimerOver:=TRUE;
            ton_2(IN:=FALSE);
        END_IF
        IF ((SD_Home = 1) OR SD_Home_Prox) AND (LD_Home = 1 OR
ENCODER_LIN.rEnc_Pos < 0.085) THEN
            NextState := READY_TO_START;
            Reset:=FALSE;
        END_IF

```

END\_CASE

(\* ----- END STATE DIAGRAM ----- \*)

(\* ----- CYCLE (outputs) ----- \*)

(\* digitale output sturen \*)

q0\_0\_CloseLG := (State=CATCH\_YARN) OR (State=OPEN\_RG) OR  
(State=MOVE\_GRIPPER) OR (State=UP\_SPLICE)  
OR (State=HOLD\_YARN) OR (State=CUT\_YARN\_1) OR  
(State=CUT\_YARN\_W) OR (State=CUT\_YARN\_2) OR  
(State=SPLICE) OR (State=OPEN\_SPLICE) OR  
(State=TEST) OR (State=PREPARE\_HOME)  
OR (State=HOME\_GRIPPERS\_CLOSED) OR (State =  
CLOSE\_GRIPPER\_AT\_TEST) OR (State=RESET\_FROM\_TESTPOSITION);  
(\*lange grijper wordt gesloten\*)

q0\_1\_CloseRG := ((State=READY\_TO\_START) AND NOT(OpenRG)) OR (State=CATCH\_YARN)  
OR (State=HOLD\_YARN)  
OR (State=CUT\_YARN\_1) OR (State=CUT\_YARN\_W) OR  
(State=CUT\_YARN\_2) OR (State=SPLICE)  
OR (State=OPEN\_SPLICE) OR (State=TEST) OR  
(State=LOSE\_YARN) OR (State=PREPARE\_HOME) OR  
OR (State=HOME\_GRIPPERS\_CLOSED)  
OR (State=HOME\_GRIPPERS\_OPEN);  
(\*radiaal grijper wordt gesloten\*)

q0\_2\_CloseSG := q0\_0\_CloseLG;

(\* (State=CATCH\_YARN) OR (State=OPEN\_RG) OR (State=MOVE\_GRIPPER)  
OR (State=UP\_SPLICE)  
OR (State=HOLD\_YARN) OR (State=CUT\_YARN\_1) OR  
(State=CUT\_YARN\_W) OR (State=CUT\_YARN\_2) OR  
(State=SPLICE) OR (State=OPEN\_SPLICE) OR  
(State=TEST) OR (State=PREPARE\_HOME)  
OR (State=HOME\_GRIPPERS\_CLOSED) OR (State =  
CLOSE\_GRIPPER\_AT\_TEST) OR (State=RESET\_FROM\_TESTPOSITION);\*)  
(\*korte grijper wordt gesloten\*)

q0\_3\_SpliceUp := (State=UP\_SPLICE) OR (State=HOLD\_YARN) OR (State=CUT\_YARN\_1) OR  
(State=CUT\_YARN\_W) OR (State=CUT\_YARN\_2) OR (State=SPLICE) OR (State=OPEN\_SPLICE) OR  
(State=TEST);  
(\*splice kamer is omhoog\*)

q0\_4\_MoveSD := (State=MOVE\_GRIPPER) OR (State=UP\_SPLICE) OR (State=HOLD\_YARN) OR  
(State=CUT\_YARN\_1) OR (State=CUT\_YARN\_W)  
OR (State=CUT\_YARN\_2) OR (State=SPLICE) OR  
(State=OPEN\_SPLICE) OR (State=TEST) OR (State=LOSE\_YARN)  
OR (State=PREPARE\_HOME) OR (State = CLOSE\_GRIPPER\_AT\_TEST);  
(\*beweegt korte drive naar het einde\*)

q0\_5\_SpliceClose := (State=HOLD\_YARN) OR (State=CUT\_YARN\_1) OR (State=CUT\_YARN\_W) OR  
(State=CUT\_YARN\_2) OR (State=SPLICE);  
(\*sluit de spicekamer\*)

q0\_6\_MakeSplice := NOT(State=SPLICE);  
(\*geeft persluchtstoot voor maken van de splice\*)

q0\_7\_CutYarn:= (State=CUT\_YARN\_1) OR (State=CUT\_YARN\_2);  
(\*knipt het garen\*)

q1\_2\_Filter:= NOT(State=RESTART);  
(\*luchtfiler moet in alle states aanliggen, behalve bij RESTART niet noodzakelijk\*)

(\* ----- END CYCLE ----- \*)



```

PROGRAM ENCODER_LIN
VAR_INPUT
bSetEncPos:                                BOOL;
rSetPos:                                    REAL; (* x 100 in HMI xxxx -> xxx.x *)
END_VAR

VAR_OUTPUT
bEnc_FW:                                    BOOL;
bEnc_REV:                                    BOOL;
bEnc_StandStill:                            BOOL;
rEnc_Pos:                                    REAL; (* incrementele sporen positie *)
END_VAR

VAR
xEnc_CNT_SET:                                BOOL;
PrevEnc_CTR:                                 WORD;
UpperPosLimit:                              WORD;
LowerPosLimit:                              WORD;
END_VAR

VAR RETAIN
iEncoderStandStillRes:                      WORD;
rEncPosRetaind:                              REAL:=0.075;
END_VAR

(*****
* KL5101: Incremental encoder interface *)
* Enc: A+A-/B+B-: 2048 inc *)
(*****
* KL5101 Operatingmode: 4-fold ( Register 32 setting. Use KS2000 software) *)
* in102_KL5101_CTR -> 2048 inc -> 2048 * 4 = 8192 -> 16#2000 (4 pulses A+,A-,B+,B-)*
*)
* CounterRange: in102_KL5101_CTR -> 16#0000 tot 16#FFFF *)
* Puls width overflow bit: Speed 500 Rpm. *)
* xEnc_Overflow : SET Changeover 65535 -> 0 *)
* RESET Counterval. > 21845 or Underflow *)
* -> Overflow: 1/3 Counter range = TRUE *)
*)
* Min Overflow duration: -> 319ms / 500Rpm *)
* in102_KL5101_CTR: (8192 * 500Rpm)/60s = 68266.66667 pulses/s *)
* Overflow freq: 68266.66667/65535 = 1.04168/s -> 959.9 ms *)
* 959.9ms / 3 = 319ms (overflow = 1/3 Counter Range) *)
*)
* Idem Underflow (CCW) *)
*)
* Counter range in102_KL5101_CTR: *)
* 1->16#0000-16#1FFF 5->16#8000-16#9FFF *)
* 2->16#2000-16#3FFF 6->16#A000-16#BFFF *)
* 3->16#4000-16#5FFF 7->16#C000-16#DFFF *)
* 4->16#6000-16#7FFF 8->16#E000-16#FFFF *)
*)
IF SYSTEMTASKINFOARR[1].firstCycle THEN
rSetPos := rEncPosRetaind;
bSetEncPos := TRUE;
(*ELSE
rEncPosRetaind := rEnc_Pos;*)
END_IF

(*bSetEncPos := TRUE;*)

```

```
out100_KL5101_Control.2 := xEnc_CNT_SET;
```

```
(* --- Set New Encoder position --- *)
```

```
IF bSetEncPos THEN
```

```
    out102_KL5101_RegData := REAL_TO_UINT(rSetPos/0.000040);
```

```
    IF (in102_KL5101_CTR<>out102_KL5101_RegData) THEN
```

```
        xEnc_CNT_SET := TRUE;
```

```
    ELSE
```

```
        xEnc_CNT_SET := FALSE;
```

```
        bSetEncPos := FALSE;
```

```
    END_IF
```

```
    bEnc_StandStill := TRUE;
```

```
ELSE
```

```
    xEnc_CNT_SET := FALSE;
```

```
(*POSITIE BEPALING*)
```

```
(*resolution 40 micrometer => positie = 40E(-6)*(ctr-value)*)
```

```
rEnc_Pos := 0.000040 * in102_KL5101_CTR;
```

```
(*RICHTING BEPALING*)
```

```
IF (in102_KL5101_CTR=PrevEnc_CTR) THEN
```

```
    bEnc_StandStill := TRUE;
```

```
ELSE
```

```
    LowerPosLimit := PrevEnc_CTR-iEncoderStandStillRes; (* bij WORD type -> 65535+10 =  
10 en 0-1= 65535 *)
```

```
    UpperPosLimit := PrevEnc_CTR+iEncoderStandStillRes; (* Gebruik van WORD type is  
handig om eenvoudig stilstand te detecteren *)
```

```
    bEnc_StandStill :=
```

```
    NOT((in102_KL5101_CTR>UpperPosLimit)OR(in102_KL5101_CTR<LowerPosLimit));
```

```
    END_IF
```

```
IF bEnc_StandStill THEN
```

```
    bEnc_FW := FALSE;
```

```
    bEnc_REV := FALSE;
```

```
(*ELSE
```

```
    IF Enc_Overflow_rTrig.Q THEN
```

```
        bEnc_FW := TRUE;
```

```
        bEnc_REV := FALSE;
```

```
    ELSIF Enc_Underflow_rTrig.Q THEN
```

```
        bEnc_FW := FALSE;
```

```
        bEnc_REV := TRUE;
```

```
    ELSIF xEnc_Overflow THEN
```

```
        IF (in102_KL5101_CTR<PrevEnc_CTR) THEN
```

```
            bEnc_FW := FALSE;
```

```
            bEnc_REV := TRUE;
```

```
        ELSE
```

```
            bEnc_FW := TRUE;
```

```
            bEnc_REV := FALSE;
```

```
        END_IF
```

```
    ELSIF xEnc_Underflow THEN
```

```
        IF (in102_KL5101_CTR>PrevEnc_CTR) THEN
```

```
            bEnc_FW := TRUE;
```

```
                bEnc_REV := FALSE;
ELSE
                bEnc_FW := FALSE;
                bEnc_REV := TRUE;
END_IF*)
ELSIF (in102_KL5101_CTR>PrevEnc_CTR) THEN
                bEnc_FW := TRUE;
                bEnc_REV := FALSE;
ELSIF (in102_KL5101_CTR<PrevEnc_CTR) THEN
                bEnc_FW := FALSE;
                bEnc_REV := TRUE;
ELSE
                bEnc_FW := FALSE;
                bEnc_REV := FALSE;
END_IF
END_IF
PrevEnc_CTR := in102_KL5101_CTR;
```

```
PROGRAM HOLD_LD
VAR
END_VAR
```

(\*Proportionele klep\*)

(\*De proportionele klep vraagt een analoge output  
type integer, 8bit  
stroom van 4 ... 20mA

```
Stel    20mA = 16#7FFF
        12mA = 16#3FFF
        4mA  = 16#0000
```

Bij 4mA beweegt de grijper naar de home positie, bij 20mA beweegt de grijper in de andere richting.  
\*)

```
IF      _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.RESTART OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.READY_TO_START OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CATCH_YARN OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.OPEN_RG OR

        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.UP_SPLICE OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.HOLD_YARN OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_1 OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_W OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_2 OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.SPLICE OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.OPEN_SPLICE OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.LOSE_YARN OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.PREPARE_HOME OR

        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.READY_TO_RESET OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.START_RESET OR
        _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CLOSE_GRIPPER_AT_TEST THEN
```

```
    q1_Prop_Valve:= 16#3FFF; (*lange drive blijft ter plaatse*)
```

```
END_IF
```

PROGRAM MOVE\_LD\_HOME

VAR CONSTANT

SetPoint: REAL:=0.075; (\*positie in meter waar je naartoe wil\*)  
Amplification: REAL:=163835;

END\_VAR

VAR\_INPUT  
END\_VAR

VAR\_OUTPUT  
FlowRate: INT;  
END\_VAR

VAR  
END\_VAR

(\*Proportionele klep\*)

(\*De proportionele klep vraagt een analoge output  
type integer, 8bit  
stroom van 4 ... 20mA

Stel 20mA = 16#7FFF  
12mA = 16#3FFF  
4mA = 16#0000

Bij 4mA beweegt de grijper naar de home positie, bij 20mA beweegt de grijper in de andere richting.  
)

IF \_SPLICE\_CYCLE.State = \_SPLICE\_CYCLE.HOME\_GRIPPERS\_CLOSED OR  
\_SPLICE\_CYCLE.State = \_SPLICE\_CYCLE.HOME\_GRIPPERS\_OPEN THEN

IF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos >= (1.3\*SetPoint) THEN  
q1\_Prop\_Valve := 16#0000; (\*lange drive beweegt met maximaal  
debiet achteruit\*)

ELSIF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos < (1.3\*SetPoint) AND ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos > SetPoint +  
0.01 THEN  
q1\_Prop\_Valve := 16#3FFF + REAL\_TO\_UINT((SetPoint -  
ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos)\*Amplification);

ELSIF SetPoint + 0.01 > ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos AND ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos > SetPoint -  
0.01 THEN  
q1\_Prop\_Valve := 16#3FFF; (\*lange drive staat stil\*)

ELSIF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos < Setpoint - 0.01 THEN  
q1\_Prop\_valve := 16#3FFF - REAL\_TO\_UINT((SetPoint -  
ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos)\*Amplification);  
END\_IF

END\_IF

(\*gebruik encoder inlezing om te bepalen wanneer grijpers open en toe moeten\*)

PROGRAM MOVE\_LD\_TO\_TEST

VAR CONSTANT

SetPoint: REAL:=0.3; (\*positie in meter waar je naartoe wil\*)

Amplification: REAL:=163835;

END\_VAR

VAR\_INPUT

END\_VAR

VAR\_OUTPUT

FlowRate: INT;

END\_VAR

VAR

END\_VAR

(\*Proportionele klep\*)

(\*De proportionele klep vraagt een analoge output

type integer, 8bit

stroom van 4 ... 20mA

4->20 dus Delta = 16

0->32767

Stel 20mA = 16#7FFF

12mA = 16#3FFF

4mA = 16#0000

Bij 4mA beweegt de grijper naar de home positie, bij 20mA beweegt de grijper in de andere richting.

\*)

IF \_SPLICE\_CYCLE.State = \_SPLICE\_CYCLE.MOVE\_GRIPPER THEN

IF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos <= (0.7\*SetPoint) THEN

q1\_Prop\_Valve := 16#7FFF; (\*lange drive beweegt met maximaal debiet vooruit\*)

ELSIF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos > (0.7\*SetPoint) AND ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos < SetPoint - 0.01 THEN

q1\_Prop\_Valve := 16#3FFF + REAL\_TO\_UINT((SetPoint - ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos)\*Amplification);

ELSIF SetPoint + 0.01 > ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos AND ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos > SetPoint - 0.01 THEN

q1\_Prop\_Valve := 16#3FFF; (\*lange drive staat stil\*)

ELSIF ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos > Setpoint + 0.01 THEN

q1\_Prop\_valve := 16#3FFF - REAL\_TO\_UINT((SetPoint - ENCODER\_LIN.rEnc\_Pos)\*Amplification);

END\_IF

END\_IF

(\*Hier moet nog +12mA gedaan worden. Welke integerwaarde stemt hiermee overeen?\*)

```
PROGRAM TEST
VAR CONSTANT
```

```
    OutputStep:      INT := 200; (*Is in orde*)
```

```
    StartValue:     INT := 200; (*moet nog aangepast worden, naar 12mA*)
```

```
END_VAR
```

```
VAR
```

```
    ton1:           TON;
```

```
    a:              BOOL;
```

```
END_VAR
```

```
(*Proportionele klep*)
```

```
(*De proportionele klep vraagt een analoge output  
type integer, 8bit  
stroom van 4 ... 20mA
```

```
Stel    20mA = 16#7FFF  
        12mA = 16#3FFF  
        4mA  = 16#0000
```

```
Bij 4mA beweegt de grijper naar de home positie, bij 20mA beweegt de grijper in de andere richting.  
*)
```

```
IF _SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.TEST THEN
```

```
    (*WHILE q1_Prop_Valve < 16#7FFF DO
```

```
        ton1(IN:=TRUE, PT:=t#0.2s);
```

```
        IF ton1.Q THEN
```

```
            q1_Prop_Valve := q1_Prop_Valve + OutputStep;
```

```
        ton1(IN:=FALSE);
```

```
        END_IF
```

```
    END_WHILE*)
```

```
    q1_Prop_Valve := 16#5FFF;
```

```
END_IF
```

PROGRAM \_LOAD\_CELL\_SIMULATION

VAR\_OUTPUT

END\_VAR

(\* Krachtcel levert analoge input, type integer. Signed, 16bit => -32766 -> +32767= 16#7FFF  
Integer omzetten naar spanning via 10V <-> 16#7FFF  
Veronderstel bereik krachtsensor 0-200N, dan 10V <-> 200N of 1V <-> 20N

Startwaarde sensoruitlezing 6.1N = 0.3 V = 1000

Dan oplopend tot 32767

Dan constante vanaf nul

Deze simulatie gaat ervan uit dat de 200N bereikt werd. Andere stopwaarden dan 16#7FFF zijn mogelijk.

Ook oplopen met timer of stoppen op drukknop is mogelijk

Krachtsensor levert output 1N vanaf systeem in TEST-state komt\*)

IF \_SPLICE\_CYCLE.State = \_SPLICE\_CYCLE.TEST THEN

    iLoadCell\_Output := iLoadCell\_Output + 100;

    IF (iLoadCell\_Output > 32700) THEN

        iLoadCell\_Output := 0;

    END\_IF

END\_IF



```

PROGRAM _VISUALIZATION
VAR
    sInfoLine_1          : STRING := 'PLC StartUp'; (* default text *)
    sInfoLine_2          : STRING := 'Wait for PLC communication ...';
    sInfoLine_3          : STRING := 'Wait for PLC communication ...';
END_VAR

IF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.RESTART) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'RESTART';
    sInfoLine_3 := 'Press [PowerOn]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.READY_TO_START) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'READY_TO_START: Radiaalgrijper manueel bedienen. Erna start.';
    sInfoLine_3 := 'Press [Start] OR [Manual open radial gripper] OR [Manual close radial gripper]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CATCH_YARN) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'CATCH_YARN: Parallele grijpers moeten sluiten.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.OPEN_RG) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'OPEN_RG: Radiale gripper moet openen.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.MOVE_GRIPPER) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'MOVE_GRIPPER: Lange en korte drive bewegen naar posities.';
    sInfoLine_3 := 'Press [SD END] en [LD TEST]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.UP_SPLICE) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'UP_SPLICE: Splicekamer moet omhoog bewegen.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.HOLD_YARN) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'HOLD_YARN: Radiaalgrijper en splicekamer moeten sluiten.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_1) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'CUT_YARN_1: De garens worden een eerste keer geknipt.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_W) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'CUT_YARN_W: We wachten even tussen het knippen.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CUT_YARN_2) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'CUT_YARN_2: De garens worden een tweede maal geknipt.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.SPLICE) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'SPLICE: Splice moet gemaakt worden.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.OPEN_SPLICE) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'OPEN_SPLICE: Splicekamer moet openen.';
    sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.TEST) THEN
    sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
    sInfoLine_2 := 'TEST: De lange drive voert test uit door naar het einde te bewegen.';
    sInfoLine_3 := 'Press [FORCE ZERO] or [LD END]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.LOSE_YARN) THEN

```

```

sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'LOSE_YARN: De parallelle grijpers openen, de splicekamer beweegt naar beneden.';
sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.PREPARE_HOME) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'PREPARE_HOME: Parallele grijpers moeten sluiten.';
sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.HOME_GRIPPERS_CLOSED) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'HOME_GRIPPERS_CLOSED: De drives bewegen naar homepositie, grijpers gesloten.';
sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.HOME_GRIPPERS_OPEN) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'HOME_GRIPPERS_OPEN: De drives bewegen naar homepositie, grijpers open.';
sInfoLine_3 := 'Press [LD HOME] and [SD HOME]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.READY_TO_RESET) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'READY_TO_RESET: Wacht op signaal om reset-cyclus te starten.';
sInfoLine_3 := 'Press [RESET]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.START_RESET) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'START_RESET: Bepaalt welke resetcyclus wordt gevolgd.';
sInfoLine_3 := 'Automatische overgang';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.RESET_FROM_HOME) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'RESET_FROM_HOME: De drives bewegen naar homepositie, grijpers open.';
sInfoLine_3 := 'Press [LD HOME] and [SD HOME]';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.CLOSE_GRIPPER_AT_TEST) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'CLOSE_GRIPPER_AT_TEST: De grijpers worden gesloten.';
sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.RESET_FROM_TESTPOSITION) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'RESET_FROM_TESTPOSITION: De drives bewegen naar homepositie, grijpers toe.';
sInfoLine_3 := 'Timer';
ELSIF (_SPLICE_CYCLE.State = _SPLICE_CYCLE.OPEN_GRIPPER_AFTER_TEST) THEN
sInfoLine_1 := 'Splice Cyclus: demo';
sInfoLine_2 := 'OPEN_GRIPPER_AFTER_TEST: De drives bewegen naar homepositie, grijpers open.';
sInfoLine_3 := 'Press [LD HOME] and [SD HOME]';
END_IF

```