

Ontwerp van ril-& lasmachine voor zelfklevende beschermfolie & buisfolie

Mathisse Vanspeybrouck
Studentennummer: 01601283

Promotoren: Bart Vanwalleghem, dhr. David Verheust (Clem)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master of Science in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Academiejaar 2019-2020

Ontwerp van ril- & lasmachine voor zelfklevende beschermfolie & buisfolie

Mathisse Vanspeybrouck
Studentennummer: 01601283

Promotoren: Bart Vanwalleghem, dhr. David Verheust (Clem)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master of Science in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Academiejaar 2019-2020

Voorwoord

Een student krijgt vaak te horen dat hij moet genieten van de jaren aan de universiteit. Nochtans komt er veel werk bij kijken. Maar mijn 4 jaar durende studententijd heb ik niet als een zware, langdurige periode ervaren, integendeel. Ik heb die jaren met plezier beleefd. Zeker ook het laatste jaar, waar veel tijd in deze masterproef kroop. De uitgebreide kennis die ik in de jaren voordien heb opgedaan, kon ik hierin allemaal kwijt.

Bij het kiezen van een masterproef werd duidelijk dat ik een breed onderwerp wou. Het ontwerpen van een rila- en lasmachine voldeed hier zeker aan deze doelstellingen. Zo moest er onderzoek gedaan worden, diende er een praktische realisatie gemaakt te gebeuren. Er werd zelf geprogrammeerd en leveranciers gecontacteerd. Het was een hele uitdaging, maar zeker een genoeg om deze machine te ontwerpen. Vanaf de eerste tot de laatste dag werd er toegeleefd naar de dag waarop gezegd kon worden: “Het is me gelukt, ik heb dit verwezenlijkt?”.

Het is vanzelfsprekend dat dit enkel kon gebeuren met de nodige begeleiding. Hierbij wil ik vooral mijn beide promotoren, dhr. David Verheust en dhr. Bart Vanwalleghem bedanken voor de opvolging en goede raad bij deze masterproef. Jullie reikten mij de nodige kennis aan, ondersteuning en vooral de kans om dit project te verwezenlijken.

Natuurlijk wil ik ook alle onderwijzers, docenten en professoren bedanken die mij door de jaren heen de mogelijkheid gaven om mijn kennis te verbreden. Elk van jullie hebben mij een leerrijke maar vooral aangename periode bezorgd.

Ook de werknemers van het bedrijf Clem NV wil ik bij deze mijn dank uitdrukken voor de steun bij het praktisch realiseren van de machine.

Het is logisch dat ik ook mijn beide ouders bedank voor de kansen die ze mij al die jaren hebben gegeven. Zonder hen had ik dit alles niet gerealiseerd. Ik ben hen dan ook dankbaar voor al hun steun elke dag opnieuw.

Preamble

Tijdens de laatste maanden van deze masterproef brak het Covid-19 virus uit. De regering was hierdoor verplicht enkele noodzakelijke maatregelen te treffen om de kracht van het virus af te remmen. Deze maatregelen hadden enkele zware gevolgen voor deze masterproef. Zo was het vanaf 16 maart verboden om nog fysiek aanwezig te zijn op het bedrijf.

In een poging om het project toch nog zo ver als mogelijk proberen af te werken moest al de hardware: PLC, HMI, encoder, drive, ... verplaatst worden naar mijn woonst. Ook werden de laatste onderdelen besteld van thuis uit via emailcommunicatie. Hierdoor kon er thuis nog verder worden gewerkt aan dit project. Zo werd de volledige software geschreven en getest tot waar mogelijk. Het praktisch vervaardigen van de machine kon niet gebeuren omdat aanwezigheid op het bedrijf hiervoor een noodzaak is.

Abstract

Het ontwerp van een ril-en lasmachine voor het bedrijf Clem NV uit Kortrijk is zowel een theoretische als praktische masterproef. Clem NV verwerkt kunststof plaatmateriaal op vraag van de klant. De bedoeling van dit project is om een machine te maken die bescherm- en buisfolie kan rillen en sealen om zo een perfect afgewerkt en beschermd product aan de klant te kunnen bezorgen. Hierdoor worden de pijnpunten van het manueel versnijden van folie weggewerkt en kan het productieproces geautomatiseerd worden in één machine.

De machine moet drie functies combineren: rillen, sealen en slitten. Voordat het geheel kon bekeken worden moest eerst onderzoek gedaan worden per module. Zo werd er contact opgenomen met een bedrijf dat gespecialiseerd is het maken van industriële messen. Hier werd een mes aangekocht dat speciaal gemaakt is voor het rillen van folie. Ook voor het sealen van de buisfolie werd medewerking gevraagd aan een Duits bedrijf. Er zijn verschillende modules aangekocht die nodig waren om de folie op een gecontroleerde en veilige manier dicht te lassen. Het slitten van de folie, of wel het op maat versnijden van een moederrol, werd mogelijk door het zelf ontwerpen van een breekmeshouder. Dit onderdeel werd dan ge-3D-print. Ook zijn er berekeningen gemaakt om de motor en rem te dimensioneren.

Nadat alle hoofdonderdelen gekend waren, kon aan het ontwerp van de machine begonnen worden. Hierbij werd er hoofdzakelijk gebruik gemaakt van aluminium profielen als constructiemateriaal. Er zijn ook eigen onderdelen gedraaid en gefreesd om bijvoorbeeld de rollen folie op te spannen en te laten draaien. Om het geheel te automatiseren is gebruik gemaakt van pneumatica. Hierbij werden de nodige dimensioneringen gemaakt. Om alles op een veilige manier elektrisch te voeden is een elektrische kast ontworpen. Hierin zitten de hoofdonderdelen: de drive, de PLC en de aanstuuronderdelen voor de sealdraad. Wanneer alle ontwerpen klaar waren kon het geheel praktisch gerealiseerd worden. Dit alles diende nog geautomatiseerd te worden. Als interface wordt er gebruik gemaakt van een HMI. Hierdoor is het mogelijk om de bewerkings- en nodige instelparameters te kiezen.

Dit ontwerp heeft zowel economische als ecologisch voordelen voor het bedrijf. Zo wordt er minder afval geproduceerd en is er minder kans op krassen. Ook is er hierdoor een kleinere stock nodig.

Extended abstract

I INLEIDING

A. Clem NV

Clem NV is een familiebedrijf gevestigd in Kortrijk. Het bedrijf is gespecialiseerd in het verwerken van kunststofplaatmateriaal. Door de jaren heen heeft het bedrijf veel ervaring opgedaan in het verwerken van transparante materialen en thermoplasten. Hun machinepark bevat een veelvoud aan technieken waarmee de moeilijkste onderdelen kunnen gemaakt worden.



Figuur 0-1: Logo Clem

B. Ril-en lasmachine

Kunststof is een zeer fragiel materiaal. Het is namelijk erg krasgevoelig. Hierdoor moet het product zowel tijdens de bewerking, als tijdens het verzenden, beschermd worden. Dit wordt voorlopig gedaan met behulp van manueel versneden kleeffolie die op de kunststof wordt bevestigd. Het product kan ook in een buisfolie worden gestopt.

Het versnijden van deze twee types folie gebeurt met een klassiek breekmes. Dit is een tijdrovend proces dat niet altijd even nauwkeurig verloopt. Ook werd de folie soms versneden wanneer dit al op het product aanwezig was, waardoor de kans op krassen toenam.

Om deze problemen op te lossen heeft Clem NV deze masterproef uitgeschreven. Het maken van een machine die dit proces automatiseert heeft vele voordelen. De verpakking op maat oogt professioneler. Ook is er minder kans op krassen of beschadiging van het product. Tevens is dit een

milieubewuste oplossing aangezien er minder afval overblijft. Het belangrijkste voordeel is de kostenbesparing die de machine met zich meebrengt. Zo moet er minder tijd in het manueel versnijden van de folie gestopt worden en is er minder kans dat een product opnieuw gemaakt dient te worden door beschadiging.

II. DOELSTELLINGEN

Het doel van deze opdracht is om een machine te ontwerpen die in staat is om standaardrollen bescherm- en buisfolie, met een breedte van maximaal 1 meter, af te rollen naar een nieuwe rol. Tijdens deze beweging moet de machine drie verschillende bewerkingen kunnen uitvoeren op de folie: slitten, rillen en lassen.

Een eerste operatie is het 'slitten'. Bij dit proces wordt een moederrol folie opgesplitst in twee nieuwe rollen met de gewenste breedte. Dit gebeurt door de moederrol af te rollen en in de lengte te versnijden.

Ook moet de machine in staat zijn de folie te 'rillen'. Dit is het aanbrengen van een scheurlijn (ril) waardoor de folie op de gewenste lengte van de rol kan worden afgescheurd. De bedoeling is dat na het scheuren de ril zo goed als onzichtbaar is.

De laatste functie die de machine dient te hebben is het aanbrengen van een seal/las. Hierdoor kan van buisfolie zakken worden gemaakt waarin de gefabriceerde producten veilig kunnen worden opgeborgen.

Deze drie functies moeten allemaal door één machine vervuld worden. Het instellen van de machineparameters zoals de lengte, het aantal stuks, als de gewenste bewerking gebeurt aan de hand van een HMI (human machine interface). In deze HMI dient ook een bibliotheek aanwezig te zijn waarin de bestaande instellingen kunnen worden opgeroepen aan de hand van hun productiecode.

Ook moet er een veiligheidsstudie gebeuren op de machine om de veiligheid van de gebruiker steeds te garanderen.

III. Resultaten

Vooraleer aan het ontwerp van de machine te beginnen, werd vooraf een marktstudie gemaakt. Tijdens dit onderzoek werden er machines onderzocht die dezelfde doelen hebben, bijvoorbeeld rillen. Er werd eveneens gezocht naar bestaande machines die volledig dezelfde functionaliteit hebben, deze zij het dan wel voor massaproductie. Ook is er een bezoek gebracht aan een grootte kuststofbeurs in Düsseldorf, de K-Messe.

Met de informatie uit de marktstudie werd begonnen aan het onderzoek hoe elke deelfunctie van de machine moest aangepakt worden. Allereerst werd het rillen bekeken. Hiervoor werd contact opgenomen met een bedrijf gespecialiseerd in het ontwerpen en produceren van snijtools. Dit bedrijf, Fortisblades, heeft uitleg gegeven over de verschillende snijmethodes. De methodes die mogelijk waren, het vrijsnijden en het druksnijden werden getest op een zelfgemaakte testopstelling. Aan de hand van de testresultaten kon besloten worden om gebruik te maken van de vrijsnijmethode. Bij deze methode wordt de folie geperforeerd door de scherpte en de snelheid van het mes. [1],[2]

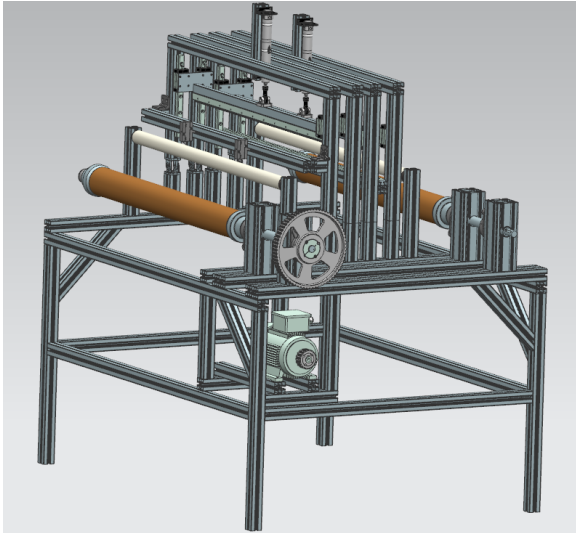
Er moest ook onderzoek verricht worden naar het lassen van buisfolie. Eerst werd met behulp van het nodige elektrisch materiaal, een gloeidraad van een plooibank opgewarmd tot de smelttemperatuur van de folie, 115°C. Nadien gebeurde dit opnieuw met een reserve sealdraad van een bestaande sealbank. Wanneer dit tot een goed einde gebracht was, diende op zoek te worden gegaan naar de nodige hardware om deze sealdraad aan te sturen. Uiteindelijk werd er contact opgenomen met het bedrijf Ropex uit Duitsland. Dit bedrijf is gespecialiseerd in de hard- en software voor sealtoepassingen. Het correct dimensioneren van de nodige hardware, zoals de transformator, controller, sealdraad, ... gebeurde dan ook door Ropex. Alsook werd een stuk folie opgestuurd, om

de correcte seal- en koeltijd te bepalen en een zo sterk en esthetisch mogelijke las te bekomen. [3],[4]

Tot slot moest nog een strategie gevonden worden voor het slitten. In het bedrijf wordt folie versneden door gebruikt te maken van een standaard Stanley breekmes. Omdat dit een eenvoudig en goedkope manier van werken is, waarvan de werking bewezen is, werd dit ook op de machine gebruikt. Het enige probleem hierbij was dat er geen houders op de markt zijn om deze messen te bevestigen. Daarom werd dit zelf ontworpen en ge-3D-print door een extern bedrijf. Bij het ontwerp werd er voor gezorgd dat bij breuk van een fragiel onderdeel, de houder toch opnieuw kan worden gebruikt.

Het afrollen van de folie van de ene op de ander rol moet aangedreven worden. Al snel werd er gekozen om gebruik te maken van een elektromotor met drive. Deze moest natuurlijk gedimensioneerd worden, hiervoor werden dan de nodige berekeningen gemaakt.

Nadat alle hoofdcomponenten bepaald waren kon het ontwerp van de machine aangepakt worden. Er werd geopteerd om gebruik te maken van aluminium profielen. Dit door hun eenvoud en de mogelijkheid om snel wijzigingen te kunnen aanbrengen. Nadat de nodige tekeningen werden opgevraagd kon aan het 3D CAD model begonnen worden. Ondertussen werd ook contact opgenomen met de leveranciers voor de nodige hulponderdelen zoals lineaire geleidingen, lagers, geleidingsrollen, tandwielen ... In Figuur 0-2 is de samenstellingstekening van de machine weergegeven.



Figuur 0-2: Samenstellingstekening

Ook moest de nodige pneumatica, om de sealbalk en het rilmes aan te sturen, gedimensioneerd worden. Hiervoor werden de nodige berekeningen gemaakt. Er werden eveneens offertes gevraagd voor de nodige elektrische componenten zoals een PLC, beveiligingsapparatuur, HMI, ...

Tijdens het ontwerpproces werd er ook rekening gehouden met de veiligheid van de gebruiker. Om er zeker van te zijn dat deze te allen tijde gegarandeerd blijft is er ook een risicoanalyse uitgevoerd op de machine. Uit de resultaten bleek dat sommige onderdelen afgeschermd moeten worden ter bescherming van de gebruiker, eveneens dient er signalisatie op de machine bevestigd te worden als waarschuwing.

Wanneer het geheel op punt stond kon alles besteld worden en kon aan het praktisch gedeelte begonnen worden. Tevens werd de nodig software geprogrammeerd om een werkende machine te bekomen.

IV. BESLUIT

Ondanks de weinige voorkennis over snijden en sealen van folie werd er toch een mooi resultaat behaald. Het ontwerpen gebeurde in verschillende fasen. Eerst werd elke functionaliteit afzonderlijk onderzocht en getest. Wanneer dit op punt stond werd alles virtueel uitgetekend en gedimensioneerd. Door het COVID-19 virus dat momenteel de wereld teistert kon de praktische realisatie niet afgewerkt worden. Alle nodige onderdelen om de machine te maken zijn geleverd. De constructie van de aluminium profielen is gemaakt, alsook een deel van de elektrische kast. Ook de PLC-software is zoveel mogelijk geschreven en getest.

V. REFERENTIES

- [1] 'Snijtechnieken - Callier'. <https://www.callier.be/nl/snijtechnieken/> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [2] Y. Namba en H. Tsuwa, 'Cutting Process of Plastics by Thin Knives', in *Proceedings of the Nineteenth International Machine Tool Design and Research Conference: held in Manchester, 13th – 15th September, 1978*, B. J. Davies, Red. London: Macmillan Education UK, 1979, pp. 461–468.
- [3] A. Majumdar en D. D. Kale, 'Properties of films made from ternary blends of metallocene and conventional polyolefins', *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 81, nr. 1, pp. 53–57, 2001, doi: 10.1002/app.1412.
- [4] 'RES temperature controllers - ROPEX Industrie-Elektronik GmbH'. <https://ropex.de/en/products/temperature-controllers/resistron.html> (geraadpleegd apr. 27, 2020).

Extended abstract

A. Clem NV

Clem NV is a family owned business located in Kortrijk. The company distinguishes itself in the processing of plastic sheet material. Over the years, the company has gained a lot of experience in processing transparent materials and thermoplastics. Their machinery contains a multitude of techniques whereby the most difficult parts can be made.



Figure 1: Logo Clem

B. Creasing and welding machine

Plastic is a very fragile material. It is very sensitive to scratches. As a result, the product must be protected during processing and shipping. This is done provisionally using manually cut adhesive film that is attached to plastic. The product can also be put in a tubular film.

These two types of foil are cut with a classic box cutter. This is a time-consuming process that was not always accurate. Also, sometimes the foil was cut when it was already attached to the product, which could lead to scratches.

To solve these problems, Clem NV has written this master's thesis. Making a machine that automates this process has many advantages. The custom packaging looks more professional. There is also less chance of scratches or damage to the product. This is also an environmentally conscious solution as less waste will be generated. The main advantage, otherwise, is the cost savings that the machine heals. This means that less time has to be spent on manually cutting the film and there is less chance that a product has to be made again due to damage.

II. OBJECTIVES

The intention of this assignment is to design a machine that is able to unroll standard rolls of protective and tubular film, with a maximum width of 1 meter, into a new roll. During this movement, the machine must be able to perform three different operations on the film: slitting, creasing and sealing.

The first operation is "slitting". During this process, a master roll of film is split into two new rolls of the desired width. This is done by unrolling the main roll and cutting it lengthwise.

The machine must also be able to "crease" the foil. This is the application of a tear line through which the foil can be torn off the roll in the desired length. The intention is that after tearing the crease is practically invisible.

The last function that the machine has to have is to apply a seal / weld. This makes it possible to make bags from tubular film in which the manufactured products can be stored safely.

These three functions must all end up in one machine. The setting of the machine parameters such as the length and the number of pieces, as well as the desired machining must be done by using an HMI (human machine interface). This HMI must also have a library where existing institutions can be called up by using their production code.

A safety study must also be carried out on the machine to ensure the safety of the user at all times.

II. RESULTS

Before starting to design the machine, a market survey was conducted. During this study machines were investigated that have the same goals, for example creasing. There has also been looked for existing machines that have completely the same functionality, who were invented for mass production. There has been a visitation to a large coastal fabric fair in Düsseldorf, the K-Messe.

With the information of the market survey, an investigation was started into how to deal with each partial function of the machine. First, the creasing was examined. A company specializing in the designing and manufacturing of cutting tools was contacted. This company, Fortisblades, has explained the different cutting methods. The methods that were possible, the free cutting and the pressure cutting, were tested on a selfmade test set-up. After this, the decision was made to use the free cutting method. In this method, the foil is perforated by the sharpness and the speed of the knife. [1], [2]

Research also had to be conducted into welding of tubular film. First, with the aid of the necessary electrical material, a filament of a folding bench was heated to the melting temperature of the foil, 115 ° C. Afterwards this was repeated with a spare sealing wire from an existing seal bank. When this was completed successfully, the necessary hardware had to be found to drive this sealing wire. Eventually, the company Ropex from Germany was contacted. They specialize in the hardware and software for sealing applications. Correctly dimensioning the necessary hardware, such as the transformer, controller, sealing wire, etc. was done by Ropex. Also a piece of foil was sent to determine the correct sealing and cooling time and to obtain the strongest and most aesthetic weld as possible. [3], [4] A. Clem NV

Finally a strategy had to be found for slitting. The foil is cut by using a standard Stanley box cutter. Because this is a simple and inexpensive way of working, this has been proven, it was also

implemented on the machine. The only problem with this was that there are no holders on the market to attach these knives. That is why this was self-designed and 3D-printed by an external company. During the design, care was taken to ensure that the holder can be reused if a fragile part breaks.

Rolling the film from one roll to the other has to be driven. It was soon decided to use an electric motor with a drive. Of course, this had to be dimensioned, for which the necessary calculations were made.

After all main components were determined, the design of the machine could start. It was decided to use aluminum profiles. This is due to their simplicity and the possibility to make changes quickly. After the necessary drawings were requested, the 3D CAD model could be started. Meanwhile, contact was made with the necessary suppliers for the auxiliary parts such as linear guides, bearings, guide rollers, gears ... Figure II shows the assembly drawing of the machine.

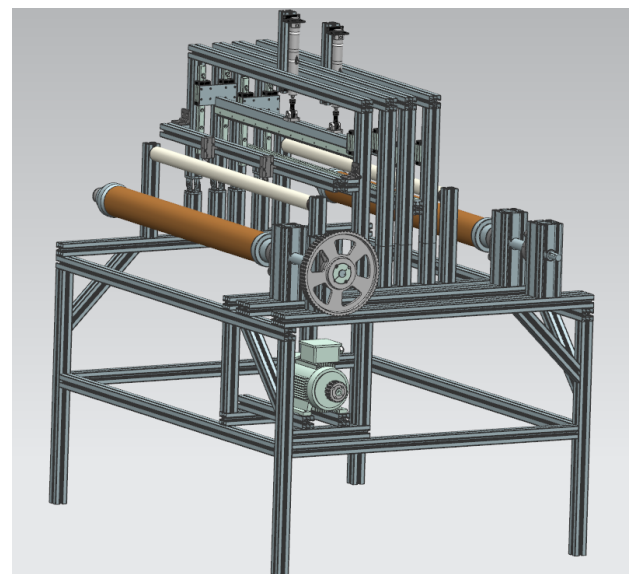


Figure II: Assembly

The necessary pneumatics to control the sealing bar and the creasing knife had to be dimensioned. The necessary calculations were made for this. A quote was also requested for the necessary electrical components such as a PLC, security equipment, HMI,...

The safety of the user was also taken into account during the design process. A risk analysis has also been carried out on the machine to be sure that the safety is guaranteed at all time. The results showed that some parts should be shielded to protect the user, and signs should be attached to the machine as a warning.

When everything was ready, everything could be ordered and the practical part could be started. The necessary software was also programmed to obtain a working machine.

IV. DECISION

Despite the little prior knowledge about cutting and sealing foil, a good result was nevertheless achieved. The design was done in several stages. First, each functionality was examined and tested individually. When this was done, everything was designed and dimensioned virtually. Due to the COVID-19 virus that is currently afflicting the world, the practical realization could not be completed. All the necessary parts to make the machine are supplied. The construction of the aluminum profiles is made, as well as part of the electrical box. The PLC software has also been written and tested as much as possible.

V. REFERENCES

- [1] 'Snijtechnieken - Callier'.
<https://www.callier.be/nl/snijtechnieken/>
(geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [2] Y. Namba en H. Tsuwa, 'Cutting Process of Plastics by Thin Knives', in *Proceedings of the Nineteenth International Machine Tool Design and Research Conference: held in Manchester, 13th – 15th September, 1978*, B. J. Davies, Red. London: Macmillan Education UK, 1979, pp. 461–468.
- [3] A. Majumdar en D. D. Kale, 'Properties of films made from ternary blends of metallocene and conventional polyolefins', *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 81, nr. 1, pp. 53–57, 2001, doi: 10.1002/app.1412.
- [4] 'RES temperature controllers - ROPEX Industrie-Elektronik GmbH'.
<https://ropex.de/en/products/temperature-controllers/resistron.html> (geraadpleegd apr. 27, 2020).

Inhoudsopgave

VOORWOORD	I
PREAMBULE.....	II
ABSTRACT	III
EXTENDED ABSTRACT	IV
EXTENDED ABSTRACT	VII
INHOUDSOPGAVE	X
LIJST VAN TABELLEN.....	XIII
LIJST VAN FIGUREN	XIV
1 INLEIDING	1
1.1. Situering	1
1.2. Probleemstelling	1
1.3. Doelstellingen	2
1.4. Projectaanpak	3
2 ANALYSE VAN DE HUIDIG SITUATIE	4
2.1. Huidig systeem	4
2.2. Soorten folies	4
3 MARKTSTUDIE	6
3.1. Amutek TS-R.....	6
3.2. Rilmachines	8
3.3. Sealmachines.....	9
3.4. Slitmachines	10
4 RILLEN	11
4.1. Snijmethodes	11
4.1.1. Vrijsnijden	11
4.1.2. Schaarsnijden	11
4.1.3. Druksnijden	12

4.2. Testen rilmethodes	12
4.2.1. Testen druksnijden	12
4.2.2. Testen vrijsnijden	13
4.2.3. Testen schaarsnijden	13
4.3. Conclusie	13
5 LASMETHODE	14
5.1. Onderzoek	14
5.1.1. Test gloeidraad plooi bank	14
5.2. Sealdraad	15
5.2.1. Test sealdraad	16
5.3. Aanstuuronderdelen	17
5.3.1. Werking	17
6 SLITTEN FOLIE	18
6.1. Slitmethode	18
7 DIMENSIONERING AANDRIJVING	19
7.1. Nodig vermogen motor	19
7.2. Type motor	20
7.3. Aansturen motor	20
8 ONTWERP EN BEREKENINGEN CONSTRUCTIE	21
8.1. Functionele eisen	21
8.1.1. Aanbrengen en opspannen folie	21
8.1.2. Reductie motortoerental	24
8.1.3. Strak spannen folie	24
8.1.4. Mechanisme sealen	25
8.1.5. Mechanisme rillen	26
8.1.6. Slitten folie	27
8.2. Samenstelling machine	28
8.3. Dimensioneren persluchtleiding	30
9 ELEKTRISCHE OPBOUW	32
9.1. Elektrisch schema	32
9.1.1. 3fasige 1.5kW motor + 1.5kW Danfoss drive FC 302	32
9.1.2. Hardware sealing	32
9.1.3. S7-1200 PLC Siemens	33
9.1.4. Extra	33
9.2. Bouw elektrische kast	33
10 SOFTWARE	34
10.1. Communicatie	34
10.1.1. Overzicht hardware	34
10.2. Flowchart code	36
10.2.1. Initialiseren	37

10.2.2. Manueel	37
10.2.3. Afrollen/slitten	37
10.2.4. Rillen.....	38
10.2.5. Sealen	38
10.2.6. Error	39
10.2.7. Bibliotheek	40
11 VEILIGHEIDSTUDIE	41
11.1. Risicoanalyse	41
11.2. CE-markering.....	43
12 DUURZAAMHEID	44
12.1. Ecologische duurzaamheid.....	44
12.2. Economische duurzaamheid	44
12.2.1. Kostprijsreductie	44
BESLUIT.....	45
LITERATUURLIJST	46
BIJLAGE	47
A. Datasheet folies.....	47
B. Technische tekening rilmes	49
C. Elektrisch schema Ropex.....	50
D. Excel sheet dimensioneren motor	51
E. 2D Tekeningen	52
F. Datasheet lager	57
G. Datasheet tandriemen	58
H. Elektrisch schema.....	59
I. Kostprijsberekening machine.....	64

Lijst van tabellen

<i>Tabel 2-1: Parameters datasheet folie</i>	<i>5</i>
<i>Tabel 8-1: Vergelijking reductiemethodes</i>	<i>24</i>
<i>Tabel 10-1: Adressering hardware</i>	<i>34</i>
<i>Tabel 10-2: Overzicht adressen inputs/outputs.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabel 11-1: Factoren ernst (E)</i>	<i>41</i>
<i>Tabel 11-2: Factoren blootstelling (B)</i>	<i>41</i>
<i>Tabel 11-3: Factoren waarschijnlijkheid (W)</i>	<i>42</i>
<i>Tabel 11-4: Risicofactoren</i>	<i>42</i>
<i>Tabel 11-5: Risicoanalyse</i>	<i>42</i>

Lijst van figuren

<i>Figuur 0-1: Logo Clem</i>	IV
<i>Figuur 0-2: Samenstellingstekening</i>	VI
<i>Figuur 1-1: Clem NV</i>	1
<i>Figuur 2-1: Huidig systeem</i>	4
<i>Figuur 2-2: Overzicht folies</i>	4
<i>Figuur 3-1: Amutek TS-R</i>	6
<i>Figuur 3-2: Plooivormen</i>	6
<i>Figuur 3-3: Eigenschappen Amutac TS-R</i>	7
<i>Figuur 3-4: GPM 350 SA</i>	8
<i>Figuur 3-5: RPM 350</i>	8
<i>Figuur 3-6: Sealboy magneta</i>	9
<i>Figuur 3-7: SMS.350/500/700/1000.PN2</i>	9
<i>Figuur 3-8: Sealtang Z.350G</i>	9
<i>Figuur 3-9: MIURA II WALLPAPER</i>	10
<i>Figuur 3-10: Machine Interni Film</i>	10
<i>Figuur 4-1: Vrijsnijden</i>	11
<i>Figuur 4-2: Schaarsnijden</i>	11
<i>Figuur 4-3: Druksnijden</i>	12
<i>Figuur 4-4: Testopstelling rillen, 3D tekening</i>	12
<i>Figuur 4-5: Stansmes</i>	12
<i>Figuur 4-6: Perforeermes</i>	13
<i>Figuur 5-1: Schema, opstelling en resultaat test</i>	15
<i>Figuur 5-2: Reparatieset SMS-1000</i>	15
<i>Figuur 5-3: Test sealdraad 1m</i>	16
<i>Figuur 5-4: Ropex RES 440, RES 5010</i>	17
<i>Figuur 5-5: Rotary coding switch</i>	17
<i>Figuur 6-1: Scheermes Calier</i>	18
<i>Figuur 6-2: Stanley 1992 11-921</i>	18
<i>Figuur 7-1: Schets opstelling</i>	19
<i>Figuur 8-1: As met recht vlak</i>	21
<i>Figuur 8-2: Kartonspanner</i>	21
<i>Figuur 8-3: Samenstelling gelagerde as met karton en spanner</i>	22
<i>Figuur 8-4: Reactiekrachten lagers</i>	22
<i>Figuur 8-5: Doorbuiging as</i>	23
<i>Figuur 8-6: Taper bush systeem</i>	24
<i>Figuur 8-7: Opstelling lineaire lagers</i>	25
<i>Figuur 8-8: Montage balk perforatiemes</i>	26
<i>Figuur 8-9: Samenstelling ril mechanisme</i>	26
<i>Figuur 8-10: Ontwerp slithouder</i>	27
<i>Figuur 8-11: Samenstelling</i>	28
<i>Figuur 8-12: Samenstellingstekening machine</i>	28
<i>Figuur 8-13: Veerarm + meetwiel</i>	29
<i>Figuur 8-14: Standaard 45x45 profiel</i>	29
<i>Figuur 8-15: Haakse profielverbinder</i>	29
<i>Figuur 8-16: Montagehoek 45</i>	29

<i>Figuur 8-17: Pneumatisch schema.....</i>	<i>30</i>
<i>Figuur 9-1: PZKM0-25.....</i>	<i>32</i>
<i>Figuur 9-2: Hoofdschakelaar</i>	<i>33</i>
<i>Figuur 10-1: Schema hardware</i>	<i>35</i>
<i>Figuur 10-2: Toestandsdiagram.....</i>	<i>36</i>
<i>Figuur 10-3: Flowchart initialiseren.....</i>	<i>37</i>
<i>Figuur 10-4: Flowshart manueel.....</i>	<i>37</i>
<i>Figuur 10-5: Flowchart afrollen/slitten.....</i>	<i>37</i>
<i>Figuur 10-6: Flowchart rillen.....</i>	<i>38</i>
<i>Figuur 10-7: Flowchart sealen</i>	<i>38</i>
<i>Figuur 10-8: Flowchart error.....</i>	<i>39</i>
<i>Figuur 10-9: Flowchart bibliotheek.....</i>	<i>40</i>

1 Inleiding

De technologie staat op de dag van vandaag al zeer ver. Voor het oplossen van een probleem is het vaak niet meer nodig om iets nieuws uit te vinden. De kern van de zaak is eerder om op de juiste manier, reeds bestaande technologieën te bundelen en te introduceren tot een werkbare oplossing.

Deze masterproef beschrijft het ontwerpen van een machine voor het bedrijf Clem NV. De machine moet in staat zijn zelfklevende beschermfolie en buisfolie te rillen en te lassen, alsook die rollen folie op de juiste breedte te versnijden. In dit hoofdstuk wordt eerst de situering van het probleem beschreven, daarna worden de verschillende doelstellingen van het project toegelicht. Tenslotte zal de aanpak en werkwijze besproken worden.

1.1. Situering

Clem NV is een Kortrijks bedrijf dat al 50 jaar handelt in kunststof. Het is een bedrijf dat al 3 generaties in het bezit is van de familie Verheust. Momenteel wordt het geleid door dhr. David Verheust. In de beginjaren werd de nadruk gelegd op het verdelen van grondstoffen en in mindere mate het verwerken ervan. Momenteel is dit helemaal omgekeerd, de hoofdactiviteit is nu kunststofverwerking.



Figuur 1-1: Clem NV

Door jaren ervaring onderscheidt Clem zich van de andere kunststofverwerkende bedrijven. Zo is het zeer bedreven in het verwerken van transparante materialen, en heeft het met zo goed als elke thermoplast ervaring. Het machinepark bestaat uit: verschillende vacuümvormmachines, ovens, freesmachines, plooibanken, CNC-machines, ... Door de veelvoud aan technieken kunnen de moeilijkste onderdelen hier gemaakt worden.

1.2. Probleemstelling

Clem NV is gespecialiseerd in maatwerk van kleine tot middelgrote series. Omdat kunststof een krasgevoelig product is, moet dit zowel tijdens de productie als tijdens de verzending beschermd worden. Dit wordt voorlopig gedaan, afhankelijk van het product, met zelfklevende folie en standaard buisfolie die manueel versneden worden.

Het versnijden is een proces dat tijdrovend is en dat niet altijd even nauwkeurig wordt uitgevoerd. Ook kan het product beschadigd worden of kan men zich bezeren tijdens het snijden. Om deze problemen op te lossen werd deze masterproef uitgeschreven.

Het maken van deze machine biedt vele voordelen voor Clem. Wanneer een verpakking op maat wordt gebruikt, oogt dit professioneler dan wanneer er op een slordige manier folie gesneden wordt. Ook is dit een milieubewuste oplossing aangezien er minder afvalresten zullen zijn en ook de voorraad beperkt kan worden gehouden. Nog een belangrijk aspect is dat er veel tijdswinst geboekt kan worden, wat kostenbesparend is en bijgevolg belangrijk is in een bedrijf.

1.3. Doelstellingen

De bedoeling van de opdracht is om een machine te ontwerpen die in staat is om standaardrollen beschermfolie-en buisfolie af te rollen naar een nieuwe rol. Tijdens deze beweging moet de machine terzelfdertijd verschillende bewerkingen kunnen uitvoeren op de folie. Deze worden hieronder puntjes beschreven

1. Rillen van de folie

In de folie moet een scheurlijn/ril aangebracht worden. Dit zodat de folie later op een nette wijze van de rol afgescheurd kan worden. De ril moet dusdanig aangebracht worden dat deze na het scheuren zo goed als onzichtbaar is.

2. Lassen/sealen van de buisfolie

Voor het verzenden van sommige producten worden deze in zakken opgeborgen. Daarom moet de machine ook een laseenheid bevatten die van buisfolie zakken kan maken. De machine moet rollen van 1 meter kunnen lassen.

3. Slitten moederrolfolie op de gewenste breedte

De rollen folie worden gemaakt op een standaardbreedte van 1 meter. Vaak is deze breedte niet de gewenste, waardoor de rollen versneden moeten worden, en de kostprijs hiervan stijgt. Om de prijs hiervan te drukken, moet de machine ook in staat zijn tijdens het op- en afrollen een snede in de lengte aan te brengen zodanig dat de nieuwe rollen de gewenste breedte hebben. Deze breedte moet eenvoudig ingesteld kunnen worden.

4. Instellen gebruikte folie en de bijhorende snij-en lasparameters

In de productie worden diverse types beschermfolie gebruikt. Deze hebben verschillende eigenschappen zoals bijvoorbeeld: dikte, soort materiaal, kleefsterkte. Om een correct gerilde en gelaste folie te verkrijgen dient de machine dusdanig ingesteld te worden dat de folie op een juiste manier bewerkt wordt.

5. Instellen aantal stuks die er moeten gerild of gelast worden op de gewenste lengte

De machine moet vooraf ingesteld kunnen worden op het aantal stuks van een bepaalde lengte er gerild en al dan niet geseald moeten worden.

6. Opmaken van een veiligheidsstudie met een risicoanalyse

De veiligheid van de gebruiker moet op elk moment gegarandeerd worden. Er zal dus een veiligheidsstudie dienen te gebeuren met een bijhorende risicoanalyse.

1.4. Projectaanpak

Vooraleer begonnen wordt met een ontwerp van een machine moet vooraf belangrijke informatie verzameld worden. In eerste instantie wordt de huidige methode van werken bestudeerd. Zo werd gekeken hoe de folie versneden werd. Ook de eigenschappen van de verschillende soorten folies zijn geanalyseerd. Dit alles staat beschreven in hoofdstuk 2. Tijdens de eerste weken is een marktstudie gemaakt. Er werd gezocht naar machines die hetzelfde doel hebben, rillen en lassen van folie. Ook zijn er machines bekeken die enkel één functie hebben, bijvoorbeeld het sealen of het snijden. Tevens is er een bezoek gebracht aan de beurs K-Messe in Düsseldorf. Dit is de grootste kunststofbeurs van Europa die om de 2 jaar plaatsvindt met zo'n 3000 exposanten. Welke informatie uit de marktstudie is gehaald staat beschreven in hoofdstuk 3.

Nadien werd er vooral gezocht naar tools/concepten per doelstelling. Er werd bijvoorbeeld contact opgenomen met bedrijven die gespecialiseerd zijn in het snijden van folie. Hierna werd dan een proefopstelling gebouwd waarmee verschillende methodes om te rillen getest werden. Na analyse van de testresultaten, kon de ideale manier gekozen worden. Dit staat uitgebreid beschreven in hoofdstuk 4.

Er is ook onderzoek gedaan naar de manier waarop de las/seal kon worden aangebracht. Wanneer voldoende informatie ingewonnen werd, is met een testopstelling de methode uitgeprobeerd. Nadat de juiste las verkregen werd, kon er gezocht worden naar de juiste lasdraad voor deze toepassing. Ook is er contact opgenomen met leveranciers voor het aansturen van deze draad. Er werd ook gekeken hoe deze draad beveiligd kon worden zodanig dat er niets fout kon lopen. Dit alles staat uitgelegd in hoofdstuk 5.

Tijdens de laatste weken van het eerste semester is er gezocht hoe deze applicatie aangedreven moest worden. Er werd een berekening gemaakt van het nodige vermogen van de motor en welk type motor gebruikt moest worden. Daarna werd een keuze gemaakt hoe deze motor moest worden aangestuurd. Dit onderdeel is opgenomen in hoofdstuk 7.

Op het einde van het eerste semester zijn de eerste schetsen van de machine gemaakt. Deze zijn dan het na verloop van tijd verfijnd geweest. Nadien zijn bij verschillende fabrikanten stuktekeningen opgevraagd van bijvoorbeeld profielen, geleiders, ... Hierna kon dan de samenstellingstekening gemaakt worden in 3D. Wanneer alles op punt stond, zijn de verschillende onderdelen besteld en kon het construeren van de machine beginnen. Ondertussen is ook zowel het elektrisch al pneumatisch schema uitgewerkt. Zo werden de leidingen gedimensioneerd en de juiste beveiligingsonderdelen gekozen. Deze zijn dan geïntegreerd geweest in het ontwerp van de elektrische kast. De berekening en uitleg over de onderdelen staat in hoofdstuk 8 en 9.

Tot slot werd begonnen met het automatiseren van de machine. Hierbij is een PLC gebruikt die de juiste onderdelen aanstuurt op het juiste moment. Om controle te krijgen over de verschillende onderdelen werden de nodige datasheets bestudeerd. De laatste weken is het programma nog gedebugd tot het geheel naar wens functioneerde. Hoe de programmatie werd uitgevoerd staat beschreven in hoofdstuk 10.

2 Analyse van de huidig situatie

Clem NV is een bedrijf dat al enkele decennia bestaat. Het spreekt voor zich dat het bedrijf al die jaren de producten beschermt met behulp van folie. Momenteel wordt de folie versneden met een breekmes. De vraag vanuit Clem NV om een nieuwe machine te ontwerpen, kwam er omdat het huidige systeem vele nadelen had. In dit hoofdstuk wordt het huidige systeem onderzocht en besproken. Ook zullen de soorten beschermfolies en buisfolie geanalyseerd worden.

2.1. Huidig systeem

Overal in het bedrijf zijn er verschillende karren te vinden waar er rollen bescherm- en buisfolie ophangen zijn zoals te zien is in Figuur 2-1. Met behulp van tools zoals een breekmes en een rolmeter wordt de folie op de gewenste maat versneden. Deze bewerking levert niet altijd een even mooi resultaat op. Zo is de snede die getrokken wordt niet altijd even recht. Af en toe gebeurt het ook dat de snede aangebracht wordt als de folie al op het product bevestigd is. Hierdoor bestaat de kans dat het mes een kras achterlaat in het product. Dit kan zeker niet de bedoeling zijn en wordt niet geapprecieerd door de klant.

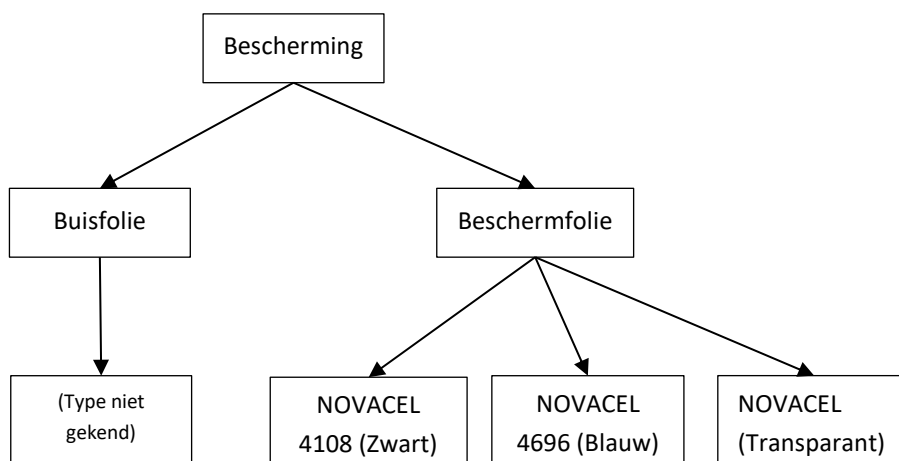
Door de folie manueel te versnijden gaat er ook heel wat tijd verloren. Dit is een zeer belangrijk nadeel. Wanneer er een grote serie van een bepaald product gemaakt wordt, is het mogelijk dat niet elke folie gelijkmatig versneden is. Dit oogt niet professioneel.



Figuur 2-1: Huidig systeem

2.2. Soorten folies

In de productie worden verschillende soorten folies gebruikt. Elk hebben ze verschillende eigenschappen en worden ze bij verschillende toepassingen gebruikt. In Figuur 2-2 wordt een overzicht weergegeven van de soorten folie die in CLEM gebruikt worden.



Figuur 2-2: Overzicht folies

In Figuur 2-2 is te zien dat de gebruikte folies opgesplitst kunnen worden in twee grote groepen: de buisfolie en de beschermfolie. Er wordt maar één type buisfolie gebruikt, de naam en het merk zijn onbekend. Wel worden er verschillende types beschermfolie toegepast. De belangrijkste eigenschappen van deze verschillende folies zijn weergegeven in Tabel 2-1. De beschikbare datasheets zijn in bijlage A terug te vinden.

Alle folies zijn gemaakt uit het materiaal polyolefine. De dikte van de buisfolie die is weergegeven in de tabel is de dikte van één vel. De buitendiameter staat voor de maximale diameter van een rol folie. De binnendiameter staat dan weer voor de minimale diameter waarop de folie gerold is, dus de buitenafmeting van het karton waarop de folie gerold is.

De grootte PAL/ A staat voor de kracht die nodig is om de folie af te trekken. Deze is opgemeten volgens de methode AFERA 5001. Bij deze test wordt de afpelkracht opgemeten bij zelfklevende folie die nodig is om de folie af te trekken van zijn eigen rug. Dit kan gebeuren onder een hoek van 90° of 180°. [5]

Tabel 2-1: Parameters datasheet folie

	NOVACEL 4108	NOVACEL 4696	Beschermfolie	Buisfolie
Type folie	Folie	Folie	Folie	Buisfolie
Materiaal	Polyolefine	Polyolefine	Polyolefine	HDPE
Kleur	Zwart	Blauw	Transparant	Transparant
Dikte	100 µm	50 µm	50µm	50µm
PAL/ A	130 cN/cm	100 cN/cm	(niet gekend)	/
Buitendiameter	18 cm	11 cm	27 cm	22.5 cm
Binnendiameter	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm
Massa rol 1m	19.8 kg	32 kg	50.7 kg	33.4 kg

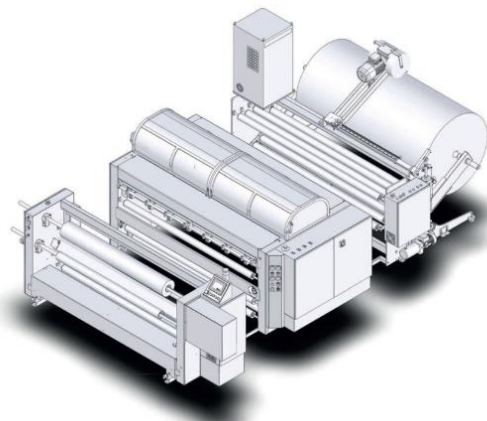
3 Marktstudie

Op de markt zijn tegenwoordig allerlei machines te vinden. Voor zo goed als elk technisch probleem bestaat er wel een oplossing. De machine die Clem NV zoekt om haar folie te rillen en te lassen bestaat reeds in afzonderlijke delen. Er bestaan ook al machines die zo goed als alle gewenste functies bezitten maar deze worden vooral gebruikt voor massaproductie tegen hoge snelheden. Ook zijn deze machines niet voor een grote range afmetingen instelbaar. In dit hoofdstuk zal een bestaande machine besproken worden die zo goed als alle functies bezit. Daarnaast werd er ook naar machines gezocht die maar één functie uitoefenen zoals bijvoorbeeld sealen. Door deze marktstudie uit te voeren kon inspiratie opgedaan worden voor het ontwerp.

3.1. Amutek TS-R

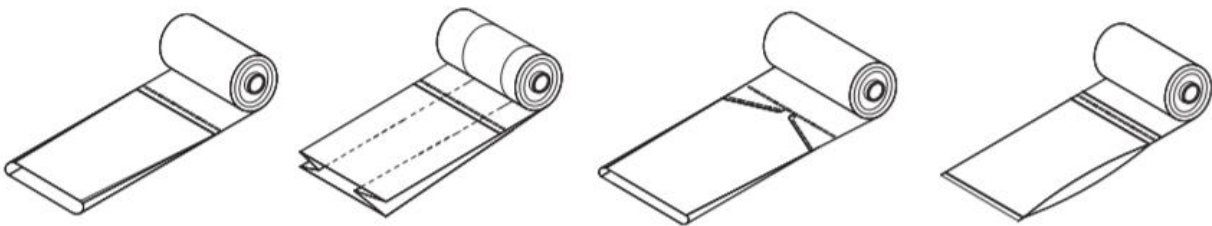
De Amutek TS-R die te zien is in Figuur 3-1, is een machine die is ontworpen om plastic zakken op rollen te maken. [6] Aan de rechterkant van de machine bevindt zich de moederrolfolie. Deze wordt ontrollend door een motor die via een stang boven de rol staat. Door wrijving tussen de motor en de rol wordt de beweging overgezet.

De folie wordt dan via een rollensysteem naar de volgende stap gebracht. Daar wordt de folie eerst verwarmd om deze beter te kunnen bewerken. De volgende stap die gebeurt is dat de folie in langsrichting in vier wordt versneden. Zo kunnen van een breedte van de moederrol vier zakken worden gemaakt.



Figuur 3-1: Amutek TS-R

In de volgende stap wordt de folie eventueel geplooid tot de gewenste vorm. In Figuur 3-2 worden de verschillende mogelijkheden weergegeven. In de meest linkse wordt er een standaard zak met in de lengte de opening gemaakt. Bij de volgende zijn er langs de zijkant inkepingen gemaakt, zoals bij een broodzak. Bij de tweede van rechts zijn er aan de onderkant schuine randen gemaakt, ook hier is de opening in de langsrichting. Bij de laatste mogelijkheid wordt een opening gemaakt in de dwarsrichting. Bij deze vorm moet er dan langs elke kant een las worden aangebracht.



Figuur 3-2: Plooi vormen

Nadat de folie de gewenste vorm heeft, wordt de las aangebracht. Zoals hiervoor uitgelegd zijn er soms verschillende lassen nodig, een rechte las, een schuine las of twee lassen per zak. Na de las wordt de ril aangebracht. Dit gebeurt door een recht mes, dat op het gewenste tijdstip op en neer beweegt en perforaties aanbrengt. Daarna worden de zakken opgerold, en na de gewenste hoeveelheid zakken per rol, wordt de rol afgesneden en een nieuwe gemaakt.

De reden waarom deze machine niet geschikt is voor Clem NV kan verklaard worden aan de hand van de eigenschappen van de machine. Deze zijn te zien in Figuur 3-3.

Technical data	Caratteristiche tecniche	Size Formato 1240	Size Formato 1640	Size Formato 2000	Size Formato 2200	Size Formato 2450
Cycle for minute	Cicli al minuto	140	140	130	130	110
Max linear speed	Massima velocità lineare	140 m/min	140 m/min	140 m/min	140 m/min	140 m/min
Min thickness	Minimo spessore	2x10 µ	2x10 µ	2x15 µ	2x15 µ	2x15 µ
Max thickness	Massimo spessore	4x200 µ	4x200 µ	4x200 µ	4x200 µ	4x200 µ
Min bag length	Minima lunghezza sacco	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm	150 mm
Max bag length	Massima lunghezza sacco	Illimitata / Unlimited	Illimitata / Unlimited	Illimitata / Unlimited	Illimitata / Unlimited	Illimitata / Unlimited
Max winding diameter	Diam. massimo ribobinabile	420 mm	420 mm	420 mm	420 mm	420 mm

Figuur 3-3: Eigenschappen Amutac TS-R

- De snelheid van deze machine bedraagt 140 m/min. Wat veel te hoog is, de gewenste toepassing moet niet zo dynamisch zijn.
- De verschillende plooivormen die in Figuur 3-2 te zien zijn, zijn ook overbodig. Enkel de linker vorm is van toepassing.
- De maximale lengte van een zak die deze machine kan maken bedraagt 150 mm. Dit is te weinig voor de eisen van de machine.
- In de datasheet van deze machine staat niet vermeld dat het mogelijk is om enkel een perforatielijn aan te brengen, wat een zeer belangrijke vereiste is.
- De prijs van deze Amutac TS-R is niet gekend. Deze zal ongetwijfeld hoog zijn voor de weinige keren dat deze machine gebruikt zal worden.

3.2. Rilmachines

Het rillen is een functie die vaak wordt gebruikt in de papierindustrie. Zo wordt deze techniek gebruikt in een printer om het papier nadien makkelijk te kunnen scheuren. Deze machines bestaan in diverse uitvoeringen. Zo bestaan er manuele, semiautomatische en automatisch rilmachines.

De GPM 450 SA van het merk Cyklos, die in Figuur 3-4 te zien is, is een elektrisch aangedreven rilmachine. Deze wordt gebruikt om in papier een perforatielijn aan te brengen. In de machine zit een horizontaal mes dat op-en neer beweegt. Het mes heeft een blokvormige vertanding en een breedte van 450mm. Dit principe wordt ook gebruikt bij de handmatige versie. Hier wordt het mes naar beneden geduwd door een hendel. [7]



Figuur 3-4: GPM 350 SA

De RPM 350 wordt weergegeven in Figuur 3-5. Deze machine is ook van het merk Cyklos. Bij de RPM 350 wordt gebruik gemaakt van een roterend mes met blokvormige vertanding in plaats van een vlak mes. Door het mes over het papier te laten roteren perforiert hij waardoor een rillijn bekomen wordt. [8]



Figuur 3-5: RPM 350

De twee hierboven besproken machines zijn beide van hetzelfde merk. Het grote verschil tussen beide is de manier van rillen. Bij de ene gebeurt het rillen met een recht mes met blokvormige vertanding, bij de andere met een cirkelvormig mes. Het grote verschil tussen de eigenschappen van de machines is de snelheid. Zo kan de RPM 6800 sheets A4/h en de GPM slechts 1500 sheets A4/h rillen. Hieruit wordt besloten dat de methode met cirkelvormige messen sneller werkt.

3.3. Sealmachines

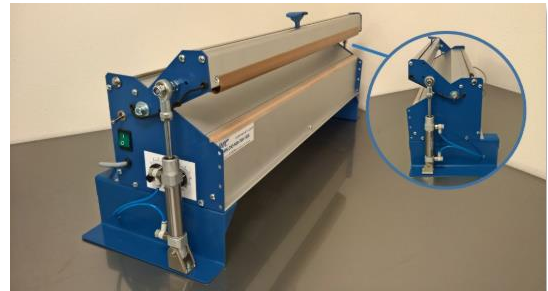
Het principe van sealen is bij elke machine dezelfde. Er wordt een draad verwarmd tot aan de gewenste temperatuur, deze is materiaalafhankelijk. Dit gebeurt door een bepaalde stroom door deze draad te sturen. Het verschil tussen de machines zit in de manier van aandrukken en of de draad al dan niet continu op temperatuur wordt gehouden.

In Figuur 3-6 is de Sealboy magneta te zien. Deze machine wordt handmatig bediend. Wanneer de lasbalk wordt gesloten, wordt deze op zijn positie gehouden door een magneet. Na een instelbare tijd wordt deze weer geopend waarna de buisfolie geseald is. Deze sealer is een impulssealer. Dit wil zeggen dat de lasbalk enkel wordt verwarmd wanneer deze gesloten is. De tijd om een zak te sealen bedraagt 1 tot 4 seconden. Deze machine is in verschillende breedtes verkrijgbaar. [9]



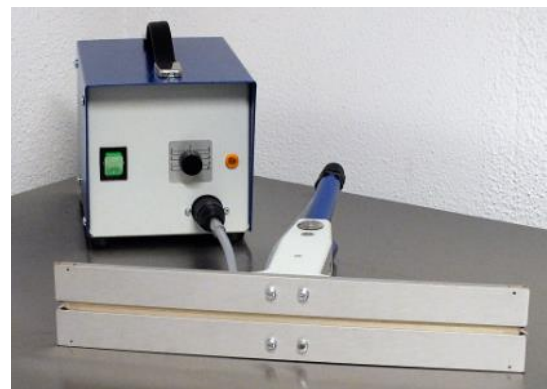
Figuur 3-6: Sealboy magneta

De AVC SMS-1000, die te zien is in Figuur 3-7, is een sealmachine die met een pedaal bediend wordt. Door het indrukken van de pedaal sluit de balk. Dit gebeurt met behulp van een pneumatische cilinder onder lage druk. Deze druk wordt tijdens het lassen nog verhoogd. Met deze machines kunnen zwaardere folies gelast worden. Ook de lastijd en temperatuur zijn instelbaar door twee draaiknoppen aan de zijkant. In de balk is ook een mes aanwezig dat gebruikt kan worden om net na de las de folie af te snijden. [10]



Figuur 3-7: SMS.350/500/700/1000.PN2

Een andere methode om te sealen is met behulp van een tang. De sealtang Z.350G, ook van het merk AVC, is te zien in Figuur 3-8. Bij dit apparaat wordt de tang gevoed door een regelbare voedingsbron. Door de tang te sluiten, verwarmen de elementen waardoor een las kan worden aangebracht. De bron geeft weer wanneer de tang weer moet geopend worden door middel van een indicatielampje. Deze tang is verkrijgbaar in verschillende afmetingen en kan ook aangekocht worden in het schaarmodel. [11]



Figuur 3-8: Sealtang Z.350G

Het principe van het sealen is dus bij elke machine dezelfde. Alleen de manier van aandrukken is anders. Ook kan de folie langs beide kanten verwarmd worden, zoals bij de tang. Dit wordt vooral gedaan bij dikkere materialen. Bij elk van deze machines is de temperatuur en de sealtijd regelbaar. Dit is iets wat zeker mee moet genomen worden in het ontwerp.

3.4. Slitmachines

Voor het versnijden van de moederrolfolie in lengte, ook wel slitten genoemd, zijn er ook al machines op de markt. Vaak zijn dit zeer grote machines die gebruikt worden om zeer zware rollen folie of papier te versnijden. Bij elk van deze machines is het instelbaar hoeveel rollen er versneden moet worden. Ook de breedte van een rol kan gekozen worden.

De Miura II wallpaper die is weergegeven in Figuur 3-9, is een machine die gebruikt wordt om behangpapier te versnijden op de juiste breedte. Er worden ronde messen gebruikt voor de snede. Er wordt ook visueel gecontroleerd door de machine of het materiaal effectief versneden is. [12]



Figuur 3-9: MIURA II WALLPAPER

Het slitten kan nog op een andere manier gebeuren. Het bedrijf Interni Film versnijdt rollen op vraag. De messen in deze machine zijn niet rond maar recht. Dit is te zien in Figuur 3-10. De messen kunnen vergeleken worden met messen die gebruikt worden in breekmessen. Ze kunnen manueel verplaatst en vast gezet worden. Ook zijn de messen op een eenvoudige manier verwisselbaar. [13]



Figuur 3-10: Machine Interni Film

Het bedrijf Converta, dat in dezelfde sector als Interni Film zit, gebruikt dan weer schaarmessen. [14]

4 Rillen

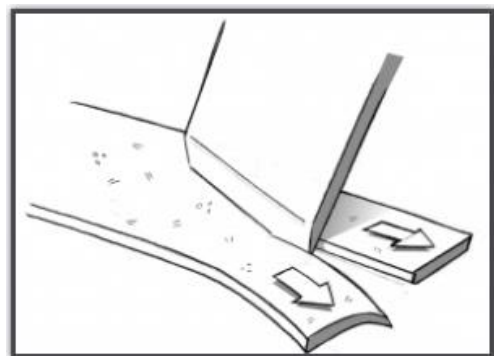
In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke methode zal gebruikt worden om de perforatielijn aan te brengen. Of anders gezegd, hoe gerild zal worden. Vooraf zullen verschillende methodes onderzocht en getest worden. Daaruit zal afgeleid worden wat in zake prijs/ kwaliteit de beste oplossing is. Hierna wordt het gekozen mes besproken en geanalyseerd.

4.1. Snijmethodes

Na de markstudie bleek dat het rillen op meerdere manieren kan gebeuren. Na een gesprek met dhr. Dominique Notteboom van het bedrijf Fortis Blades bleek dat er drie methodes zijn, vrijsnijden, schaarsnijden en druksnijden. Hieronder zullen deze methodes apart onderzocht en besproken worden, en zal dan gekozen worden welke methode gebruikt zal worden op de machine. [1]

4.1.1. Vrijsnijden

Vrijsnijden is een techniek die kan vergeleken worden met de manier van snijden met een breekmes. Door de scherpste van het mes beweegt het vrij door het materiaal. Voor het rillen van folie komen getande vrijsnijmessen in aanmerking. Deze messen prikken als het ware lijnen uit de folie.

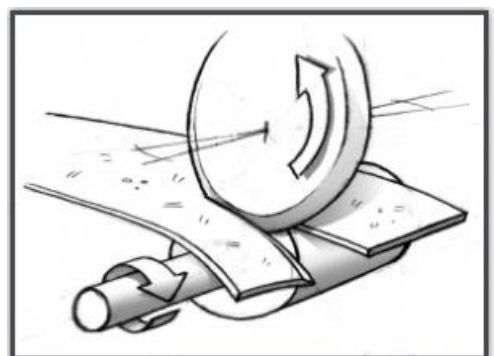


Figuur 4-1: Vrijsnijden

4.1.2. Schaarsnijden

Bij schaarsnijden bewegen twee messen naast elkaar. Doordat de twee redelijk scherpe delen heel nauw langs elkaar bewegen wordt het te versnijden deel uit elkaar getrokken.

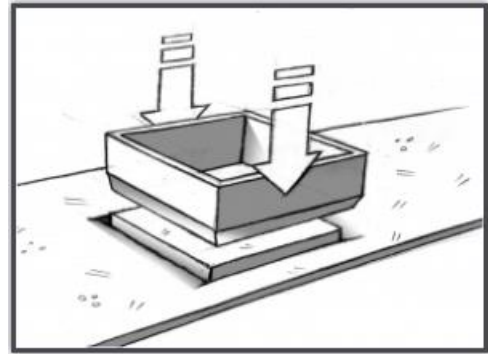
Het schaarsnijden in de folie-industrie kan in twee delen opgesplitst worden, continu en discontinu. Bij continu versnijden bewegen twee cirkelmessen naast elkaar. Bij discontinu zijn het twee rechte messen die over elkaar bewegen. Deze messen vereisen een heel hoge nauwkeurigheid, waardoor dit een dure methode is.



Figuur 4-2: Schaarsnijden

4.1.3. Druksnijden

Net zoals bij schaarsnijden, zijn bij druksnijden twee onderdelen nodig, het mes en een onderdeel dat de tegendruk levert. Dit kan een balk zijn of een as. Het materiaal wordt samengedrukt door het mes en de tegendruk. Deze techniek vraagt heel wat specifieke hardware, zo moet er gezocht worden naar een manier om de juiste hoeveelheid tegendruk te leveren zodanig dat het mes niet kapot gedrukt wordt.

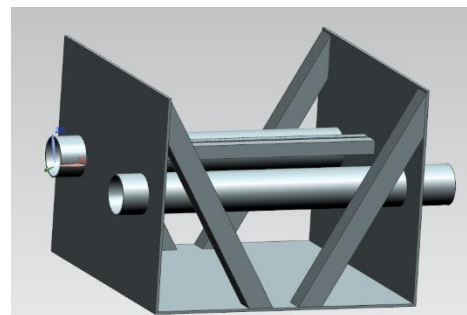


Figuur 4-3: Druksnijden

4.2. Testen rilmethodes

Om de snijmethodes die hierboven zijn beschreven te testen, werd een testopstelling ontworpen, met als doel de ideale oplossing te vinden die technisch haalbaar is. Eerst werd de opstelling getekend in het tekenpakket Siemens NX 12 met de bedoeling om standaard materiaal te gebruiken dat aanwezig is in het bedrijf. In Figuur 4-4 zie je de 3D tekening van deze opstelling.

Voor de praktische realisatie werd gebruik gemaakt van PVC buizen waarop de rol folie kon geschoven worden. De rest van de constructie werd vervaardigd in houten platen en balken.



Figuur 4-4: Testopstelling rillen, 3D tekening

4.2.1. Testen druksnijden

De druksnijmethode werd getest met behulp van een getand stansmes dat verkregen werd bij het bedrijf Stanza. Dit type mes is niet scherp. Het heeft een extra druk nodig om door het materiaal te perforeren. Het mes heeft een snijgedeelte van 4 mm waarna een opening van 1 mm volgt. Deze werd tussen twee balken bevestigd, waarna deze op de testopstelling gemonteerd werd. Er werd rubber rond het mes geplakt zodat de folie niet over het mes kon bewegen. Door de extra druk werd de rubber ingedruwd en kon het mes snijden. Het stansmes en de gemaakte balk zijn te zien in Figuur 4-5.

Door de folie via het mes tot aan de andere rol op de spannen, kon het mes uitgetest worden. Als er vervolgens met een metalen rol over het mes geschoven werd, rilde deze de folie. Dit gaf een mooi resultaat, de folie kon op een nette wijze afgescheurd worden.

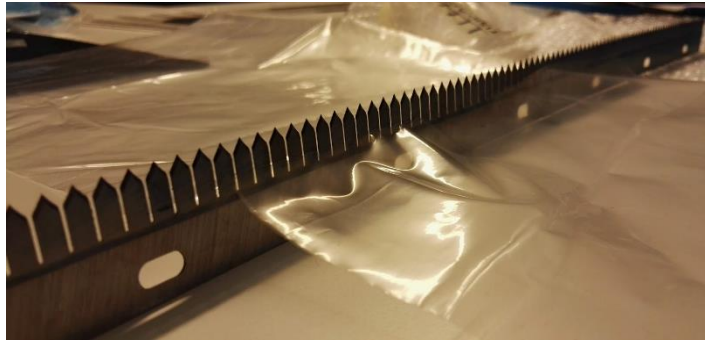
Deze methodiek kon in het ontwerp gecreëerd worden door een rol horizontaal over het mes te laten bewegen. Dit kan gebeuren met behulp van een lineaire aandrijving.



Figuur 4-5: Stansmes

4.2.2. Testen vrijsnijden

Het testen van het vrijsnijden kon niet op de testopstelling, maar in het bedrijf Fortis Blades waar dit mes vandaan komt. Het gebruikte mes wordt weergegeven in Figuur 4-6. Dit is een op maat gemaakt mes en wordt gebruikt voor machines die ook een rillijn aanbrengen in de folie of papier. Het materiaal is high-speed-steel (HSS). Bij deze methode wordt het mes door de folie geduwd. Dit kan praktisch gebeuren door pneumatisch aangedreven cilinders.



Figuur 4-6: Perforeermes

Het perforeren van de folie ging zeer vlot met dit mes. Ook het scheuren gaf een goed resultaat. Bij de test werden de vier verschillende types folie uitgeprobeerd. Dit gaf bij elke folie een goed resultaat. Doordat de folie met de hand over het mes werd geduwd, ging dit proces moeilijker naarmate de folie dikker werd. Op een aangedreven machine zou dit bijvoorbeeld geen probleem mogen vormen. Het nadeel van dit mes ten opzichte van het druksnijden is dat dit procedé veel duurder uitvalt omdat het mes op maat gemaakt is.

4.2.3. Testen schaarsnijden

Het schaarsnijden kon niet getest worden omdat dit een zeer precise opstelling vraagt. De twee messen moeten namelijk zeer nauwkeurig gepositioneerd worden. De twee lineaire bewegingen moeten ook perfect evenwijdig lopen om te vermijden dat de messen tegen elkaar botsen. Daarom werd besloten om dit niet uit te testen, ook omdat de grote precisie een zeer dure studie vereist.

4.3. Conclusie

Uit de verschillende testen blijkt dat er twee snijmethodes in aanmerking komen, het druksnijden en het vrijsnijden. Het schaarsnijden zal niet kunnen toegepast worden wegens de grote precisie. Om de juiste keuze te maken werd raad gevraagd aan het bedrijf Fortis Blades. Zij zijn gespecialiseerd in het vinden van het juiste type mes voor verschillende toepassingen. Ook maken en slijpen ze zelf de messen die ze verkopen.

Daar werd aangeraden om de vrijsnijmethode toe te passen. Dit omdat deze uiteindelijk de goedkoopste en eenvoudigste oplossing is. Bij het druksnijden moet namelijk eerst een studie gebeuren over hoe groot de druk moet zijn tussen het mes en het drukoppervlak. Dit om te vermijden dat bij een te grote druk het mes te snel verslijt of bij een te lage druk er geen goede snede wordt aangebracht. Deze moet nadien nog praktisch gerealiseerd kunnen worden.

Bij het praktisch realiseren van de vrijsnijmethode kan het mes op een balk gemonteerd worden. Door pneumatische cilinders, die gemonteerd zijn op een balk met daarin het mes, op en neer te laten bewegen kan de perforatielijn aangebracht worden. De technische tekening van deze messen zijn terug te vinden in bijlage B.

5 Lasmethode

Een belangrijke functie die de machine moet hebben, is het lassen van de folie. Ook wel sealen genoemd. De bedoeling is dat de laseenheid aangekocht wordt. Toch werd er beslist van zelf eerst enkele testen uit te voeren. Daarvoor dient eerst onderzoek verricht te worden om na te gaan hoe zo'n eenheid werkt, bij welke temperatuur de las moet worden aangebracht en hoe deze beveiligd moet worden. Daarna kan materiaal aangekocht worden en kan de opstelling opgebouwd worden. Dit wordt in onderstaande hoofdstukken beschreven.

5.1. Onderzoek

Uit de marktstudie blijkt dat het principe van sealen in elke machine identiek is. Er wordt door een elektrisch geleidende draad een vermogen gestuurd waardoor deze opwarmt tot een bepaalde temperatuur. Deze temperatuur moet ten minste even hoog zijn als de smelttemperatuur van het aan elkaar te lassen materiaal. Hoeveel vermogen nodig is, is afhankelijk van de gewenste temperatuur, en zou kunnen opgemeten of berekend worden. Het berekenen kan aan de hand van de wet van Joule. Deze zegt dat een geleider opwarmt wanneer er stroom door vloeit, en wordt beschreven in Vergelijking 5.1.

$$P = I^2 * R \qquad \text{Vergelijking 5.1}$$

Hierbij is P het vermogen dat geproduceerd wordt in de draad. I is de stroom die door de draad vloeit en R is de weerstand van de draad.

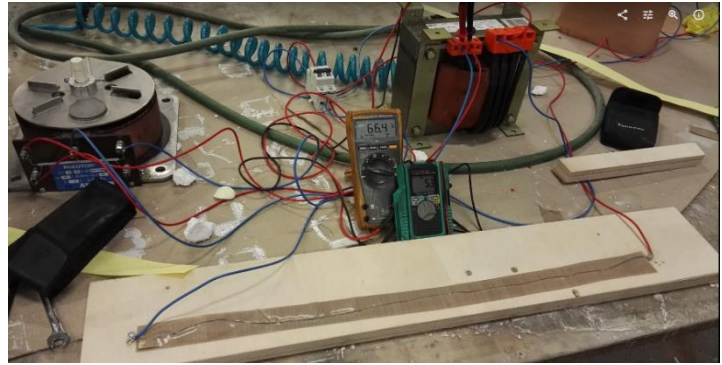
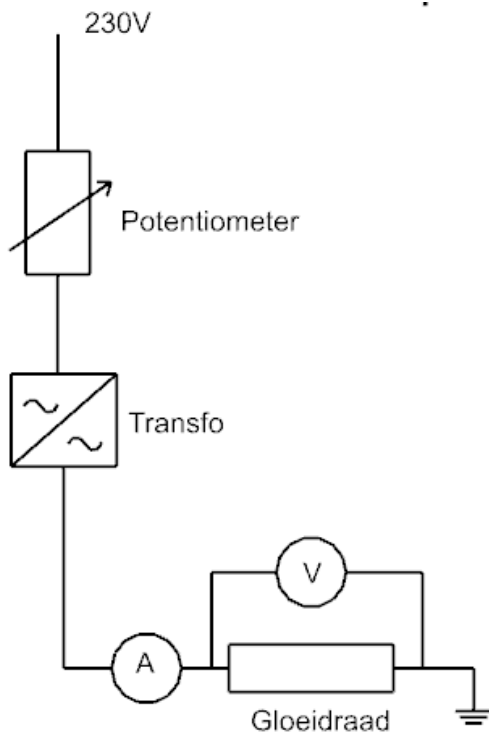
Het is de buisfolie die aan elkaar dient gelast te worden. Deze is gemaakt van de kunststof HPDE. De smelttemperatuur hiervan bedraagt 125°C. [3], [9]

In het bedrijf zijn verschillende machines aanwezig die kunststof plooien door ze eerst op te warmen. Hiervoor zijn er reserve gloeidraden aanwezig. Voor er een draad werd aangekocht, is daarom eerst een test gedaan met een van die gloeidraden.

5.1.1. Test gloeidraad plooibank

In het bedrijf is een transformator aanwezig die 230V kan omzetten naar een veilige spanning van 23V. De transformator kan een maximale stroom van 100A aan. Ook kon er gebruik gemaakt worden van een grote potentiometer, waarmee de spanning kon omgezet worden naar de gewenste waarde, nodig om de gewenste stroom, temperatuur, te bekomen. Door het opnemen van een automaat in de schakeling werd deze beveiligd.

De gloeidraad werd op een stuk hout gemonteerd. Over de draad werd een strook teflon geplakt. Dit om de levensduur van de draad te verlengen en om een mooier lasresultaat te verkrijgen. Dit wordt gedaan bij alle sealmachines. Er werd ook gebruik gemaakt van een aandrukblokje om er voor te zorgen dat de temperatuur overal goed wordt doorgegeven. Ook hier werd teflon op bevestigd. In Figuur 5-1 is het schema en een foto van de gebruikte opstelling te zien. De stroom en spanning werden opgemeten. Ook de temperatuur van de draad werd opgemeten door een infrarood-temperatuurmeter.



Figuur 5-1: Schema, opstelling en resultaat test

Bij het testen blijkt dat de buisfolie al begon te smelten bij een temperatuur van 118 °C. Hiervoor werd een spanning van 6.63 V aangelegd en bedroeg de opgemeten stroom 5.3 A. Hoewel deze draad niet gebruikt kan worden in de definitieve machine, gaf deze test een idee van de spanning en stroom die nodig zouden zijn voor een echte lasdraad. Ondanks dat de eigenschappen van deze draad onbekend zijn, wordt aangenomen dat deze gelijkaardig zullen zijn aan de eigenschappen van een draad die bij een sealmachine gebruikt wordt.

5.2. Sealdraad

De volgende stap die gezet werd, was het zoeken van een sealdraad die gebruikt kon worden op de definitieve machine. Dit moest gebeuren voordat er elektrische onderdelen werden aangekocht, zodat deze zeker compatibel zouden zijn met de nieuwe draad. Deze moet buisfolie van 1m kunnen sealen. Op de website van Mupla werd een reparatieset gevonden voor een sealmachine van het merk AVC, namelijk de SMS-1000. Deze is gelijkaardig aan het sealapparaat dat te zien is in Figuur 3-7. De sealdraad heeft een breedte van 4mm. Dit is een ideale breedte voor het maken van een sterke zak. In Figuur 5-2 is de reparatieset te zien met de bijgeleverde onderdelen zoals een streep teflon. [15]



Figuur 5-2: Reparatieset SMS-1000

5.2.1. Test sealdraad

Deze sealdraad werd in dezelfde opstelling als in Figuur 5-1 getest. Opnieuw werd de draad op een temperatuur gebracht die ongeveer 125°C bedroeg zodanig dat de folie gelast kon worden. Hierna kon de spanning en stroom worden opgemeten. Deze bedroegen 12.32V en 4.1A.

In Figuur 5-3 is een foto te zien van de opstelling en de gemaakte seal met de nieuwe draad. Uit de test bleek dat de seal zeer stevig is. Ook is deze luchtdicht. Wanneer de buisfolie opgeblazen werd en daarna geseald langs beide zijden, bleef de druk aanwezig in de zak.



Figuur 5-3: Test sealdraad 1m

5.3. Aanstuuronderdelen

Met de resultaten uit 5.2.1. kon vervolgens gezocht worden naar een module die deze spanning en stroom kan leveren. Hiervoor werd het bedrijf VDC in Roeselare bezocht dat gespecialiseerd is in elektrotechnisch materiaal voor de industrie. Op hun aanraden werd contact opgenomen met het Duits bedrijf Ropex, bedreven in het maken van temperatuurcontrollers voor sealtoepassingen.

Er bestaan verschillende type controllers. Het grote verschil tussen deze types ligt hoofdzakelijk in de communicatie-interface en of er al dan niet een display aanwezig is. In Figuur 5-4 wordt de RES 440 en RES 5010 module weergegeven. Met de RES 440 kan de temperatuur direct aangepast worden via de interface. Ook kan de sealtijd eenvoudig ingesteld worden..

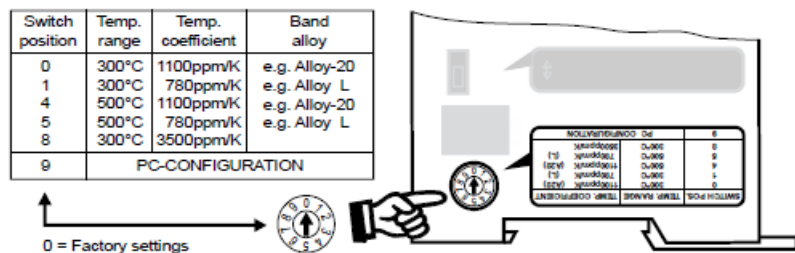


Figuur 5-4: Ropex RES 440, RES 5010

De RES 5010 is dan weer een versie die gemonteerd kan worden op een rail. Deze heeft een TCP/IP interface waarmee gecommuniceerd kan worden met een PLC die ook in de elektrische kast geïnstalleerd is. In deze controller zitten al enkele voorgeprogrammeerde functies.

5.3.1. Werking

In bijlage C wordt het elektrisch schema van de sealinstallatie met de Ropex onderdelen weergegeven. Hierop is te zien dat de temperatuur van de sealdraad niet rechtstreeks wordt opgemeten, maar wordt bepaald door het meten van de stroom en de spanning door de sealdraad. Deze metingen worden vijftig tot zestig keer herhaald per seconde. Aan de hand van de 'rotary coding switch' die zich aan de zijkant van de RES 5010 bevindt, wordt een materiaal en een temperatuurbereik gekozen, te zien in Figuur 5-5. De gebruikte sealdraad is gemaakt uit de legering Alloy-20. Er wordt gekozen voor de laagste temperatuurbereik van 300°C. De temperatuur kan vervolgens berekend worden met behulp van de weerstandskarakteristiek van de sealdraad, en de bijhorende temperatuurcoëfficiënt. Met behulp van de interne regeling wordt de berekende waarde vergeleken met de werkelijke temperatuur tot het verschil nul is.



Figuur 5-5: Rotary coding switch

De RES 5010 wordt gevoed door 230V wisselspanning. Deze is eerst gefilterd zodanig dat het aandeel harmonische gereduceerd wordt tot nagenoeg nul, om zo een nagenoeg perfect sinusvormige spanning te bekomen. Deze 230 V wordt dan doorgestuurd naar de transformator. Het aanpassen van de stroom en spanning om de temperatuur te regelen wordt gedaan met behulp van de RES 5010. Deze verlaagt de spanning, waardoor een hogere stroom aan de secundaire kan bekomen worden. Om te weten welke spanning er over de sealdraad moet geplaatst worden, moet de weerstand gekend zijn. Hiervoor is er ook een kalibratiefunctie in de controller aanwezig.

6 Slitten folie

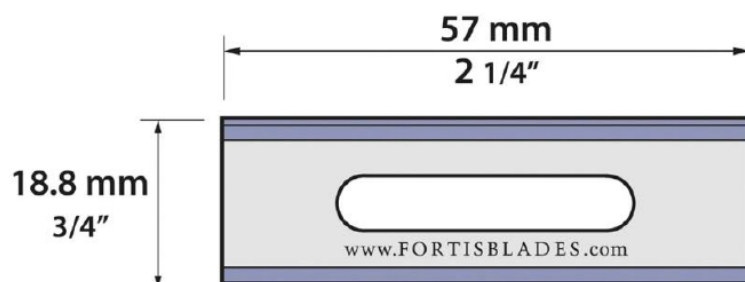
Een andere bewerking die de machine moet kunnen uitvoeren naast het rillen en sealen van de folie is het slitten ervan. Bij dit proces wordt de moederrolfolie versneden in een andere breedte. Een moederrol heeft een breedte van 1000 mm. Door het slitten van de folie kan deze rol opgedeeld worden in bijvoorbeeld twee rollen, één van 400 mm en één van 600 mm. Op maat verzaagde rollen kunnen ook aangekocht worden, het nadeel hiervan is dat de kostprijs hoger ligt. Daarom is het slitten één van de doelstellingen van deze machine.

6.1. Slitmethode

Zoals in 3.4. beschreven bestaan er verschillende soorten snijmethodes. Zo kan de gehele rol folie in twee verzaagd worden met behulp van een groot zaagblad. Een andere manier is het gebruik maken van mesjes. Hierbij kunnen twee soorten mesjes gebruikt worden, rond-of scheermesjes.

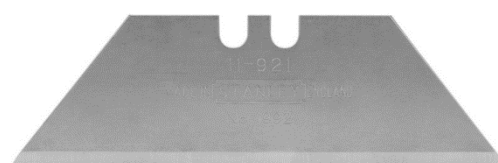
Om het rillen en sealen mogelijk te maken moet de folie al ontrold worden van de ene rol en opgerold worden naar de andere rol. Door deze handeling is het onmogelijk om de slitmethode met het zaagblad toe te passen maar dit maakt het slitten met een mesje wel eenvoudiger. Het snijden met behulp van een rond mesje valt onder de categorie druksnijden, die is beschreven in hoofdstuk 4.1. Deze methode vergt een contactoppervlak. Hierop mag het mes niet te hard of te zacht geduwd worden om het mes te sparen en een goede snee te bekomen. Nog een nadeel is dat een studie noodzakelijk is, alsook een goed onderhoud. Ook moet de slitbewerking niet altijd gebeuren. Hierdoor moet deze eenvoudig in- en uitgeschakeld kunnen worden. Dit speelt niet in het voordeel van deze methode door de vereiste montage nauwkeurigheid.

De laatste mogelijkheid die nog overblijft is het slitten met behulp van scheermesjes. De methode heeft geen contactoppervlak nodig want dit is de vrijsnijmethode. Ook kunnen de mesjes op een eenvoudig manier in- en uitgeschakeld worden. Er werd opnieuw contact opgenomen met het bedrijf Calier om te vragen wat zij hiervoor in de aanbieding hebben. Zij stelde voor om scheermesjes te gebruiken zoals zijn weergegeven in Figuur 6-1. Deze worden verkocht per 100 voor een prijs van €131,00. Door de lange levensduur van deze mesjes zouden deze amper vervangen moeten worden. Gevolg: een grote stock aan ongebruikte mesjes.



Figuur 6-1: Scheermes Calier

Om folie te snijden worden in Clem standaard breekmessen gebruikt van het merk Stanley. Het type is 1992 11-921, een afbeelding hiervan wordt weergegeven in Figuur 6-2. Deze messen hebben een zeer lange levensduur en zijn geschikt om folie te versnijden. Een ander voordeel is dat deze messen al aanwezig zijn waardoor geen extra kosten dienen gemaakt te worden. Omwille van deze voordelen werd beslist om deze messen te gebruiken voor het slitten.



Figuur 6-2: Stanley 1992 11-921

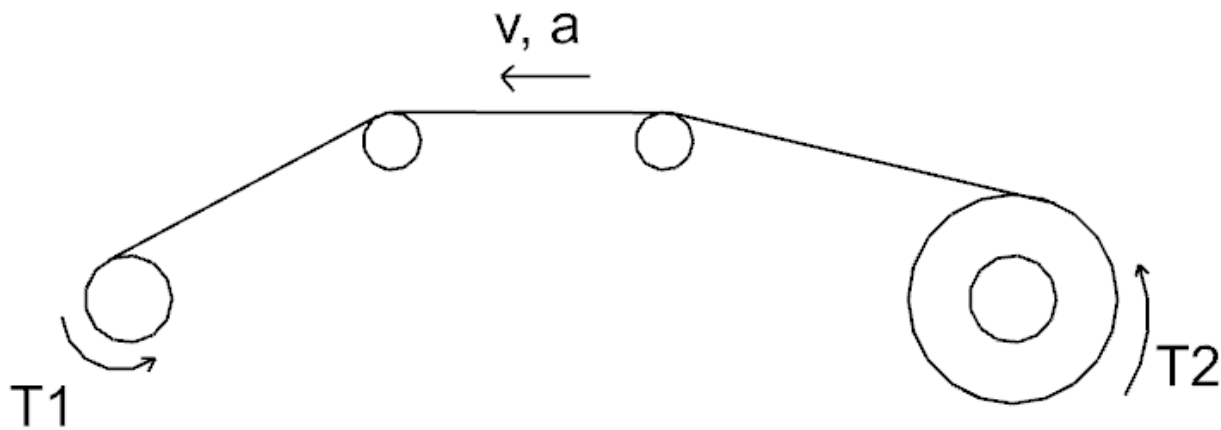
7 Dimensionering aandrijving

Om de folie af te rollen van de moederrol naar een nieuwe rol is een motor nodig die het gepaste koppel levert. Het is van groot belang dat de aandrijving juist gedimensioneerd wordt. De werking en de bedrijfszekerheid van de installatie hangen er vanaf, ook de kostprijs is een factor die niet vergeten mag worden. In eerste instantie dient het nodige vermogen bepaald te worden. Daarna kan nagedacht worden hoe deze motor aangestuurd moet worden, en of er eventueel een reductie van het toerental nodig is. De berekeningen en de keuzes die gemaakt geweest zijn, worden allemaal besproken in dit hoofdstuk.

7.1. Nodig vermogen motor

Een motor kiezen gebeurt aan de hand van enkele parameters. Een zeer belangrijke parameter is het nodige vermogen. Om dit te berekenen is het maximaal lastkoppel en de nominale snelheid nodig die de motor zou moeten kunnen leveren. Met behulp van het programma Excel werd het maximaal lastkoppel bepaald. In deze zelfgemaakte sheet is het mogelijk om enkele kerngegevens aan te passen. Zo kunnen bijvoorbeeld het nominaal toerental en de acceleratie waarmee de folie wordt afgerold, aangepast worden. Standaard werd voor de vier verschillende types folie het maximaal lastkoppel berekend.

Om het lastkoppel te bepalen was een eerste idee nodig welke weg de folie zal afleggen van de moederrol naar de nieuwe rol. De schets van de opstelling is weergegeven in Figuur 7-1. Hierop is te zien dat de folie zou rollen van de ene rol naar de andere via twee geleidingsrollen. Dit gebeurt met een bepaalde snelheid en versnelling. De aandrijving is verbonden aan de rol die bij de start leeg is (de linkse in Figuur 7-1). In de berekening zal worden gewerkt met aluminium als materiaal voor deze extra rollen met een diameter van 5 cm. Uit redenering blijkt dat het hoogste koppel optreedt als de rol bijna afgerold is. Dit komt omdat het koppel bij een nog volle rol wordt gereduceerd door de overbrengingsverhouding die gecreëerd wordt door twee rollen.



Figuur 7-1: Schets opstelling

De folie kleeft met een bepaalde kracht aan de rug van de onderliggende laag. Om deze los te trekken dient de motor een bepaald koppel te leveren. Daarom dient eerst dit koppel bepaald te worden. Hiermee kan dan het maximaal nodig koppel berekend worden. In Tabel 2-1 is de kleefkracht weergegeven als de grootte PAL / A . Deze grootte heeft als eenheid cN/m . De kleefkracht van bijvoorbeeld de blauwe folie bedraagt $130 cN/cm$. Dit wil zeggen dat er een kracht van $130 N$ nodig is om de folie met een breedte van $1m$ af te rollen. Het koppel dat hiervoor nodig is, is afhankelijk van de grootte van de diameter vanwaar de folie wordt getrokken. Het grootste koppel treedt op wanneer de basisrol zo goed als afgerold is. Er wordt dus met dit koppel gewerkt in de Excel Sheet. Ook wordt het koppel berekend dat nodig is om de inertie van deze rollen in beweging te brengen. Bovendien werd het koppel om de rollen folie te laten bewegen in rekening gebracht.

Uit de berekeningen volgt dat het maximaal koppel afhankelijk is van enkele parameters die nog niet vastliggen. Zo is de versnelling waarmee de folie wordt ontrold nog niet bepaald. Hoe hoger de gewenste versnelling, hoe meer koppel er nodig is. Indien aangenomen wordt dat de maximale snelheid waarmee de folie wordt afgerold 10 cm/s zal moeten zijn, en deze in 0.1 seconden moet bereikt worden. Dan bedraagt de versnelling 1 m/s^2 . Het koppel nodig om de inertie met deze waarde te versnellen is klein ten opzichte van het koppel nodig om de folie los te trekken. Ook het koppel nodig om de extra geleidingsrollen te versnellen is minimaal.

Uit de berekening blijkt dat het maximaal lastkoppel optreedt bij de blauwe folie, deze waarde bedraagt 12.5 Nm. Dit voor een rol met een breedte van 1 m die dient afgerold te worden. De zwarte folie heeft het tweede hoogste koppel nodig, namelijk 12.4 Nm. Nochtans heeft de zwarte een grotere kleefkracht. Het koppel is 'kleiner/gelijk' omdat de diameter van zwarte folie kleiner is.

Om van maximaal lastkoppel naar vermogen te gaan is de nominale snelheid van de motor nodig. Als waarde hiervoor werd 1000 tr/min gekozen. Dit omdat hierdoor de snelheid van de motor beter gedrukt kan worden. Ook is dergelijk hoge snelheid toch nooit nodig. Het maximaal vermogen dat bij deze snelheid nodig is, bedraagt 1311W.

7.2. Type motor

In de loop van de jaren zijn er veel verschillende soorten motoren ontworpen. Elk type heeft zijn voor-en nadelen bij een bepaalde toepassing. De motor bij deze machine vraagt geen hoge efficiëntie klasse omdat deze maar enkele keren per week gebruikt zou worden voor een paar uur. Een ideale motor voor deze toepassing is een eenvoudige inductiemotor.

De motor moet ten alle tijden kunnen werken zonder dat deze uitvalt door oververhitting. Aangezien er vooraf niet verspeld kan worden hoe traag de motor zal moeten draaien, hoe vaak deze zal moeten starten en stoppen werd beslist om deze uit te breiden met een geforceerde koeling. Hierdoor zal de prijs van de motor stijgen, maar er geen risico op oververhitting, waardoor de bedrijfszekerheid verzekerd blijft.

7.3. Aansturen motor

De folie moet afgerold worden met een constant koppel bij een gegeven snelheid om aldus een egale beweging te creëren. Om dit te verwezenlijken is een drive nodig. Deze drive kan ingesteld worden op constante koppelregeling. Er zal geen reductor geplaatst worden tussen de motor en de as omdat dit problemen kan geven bij constante koppel regeling. De drive die gekozen zal worden moet een goede functionaliteit hebben op lage snelheden. Dit om de reden dat de folie met een snelheid tussen de 2-10 cm/s afgerold moet kunnen worden.

8 Ontwerp en berekeningen constructie

Nadat al de hoofdcomponenten bepaald waren kon begonnen worden aan het ontwerp van de constructie van de machine. Er werd geopteerd om te werken met aluminium profielen. Het voordeel van dit systeem is dat deze modulair opgebouwd kunnen worden. Dit wil zeggen dat het nu uit één geheel bestaat zoals bij lassen. Wanneer bijvoorbeeld de afstand tussen twee profielen gewijzigd moet worden, dit simpelweg opgelost kan worden door bouten te lossen en opnieuw aan te spannen. Dit kan niet wanneer de hele constructie aan elkaar gelast is. De kostprijs speelde ook een rol in deze beslissing. Het aantal werkuren en materiaal voor het lassen van een constructie zou veel hoger liggen dan wanneer er gewerkt zou worden met een modulair systeem. In dit onderdeel is te lezen hoe het ontwerp werd aangepakt en de constructie tot stand is gekomen.

8.1. Functionele eisen

Voordat er kon begonnen worden aan het ontwerp moest eerst nagedacht worden welke functionele eisen de machine moet hebben. Deze zijn hieronder opgelijst. Daarna wordt per eis onderzocht hoe hier aan voldaan kan worden.

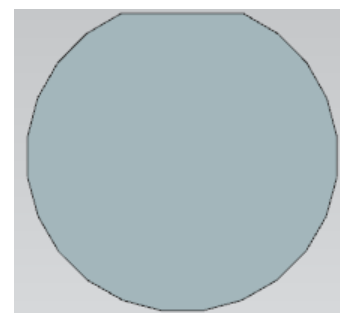
Voorwaarden:

- Het moet mogelijk zijn om op een eenvoudige manier de (volle) rollen folie op te spannen
- Er moet een reductie van het motortoerental aanwezig zijn
- De folie moet op een constante hoogte opgespannen zijn voor de bewerkingen
- Het rilmes moet eenvoudig (de)monteerbaar zijn
- Het rilmes moet met een snelle gecontroleerde beweging de folie perforeren
- De folie moet aangedrukt worden tijdens het sealen door het gecontroleerd duwen met een drukbalk
- Het slitten van de folie moet manueel in- en uitgeschakeld kunnen worden, ook de positie van de slitmesjes moet kunnen gewijzigd worden met één handeling
- Er moet plaats voorzien worden om de motor te plaatsen, alsook voor een elektrische kast
- Er moet een encoder gemonteerd kunnen worden die opmeet hoeveel folie er gepasseerd is
- Alles moet automatisch gebeuren door het aansturen van een PLC

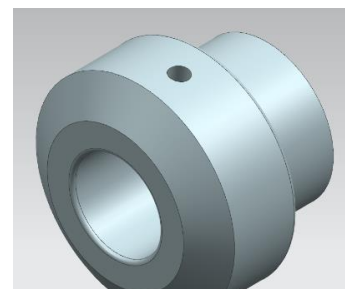
8.1.1. Aanbrengen en opspannen folie

De folie die aangekocht wordt door Clem is gewikkeld op karton. Om deze rollen op een eenvoudige manier op te spannen werd een metalen stuk, de spanner, met bijhorende as ontworpen. De as heeft een recht vlak zoals in Figuur 8-1 weergegeven is. Allereerst werd in de spanner, die in Figuur 8-2 is weergegeven, ook een gat met een recht vlak voorzien om te verhinderen dat de spanner roteert ten opzicht van de as. Dit ontwerp werd niet gebruikt omdat het technisch moeilijk is om dit inwendig recht vlak te vervaardigen. Dit werd dan opgelost door een gat te voorzien in de spanner. In het gat is schroefdraad getapt. Hierdoor wordt het mogelijk om een bout aan te brengen die duwt op het rechte vlak van de as, waardoor de twee onderdelen niet meer kunnen roteren ten opzichte van elkaar. De as is gemaakt uit staal. Om de prijs wat te doen zakken is een deel van de as gemaakt uit een aluminium buis die op het volle gedeelte gemonteerd kan worden.

Op een as komen twee spanners die gespiegeld ten opzichte van elkaar gemonteerd zijn. De spanner is van een schuine kant voorzien om het karton voldoende hard te



Figuur 8-1: As met recht vlak

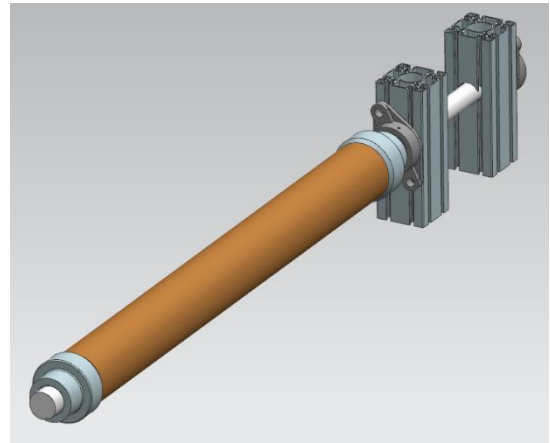


Figuur 8-2: Kartonspanner

kunnen opspannen. Hierdoor kunnen ook variaties in diameter van het karton, waarop de folie gerold is, opgevangen worden

Om de rollen folie zonder teveel complexe handelingen te kunnen aanbrengen op de as, werd ervoor gekozen om een kant van de as open te laten. De andere kant van de as kon dan gebruikt worden om de as te lagere en te verbinden met de motor. In Figuur 8-3 is de samenstellingstekening te zien van de gelagerde as met de kartonspanners, karton en het bijhorende profiel.

Het profiel is een 90x90 profiel met een lengte van 250 mm. Het deel van de as waarop de kartonspanners zitten, het buisgedeelte heeft een diameter van 50 mm. De 2D tekeningen van de gemaakte onderdelen zijn in bijlage E terug te vinden.



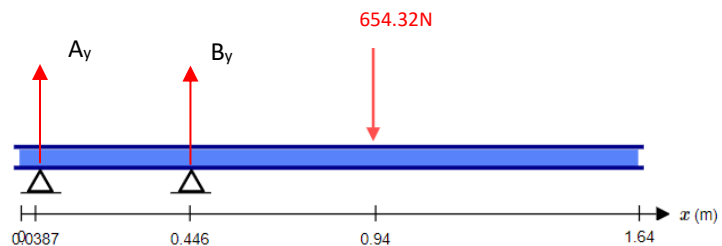
Figuur 8-3: Samenstelling gelagerde as met karton en spanner

De gebruikte lagers zijn van het type UCFL 207 FK. Bij dit type zit de lager gemonteerd in een ovaalvormig huis. Het lagertype is een éénrijige groefkogellager. Deze kan zowel radiale als axiale krachten in beide richtingen opnemen. De grootte van de lager bepaalt de levensduur. Het is dus belangrijk dat de juiste grootte gekozen wordt zodat de lager een lange levensduur heeft. De UCFL 207 FK is een lager met een binnendiameter van 35 mm. In bijlage F is de datasheet van deze lagers weergegeven. Om deze te kunnen monteren is er een vermindering van diameter op de as nodig. In onderstaande berekening wordt de levensduur bepaald. Hierbij wordt verondersteld dat de zwaarste rol op de as geplaatst is. Uit Tabel 2-1 blijkt dat dit de transparante beschermfolie is. Deze heeft bij een breedte van 1 meter een massa van 50,7 kg.

8.1.1.1. Berekening levensduur lagers

Gegevens

De massa van de as met kartonspanners bedraagt 16 kg. De totale massa, rekening houdend met de volle rol van 50,7 kg, wordt hierdoor 66.7 kg. Het gewicht is dus 654.32 N. Het aangrijpingspunt hiervan ligt op 940 mm van het begin van de as. In Figuur 8-4 is as eenvoudig voorgesteld. De eerste lager bevindt zich op 38.7 mm van het begin van de as, de twee op 4446,4 mm.



Figuur 8-4: Reactiekrachten lagers

Bepalen reactiekracht in de lagers

Volgens de statica moet de som van de momenten rond de eerste lager 0 Nm zijn om een evenwicht te hebben. Dit is voorgesteld in Vergelijking 8.1. Ook moet de som van de krachten in de y-richting 0 zijn. Dit wordt weergegeven in Vergelijking 8.2.

$$\sum M_A = 0 : B_y * (0.466 - 0.03987) - 654.32 * (0.940 - 0.0387) = 0 \quad \text{Vergelijking 8.1}$$

$$\sum F_y = 0 : A_y + B_y - 654.32 = 0 \quad \text{Vergelijking 8.2}$$

Uit deze twee vergelijkingen volgt dat de reactiekracht in de eerste lager -671.38 N (A_y) en in de tweede 1325.78 N (B_y) is.

Levensduur lager

De levensduur van een lager wordt bepaald met de formule die wordt getoond in Vergelijking 8.3 en wordt uitgedrukt in aantal omwentelingen. Hierbij is C het dynamisch draagtal in Newton, P de equivalente reactiekracht ook in Newton. p is levensduurexponent.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p * 10^6 \quad \text{Vergelijking 8.3}$$

Voor een kogellager krijgt p de waarde 3. Het dynamisch draagtal bedraagt voor deze lager 25,5 kN. Deze waarde werd gehaald uit de datasheet van de lager. De equivalente reactiekracht is de kracht die berekend werd in bovenstaande tekst.

Eerste lager

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{25500N}{671.38}\right)^3 * 10^6 = 54.8 * 10^9 \text{omwentelingen}$$

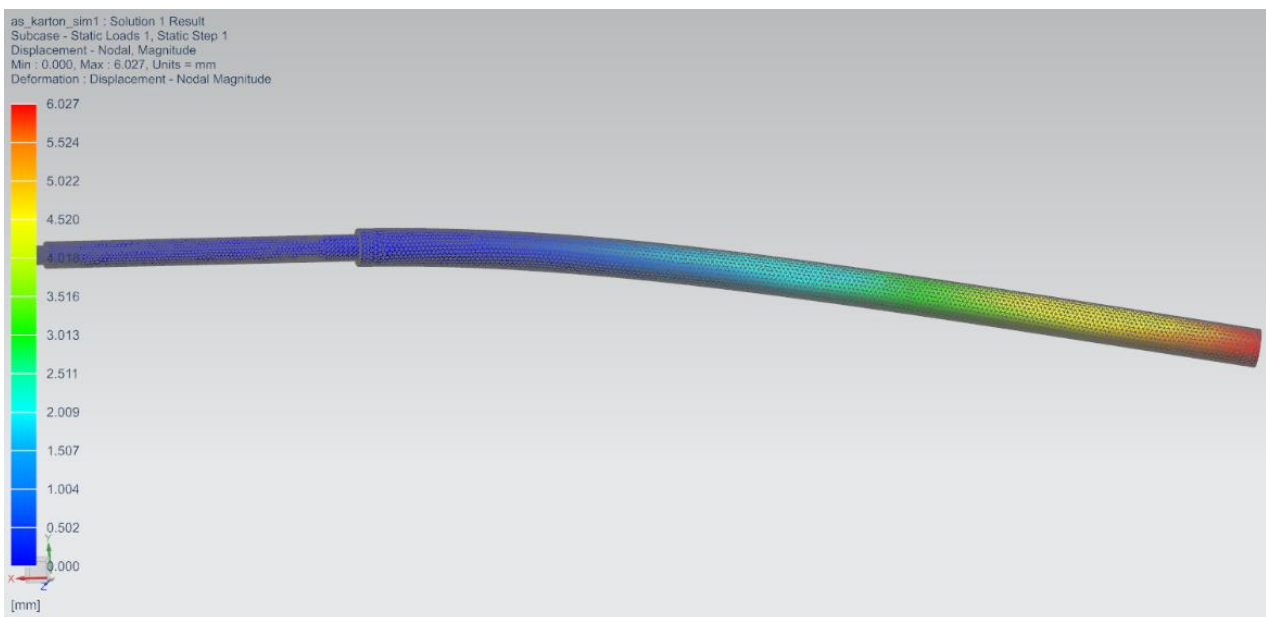
Tweede lager

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p = \left(\frac{25500N}{1735N}\right)^3 * 10^6 = 7.1 * 10^9 \text{omwentelingen}$$

Uit deze berekening kan besloten worden dat de lagers een zeer lange levensduur hebben. Rekening houdend met het feit dat de as niet altijd zo zwaar zal belast zijn, zijn de lagers zeker niet te klein gekozen.

8.1.1.2. Doorbuiging as

De as waarop het karton gespannen zit is opgehangen en gelagerd langs één zijde. Dit om op een snelle manier de rollen folie te kunnen aanbrengen. Hier vergroot de doorbuiging wel. Om te controleren dat de doorbuiging niet te groot werd dit eerst gecontroleerd met behulp van een eindige elementenanalyse. Dit werd toegepast in de pre/post omgeving van NX12. In Figuur 8-5 is het resultaat weergegeven. Hieruit bleek dat de as 6 mm doorboog wanneer deze maximaal belast is (rol van 50.7kg). Deze doorbuiging treedt op, op het verste punt van de ophanging, wat ook te verwachten was. Dit is een acceptabel resultaat en hieruit kan dus besloten worden dat op deze manier de as ophangen mag worden.



Figuur 8-5: Doorbuiging as

8.1.2. Reductie motortoerental

De rollen met folie moeten op een lage snelheid kunnen draaien zodat het mogelijk wordt om korte stukjes te sealen en te rillen. Deze taak wordt deels op zicht genomen door de motor aan te sturen met een frequentieregelaar. Om deze wat te helpen, is een reductie van het motortoerental aangewezen. Hiervoor bestaan er verschillende technische systemen die dit mogelijk maken. Zoals bijvoorbeeld tandwielen, verschillende soorten riemoverbrengingen, reductiekast, ... Om te weten welke er praktisch haalbaar zijn werd een vergelijkende studie gemaakt tussen deze methodes rekening houdend met de machine.

Tabel 8-1: Vergelijking reductiemethodes

	Prijs	Plaatsnemend	Slipgevaar	Smering	Rendement
Tandwielen	+	+	Nee	Ja	Hoog
Riemoverbrenging	+	+	Ja	Nee	Goed
Tandriem	+	+	Nee	Nee	Goed
Reductiekast	--	-	Nee	Ja	Laag
Kettingwielen	- -	+	Nee	Ja	Hoog

Uit Tabel 8-1 komt de tandriem naar voor als de beste oplossing. In een datasheet van tandriemfabrikant Optibelt werd gekozen voor tandriemen die kunnen verbonden worden aan de as van de motor en de as van de rol met een taper bush systeem. Er werd gekozen voor een reductie van 4. Het grootste tandwiel heeft 72 tanden en het kleinste 18. Dit maakt dat als ze als code TB 18 H 100 en TB 72 H 100 hebben. In bijlage G is de datasheet weergegeven van de gekozen tandwielen.

In Figuur 8-6 is een afbeelding weergegeven van een Taper Bush systeem. Hierop is te zien dat een tandwiel met daarin een taper bush, verbonden kan worden met de as met behulp van een spiebaan en een spie. Ook kan dit systeem toegepast worden om een tandwiel aan de motor te verbinden. De spie is al geïntegreerd in de samenstelling van de motor. Door het aanspannen van de schroeven klemt de bush zich stevig rond de as waardoor een starre verbinding wordt bekomen.



Figuur 8-6: Taper bush systeem

8.1.3. Strak spannen folie

Om een goed gerilde en gesealde folie te verkrijgen is het van zeer groot belang dat de folie strak gespannen is tijdens de bewerkingen. Wanneer de motor gestopt wordt zal de rol waaraan getrokken wordt door zijn inertie nog wat verder zijn beweging voortzetten, waardoor de folie niet strak gespannen blijft. Om dit te verhinderen moet de as waarop de rol bevestigd is geremd worden. Dit werd op een eenvoudige manier bereikt door gebruik te maken van een elektromagnetische rem. Deze rem maakt gebruik van een wrijvingsvlak om de last te stoppen. Wanneer er stroom door de rem gaat, meer bepaald door de spoel wordt gestuurd, wordt deze een magneet. De hierdoor ontstane veldlijnen en flux gaan door het ronddraaiende gedeelte van de rem, waardoor dit deel weg van het wrijvingsvlak geduwd wordt. Hierdoor kan de as vrij roteren. De rem moet dus gevoed zijn om de last te kunnen bewegen.

De rem werd aangekocht bij het bedrijf Bintz Technics NV en is van het merk Kendrion. Uit de berekeningen die gedaan zijn voor het dimensioneren van de motor (hoofdstuk D), kan gehaald worden dat het maximaal koppel voor de last 12.5 Nm bedraagt. Om het zeker voor het onzekere te nemen werd een rem gekozen die een last van 20 Nm kan stoppen, dit om voorbereid te zijn op zwaardere of sterkere rollen folie. De productcode is 76431-11H00 VAR0002. Deze rem wordt aangestuurd door 24Vdc en heeft ook een handbedieningsschakelaar om deze manueel aan-en uit te zetten. De rem moet op de as bevestigd worden met behulp van een spie en spiegleuf in de as.

Ontwerp van ril- & lasmachine voor zelfklevende bescherm- & buisfolie

8.1.4. Mechanisme sealen

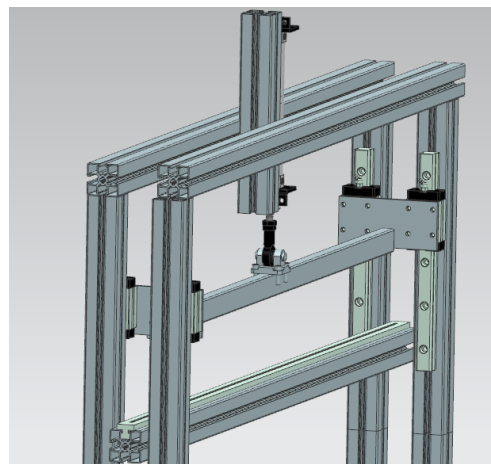
Het doel van de machine is om onder andere folie te sealen. In hoofdstuk 5 werd onderzocht op welke manier dit gedaan kon worden. Hieruit bleek dat er een sealdraad opgewarmd en onder controle moet gehouden worden door speciaal hiervoor ontworpen aanstuuronderdelen. Deze werden aangekocht bij Ropex. De verwarmingsdraad werd op een profiel, met daarin een HMWPE lat geschoven, gemonteerd. Op de draad werd dan nog een teflontape gekleefd.

De kwaliteit van de seal hangt onder meer af van de duur dat de folie tegen het verwarmd element wordt gedrukt. Om hier controle over te hebben moest een aandrukbalk verticaal kunnen bewegen zodanig dat er al dan niet gedrukt werd. Aangezien er persluchtleidingen aanwezig zijn in het bedrijf en pneumatica eenvoudig aan te sturen en betrouwbaar is, was het voor de hand liggend dat er hiervan gebruikt werd gemaakt.

Tijdens het ontwerp werd er voor gekozen om de aandrukbalk aan te sturen met één pneumatische cilinder. Dit om reden dat wanneer er twee cilinders zouden gebruikt worden, en er een tijdsvertraging is bij het uitschuiven ervan, de aandrukbalk geblokkeerd kan raken door schuinstelling. Uit veiligheidsoverwegingen en om zijn eenvoud werd gekozen om met een enkelwerkende cilinder te werken. Deze cilinder keert terug naar zijn beginpositie met behulp van een veer. Het uitschuiven van de cilinder gebeurt door de perslucht en het terugkeren door de veer. Deze perslucht kan een grote kracht genereren. De gebruikte cilinder heeft een inwendige diameter van 32 mm en een slaglengte van 100 mm. Dit laatste kon korter gekozen worden, maar om reden van veiligheid werd gekozen om voldoende afstand te voorzien zodanig dat wanneer er aan de machine gewerkt moet worden, er minder kans op contact is. Om de cilinder te kunnen aansturen moet een 3/2 ventiel gebruikt worden. Het dimensioneren van de pneumatische opstelling staat uitgeschreven in hoofdstuk 8.2.

De cilinder werd bevestigd op de aandrukbalk met behulp van een kogelgaffel met bijhorende scharnier. Hierdoor kan deze eventuele schuinstelling van de balk opgevangen worden en hoeft de cilinder dit niet te doen, deze is daar niet tegen bestand.

Doordat er maar één cilinder gebruikt wordt, moet de sealbalk wel ondersteund worden door lineaire geleidingen. Hiervoor worden vier lineaire lagers gebruikt, twee langs elke zijde. In Figuur 8-7 is de tekening hiervan weergegeven. De gebruikte geleidingen zijn van het type LLTHR 25 P5 L=300, de bijhorende wagen hebben als code LLTHC 25 R T0. Deze toepassing vraagt geen hoge nauwkeurigheid, daarom werd voor het goedkopere type P5 gekozen, type P1 heeft de hoogste nauwkeurigheid en is logischerwijze duurder. Het getal 25 in de code stelt de breedte voor van de geleidingen, hoe breder, hoe groter de krachten zijn die kunnen worden opgenomen door de lagers.



Figuur 8-7: Opstelling lineaire lagers

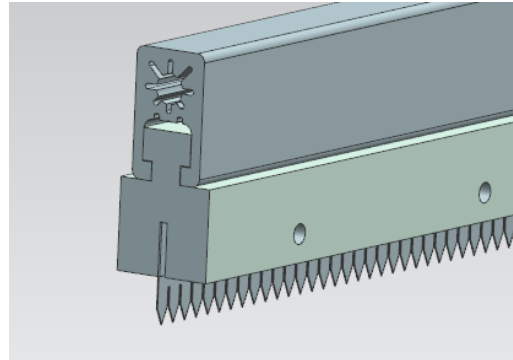
Achteraf gezien zou het beter zijn moest de lineaire geleiders niet naast elkaar gemonteerd worden, maar onder elkaar. Wanneer één kant zou blokkeren, dan ontstaat er een momentbelasting op de lineaire lager. In de situatie zoals weergegeven in Figuur 8-7 kunnen de lagers deze kracht niet opnemen. Moest er gebruik gemaakt worden van één geleider en twee wagens onder elkaar langs elke zijde zou deze kracht wel kunnen worden opgenomen. Dit werd pas gezien wanneer als de onderdelen al geleverd waren, er werd dan ook beslist dit niet meer aan te passen omdat er hier van een uitzonderlijk slecht situatie uitgegaan wordt.

8.1.5. Mechanisme rillen

In de voorstudie van het rillen, zie hoofdstuk 4 werd onderzocht op welke manier de folie gerild kon worden. Hieruit bleek dat hiervoor een speciaal ontworpen mes gebruikt moest worden. Eerst werd uitgezocht hoe het mes gemonteerd kon worden. In de catalogus van de aluminium profielen werd een balk van het materiaal HMWPE gevonden die in een 19x32 profiel past. Door een fijne snede aan te brengen in de balk en deze op te vullen met een dun plaatje, kon met behulp van vleugelmoeren, de messen gemonteerd worden.

Om de folie te kunnen rillen moet door de folie geduwd worden. Door de scherpheid van het mes is hier geen al te grote kracht voor nodig. Zoals bij het mechanisme van het sealen werd hier opnieuw geopteerd voor een pneumatisch actuator. Ook hier werd gebruik gemaakt van een enkel werkende cilinder in combinatie met een 3/2 ventiel. Er werd opnieuw gekozen voor een inwendige diameter van 32 mm en slaglengte van 100 mm. De slaglengte kon ook hier korter maar uit veiligheidsoverwegingen werd dit niet gedaan.

Ook werd de balk waarin het mes gemonteerd is opnieuw ondersteund door 4 lineaire geleidingen van hetzelfde type als bij de drukbalk van het sealen. De wagentjes werden verbonden met de balk met behulp van een zelf ontworpen plaatje. Ook hier zou het ontwerp beter zijn moesten de wagens onder elkaar worden geplaatst i.p.v. naast elkaar.



Figuur 8-8: Montage balk perforatiemes



Figuur 8-9: Samenstelling ril mechanisme

8.1.6. Slitten folie

In hoofdstuk 6.1. werd onderzocht op welke manier de folie geslit kon worden. Uit de studie bleek dat er gebruik kon gemaakt worden van de Stanley 1992 11-921 mesjes. Er moest enkel nog een manier gevonden worden om het mes vast te zetten, alsook om deze op de juiste positie in te stellen. Een derde functionaliteit van de houder, is dat deze op een eenvoudige manier in-en uitgeschakeld kan worden.

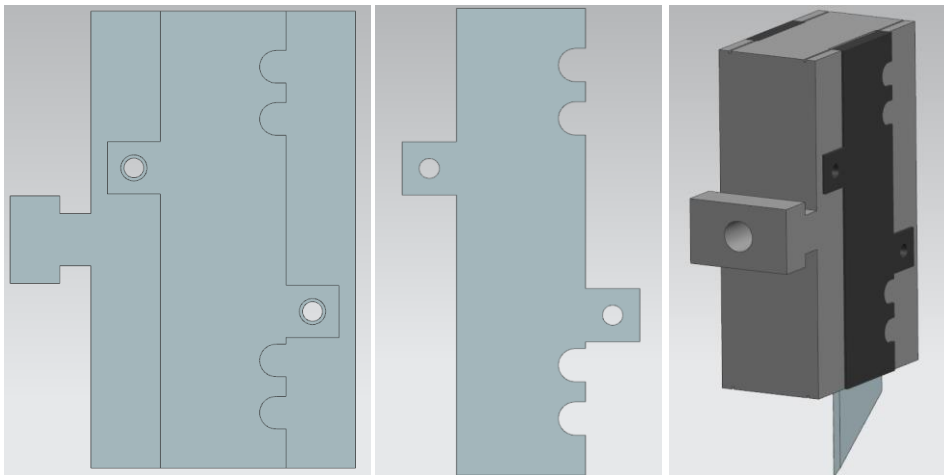
Buiten het standaardframe van een breekmes zijn er geen andere type houders op de markt om het mes te kunnen monteren. Daarom was het noodzakelijk dat er ook een houder ontworpen moest worden. Hiervoor werd gekozen om te 3D-printen. Dit is een methode die nog niet toegepast werd in het bedrijf en was daarom interessant om mee te werken.

Het gebruikte mes heeft een zeer specifieke vorm waarmee bij het ontwerpen gebruik van gemaakt kon worden. In Figuur 6-2 wordt deze vorm weergegeven. Door de aangebrachte inkeping in de niet-snijdende breedte te benutten kon voorkomen worden dat het mes uit de houder valt. Het ontwerp van de houder werd symmetrisch opgebouwd zodanig dat wanneer één van de fragiele uitsteeksels afbreekt, de houder nog steeds bruikbaar is. Om dezelfde reden werd de uitsparing ook aan het tegenovergestelde vlak aangebracht. Hierdoor kan de houder tot vier keer gebruikt worden bij breuk één van de uitsteeksels.

Om te voorkomen dat de het mes er langs de zijkant uitvalt, werd er ook een deksel ontworpen. Om het deksel te bevestigen op de houder is gebruik gemaakt van 'heat-set inserts'. Dit zijn onderdelen die schroefdraad bevatten en op een eenvoudige manier in ge-3D-printe stukken kunnen worden aangebracht. Door hiervan gebruik te maken kunnen de deksels met behulp van een bout vast gezet worden op de houder. Er werd gebruik gemaakt van M3 bouten.

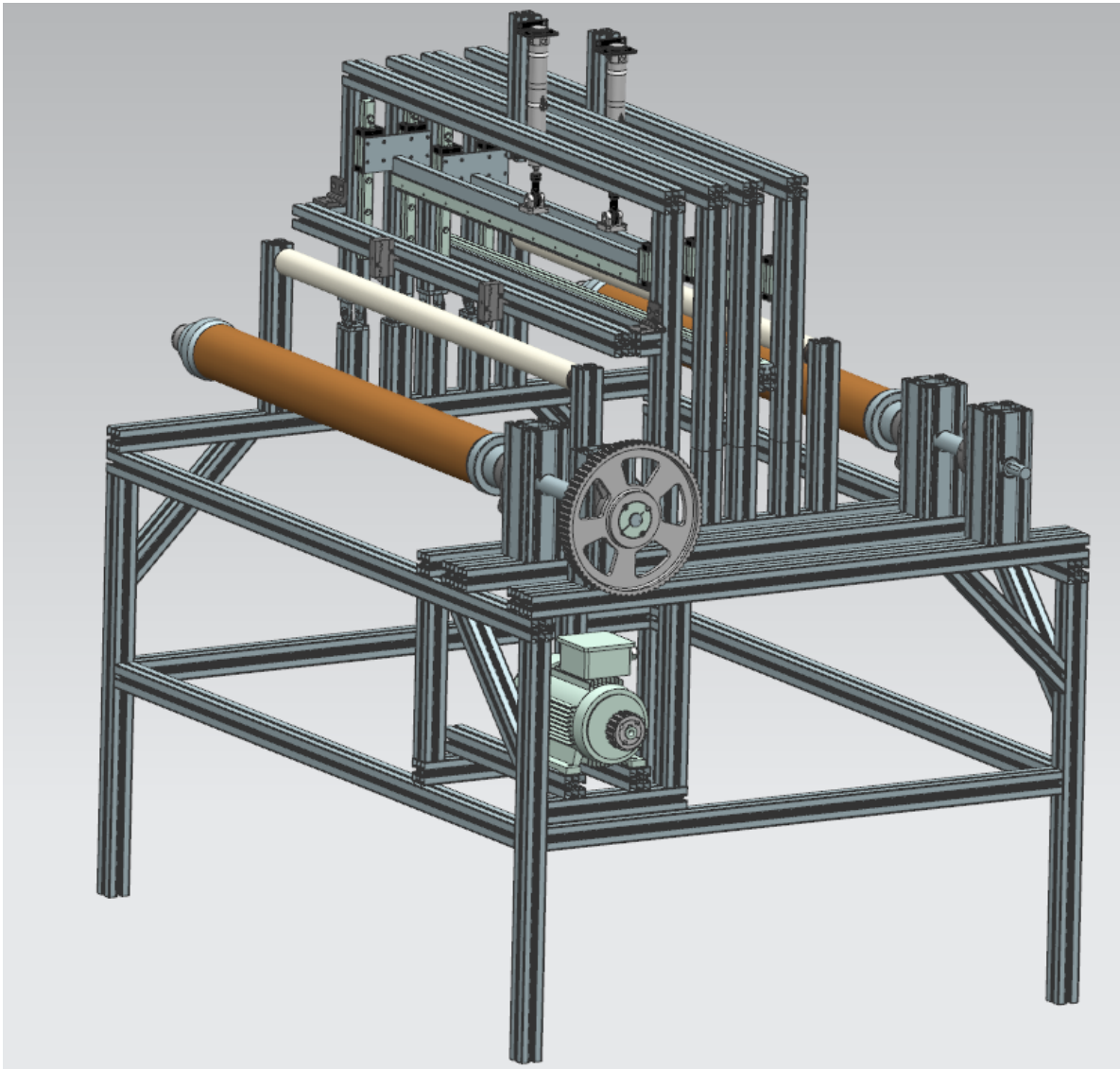
Om ervoor te zorgen dat de slithouder horizontaal verschuifbaar is, dit om op de gewenste breedte te snijden, werd er voor gezorgd dat de houder in een aluminium profiel kan geschoven worden. Door een bout te bevestigen in het voorziene gat, kan de houder gekneld worden zodanig dat hij niet meer kan verschuiven. Hier werd opnieuw gebruik gemaakt van 'heat-set inserts', dit keer schroefdraad M5. Op het profiel werd ook een lintmeter aangebracht om de gewenste afstand in te stellen. In de houder werden hiervoor fijne lijntjes, die evenwijdig lopen met het mes, voorzien om het instellen te vergemakkelijken.

Het al dan niet inschakelen van de slitmesjes, was mogelijk met behulp van een eenvoudig scharnier. Deze scharnieren zijn gemonteerd op het profiel waarop de meshouders ingeschoven zijn. Een van de scharnieren is voorzien van een hendel om de gewenste positie vast te houden.



Figuur 8-10: Ontwerp slithouder

8.2. Samenstelling machine



Figuur 8-12: Samenstellingstekening machine

In Figuur 8-12 wordt de samenstelling van de gehele machine weergegeven. Hierbij werd gebruik gemaakt van aluminium profielen van het merk Alumes. Hoofdzakelijk bestaat de constructie uit 45x45 profielen. Hieronder wordt de machine wat meer in detail besproken.

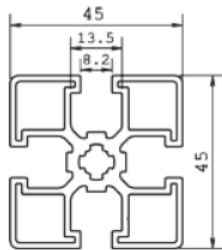
- De poten van de constructie bestaan uit verstevigde 45x45 profielen. Deze hebben dikkere wanden ten opzichte van de standaard 45x45.
- De vier poten zijn met elkaar verbonden met dwarsbalken om de constructie steviger te maken en te verhinderen dat het geheel begint te wankelen.
- De lengte van de poten is zodanig gekozen dat de zware rollen folie op een ergonomisch hoogte hangen.
- Om de motor te bevestigen werd een kooi gemaakt die uit veiligheidsoverwegingen eventueel later afgeschermd kan worden.

- De 90x90 profielen waarop de gelagerde as bevestigd is, zijn bevestigd op twee horizontale 45x45 profielen met behulp van een grote stevige montagehoek. Dit is niet weergegeven op de samenstellingstekening.
- De witte assen op de tekening die zich na de rollen met folie bevinden zijn transportrollen van het merk Interroll. Deze inwendig gelagerde rollen hebben als voordeel dat de folie altijd op een constante hoogte hangt tijdens het bewerken. Moest dit niet zo zijn, hangt de hoogte af van de diameter van de rol. De rollen hebben een diameter van 50 mm en een lengte van 1090 mm.
- Er is plaats voorzien zodanig dat er een encoder gemonteerd kan worden tegen de transportrollen. Hiervoor is een veerarm en een bijhorend meetwiel nodig die er voor zorgt dat de encoder altijd meedraait met de as. Een voorbeeld van dit systeem is weergegeven in Figuur 8-13: Veerarm + meetwiel.



Figuur 8-13: Veerarm + meetwiel

- De profielen worden met elkaar verbonden met behulp van montagehoeken of haakse profielverbinders. Deze laatste zijn niet visueel zichtbaar aan de buitenkant.



Figuur 8-14: Standaard 45x45 profiel



Figuur 8-16: Montagehoek 45



Figuur 8-15: Haakse profielverbinder

8.3. Dimensioneren persluchtleiding

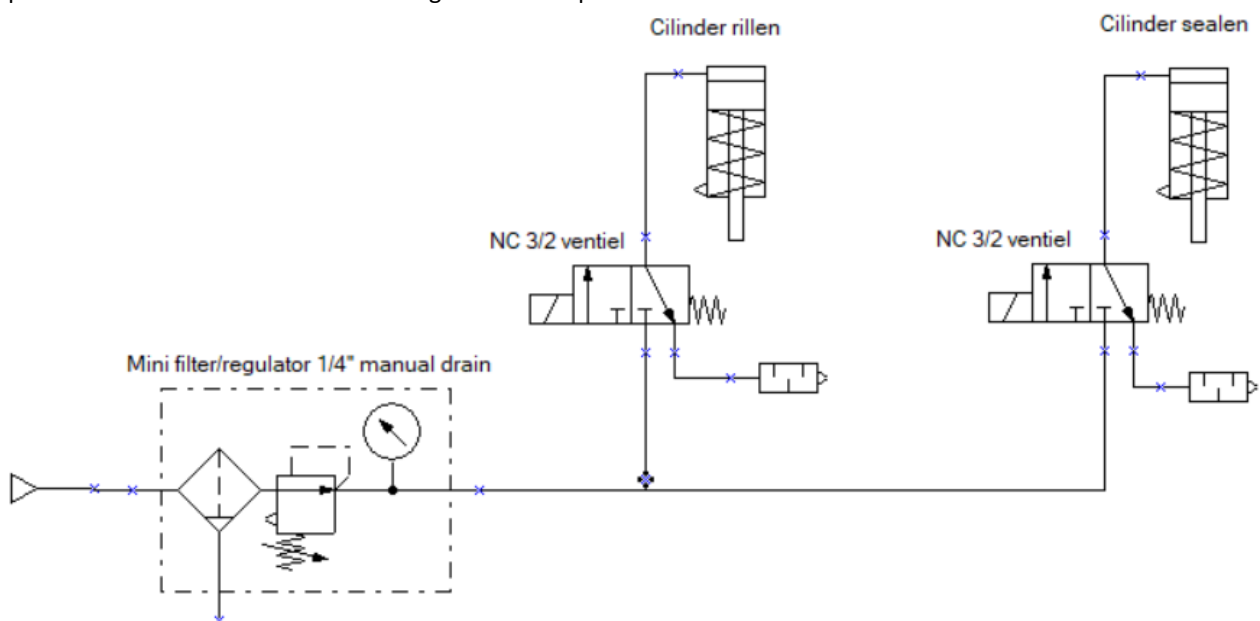
Om de machine te laten functioneren zijn er in totaal 2 pneumatische actuatoren nodig, dit werd beschreven in 8.1.4. en 8.1.4. Dit zijn twee identieke enkelwerkende cilinders met een inwendige diameter van 32 mm en een slaglengte van 100 mm. Elk ventiel wordt aangestuurd door een 3/2 ventiel. Deze ventielen moeten kunnen aangestuurd worden door de PLC. Daarom schakelen ze bij een 24VDC spanning. In het jargon wordt dit een elektro pneumatisch ventiel genoemd.

Voordat de perslucht door de leidingen van de installatie vloeit moet deze eerst geconditioneerd worden. Meer bepaald moet de lucht zuiverder en droger gemaakt worden om een lange levensduur van de installatie te garanderen. Vooraleer de perslucht toekomt aan de ingang van de machine, is deze al gereinigd door een algemene conditioneringsgroep. Deze bevindt zich na de compressor. Hierdoor moeten geen grote investeringen meer worden gemaakt om de lucht "clean" te maken.

De verzorgingseenheid die aan de ingang van de machine staat bevat:

- Een afsluitventiel: dit ventiel maakt het mogelijk om de machine al dan niet te voeden met perslucht.
- Een luchtfilter: deze filter zorgt er voor dat er geen kleine partikels in de cilinder of ventielen terugkomen. Dit kan zeer schadelijk zijn. Het filteren gebeurt door de lucht door een fijnmazig filterelement te sturen. Deze houdt de schadelijke onderdeeljes tegen.
- Een reduceerventiel: Dit ventiel zorgt ervoor dat de druk die door de leidingen van de installatie vloeit geregeld kan worden. Dit gebeurt door manueel te draaien aan de knop bovenaan de filter. Er is ook een analoge wijzer die de grootte van de druk weergeeft.

In Figuur 8-17 wordt het pneumatisch schema van de gehele opstelling weergegeven. Hierop is te zien dat er gekozen is voor Normal Closed 3/2 ventielen. Hierdoor wordt een veilige toestand gecreëerd, de cilinder schuift enkel uit wanneer deze aangestuurd wordt. Aan de poorten, waar de lucht het 3/2 ventiel verlaat, poort 3, is een silencer geplaatst. Dit om het irriterend fluitende geluid te dempen.



Figuur 8-17: Pneumatisch schema

Het enige wat nu nog niet gekend is om de schakeling te bouwen, is de diameter van de leidingen. Hiervoor moet eerst het nodige debiet bepaald worden.

Leidingsdiameter:

Het debiet van de installatie is de hoeveelheid volume die er per tijdseenheid nodig is. Het volume dat één cilinder nodig heeft bij een schakeling, dus uitschuiven wordt berekend door Vergelijking 8.4. Hier is D de binnendiameter van de cilinder, S de slaglengte, beide in decimeter is de werkdruk in Bar. Bij het terug inschuiven wordt er geen lucht uit de leidingen gebruikt.

$$V_{uit} = \frac{1}{4} * \pi * D^2 * S * (p + 1) \quad \text{Vergelijking 8.4}$$

$$V_{uit} = \frac{1}{4} * \pi * 0.032^2 * 0.100 * (6 + 1) = 0.563l \quad \text{Vergelijking 8.5}$$

Uit de berekening van Vergelijking 8.5 volgt dat een cilinder 0.563 l lucht nodig heeft. Het aantal keer een cilinder uitschuift per minuut hangt af van de gewenste output van de machine. Hier is geen getal op te kleven. De leidingen moeten voldoende lucht kunnen leveren bij elke situatie, daarom moet van het maximum uitgegaan worden. Wanneer nu geschat wordt dat er kleine stukjes folie moeten gerild worden en de cilinder 15 keer per minuut moet uitschuiven maakt dit dat een totaal debiet van 8.45 l/min of 0.14 l/s nodig is. Als nu geëist wordt dat er een maximaal drukverlies over de leiding mag ontstaan van 0.1 Bar kan Vergelijking 8.6 ingevuld worden. Dit is een empirische formule die opgegeven is door AtlasCopco, een producent van industriële machines [16]. Hierbij is V het debiet in l/s, L de lengte van de leidingen in meter. Delta p is het drukverlies, en p_{max} is de werkdruk, beide uitgedrukt in Bar.

$$D = \sqrt[5]{\frac{1.6 * V^{1.85} * L}{10^7 * \Delta p * p_{max}}} \quad \text{Vergelijking 8.6}$$

$$D = \sqrt[5]{\frac{1.6 * (0.14)^{1.85} * 10}{10^7 * 0.1 * 6}} = 0.037m \quad \text{Vergelijking 8.7}$$

Uit deze formule, zie Vergelijking 8.7, kan gehaald worden dat de benodigde diameter 3.7 mm moet zijn om een correcte werking te bekomen. Toch werd bij de opbouw van de machine geen gebruik gemaakt van deze diameter maar een grotere, namelijk ¼ inch (6.35mm). Dit omdat deze leiding voorradig was in het bedrijf. Hierdoor is er zeker voldoende lucht aanwezig. De 1/8 inch leiding die ook aanwezig was, was net te klein (3.2 mm).

9 Elektrische opbouw

Nadat het mechanisch ontwerp op punt stond, moest nagegaan worden hoe alles elektrisch verbonden moest worden. Om dit op een efficiënte manier te doen werd onderzocht en opgelijst welke onderdelen er allemaal nodig zijn om een veilige machine te bekomen. Het resultaat hiervan staat beschreven in 9.1. Daarna moest dit allemaal nog praktisch gerealiseerd worden in een elektrische kast. Hoe dit gebeurde staat uitgeschreven in 9.2.

9.1. Elektrisch schema

De nodige hardware die de machine nodig heeft om correct te werken, moet gevoed worden door verschillende spanningsniveaus. In onderstaande delen wordt de werking van de verschillende (samenwerkende) onderdelen beschreven, alsook hoe deze gevoed en beveiligd moeten worden.

9.1.1. 3fasige 1.5kW motor + 1.5kW Danfoss drive FC 302

De motor heeft als doel de as waarop de folie gerold wordt te laten ronddraaien. De snelheid waarmee dit gebeurt wordt geregeld door de drive. De drive wordt gevoed met een 3-fasige wisselspanning van 230V. In de drive wordt de wisselspanning tot DC spanning omgevormd. Door het gecontroleerd schakelen van 6 IGBT's, wordt er opnieuw een wisselspanning bekomen, maar hiervan is de frequentie regelbaar. Deze 3-fasige spanning moet dan verbonden worden met de in driehoek geschakelde motor. Doordat de frequentie van de spanning regelbaar is kan de snelheid van de motor gewijzigd worden.

Om dit geheel te beveiligen is er natuurlijk de nodige apparatuur nodig. In de datasheet van de FC 302 drive is te vinden dat voor een 1.5kW motor/drive een PKZM0-25 nodig is. Dit is een automaat die een maximaal uitschakelniveau heeft van 25A. Met behulp van de schakelaar kan er manueel gekozen worden om de drive al dan niet te voeden.



Figuur 9-1: PKZM0-25

9.1.2. Hardware sealing

In hoofdstuk 5.3. werd al beschreven welke onderdelen er allemaal nodig zijn om de folie te sealen. In bijlage C wordt ook het elektrisch schema hiervan weergegeven. Hierop is te zien dat er twee soorten spanning nodig zijn om het geheel werkende te krijgen. De eerste is een 230 V wisselspanning die binnenkomt in de 'line filter'. Deze spanning komt binnen in pinnen 1 en 2 van RES 5010 en wordt weer doorgestuurd naar de transformator via pinnen 3 en 4. Tussen de transformator en RES 5010 wordt, door de fabrikant aangeraden om een contactor te plaatsen voor de veiligheid. Dit om te verhinderen dat er ongewenst spanning over de sealdraad wordt gezet.

De secundaire kant van de transformator is verbonden met de sealdraad door een 10mm² kabel, deze is gedimensioneerd door Ropex zelf. De stroom die door de sealdraad vloeit wordt gemeten door de PEX-W5. Deze is verbonden met de RES 5010 met pinnen 10 en 11. De spanning wordt dan weer gemeten door de RES 5010 zelf. Dit gebeurt via pinnen 8 en 9. De kabel die nodig is een twisted 2x1mm² die bij de hardware werd aangekocht.

Om dit alles te beveiligen raadt Ropex aan een gG6 automaat of B6 zekering te gebruiken. De keuze viel op de B6 zekering.

De tweede nodige spanning is 24Vdc en wordt gebruikt om de ethernetmodule te voeden. De 24Vdc wordt gehaald van een omvormer die hiervoor aangekocht werd.

9.1.3. S7-1200 PLC Siemens

Om alles aan te sturen en te kunnen programmeren werd gekozen om gebruik te maken van een PLC, namelijk de S7-1200 met CPU 1214C van Siemens. Om deze te kunnen voeden werd een bijhorende Power Module aangekocht. Deze wordt gevoed door een eenfasige wisselspanning van 230V en levert stabiele 24Vdc aan de S7-1200. Er werd ook een extra ingangskaat, de SM 1221, en extra uitgangskaat, SM 1222, aangekocht met elk 8 in-of uitgangen. Deze zullen worden gebruikt om de verschillende actuatoren aan te sturen en de sensoren in te lezen. De PLC is niet extra beveiligd aangezien intern de nodige beveiliging voorzien is. Volgende onderdelen moeten aangestuurd worden door de PLC:

- Een incrementele encoder: deze wordt gebruikt om op te meten welke lengte folie er al gepasseerd is. Deze meet de rotatie van een van de vaste rollen. De encoder wordt gevoed door 24Vdc. Deze wordt gehaald uit de PLC, deze heeft namelijk een uitgang die 24Vdc biedt. De pulsen van de encoder worden binnen gelezen in de High Speed Counter (HSC) ingangen van de PLC.
- 2x 3/2 Ventiel: De 3/2 ventielen die nodig zijn om de enkelwerkende pneumatische cilinder aan te sturen kunnen in een andere schakeltoestand gebracht worden door de spoel al dan niet aan te sturen. Om dit te doen moet over de spoelen 24Vdc gebracht worden. Dit gebeurt door de uitgang van de PLC.
- 4x Reed sensor: Deze sensoren worden gebruikt om er zeker van te zijn dat de pneumatische cilinder volledig in-of uitgeschoven is. Deze sensor werkt op magnetisme en detecteert het al of niet aanwezig zijn van de inwendige cilinder.
- Noodstop: Voor de veiligheid moet er ook een algemene noodstop aanwezig zijn om bij gevaar de machine te kunnen uitschakelen.
- Contactor seal: In 9.1.2. werd beschreven dat er een contactor nodig is tussen de transformator en de RES 5010 controller om de veiligheid te garanderen. Deze moet aangestuurd worden door een uitgang van de PLC.
- HMI: de human machine interface wordt ook gevoed door de PLC, deze heeft ook 24V DC spanning nodig.

9.1.4. Extra

Wanneer de machine niet in gebruik is, moet deze kunnen worden uitgeschakeld om onnodig elektrisch verbruik te vermijden. Hiervoor is een hoofdschakelaar voorzien. Deze is aan de buitenkant van de elektrische kast gemonteerd om een goede bereikbaarheid te verzekeren. De hoofdschakelaar wordt weergegeven in Figuur 9-2. Dit is een 4-polige schakelaar die de drie voedingslijnen en de N-draad kan onderbreken.



Figuur 9-2: Hoofdschakelaar

9.2. Bouw elektrische kast

De bouw van de elektrische kast kan niet uitgevoerd worden. Dit door de Covid-19 maatregelen die genomen werden. Wel zijn de elektrische schema's te vinden in bijlage H. Doordat de hardware van het sealgedeelte niet aanwezig is in de bibliotheek van eplan, kon deze ook niet opgenomen worden in de elektrische schema's. Toch is het elektrische schema volledig aangezien het elektrische schema van Ropex al in bijlage C te vinden is.

10 Software

Nadat alle componenten bepaald waren en zowel de constructie, het pneumatische als elektrische vast lag, kon begonnen worden met het geheel te automatiseren. Om dit te doen slagen, moest er eerst gezorgd worden dat de verschillende hoofdcomponenten, de PLC, de drive en de RES 5010 met elkaar kunnen communiceren. Welk protocol er gebruikt is en welke instelling er hiervoor nodig zijn, staat beschreven in 10.1. In het tweede deel van dit hoofdstuk 10.2. is de code dan weer uitgelegd met behulp van flowcharts.

10.1. Communicatie

Aangezien er al ethernetkabels en switches aanwezig zijn in het bedrijf lag het voor de hand hiervan gebruik te maken. Er werd dus gekozen om te communiceren via Profinet. Dit is de industriële versie van ethernet. Dit communicatieprotocol is wel deterministisch, dit wel zeggen dat exact kan bepaald worden wanneer een bericht zal aankomen. Bij de aankoop van de onderdelen werd hier al rekening mee gehouden. De toestellen zijn dus compatibel om op deze manier van communiceren.

Om de communicatie te laten opstarten en cyclisch data te kunnen uitwisselen zijn er drie adresseringen nodig:

- Het MAC-adres: is gekend, en ligt vast bij alle componenten.
- Het IP-adres: deze wordt gebruikt om het toestel te kunnen benaderen vanuit een ander netwerk.
- Een device name: is een zelf instelbare logische benaming voor een toestel.

De gebruikte adressen zijn terug te vinden in Tabel 10-1.

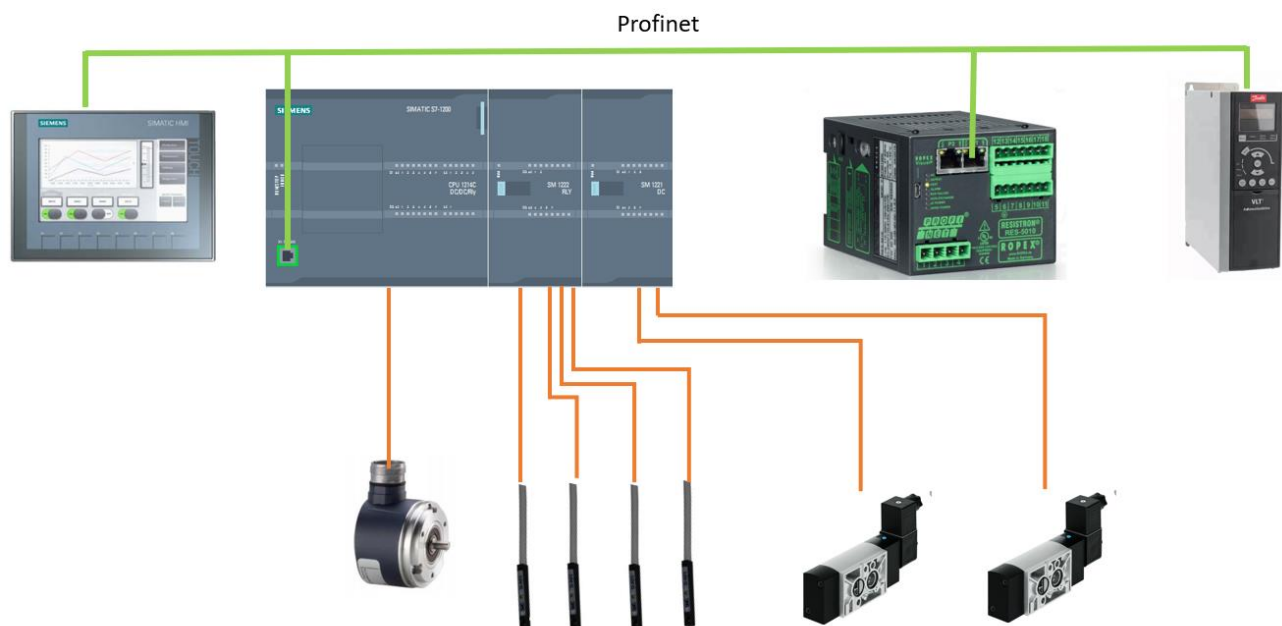
Tabel 10-1: Adressering hardware

	MAC-adres	IP-adres	Device name
S7-1200 PLC	E0-DC_A0-A7-67-02	192.168.0.1	plc_1
RES 5010	B8-0B-9D-00-94-BA	192.168.0.250	res-5010-05
FC 302	00-1B-08-1C-1D-BF	192.168.0.251	fc-302
HMI	E0-DC-A0-B4-CA-17	192.168.0.252	hmi

10.1.1. Overzicht hardware

Nadat het communicatieprotocol vastgelegd was kon het schema getekend worden waarop alle hardware wordt weergegeven. Hierop zijn alle gebruikte toestellen weergegeven die aangestuurd moeten worden om het geheel te automatiseren. Het schema is weergegeven in Figuur 10-1.

In Tabel 10-2 zijn de inputs en outputs met de bijhorende adressen weergegeven. Bij de meeste in-of uitgangen is het niet van belang op welk adres deze aangesloten zijn. Dit is niet zo bij de incrementele encoder. Een encoder stuurt namelijk verschillende pulsen per seconde. Een PLC leest maar zijn ingangen binnen om de $\pm 10\text{ms}$. Dit is snel genoeg voor normale ingangen, maar niet snel genoeg om al de pulsen van de encoder in te lezen. Daarom zijn er High Speed Counters (HSC) voorzien in de S7-1200. De periode waartussen deze HSC ingelezen wordt is instelbaar. De encoder is ingesteld op HSC 1, dus ingang I0.0 en I0.1 voor het A en B signaal van de encoder. Er werd gekozen voor $10\mu\text{s}$ als periode voor het binnenlezen van de ingangen.



Figuur 10-1: Schema hardware

Tabel 10-2: Overzicht adressen inputs/outputs

INPUT	Adres
IN_xEncoderA	I0.0
IN_xEncoderB	I0.0
IN_xReedBovenSeal	I12.0
IN_xReedBenedenSeal	I12.1
IN_xReedBovenRil	I12.2
IN_xReedBenedenSeal	I12.3
IN_wStatuswoordRES	IW258
IN_wTemperatuurRES	IW256
IN_wStatuswoordDriver	IW68
IN_wToerentalDriver	IW270

OUTPUT	Adres
OUT_xVentielSeal	Q12.0
OUT_xVentielRil	Q12.1
OUT_wControlewoordRES	QW258
OUT_wSetTemperatuurRES	QW256
OUT_wControlewoordDrive	QW64
OUT_wSetToerental	QW66

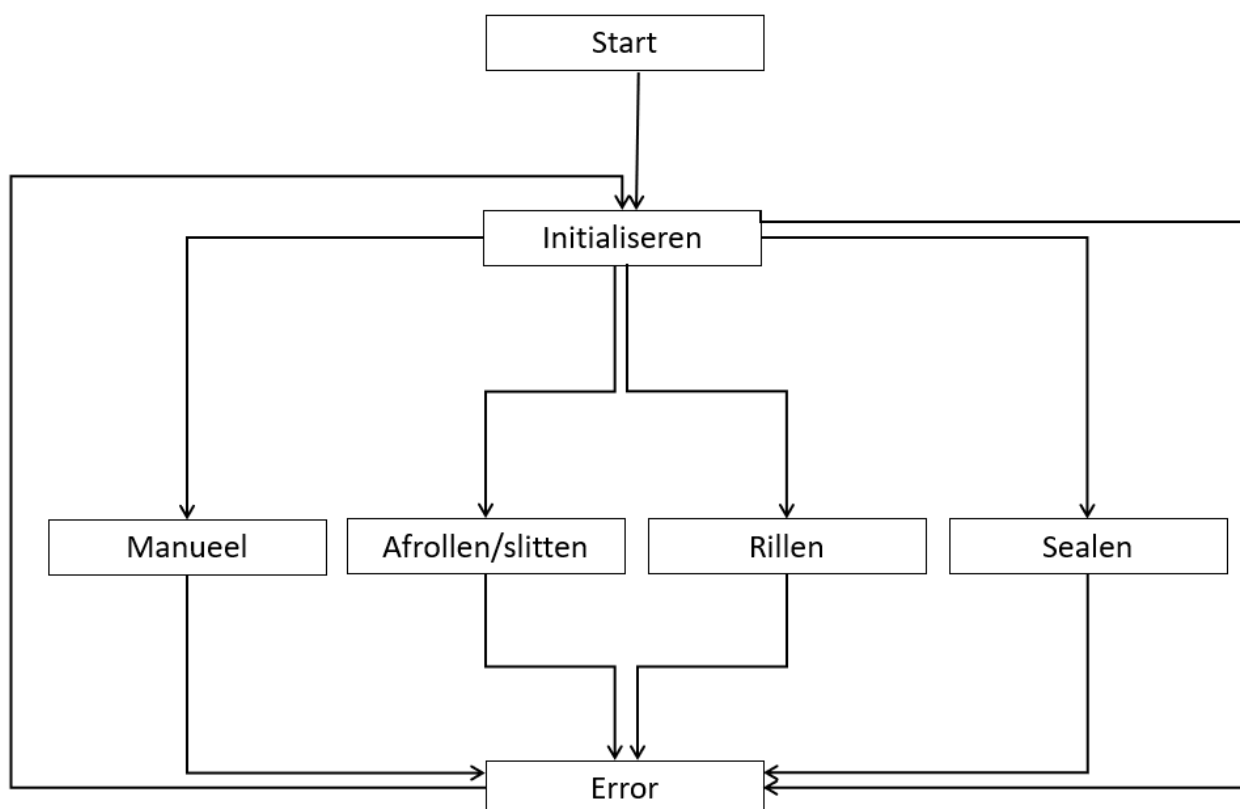
10.2. Flowchart code

Voordat aan de code zelf kon geschreven worden moest eerst nagedacht worden over hoe de structuur van het programma er moet uitzien. Daarvoor werd het toestandsdiagram getekend, deze is weergegeven in Figuur 10-2. Met behulp van dit diagram is het mogelijk om de zien van welke toestand naar een andere toestand kan worden gegaan.

Wanneer de machine opgestart wordt, moeten eerst twee onderdelen geïnitieerd worden. Namelijk de RES 5010 en de FC 302 drive. Voor de RES 5010 is dit meer bepaald het kalibreren van de draad. Hierdoor wordt de weerstandskarakteristiek van de draad bepaald zodanig dat er een juiste spanning en stroom kan gestuurd worden voor een gewenste sealtemperatuur. Het initialiseren van de drive is nodig om deze in een status te brengen waarbij een snelheid kan worden opgelegd.

Na het initialiseren is de machine klaar om de gevraagde bewerking uit te voeren. Zo kan elke actuator manueel worden aangestuurd, dit gebeurt in toestand “manueel”. De automatische toestanden zijn “Afrollen/slitten”, “Rillen” en “Sealen”. Bij “Afrollen/slitten” wordt enkel de motor aangestuurd totdat de gewenste lengte folie gepasseerd is. Tijdens de toestand “Rillen” wordt er een rillijn op de gewenste lengte van elkaar aangebracht tot het opgegeven aantal bereikt is. Tijdens “Sealen” wordt een extra bewerking toegevoegd, namelijk het aanbrengen van een seal. Deze vier bewerkingstoestanden kunnen worden bereikt door het scherm in de HMI te openen van de gewenste bewerking.

De laatste toestand waarin de machine zich kan bevinden is “Error”. Deze toestand kan bekomen worden vanuit elke andere toestand. Wanneer er fouten in de machine optreden zoals bijvoorbeeld slechte communicatie tussen de onderdelen of een kapotte sensor dan wordt deze toestand bereikt. Enkel wanneer de error opgelost en bevestigd is, kan initialisatie opnieuw worden opgestart. Er kan van “Error” niet rechtstreeks terug naar een bewerking worden gegaan.

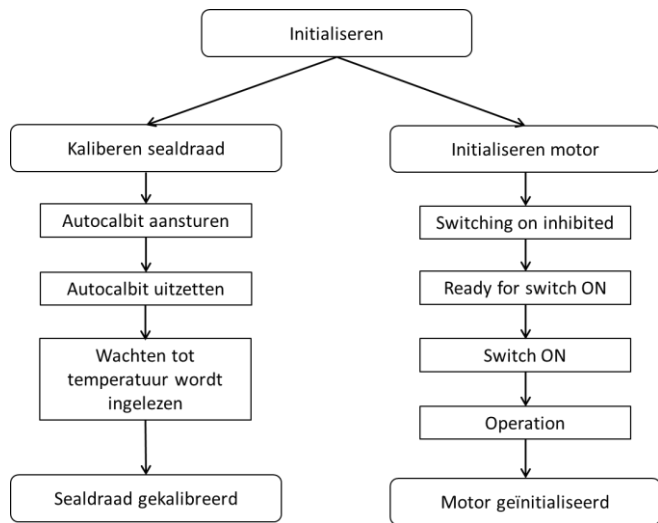


Figuur 10-2: Toestandsdiagram

10.2.1. Initialiseren

Voordat de machine operationeel is moet de sealdraad en de motor eerst geïnitieerd worden. Bij de sealdraad moet bit 0 van het controlewoord hierbij kort hoog worden gebracht, dit is de autocalbit. Hierdoor start de automatische kalibratie. Als de 'Temperature OK' (TO) bit hoog wordt van het statuswoord wil dit zeggen dat de temperatuur wordt ingelezen en de kalibratie geslaagd is.

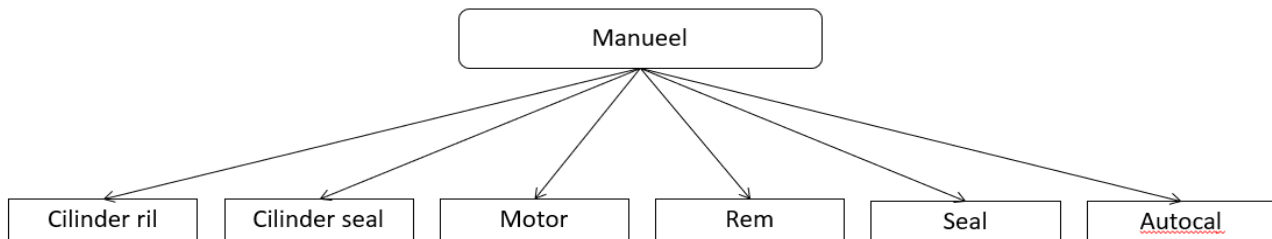
Voor het initialiseren van de motor moet het Profidrive status diagram gevolgd worden, deze is te vinden in de programmeergids van de drive. In dit diagram zijn de verschillende statussen weergegeven die moeten doorlopen worden om motor operationeel te krijgen. Hiervoor moet het statuswoord worden ingelezen en het controlewoord worden aangestuurd.



Figuur 10-3: Flowchart initialiseren

10.2.2. Manueel

Wanneer de machine in manuele modus is kan elke actuator apart bediend worden. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld nieuwe sealparameters getest worden. Of er kan gecontroleerd worden of elk onderdeel nog werkt. Elke actuator kan dus manueel aangestuurd worden met behulp van HMI. Ook kan de sealdraad aangestuurd worden, deze blijft de ingestelde seal-en koeltijd onder controle van de PLC. Met de 'Autocal' kan automatisch een sealdraad gekalibreerd worden. Dit is nodig wanneer er bijvoorbeeld een nieuwe sealdraad wordt gebruikt.

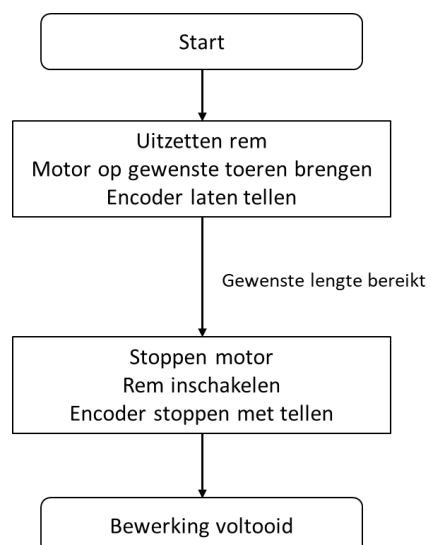


Figuur 10-4: Flowchart manueel

10.2.3. Afrollen/slitten

In Figuur 10-5 is de flowchart weergegeven van het afrollen van de folie. Dit is een relatief eenvoudige bewerking. Hier zijn maar twee actuatoren nodig, namelijk de motor en de elektromechanische rem. Bij het start-sigitaal wordt de rem uitgeschakeld waardoor de as kan draaien. Daarna wordt de motor op het gewenste toerental gebracht. Dit toerental is instelbaar op de HMI maar moet binnen een bepaalde grens vallen. Het instellen van deze grens gebeurt ook op de HMI op het scherm "Instelling". Dit scherm is enkel toegankelijk voor bevoegde persoon die in het bezit zijn van gebruikersnaam en wachtwoord.

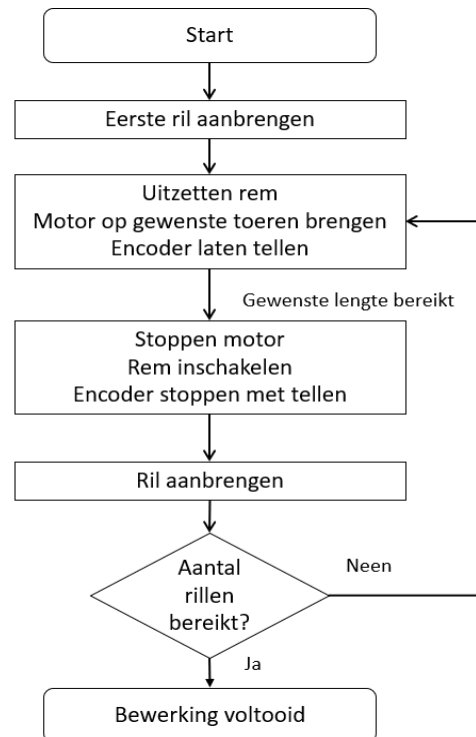
Wanneer de gewenste afgerolde lengte bereikt wordt het toerental naar 0 RPM gebracht en wordt de rem ingeschakeld.



Figuur 10-5: Flowchart afrollen/slitten

10.2.4. Rillen

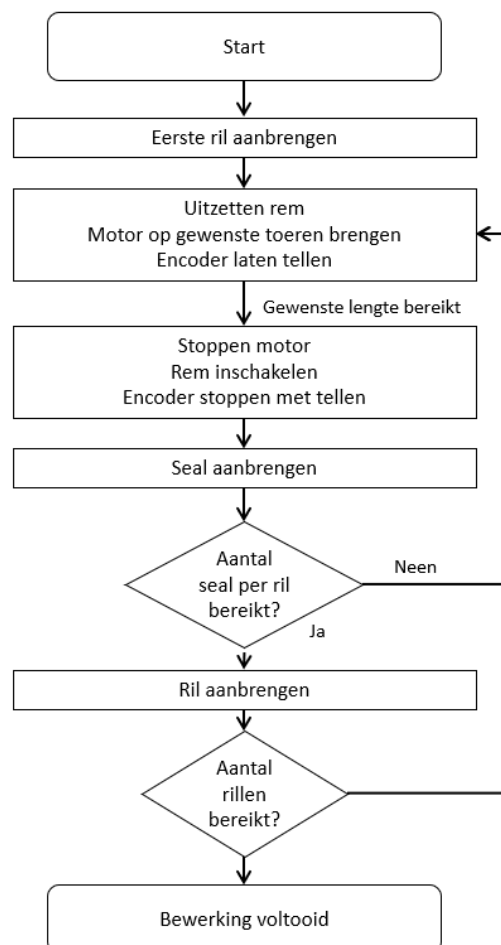
Wanneer het scherm van het rillen actief is in de HMI en de nodige parameters ingesteld zijn kan de machine gestart worden. De flowchart voor dit proces is in Figuur 10-6 weergegeven. Voordat de motor kan worden aangestuurd moet eerst de uiterste ril worden aangebracht. Hiervoor moet enkel de pneumatische cilinder waarop het mes gemonteerd is, “cilinder ril” worden aangestuurd. Nadien kan de motor op snelheid worden gebracht totdat de gewenste lengte tussen de rillijnen bereikt is. Wanneer dit het geval is dient eerst de rem te worden ingeschakeld en enkele milliseconden later moet de motor op 0 RPM worden gebracht. Dit is nodig om een strak gespannen folie te verkrijgen. Wanneer dit niet zou gebeuren zou de folie doorhangen en kan de ril mislukken. Als de gewenste aantal rillijnen aangebracht zijn is de bewerking voltooid.



Figuur 10-6: Flowchart rillen

10.2.5. Sealen

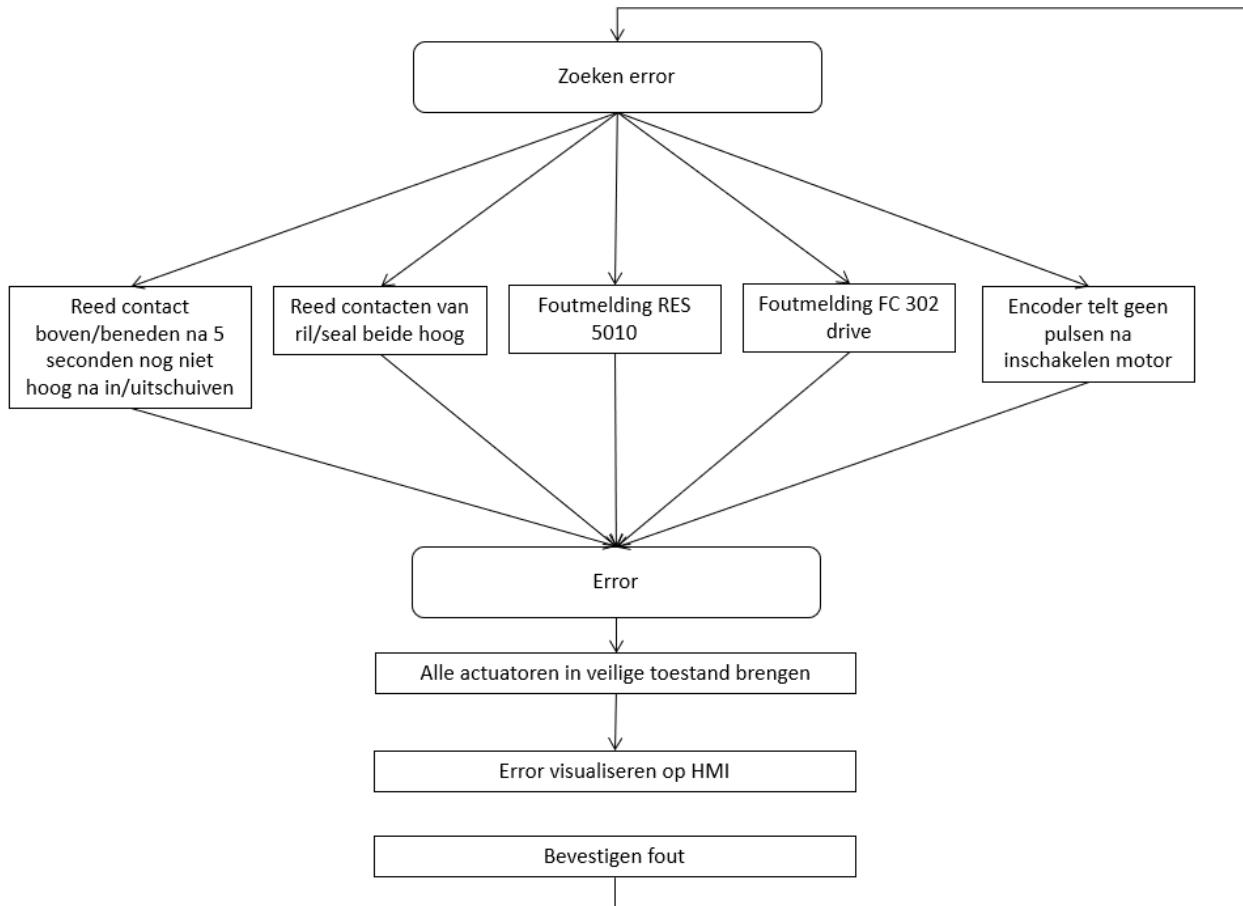
Indien de machine de bewerking sealen uitvoert, dan moeten al de actuatoren worden aangestuurd, weliswaar op het juiste moment. De code die dit regelt is weergegeven in een flowchart in Figuur 10-7. In eerste fase moet de buitenste seal en ril worden aangebracht. De afstand hiertussen is instelbaar in het beveiligd instellingenschermb. Indien er één seal per ril moet worden aangebracht dan moet opnieuw de gewenste lengte folie afgerold worden tot er opnieuw geseald en gerild mag worden. Als dit niet zo is moet het gewenste aantal seals worden aangebracht totdat er weer een ril moet gemaakt worden. Tijdens het sealen wordt de cilinder met daarop de drukbalk aangestuurd, ‘cilinder seal’. Op dat moment wordt de sealdraad ook voor de gewenste duur opgewarmd. Dit gaat door tot dat het nodig aan rillijnen gemaakt zijn en dus de bewerking voltooid is.



Figuur 10-7: Flowchart sealen

10.2.6. Error

Vanaf het moment dat de machine wordt ingeschakeld gaat de PLC opzoek naar fouten. Vanaf het moment dat een fout gevonden is moet de machine in een veilige toestand worden gebracht. Hierbij worden beide cilinders terug ingeschoven, wordt de rem actief, de sealdraad wordt uitgeschakeld en de motor wordt gestopt. Ook dient de opgetreden foutmelding gevisualiseerd te worden op de HMI zodat de operator hierop kan reageren. De machine kan na het optreden van een fout pas opnieuw in werking worden gebracht bij het bevestigen van deze fout. Het verloop van dit proces is weergegeven in Figuur 10-8.

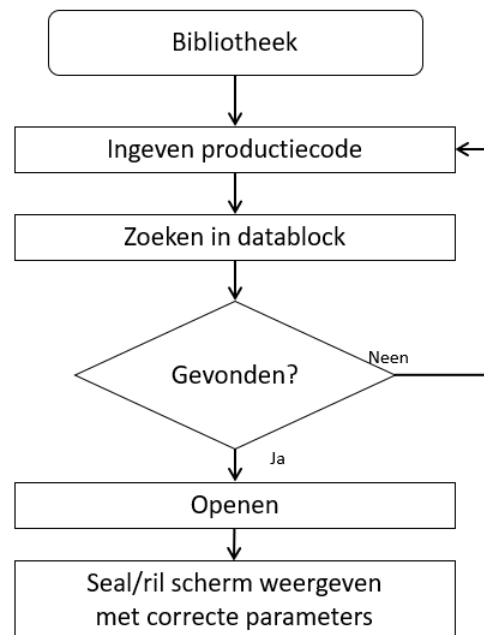


Figuur 10-8: Flowchart error

10.2.7. Bibliotheek

De gebruiker van de machine moet ook in staat zijn om de ingestelde parameters bij de seal en ril bewerking op te slaan. Dit opslaan gebeurt met de productiecode- deze code hoort bij elk productie die in het bedrijf gemaakt wordt.

Wanneer later een oude opdracht opnieuw uitgevoerd moet worden kan met behulp van deze productiecode de bewerking worden opgezocht in de bibliotheek. Wanneer de code gevonden is wordt dit weergegeven op de HMI en kan het scherm van sealen of rillen worden geopend. Hierna kan met de juiste parameters de taak worden uitgevoerd.



Figuur 10-9: Flowchart bibliotheek

11 Veiligheidsstudie

Bij gelijk welke machine of ontwerp moet veiligheid op de eerste plaats komen. Bij elke toepassing of handelswijze waarvoor de machine gebruikt wordt, moet de gebruiker zich altijd in een veilige situatie bevinden. Om dit te kunnen garanderen moet gepoogd worden om gevaren zo veel als mogelijk weg te werken. Indien dit niet mogelijk is moet de gebruiker op een of andere manier bewust worden gemaakt van een potentieel gevaar door bijvoorbeeld gevarensymbolen op de machine te plaatsten. Dit werd gedaan aan de hand van een risicoanalyse op de machine. Om aan te tonen dat de machine conform is met de Europese veiligheidsrichtlijnen is er ook een CE-markering nodig.

11.1. Risicoanalyse

Het doel van een risicoanalyse is het detecteren van gevaren en deze proberen te reduceren naar een aanvaardbaar niveau. Dit gebeurt door eerst de gevaren te detecteren waarna de risico's worden bepaald door Vergelijking 11.1. Deze vergelijking kan nog verder opgesplitst worden naar Vergelijking 11.2. Hierin staat 'W' voor de waarschijnlijkheid dat het gevaar zich voordoet en 'B' voor de blootstelling van het gevaar. In Tabel 11-1, Tabel 11-2 en Tabel 11-3 zijn de waarden voor deze factoren weergegeven. Na deze berekening worden risicowaardes geëvalueerd aan de hand van Tabel 11-4.

$$\text{Risicowaarde (R)} = \text{KANS} \times \text{ERNST (E)}$$

Vergelijking 11.1

$$R = W * B * E$$

Vergelijking 11.2

Tabel 11-1: Factoren ernst (E)

E	Ernst
100	Catastrofe / Veel doden
40	Ramp / Met verschillende doden
15	Zeer ernstig / Eén dode
7	Aanzienlijk / Ernstige verwonding
3	Belangrijk / Werkongeslacht
1	Betekenisvol / E.H.B.O. geval

Tabel 11-2: Factoren blootstelling (B)

B	Blootstelling	
10	Voortdurend	Het interval tussen blootstelling is < 1 uur
6	Dagelijks tijdens de werkuren	Het interval tussen blootstelling is > 1 uur maar < 24 uur
3	Wekelijks / occasioneel	Het interval tussen blootstelling is > 24 uur maar ≤ 1 week
2	Maandelijks	Het interval tussen blootstelling is > 1 week maar ≤ 1 maand (4 weken)
1	Enkele malen per jaar	Het interval tussen blootstelling is > 4 weken maar ≤ 1 jaar maar ≤ 1 jaar
0,5	Zeër zelden	Het interval tussen blootstelling is > 1 jaarHet interval tussen blootstelling is > 1 jaar
0	Geen blootstelling	

Tabel 11-3: Factoren waarschijnlijkheid (W)

W	Waarschijnlijkheid
10	Kan verwacht worden, bijna zeker
6	Goed mogelijk
3	Ongewoon maar mogelijk
1	Alleen mogelijk op lange termijn
0,5	Beschouwbaar maar zeer onwaarschijnlijk
0,2	Praktisch onmogelijk
0,1	Virtueel onmogelijk

Tabel 11-4: Risicofactoren

< R <		Risicowaarde
400		Stop de werkzaamheden
200	400	Onmiddellijk risico verminderen
70	200	Risico verminderen op termijn
20	70	Aandacht nodig
0	20	Aanvaarden

Tabel 11-5: Risicoanalyse

Gevaarlijk situatie	Risico	W	B	E	R	Maatregel
Aanwezigheid rilmessen	Hand/arm kan worden gesneden	3	3	7	63	Afschermen onderdeel
Aanwezigheid elektrische onderdelen	Elektrocucie	0,5	1	7	3,5	Alles goed aansluiten
Aanwezigheid tandwielaandrijving	Inklemmen vingers/hand	3	3	7	63	Afschermen tandwielaandrijving
Aanwezigheid slitmessen	Snee in arm/hand	3	3	1	9	Waarschuwen + afschermen
Aanwezigheid van sealdraad	Verbranden	3	3	3	27	Waarschuwen + afschermen
Aanwezigheid perslucht	Loskomen leiding	1	0.5	0.5	0.25	Alles goed aansluiten
Aanwezigheid uitschuifbaar pneumatisch cilinders	Botsen, pletten vingers	3	3	6	54	Afschermen onderdeel
Aanwezigheid tandwielen en riem	Gekneld	0,5	3	3	4,5	Afschermen onderdelen
Aanwezigheid van stof	Weggliden, vallen	0,5	0,5	1	0,25	Waarschuwen
Aanwezigheid van software	Foutmelding	3	1	1	3	Gebruikers informeren
Aanwezigheid van duidelijke bediening	Foutmelding	3	1	1	3	Gebruikers informeren
Aanwezigheid van naburige machines	Schade door bv heftruck	3	6	7	126	Waarschuwen + afzetten

Volgens de risicoanalyse die uitgevoerd is in Tabel 11-5, zijn er geen al te grote risico's aanwezig bij het gebruik van deze ril- en lasmachine. Toch zijn er enkele onderdelen die moeten afgeschermd worden om knelling of verbranding te vermijden tijdens het gebruik van de machine. Andere preventiemaatregelen die moeten worden genomen zijn waarschuwingen voor de gebruiker door signalisatie.

11.2. CE-markering

Op alle producten in Europa is een CE-label te vinden. Hiermee wordt aangetoond dat het product voldoet aan de veiligheidsrichtlijnen opgesteld door Europa. Ook machines hebben nood aan deze markering, dus ook deze ril- en lasmachine. Voordat de machine in gebruik mag worden genomen dienen eerst enkel stappen ondernomen worden in zake de CE-markering, namelijk [17]:

- Het opstellen en ter beschikking stellen van het technisch dossier.
Dit technisch dossier moet aantonen dat de machine in overeenstemming is met de eisen van de richtlijn. Zo moet er een algemene beschrijving zijn van de machine alsook een overzichtsplan, gedetailleerde en volledige tekeningen en verklaringen, eventueel aangevuld met berekeningen en testresultaten. Ook moet er documentatie zijn over de risicobeoordeling. De gebruikte normen en technische specificaties moeten er ook te vinden zijn. Er moet een exemplaar van de gebruiksaanwijzing van de machine aanwezig zijn. In dien het mogelijk is moet er ook inzicht verschaft worden in het ontwerp, de fabricage en werking van de machine. Dit dossier moet tenminste 10 jaar na de bouwdatum ter beschikking zijn.
- Het opstellen en ter beschikking stellen van de EG-verklaring van overeenstemming.
De EG-verklaring van overeenstemming moet een vooropgestelde inhoud hebben. De firmanaam en het volledige adres moet aanwezig zijn, alsook de naam en adres van degene die gemachtigd is het technisch dossier samen te stellen. Bovendien moet een beschrijving en identificatie van de machine, (generieke benaming, functies, model, type, serienummer en handelsbenaming) te vinden zijn. Alsook een zin waarbij uitdrukkelijk verklaard wordt dat de machine voldoet aan alle toepasselijke bepalingen van deze richtlijn. Hiernaast moet ook de plaats en datum van de opstelling van deze verklaring geschreven zijn alsook de identiteit en handtekening van degene die gemachtigd is om namens de fabrikant of diens gemachtigde de verklaring op te stellen.
- De CE-markering en kenplaat aanbrengen.
Deze CE-markering moet altijd zichtbaar zijn voor iedereen en onuitwisbaar. Op de kenplaat moet in dit geval de firmanaam en het volledige adres van de fabrikant aanwezig zijn, alsook de aanduiding (categorie) en het bouwjaar van de machine.

In overleg werd er gekozen om deze documentatie niet zelf op te stellen, maar hiervoor hulp in te roepen van een externe firma. Het bedrijf Vinçotte kwam hiervoor in aanmerking. Zij zijn gespecialiseerd in het adviseren en ondersteunen in alles wat te maken heeft met veiligheid. De bedoeling is wel niet dat zij bijvoorbeeld de technische tekeningen maken, meer eerder adviseren bij het opstellen van de documentatie. In dit thesis verslag is zo goed als alles beschikbaar om het technisch dossier op te stellen. Enkel de handleiding moet nog afgewerkt worden, maar dit kan pas indien de machine volledig gebouwd is. De opstelling van de EG-verklaring van overeenstemming zal gebeuren met behulp van Vinçotte. Het aanbrengen van de CE-markering en de kenplaat zal gebeuren wanneer de machine in gebruik zal genomen worden.

12 Duurzaamheid

Tegenwoordig kan/mag er niets meer op de markt gebracht worden zonder dat er nagedacht is geweest over de duurzaamheid van het ontwerp. Ook in dit eindwerk was dit een belangrijk item. Duurzaamheid kan opgesplitst worden in drie delen: economische, sociale en ecologische duurzaamheid. Aangezien sociale duurzaamheid hier niet aan de orde is, aangezien dit over het dichterbij elkaar brengen van mensen gaat, werd hiermee geen rekening, maar enkel met de twee andere. Hoe deze items het ontwerp en verloop hebben beïnvloed staan in dit hoofdstuk beschreven.

12.1. Ecologische duurzaamheid

Een synoniem voor ecologische duurzaamheid is milieuvriendelijkheid of het rekening houden met de omgeving en de natuur [18]. Met dit in het achterhoofd werd deze masterproef opdracht uitgeschreven. Door het op maat maken van rollen folie zal er veel minder afval geproduceerd worden. Aangezien alles op maat gesneden wordt zou er nagenoeg niets meer in de afvalcontainer terechtkomen. Door het gebruik van de machine is er ook minder kans dat er krassen ontstaan op de stukken door het snijden van de folie. Hierdoor wordt de kans kleiner dat er stukken opnieuw moeten gemaakt worden.

Het maken en in gebruik stellen van de machine zelf is natuurlijk geen milieuvriendelijk gebeuren. Toch is er geprobeerd om de ecologische voetafdruk zo klein mogelijk te houden door onder andere zo weinig mogelijk materiaal te gebruiken. De gebruikte aluminium profielen zijn dan weer een van de best recycleerbare materialen wat ook een pluspunt is. Het elektriciteitsverbruik van de machine ligt niet hoog in vergelijking met de andere machines die Clem in hun fabriekshal staan hebben. Zo is het enkel de motor en de sealdraad die een noemenswaardige hoeveelheid stroom verbruiken.

12.2. Economische duurzaamheid

In een bedrijf wordt pas een machine aangekocht wanneer deze binnen een relatief korte termijn terugverdiend kan worden. Dit geldt ook voor deze masterproef. Aangezien dit een eigen ontwerp is, werd geprobeerd om de kostprijs van het geheel zo laag mogelijk te houden. In bijlage I is de gehele kostprijs van de machine berekend per module of leverancier. Dit is inclusief BTW. Het totale kostenplaatje bedraagt € 9.027,24. In deze prijs zijn er geen werkuren meegerekend.

Een ander voordeel dat het ontwerp van deze machine met zich meebrengt is dat er minder stock van rollen folie zal zijn. Zo moeten er geen variëteiten aan diverse breedtes worden aangekocht aangezien de machine moederrollen zelf kan versnijden.

12.2.1. Kostprijsreductie

Mocht deze machine bijvoorbeeld in serie worden gemaakt, zou de kostprijs nog wat naar beneden kunnen. Zo zou de motor perfect gedimensioneerd kunnen worden. Nu is deze wat overgedimensioneerd, er is namelijk gebruikt gemaakt van een 1.5kW motor en drive. De prijs van de drive zou met € 90 verlaagd kunnen worden mocht er bijvoorbeeld een 1.1kW drive gebruikt worden.

Een kleiner type lagers zou ook tot een prijsdaling kunnen leiden, nu hebben deze een zeer lange levensduur. Ook de geleidingsrails van de lineair lagers zouden korter kunnen genomen worden. Deze hebben een lengte van 300mm maar 250 mm zou ook volstaan hebben.

Besluit

Ondanks de weinige kennis vooraf over snijden en sealen van folie werd er toch een mooi resultaat behaald. Het ontwerpen gebeurde in verschillende fasen. Beginnende met een marktstudie over de bestaande machines met gelijke doelstellingen. Nadien werd elke functionaliteit afzonderlijk onderzocht en getest. Wanneer dit op punt stond is alles virtueel uitgetekend in een CAD pakket zodat alle afmetingen en onderdelen bepaald konden worden. Ook zijn de nodige berekeningen gemaakt om alles juist te dimensioneren. Eenmaal alles vast lag, werden alle componenten besteld.

Door het COVID-19 virus dat momenteel de wereld teistert kon de praktische realisatie niet afgewerkt worden. Al de nodige onderdelen om de machine te maken zijn geleverd. De constructie van de aluminium profielen is gemaakt, evenals een deel van de elektrische kast om testen te kunnen uitvoeren. Ook de PLC-software is zoveel als mogelijk geschreven en getest.

Ondanks dit alles, kan toch gesteld worden dat de opdracht naar behoren is uitgevoerd. Door een niet voorspelbare situatie kon het project niet afgewerkt worden. Het ontwerp van de gehele machine is tot in de puntjes uitgewerkt. Enkel de praktische realisatie is niet helemaal afgewerkt.

Literatuurlijst

- [1] 'Snijtechnieken - Callier'. <https://www.callier.be/nl/snijtechnieken/> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [2] Y. Namba en H. Tsuwa, 'Cutting Process of Plastics by Thin Knives', in *Proceedings of the Nineteenth International Machine Tool Design and Research Conference: held in Manchester, 13th – 15th September, 1978*, B. J. Davies, Red. London: Macmillan Education UK, 1979, pp. 461–468.
- [3] A. Majumdar en D. D. Kale, 'Properties of films made from ternary blends of metallocene and conventional polyolefins', *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 81, nr. 1, pp. 53–57, 2001, doi: 10.1002/app.1412.
- [4] 'RES temperature controllers - ROPEX Industrie-Elektronik GmbH'. <https://ropex.de/en/products/temperature-controllers/resistron.html> (geraadpleegd apr. 27, 2020).
- [5] 'Afera 5001 | Mecmesin'. <https://www.mecmesin.com/standard/afera-5001> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [6] 'TS-R', *Amutec srl*. <https://www.amutecsr.com/en/prodotti/ts-r/> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [7] 'Creasing - Perforating Machine GPM 450 SA | cyklos.eu'. <https://www.cyklos.eu/products/category/creasing-perforating-electric/product/creasing-perforating-machine-gpm-450-sa> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [8] 'Rotary Perforating Machine RPM 350 | cyklos.eu'. <https://www.cyklos.eu/products/category/creasing-perforating-electric/product/rotary-perforating-machine-rpm-350> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [9] 'Impulssealer Sealboy Magneta Audion | Presa'. <https://www.presa.com/nl/industriële-machines/verpakking/seal machines-sealapparaten/impulssealers/sealboy-magneta> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [10] 'SMS.PN2'. <https://nl.justsealit.com/index/sealapparaten/super-magneet-sealers/sms.pn2.html> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [11] 'Sealtang Z.350/500/650.G'. <https://nl.justsealit.com/index/sealapparaten/sealtangen/sealtang-z.350/500/650.g.html> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [12] 'miura_ii_wp_2017_-eng.pdf'. Geraadpleegd: nov. 30, 2019. [Online]. Beschikbaar op: http://www.sagam.be/sites/default/files/basic-files/miura_ii_wp_2017_-eng.pdf.
- [13] 'Snijden', *Interni Film*. <https://internifilm.be/productie/snijbedrijf/> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [14] 'Rollen snijden', *Converta.nl*. <https://www.converta.nl/nl/services/rollen-snijden.html> (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [15] M. Verpakkingen, 'Reparatieset AVC voor SMS-1000/SM-1000 EM'. https://www.mupla.nl/industrie/verpakkingapparatuur/sealapparatuur/teflon_sealdraden_avc/reparatieset_avc_voor_sms_1000_sm_1000_em (geraadpleegd nov. 30, 2019).
- [16] A. Copco, 'Distributie van perslucht atlas copco', *Atlas Copco*. <https://www.atlascopco.com/nl-be/compressors/wiki/compressed-air-articles/compressed-air-distribution> (geraadpleegd mrt. 26, 2020).
- [17] 'Vinçotte White Paper: CE markering voor machines', *Vinçotte*, dec. 11, 2018. <https://www.vincotte.be/nl/blog/ce-markering-voor-machines> (geraadpleegd mei 20, 2020).
- [18] 'Ecologisch - de betekenis volgens Redactie Ensie'. <https://www.ensie.nl/redactie-ensie/ecologisch> (geraadpleegd apr. 03, 2020).

Bijlage

A. Datasheet folies

	TECHNICAL DATA SHEET PROTECTIVE FILM NOVACEL 4108	Print date : 01/03/18 Page 1/2
---	--	--

DEFINITION

Self-adhesive film for temporary surface protection.

NOVACEL protective film is used for the protection of surface finishes from dirt, scratches and tool marks during handling, transport and storage, forming and assembly.

CHARACTERISTICS

	Method	Metric units	US units
Film type	/	polyolefins	
Colour	/	Black	
Type of adhesive	/	Rubber	
Thickness	AFERA 5006	100 µm	3.9 mils
PAL / A	AFERA 5001	100 cN/cm	9.1 oz/in
Breaking strength	AFERA 5004		
Machine direction		> 1.3 daN/cm	> 7.4 lbs/in
Transverse direction		> 0.6 daN/cm	> 3.4 lbs/in
Elongation at break			
Machine direction		> 250 %	> 250 %
Transverse direction		> 500 %	> 500 %
Outdoor Utilisation : 6 months			

* AFERA : Association of European Self-Adhesive Tape Manufacturers.

PRINCIPAL USES

Protected materials :

Bare metals : Cold rolled stainless steel, Zinc, Aluminium, Anodized aluminium
Pre-coated metals : Polyester (PES), Polyvinylidene fluoride (PVDF), Plastisol, Skinplates
Plastics : Polycarbonate (PC), Polymethyl methacrylate (Acrylic), Polyethylene terephthalate glycol (PETG),
Polyvinyl chloride (PVC), Polystyrene (PS), Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) -
Styrene acrylonitrile (SAN) - Acrylonitrile styrene acrylate (ASA), Polyethylene (PE) - Polypropylene (PP)
Profiles : White PVC, PVC with a decorative sheet, Painted Aluminium, PVC boards
Decorative laminates : Standard, Metallic finish

State of surface : Smooth / glossy, Lightly structured / Semi matt, Embossed / Matt

For the other applications, please consult NOVACEL.

It is not advisable to use on copper, brass and alloys containing copper.
Adhesive side should not be exposed to direct sun light.



TECHNICAL DATA SHEET PROTECTIVE FILM NOVACEL 4696

Print date :
01/03/18

Page 1/2

DEFINITION

Self-adhesive film for temporary surface protection.

NOVACEL protective film is used for the protection of surface finishes from dirt, scratches and tool marks during handling, transport and storage, forming and assembly.

CHARACTERISTICS

	Method	Metric units	US units
Film type	/	polyolefins	
Colour	/	Blue transparent	
Type of adhesive	/	Acrylic	
Thickness	AFERA 5006	50 µm	2.0 mils
PAL / A	AFERA 5001	130 cN/cm	11.9 oz/in
Breaking strength	AFERA 5004		
Machine direction		> 0.7 daN/cm	> 4.0 lbs/in
Transverse direction		> 0.6 daN/cm	> 3.4 lbs/in
Elongation at break			
Machine direction		> 300 %	> 300 %
Transverse direction		> 550 %	> 550 %
Outdoor Utilisation : 6 months			

* AFERA : Association of European Self-Adhesive Tape Manufacturers.

PRINCIPAL USES

Protected materials :

Pre-coated metals : Polyester (PES), Polyvinylidene fluoride (PVDF), Skinplates

Plastics : Polycarbonate (PC), Polymethyl methacrylate (Acrylic), Polyethylene terephthalate glycol (PETG),
Polyvinyl chloride (PVC), Polystyrene (PS), Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) - Styrene acrylonitrile (SAN)
- Acrylonitrile styrene acrylate (ASA), Decorative sheets

State of surface : Lightly structured / Semi matt, Embossed / Matt

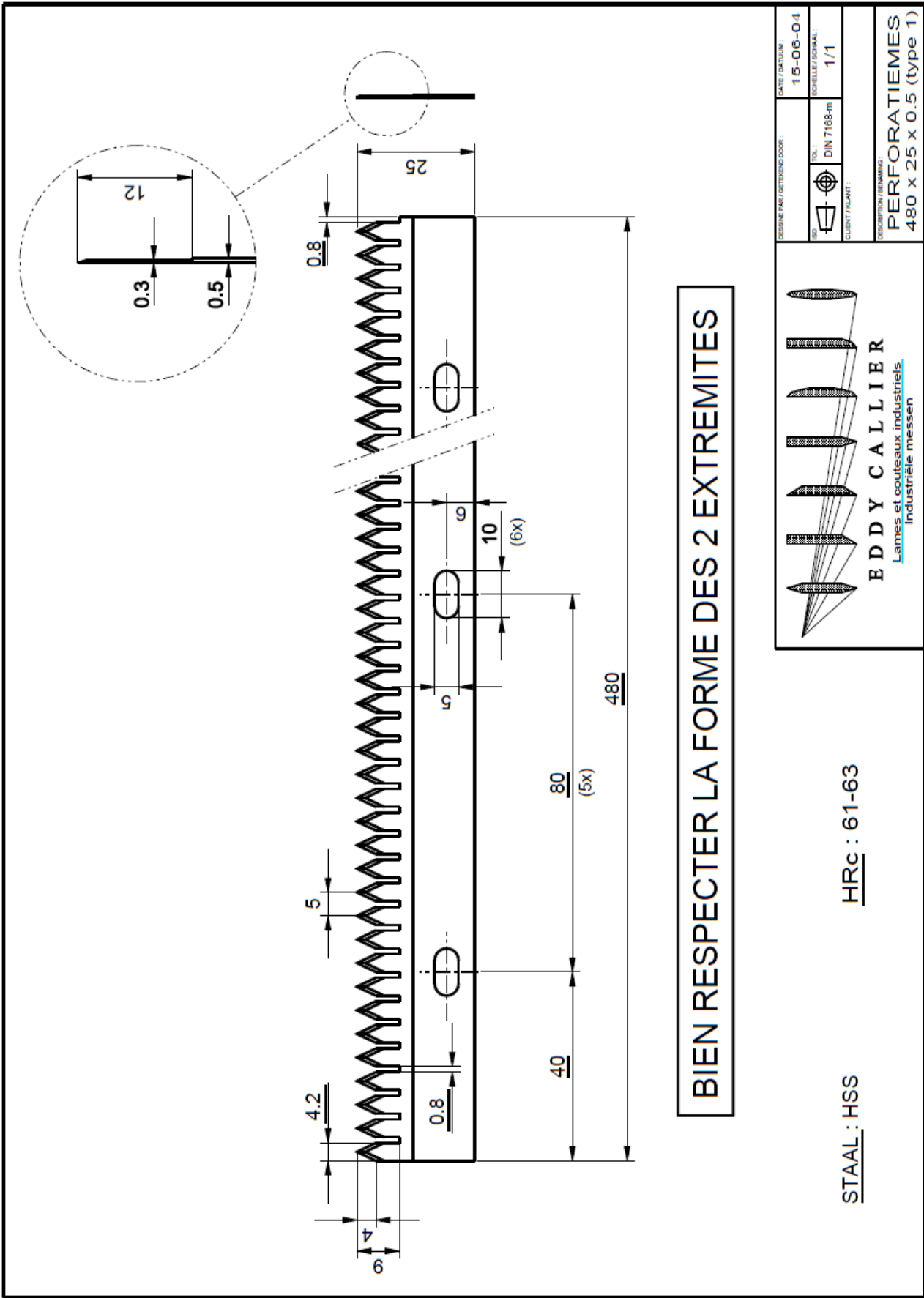
For the other applications, please consult NOVACEL.

It is not advisable to use on copper, brass and alloys containing copper.

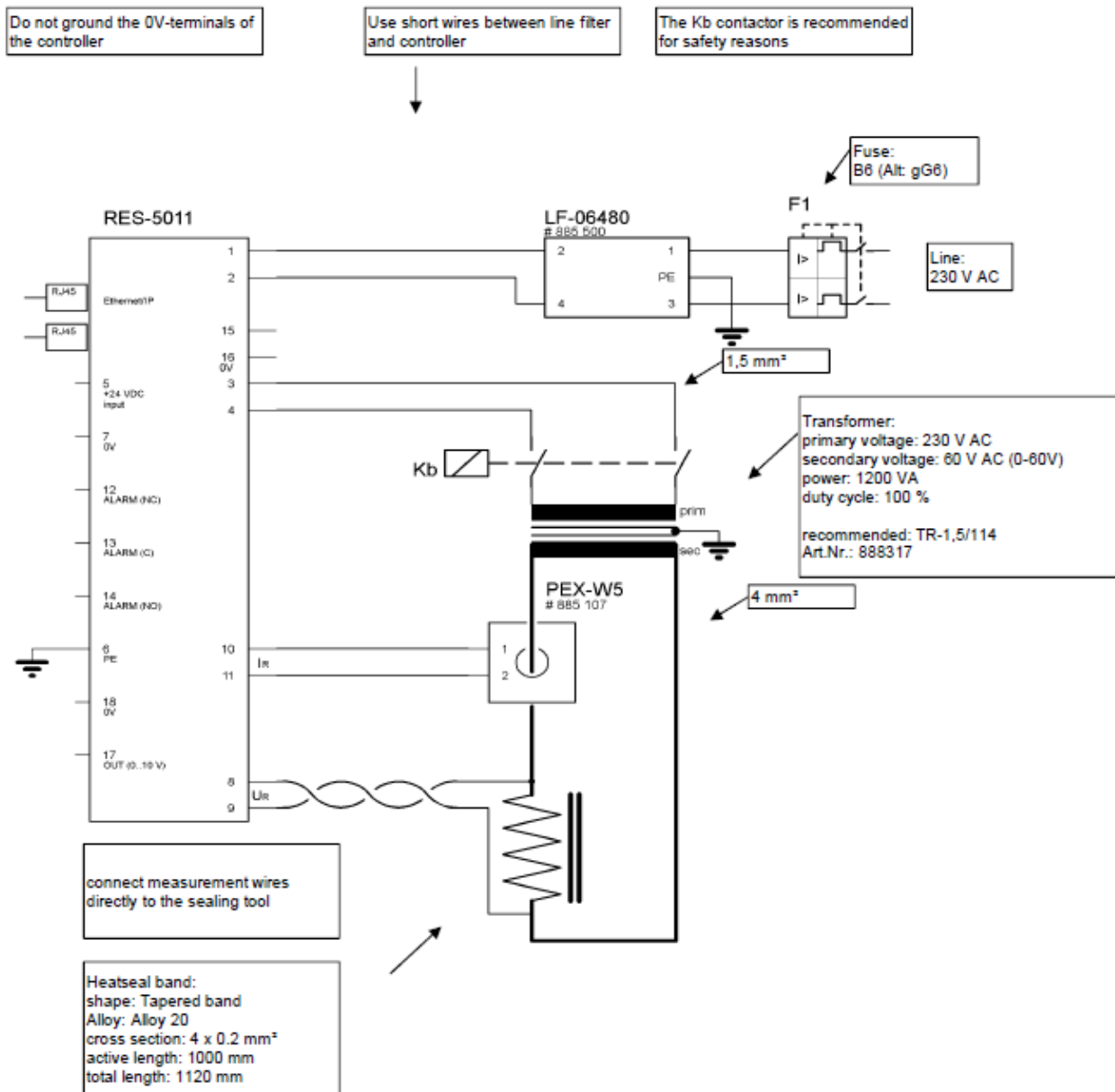


NOVACEL
27 Rue du Docteur E. Bataille - BP4 - 76250 DEVILLE LES ROUEN - France
Tél : +33 (0)2.32.82.72.32 - Télécopie : +33 (0)1.57.67.21.59
Société anonyme au capital de 1 830 000 € - RC Rouen 315 710 293
TVA Intracommunautaire FR95 315 710 293 - Code APE 2229 B

B. Technische tekening rilmes



C. Elektrisch schema Ropex



D. Excel sheet dimensioneren motor

Snelheid [m/s]	0,1
Versnellingstijd [s]	0,1
Versnelling [m/s ²]	1
Nominaal toerental [tr/min]	1000

	straal karton [cm]	straal folie [cm]	PAL/ A [cN/cm]	Breedte [cm]	F aftrek [N]	T1 max	Volume [cm ³]	rho [g/cm ³]	massa [kg]	Inertie volle rol [kgm ²]	alfa [rad/s ²]	Tversnelling [Nm]
Buisfolie	4,0	11,2	5,0	100,0	5,0	0,6	34381,6	0,97	33,4	0,2	8,9	1,6
Transparantie	4,0	13,5	20,0	100,0	20,0	2,7	52229,0	0,97	50,7	0,4	7,4	3,1
Zwarte	4,0	9,0	130,0	100,0	130,0	11,7	20420,4	0,97	19,8	0,1	11,1	0,7
Blauwe	4,0	11,0	100,0	100,0	100,0	11,0	32986,7	0,97	32,0	0,17	9,1	1,5

	Aantal assen	straal as [cm]	Breedte [cm]	rho [g/cm ³]	massa [kg]	J [kgm ²]	alfa [rad/s ²]	Fas [N]	Tas [Nm]
geleidingsassen	2	2,50	100,00	2,70	5,30	0,0017	40,00	5,30	0,21

	Totaal koppel [Nm]	omega [rad/s]	vermogen [W]
Buisfolie	2,4	104,7	251,5
Transparantie	5,8	104,7	609,4
Zwarte	12,4	104,7	1300,1
Blauwe	12,5	104,7	1311,8

1	2	3	4	5	6	7	8
F	E	D	C	B	A		

1	2	3	4	5	6	7	8
F	E	D	C	B	A		

Top view showing dimensions: $\varnothing 50$, 16, and section line A-A.

Side view showing dimensions: 1185, 30, and section line A-A.

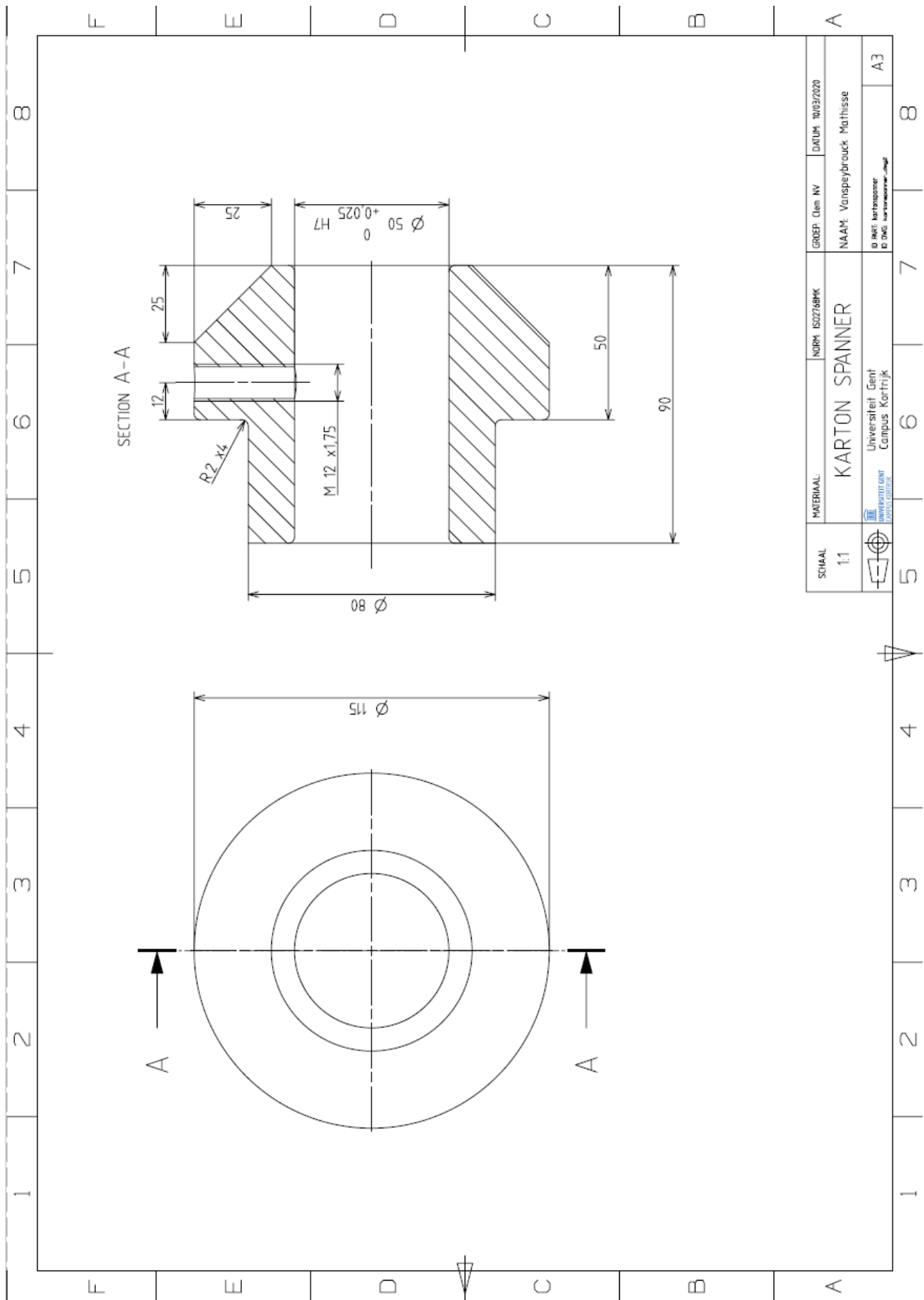
SECTION A-A

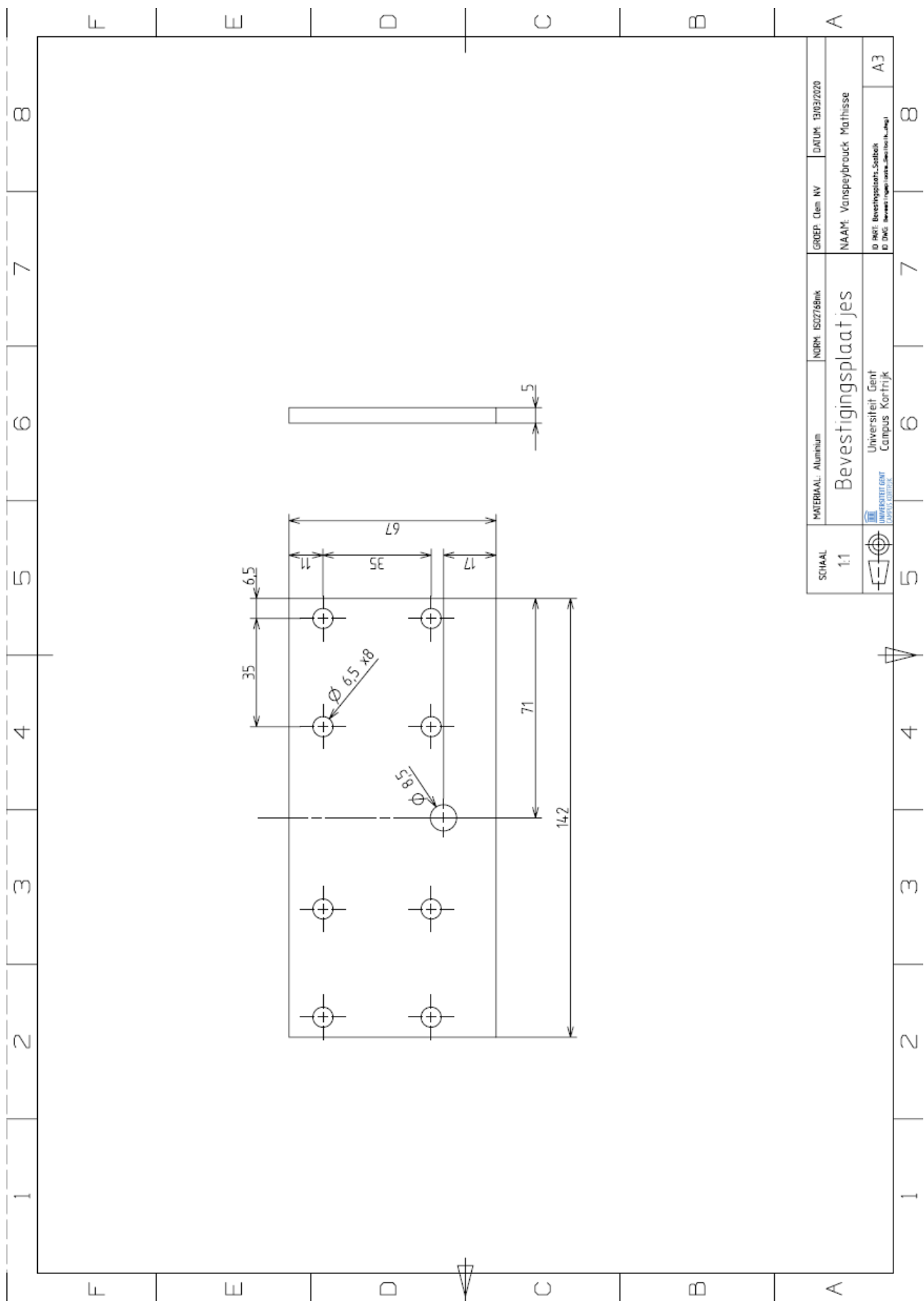
30

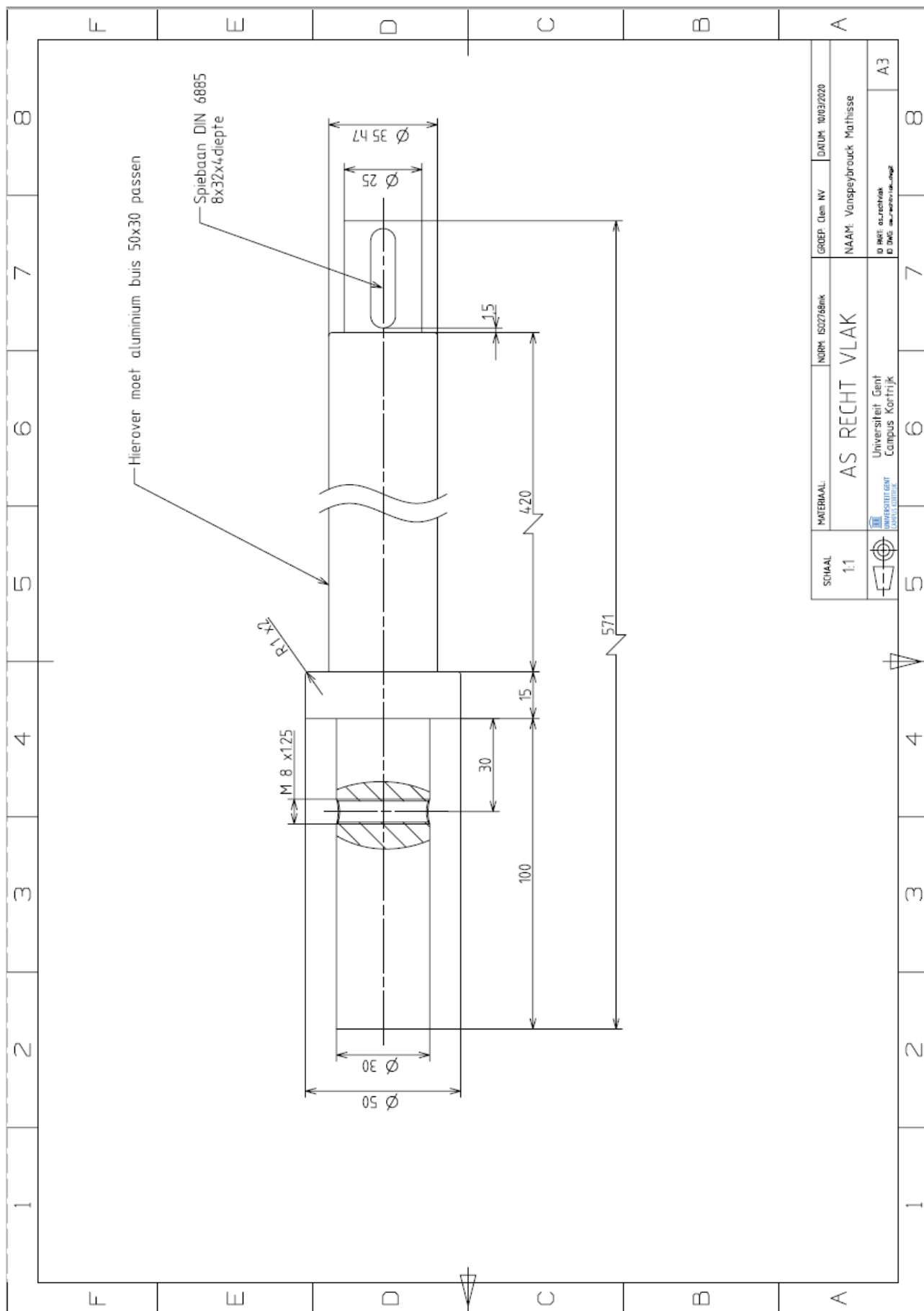
1185

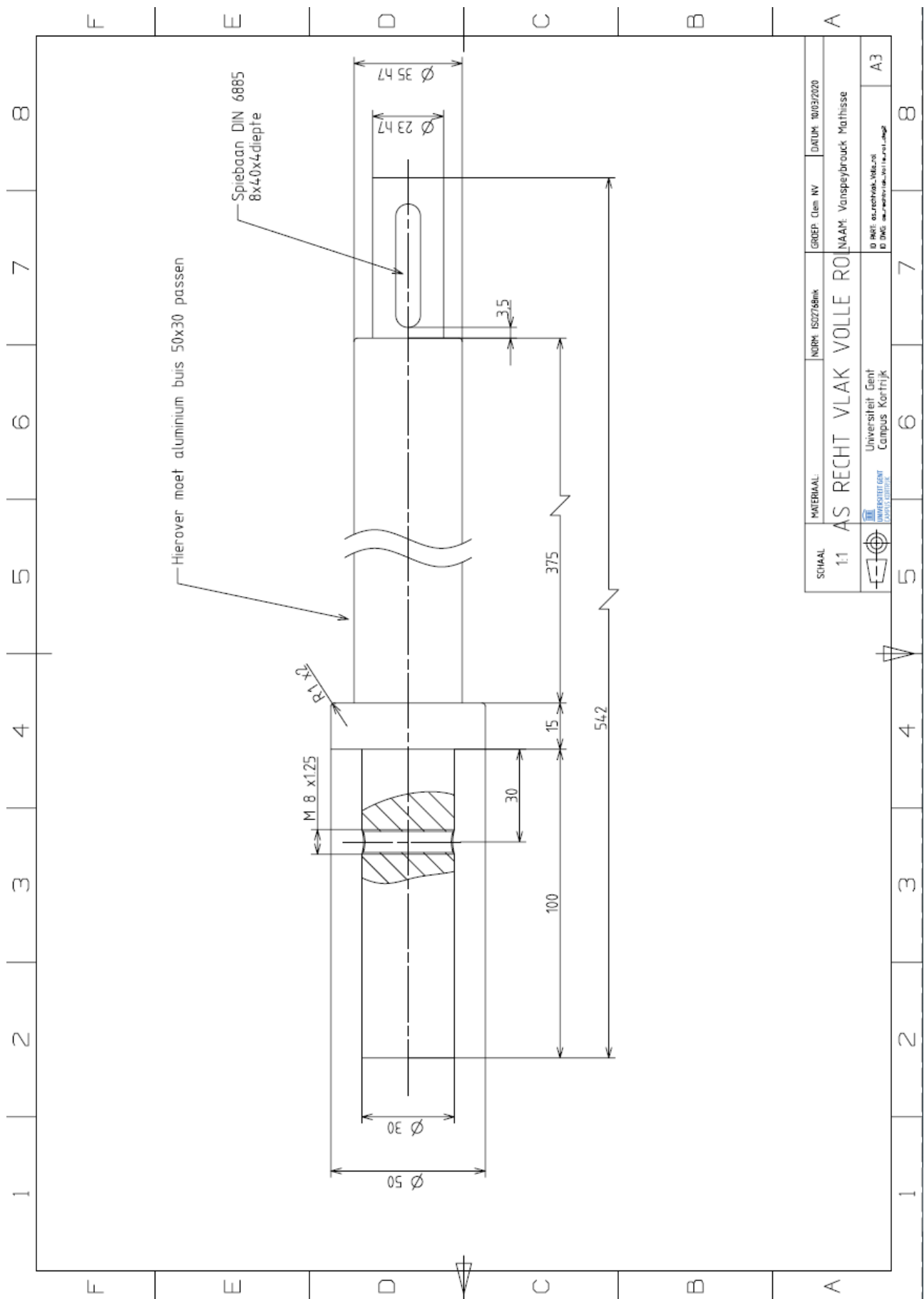
Hierover moet kartonspanner kunnen bewegen

SCHAAAL	MATERIAAL: Aluminium	NORM: ISO 2768mk	GROUP: Clem NV	DATE: 13/03/2020
1:1	BUIS AFGEVLAKT		NAAM: Vanspeybrouck Mathisse	
	Universiteit Gent Campus Kortrijk		ID R001: Bus Aluminium ID D005: Bus Aluminium	
				A3





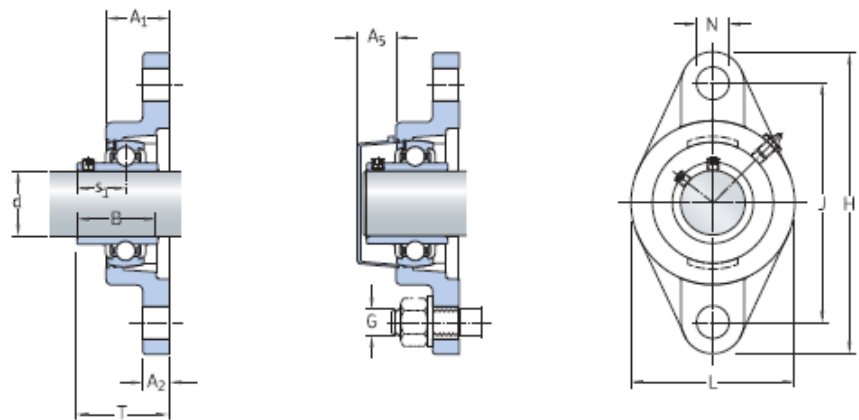




F. Datasheet lager

Insert bearing flanged units with oval 2-bolt flange housing, set screws, for metric shafts
d 20 – 90 mm

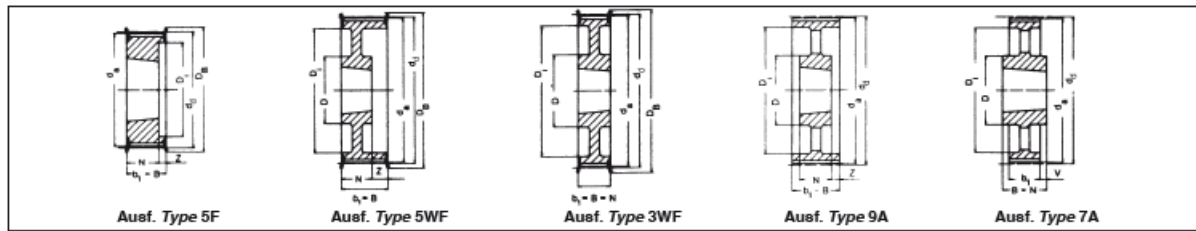
Extract from PUB 17274 EN



Principal dimensions	Basic load ratings		Fatigue load limit	Limiting speed	Mass	Designations		Appropriate end cover	Units
	dynamic	static		with shaft tolerance h6		Housing	Bearings		
d	C	C ₀	P _u						
mm	kN			r/min	kg	–			
20	12,7	6,7	0,3	6 500	0,44	FL 204	UC 204	ECY 204	UCFL 204
25	14,0	7,8	0,3	5 850	0,62	FL 205	UC 205	ECY 205	UCFL 205
30	19,5	11,4	0,5	5 000	0,90	FL 206	UC 206	ECY 206	UCFL 206
35	25,5	15,3	0,7	4 300	1,19	FL 207	UC 207	ECY 207	UCFL 207
40	32,5	20,0	0,9	3 750	1,53	FL 208	UC 208	ECY 208	UCFL 208
45	32,5	20,4	0,9	3 400	1,84	FL 209	UC 209	ECY 209	UCFL 209
50	35,1	23,2	1,0	3 300	2,17	FL 210	UC 210	ECY 210	UCFL 210
55	43,6	29,0	1,3	3 000	3,12	FL 211	UC 211	ECY 211	UCFL 211
60	52,7	36,0	1,5	2 700	3,99	FL 212	UC 212	ECY 212	UCFL 212
65	57,2	40,0	1,7	2 350	4,93	FL 213	UC 213	ECY 213	UCFL 213
70	62,4	44,0	1,9	2 250	5,46	FL 214	UC 214	ECY 214	UCFL 214
75	66,3	49,0	2,0	2 100	5,99	FL 215	UC 215	ECY 215	UCFL 215
80	71,5	54,0	2,2	1 900	7,52	FL 216	UC 216	ECY 216	UCFL 216
85	83,2	64,0	2,5	1 800	8,83	FL 217	UC 217	ECY 217	UCFL 217
90	95,6	72,0	2,7	1 600	10,70	FL 218	UC 218	ECY 218	UCFL 218

G.Datasheet tandriemen

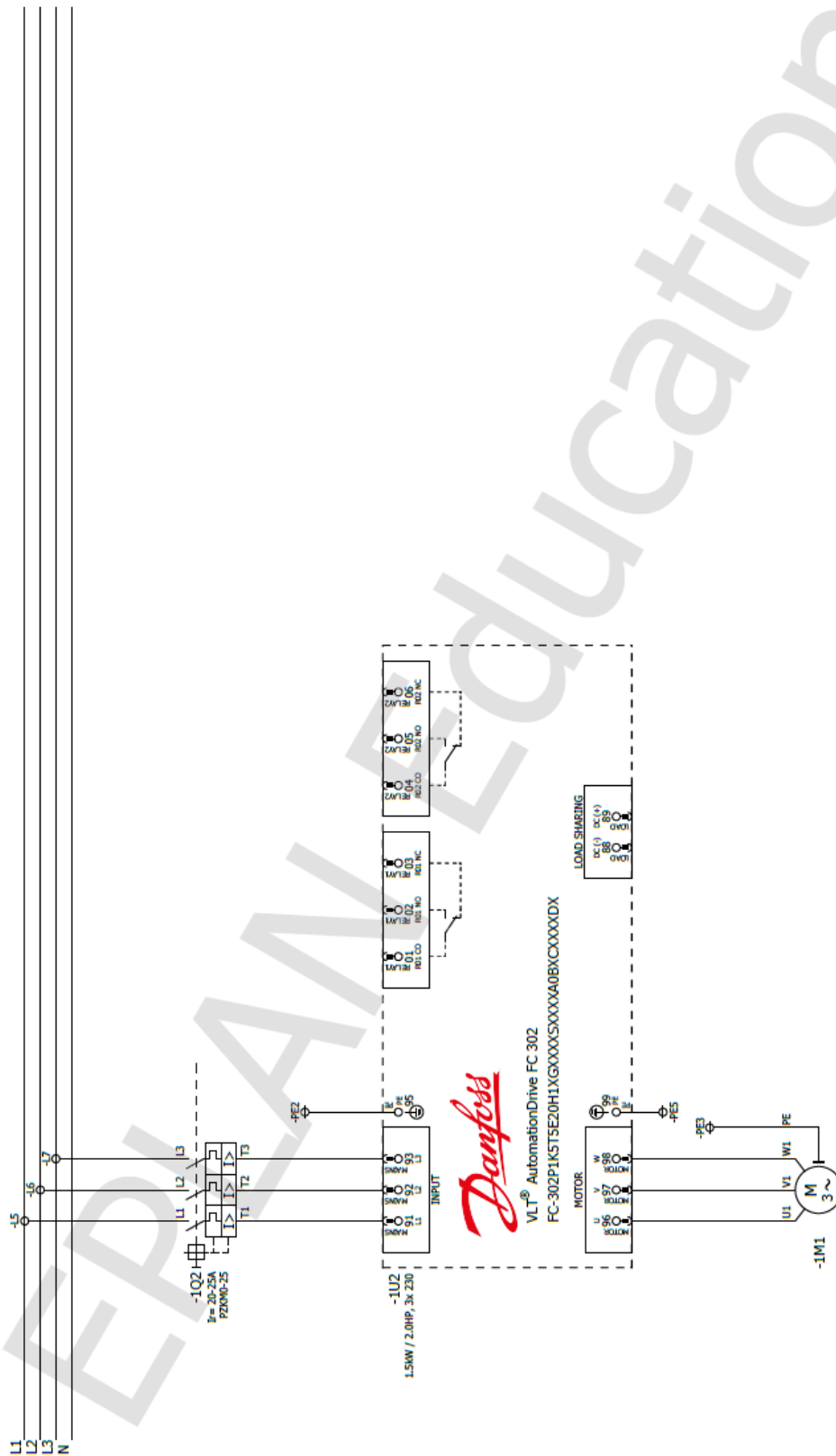
optibelt ZRS Standard-Zahnscheiben für Taper-Buchsen Timing Belt Pulleys for Taper Bushings



Profil <i>Profile</i> H – Teilung <i>pitch</i> 12,7 mm für Riemenbreite <i>for belt width</i> 100															
Bezeichnung <i>Designation</i>	Anzahl der Zähne No. of teeth	Aus- führung Type	Material	d _d (mm)	d _a (mm)	D _B (mm)	b ₁ (mm)	B (mm)	N (mm)	V (mm)	Z (mm)	D (mm)	D _i (mm)	Taper- Buchse Taper bushing	Gewicht ohne Buchse Weight without bushing (= kg)
TB 16 H 100	16	5F	St	64,68	63,31	71	31,0	31,0	22,0	—	9,0	—	45	1108	0,4
TB 18 H 100	18	5F	St	72,77	71,39	79	31,0	31,0	25,0	—	6,0	—	52	1210	0,5
TB 19 H 100	19	5F	St	76,81	75,44	83	31,0	31,0	25,0	—	6,0	—	56	1210	0,6
TB 20 H 100	20	5F	St	80,55	79,48	87	31,0	31,0	25,0	—	6,0	—	60	1210	0,7
TB 21 H 100	21	5F	GG	84,89	83,52	91	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	63	1210	0,8
TB 22 H 100	22	5F	GG	88,94	87,56	93	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	67	1210	0,9
TB 23 H 100	23	5F	GG	92,98	91,61	97	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	71	1610	0,9
TB 24 H 100	24	5F	GG	97,02	95,65	103	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	75	1610	1,0
TB 25 H 100	25	5F	GG	101,06	99,69	106	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	79	1610	1,0
TB 26 H 100	26	5F	GG	105,11	103,73	111	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	83	1610	1,2
TB 27 H 100	27	5F	GG	109,15	107,78	115	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	87	1610	1,3
TB 28 H 100	28	5F	GG	113,19	111,82	119	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	91	1610	1,5
TB 30 H 100	30	5F	GG	121,28	119,90	127	32,0	32,0	25,0	—	7,0	—	99	1610	1,7
TB 32 H 100	32	5WF	GG	129,36	127,99	135	32,0	32,0	25,0	—	7,0	92	108	1610	2,0
TB 36 H 100	36	5WF	GG	145,53	144,16	152	32,0	32,0	25,0	—	7,0	92	124	1610	2,7
TB 40 H 100	40	5WF	GG	161,70	160,33	168	32,0	32,0	25,0	—	7,0	92	140	1610	3,6
TB 44 H 100	44	3WF	GG	177,87	176,50	184	32,0	32,0	32,0	—	—	106	153	2012	3,8
TB 48 H 100	48	3WF	GG	194,04	192,67	200	32,0	32,0	32,0	—	—	106	169	2012	3,2
TB 60 H 100	60	9A	GG	242,55	241,18	—	34,0	34,0	32,0	—	1,0	106	223	2012	4,8
TB 72 H 100	72	9A	GG	291,06	289,69	—	34,0	34,0	32,0	—	1,0	106	270	2012	5,7
TB 84 H 100*	84	9A	GG	339,57	338,20	—	34,0	34,0	32,0	—	1,0	106	318	2012	6,8
TB 96 H 100*	96	7A	GG	388,08	386,71	—	34,0	45,0	45,0	5,5	—	119	366	2517	8,2
TB 120 H 100*	120	7A	GG	485,10	483,73	—	34,0	45,0	45,0	5,5	—	119	462	2517	12,1

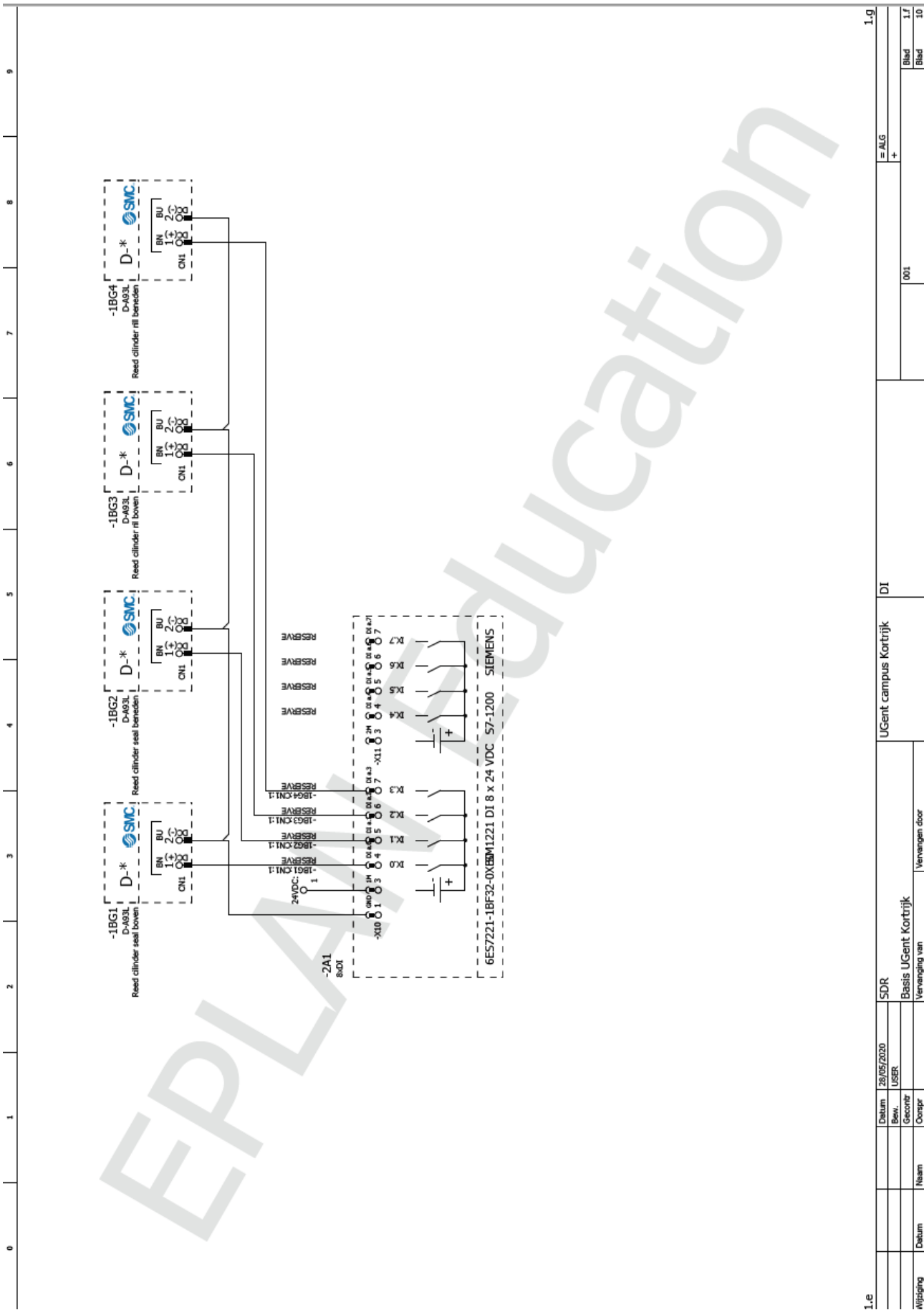
[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---



1.a				1.e	
		Datum	6/05/2020	UGent campus Kortrijk	
		Bew.	USIER		
		Gecontr.		Drive+motor	
		Omspr.			
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Basis UGent Kortrijk	
				Verandering van	
				Verandering door	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	
				Drive+motor	
				001	
				UGent campus Kortrijk	

Inzoomen (Ctrl+Plus)Vervangen door



I. Kostprijsberekening machine

Beschrijving onderdelen	Firma	Kostprijs
Alumenium profielen + montagehoeken + afdekplaatjes + poten	Alumes	1.486,62 €
DC-rem + manuele schakelaar	Bintz Technics	407,81 €
Lineaire geleiding + wagens	Geers Industrie	829,38 €
Rilmes 3x420mm	Fortis Blades	360,00 €
Tandwielen + Taberbush + tandriem	Geers Industrie	77,45 €
1,5kW 4P inductiemotor + externe koeling	Bobinage Godfried Declerck BVBA	384,78 €
FS302 1,5 kW drive Danfoss + MCA 120 Profinet SRT 302	VDC Roeselare	860,85 €
Mini-filter + leidingen + 3/2 ventielen	Geers Industrie	396,87 €
S1200 PLC + Power Module PM1207 + 8 DI kaart + 8 DO kaart	VDC Roeselare	609,90 €
Lagers UCFL 207 FK	Geers Industrie	33,30 €
Transportrol RD-17X3JAALAE RL: 1080;AGL: 1090	Geers Industrie	82,37 €
Pneumatische cilinders + nadersingsschakelaar + montagebeugel	SMC	277,04 €
BEI-Ideacod encoder + meetwiel + veearm	VDC Roeselare	399,45 €
RES-5010 + PEX-W5 + LF-06480 + TR-1,5/114 + kabels	Ropex	1.955,80 €
7" touch scherm Siemens	VDC Roeselare	561,78 €
3D printen	Metrikx	53,85 €
Elektrisch materiaal		250,00 €
Totaal		9.027,24 €