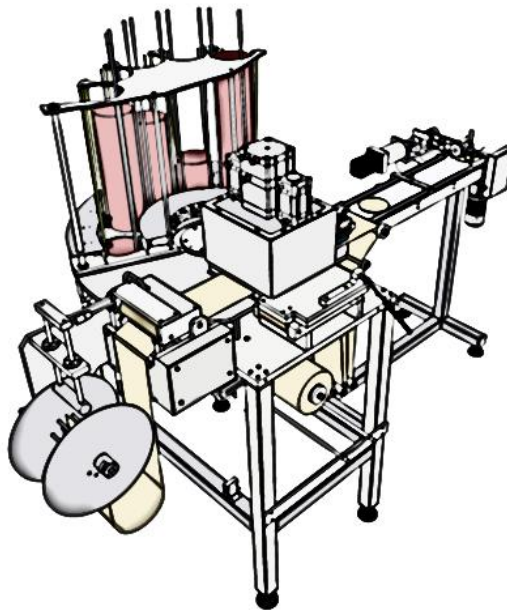


Capsuleermachine 125



PROJECT (OPDRACHT):	Capsuleermachine 125
BEROEPSPRODUCT:	Afstudeerscriptie
AFSTUDEERBEDRIJF:	Matro Engineering
INGELEVERD OP:	7-Juni-2013
AUTEUR / STUDENT:	Freek Ganzevles / 09035230
BEDRIJFSMENTOR:	Ing. P. Martens
STAGECOACH:	Ing. G. Docters van Leeuwen

Originele omschrijving van de afstudeeropdracht

Dit document is een getekende bedrijf- en opdrachtomschrijving. Het document is een overeenkomst tussen het stagebedrijf en de afstudeerder waarin de afstudeeropdracht is vastgelegd.

Bedrijfsomschrijving

De afstudeeropdracht wordt uitgevoerd bij het bedrijf: 'Matro Engineering'. Matro Engineering is een bedrijf dat zich bij de oprichting in 2000 bezig hield met het tekenen van werktuigbouwkundige systemen voor andere organisaties. In de loop der jaren is Matro Engineering uitgegroeid tot een zelfstandig ingenieursbureau dat voor verschillende klanten machines bouwt en berekeningen en tekeningen uitwerkt. Hierbij regelt Matro Engineering alle facetten in het project, van aanvraag tot de levering van het product. De machines die Matro ontwerpt worden geassembleerd in een werkplaats onder het kantoor. De verschillende onderdelen van de machine worden uitbesteed.

Matro Engineering is een relatief kleine onderneming met drie vaste werknemers. De diversiteit van de projecten die worden gerealiseerd is enorm. Zo zijn ze actief in bijvoorbeeld de petrochemische industrie / offshore, maar ook in constructieve werkzaamheden (in de vorm van vakwerken en hijsconstructies) en (fijn)mechanica/machinebouw. (website: www.Matro-Engineering.nl)

Afstudeeropdracht

De opdracht wordt uitgevoerd voor 'Steenland Chocolate', gevestigd in Gouda. Het bedrijf houdt zich bezig met het verpakken van chocolademedailles, -schijven en -repen. Een belangrijk product van Steenland is een groot assortiment chocolademunten*. Steenland verpakt en bedrukt chocolademunten met verschillende diameters. Het verpakken van deze munten is een geautomatiseerd proces en noemt men 'capsuleren'*. Voor het capsuleren van de chocolademunten heeft Steenland een aantal machines.

De huidige capsuleermachine* voor chocolademunten met een diameter van 125mm is niet voldoende betrouwbaar gebleken. De machine is verouderd en geeft regelmatig storingen. Het herhaaldelijk oplossen van deze storingen kost veel tijd. Steenland heeft daarom besloten om deze capsuleermachine te vervangen.

In het verleden heeft Matro Engineering een capsuleermachine ontwikkeld voor chocolademunten met een diameter van 100mm. De methodiek van het capsuleren is destijds aangepast, waardoor deze machine naar behoren functioneert. De huidige, verouderde machine voor chocolademunten met een diameter van 125mm moet nu worden vervangen door een machine waarbij het capsuleren op de zelfde manier verloopt als bij de machine voor munten met een diameter van 100mm.

Aan de hand van het tekeningenpakket van de bestaande machine dient de machine te worden 'herontworpen' en herzien, zodat deze geschikt wordt voor chocolademunten van $\varnothing$ 125mm. Bij het ontwerpen dient er rekening te worden gehouden met de verbeterpunten van de capsuleermachine voor munten van $\varnothing$ 100mm. Tevens moeten er aanpassingen gedaan worden waardoor reinigen en onderhoud gemakkelijker wordt.

Handtekening bedrijfsbegeleider

Handtekening Afstudeerder

Afstudeer scriptie

Matro Engineering – Capsuleermachine 125

Freek Ganzevles (09035230)

6 Juni 2013 – Nieuw Vennep

De Haagse Hogeschool

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie, geschreven in het kader van mijn opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool te Delft, (voormalig TH Rijswijk). De afstudeeropdracht is uitgevoerd bij het bedrijf Matro Engineering, gevestigd in Nieuw-Vennep. De afstudeer periode verliep van 11-02-2013 t/m 07-06-2013.

De opdracht bestond uit het realiseren van een ontwerp voor een nieuwe capsuleermachine, waarmee de opdrachtgever chocolademunten kan verpakken met een diameter van 125mm.

Tijdens de afstudeerperiode heb ik voornamelijk zelfstandig aan de afstudeeropdracht gewerkt. Er is regelmatig overlegd met collega's en de bedrijfsmentor.

Naast het uitvoeren van de afstudeeropdracht heb ik meegewerkt aan verschillende kleine projecten om grip te krijgen op de werkmethodes van Matro Engineering en ervaring op te doen met werktuigbouw in de praktijk.

Dit rapport is informatief opgesteld en beschrijft het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine, waarbij bepaalde beslissingen worden toegelicht.

Het rapport is tevens geschreven als naslagwerk voor mijn stagebedrijf en eventueel voor toekomstige stagiaires. De informatie in dit rapport mag niet openbaar worden gemaakt.

Ik heb met veel plezier gewerkt aan de afstudeeropdracht. Dit rapport is mede tot stand gekomen door de suggesties van mijn familie, vrienden en collega's.

In het bijzonder wil ik graag de heren P. Martens, H. Heemskerk en G. Docters van Leeuwen bedanken voor de begeleiding en feedback gedurende mijn afstudeerperiode.

Juni 2013,

Freek Ganzevles

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Samenvatting.....	6
1.0 Inleiding	7
2.0 Achtergronden	8
2.1 Projectgrenzen	8
2.2 Probleemstelling.....	9
2.3 Doelstelling.....	9
3.0 Productanalyse	10
3.1 Werking van de bestaande capsuleermachine	10
3.2 Productsamenstelling.....	12
3.3 Verbeteringen op het bestaande ontwerp.....	13
4.0 Programma van eisen & wensen.....	15
4.1 Producteisen.....	15
4.2 Klantwensen	16
5.0 Machineveiligheid	17
6.0 Capsuleermachine 125	18
6.1 Chocoladetorens / dispensers.....	19
6.2 Capsuleerframe	26
6.3 Capsuleerblok.....	32
6.4 Foliewikkelsysteem	39
6.5 Transportband.....	41
6.6 Pick-and-place unit.....	42
7.0 Resultaten.....	43
7.1 Terug koppeling op het programma van eisen & wensen	43
7.2 Leerervaringen & bevindingen	46
8.0 Conclusie & Aanbevelingen	47
8.1 antwoord op de hoofdvraag.....	47
8.2 Aanbevelingen.....	48
Literatuurlijst	49
BIJLAGEN	50

Samenvatting

Tijdens de afstudeerperiode van 11-02-2013 t/m 07-06-2013 is er gewerkt aan het ontwerp voor een nieuwe machine waarmee de opdrachtgever grote chocoladeschijven* kan verpakken. Deze machine moet voldoen aan een aantal eisen van de opdrachtgever, welke zijn opgenomen in een programma van eisen.

Dit rapport geeft een oplossing voor de hoofdvraag van dit project:

Hoe ziet een capsuleermachine eruit waarmee chocoladeschijven van $\varnothing$ 125mm verpakt kunnen worden en die voldoet aan de door de klant gestelde eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, reiniging en onderhoud?

Tijdens een productanalyse in het plan van aanpak, is er de hoofdvraag opgesteld. Om een duidelijk antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag van het project zijn een aantal deelvragen bedacht. De machine is verdeeld in bouwgroepen, zodat per procesonderdeel een goede analyse mogelijk is. Tijdens het uitwerken van de bouwgroepen in de verschillende hoofdstukken, wordt er antwoord gegeven op de deelvragen.

Het doel van dit project is een ontwerp van een nieuwe capsuleermachine opleveren, waarmee chocoladeschijven met een diameter van 125mm verpakt kunnen worden.

Bij het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine is een bestaande capsuleermachine als uitgangspunt genomen. Er zijn aanpassingen gedaan betreft betrouwbaarheid, reiniging en onderhoud. De eindresultaten tonen aan dat de machine voldoet aan het door de opdrachtgever gestelde eisen.

Er kan geconcludeerd worden dat de projectdoelen zijn behaald. Er is een ontwerp voor een nieuwe capsuleermachine voor het capsuleren van chocoladeschijven met een diameter van 125mm. De praktische realisatie van de machine valt buiten de afstudeeropdracht. Of de machine ook in de praktijk naar behoren functioneert zal nog moeten blijken.

1.0 Inleiding

In het kader van het afstuderen aan de TIS-Delft* voor de opleiding Werktuigbouwkunde, wordt er in dit rapport een ontwerp uitgewerkt voor een machine waarmee grote chocoladeschijven verpakt kunnen worden.

De directe aanleiding voor het maken van dit ontwerp is de vraag van de opdrachtgever. De opdrachtgever vindt de huidige machine niet betrouwbaar genoeg en wil een nieuwe capsuleermachine waarmee chocoladeschijven met een diameter van 125mm verpakt kunnen worden.

Het doel van dit project is te komen tot een ontwerp van een capsuleermachine voor chocoladeschijven met een diameter van 125 mm.

Daarbij dient dit rapport als afstudeeropdracht voor de opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool.

Voordat er werd gestart met het ontwerp van de nieuwe machine is er achtergrondinformatie verzameld. Na een productanalyse is de capsuleermachine verdeeld in bouwgroepen waarna steeds één bouwgroep is uitgewerkt. Tijdens het uitwerken van de bouwgroepen zijn aanpassingen en verbeteringen zijn doorgevoerd.

Uiteindelijk zijn beslissingen genomen op basis van de voor- en nadelen. De beslissingen zijn getoetst aan de eisen en wensen van de opdrachtgever. Er wordt vooral toegelicht waarom bepaalde beslissingen zijn genomen. De afweging tussen meerdere oplossingen wordt niet besproken.

In het rapport worden vooral de resultaten van het eindontwerp beschreven, voor de gedetailleerde onderbouwing wordt verwezen naar de bijlagen.

Dit rapport is onderverdeeld in verschillende hoofdstukken. Hoofdstuk één beschrijft de aanleiding tot dit onderzoek. Hoofdstuk twee geeft achtergrondinformatie en beschrijft de doelstelling van het project. Ook de projectgrenzen worden hier beschreven. In hoofdstuk drie vind u een productanalyse. Daarna volgt in hoofdstuk vier het programma van eisen en wensen van de opdrachtgever. De machineveiligheid wordt in hoofdstuk vijf beschreven. Hoofdstuk zes is het uiteindelijke ontwerp van de nieuwe capsuleermachine. Daarna volgen in hoofdstuk zeven de resultaten. De conclusies en aanbevelingen worden in hoofdstuk acht gegeven.

In dit rapport zullen vaktermen en symbolen worden gebruikt die wellicht niet voor iedereen bekend zijn. De gebruikte afkortingen en de verklarende woordenlijst, vindt u in bijlage I. Wanneer een begrip voor de eerste keer in de tekst voorkomt, is het gemerkt met een *. Een symbolenlijst is te vinden in bijlage II.

2.0 Achtergronden

In dit hoofdstuk wordt een deel van het plan van aanpak beschreven. De projectgrenzen zijn weergegeven om het project af te bakenen. De probleem- & doelstelling worden toegelicht omdat dit belangrijk is voor de structuur van het rapport.

2.1 Projectgrenzen

Voordat het project werd gestart, zijn er afspraken gemaakt over de werkzaamheden. In deze paragraaf wordt er beschreven welke werkzaamheden tot het project behoren en welke werkzaamheden buiten beschouwing worden gelaten.

Projectgrenzen

- Er wordt een 3D-model gemaakt in het programma: “Autodesk Inventor”
- Het ontwerp bevat een functionele beschrijving en een tekeningenpakket
- De volgende onderdelen behoren tot de uitwerking van het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine:
 - a. De capsuleermachine
 - b. De transportband
 - c. Pick-and-place unit
 - d. *(De stempelmachine wordt niet in het ontwerp meegenomen)*
- Een kosten- en batenanalyse wordt niet gemaakt en de machine zal niet worden gebouwd door de afstudeerder.
- De afstudeeropdracht is afgerond voordat de afstudeerzitting plaatsvindt en het rapport moet op de aangegeven datum worden ingeleverd. (7 juni 2013 voor 12:00 uur)
- Afspraak betreft CE-markering*:

Steenland heeft het capsuleerproces in het verleden zelf bedacht en heeft de besturingstechniek* destijds uitbesteed. De besturingstechniek voor de nieuwe capsuleermachine zal opnieuw bij hetzelfde bedrijf worden uitbesteed

Er is afgesproken dat Matro Engineering verantwoordelijk is voor het mechanische deel van de machine en zal de machine al werkend bij Steenland komen plaatsen. Het bedrijf dat verantwoordelijk is voor de besturingstechniek zal dit bij Matro komen installeren.

Steenland regelt zelf de uiteindelijke oplevering van de nieuwe capsuleermachine en zal daarmee zelf de capsuleermachine laten voorzien van een CE-markering.

2.2 Probleemstelling

In deze paragraaf worden de hoofd- en deelvragen van het project beschreven. De hoofdvraag is opgesteld aan de hand van een probleem van de opdrachtgever en kan worden beantwoord door middel van deelvragen.

Probleem: De bestaande capsuleermachine voor munten met een diameter van 125mm is niet voldoende betrouwbaar. Het reinigen en onderhouden van de machine is lastig en tijdrovend.

De hoofdvraag van deze opdracht is: *hoe ziet een capsuleermachine eruit waarmee chocoladeschijven van $\varnothing$ 125mm verpakt kunnen worden en die voldoet aan de door de klant gestelde eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, reiniging en onderhoud?*

Deelvragen

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er deelvragen opgesteld die beantwoord moeten worden.

1. Hoe werkt de bestaande capsuleermachine, bedoeld voor chocoladeschijven van $\varnothing$ 100mm?
2. Uit welke bouwgroepen bestaat de machine?
3. Welke eisen worden er gesteld aan het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine?
4. Wat zijn de verbeterpunten van de bestaande capsuleermachine ($\varnothing$ 100mm)?
5. Waarom moet het capsuleerproces* identiek blijven aan de huidige methode?
6. Hoe zien de nieuwe ontwerpen per bouwgroep eruit?
7. Wat zijn de resultaten en welke conclusies kunnen er getrokken worden?

2.3 Doelstelling

Voor het uitvoeren van de afstudeeropdracht zijn er doelen gesteld. In deze paragraaf wordt de doelstelling beschreven.

Doelstellingen:

1. Het ontwerpen van een capsuleermachine voor chocoladeschijven met een diameter van 125mm. Dit ontwerp bestaat uit een functionele beschrijving van de machine en een tekeningenpakket. Het ontwerp moet eind mei, begin juni klaar zijn.
2. Deze afstudeeropdracht is op Hbo-niveau beoordeeld als minimaal 'voldoende' en daarmee wordt de opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool [TIS-Delft] afgerond.

Plan van aanpak

Om het uiteindelijke doel te behalen wordt er gewerkt met een plan van aanpak. Hieronder worden de activiteiten weergegeven die helpen bij het bereiken van het uiteindelijke doel. De activiteiten zijn overgenomen uit de projectplanning in de bijlage XIV.

1. Het verzamelen van achtergrondinformatie.
2. Het verdelen van de machine in bouwgroepen.
3. Het berekenen van de benodigde pons- en stanskracht*.
4. Het ontwerpen en tekenen van de bouwgroepen.
5. Het maken van productietekeningen.
6. Het bij houden van een rapport.
 - a. Een technisch rapport
 - b. Een competentierapport (bijlage XV)

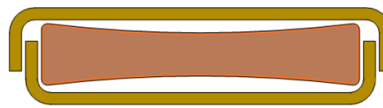
3.0 Productanalyse

Voordat er is begonnen met het ontwerp van de nieuwe machine, is de bestaande capsuleermachine onderzocht. Er is onderzocht hoe het capsuleerproces verloopt en uit welke onderdelen deze machine bestaat. In dit hoofdstuk wordt er informatie gegeven die belangrijk is voor het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine.

Voordat de werking van de machine wordt beschreven is het belangrijk om te weten hoe een chocolademunt verpakt is. De verpakking van een chocolademunt bestaat uit twee delen en is gemaakt uit aluminiumfolie. Twee ronden vellen aluminiumfolie hebben een diameter die groter is dan de chocoladeschijf. Tijdens het verpakken van de chocoladeschijf worden het aluminiumfolie één voor één om de chocolade gevouwen, waarbij het folie elkaar overlapt. De chocoladeschijf wordt hierbij opgesloten (*figuur 1 & 2*).



Figuur 1: ingekapselde chocoladeschijf



Figuur 2: ingekapselde chocoladeschijf (schematisch)

Productietechniek

De chocoladeschijven met een diameter van 100mm & 125mm worden gegoten. Dit is een proces waarbij vloeibare chocolade in een mal wordt gegoten of gespoten. Doordat de warme chocolade na het gieten afgekoeld, krimpt het materiaal. Hierdoor ontstaat er een 'komvorm' in de schijf (*figuur 2*).

Tijdens het verpakken van deze chocoladeschijven ontstaat er een luchtbel tussen het verpakkingsmateriaal en de schijf. Dit probleem moet worden voorkomen (*paragraaf 6.3.2*).

3.1 Werking van de bestaande capsuleermachine

In deze paragraaf wordt de manier waarop de chocoladeschijven verpakt beschreven. De bestaande capsuleermachine, die chocoladeschijven met een diameter van 100mm verpakt wordt toegelicht. De getallen in de tekst verwijzen naar figuur drie & vier.

Capsuleerproces

Het capsuleerproces begint met het aanvoeren van chocoladeschijven. Het aanvoeren van de schijven gebeurt door een dispensersysteem*. Dit systeem bestaat uit vijf stations waarin stapels chocoladeschijven opgeslagen en afgegeven worden. Tijdens het capsuleerproces wordt één station in gebruik genomen. De machine schakelt over op een ander station zodra het eerste station leeg is.

[1] Chocoladetorens

Dit dispensersysteem en andere machineonderdelen worden ondersteund door een frame. Dit frame bestaat uit een onderstel met daarop een tafelblad. Boven op dit blad is een pneumatische draaitafel gemonteerd. De draaitafel draait in twaalf slagen. Een grote schijf op deze draaitafel neemt bij elke slag een chocoladeschijf van het dispensersysteem af en transporteert deze naar de volgende bewerking. [2] Capsuleerschijf

De draaischijf transporteert de chocoladeschijven naar een capsuleermodule*. De capsuleermodule kan worden gezien als een blok waarin de chocoladeschijven verpakt worden. Voor het verpakken van de chocoladeschijven is een aanvoer van verpakkingsmateriaal nodig. Het aan- en afvoeren van dit verpakkingsmateriaal wordt geregeld door een wikkelsysteem. [3] Op- & Afwikkelunit

Wanneer een chocoladeschijf in het capsuleerblok* ligt, voert het wikkelsysteem het aluminiumfolie aan. De folie loopt door middel van een geleidingsplaat door het blok. In het capsuleerblok wordt er vervolgens een rond vel aluminiumfolie uitgesneden die in het blok blijft liggen. Een verticale cilinder onder het capsuleerblok drukt de chocoladeschijf omhoog. Bij het omhoog drukken van de chocolade wordt het aluminiumfolie om de chocolade gevouwen. [4] *Capsuleerblok*

Na het omhoog drukken van de chocoladeschijf zakt de onderste cilinder naar beneden. De chocoladeschijf zit bekneld in de bovenkant van het capsuleerblok. Vervolgens wordt een tweede vel aluminiumfolie uitgesneden.

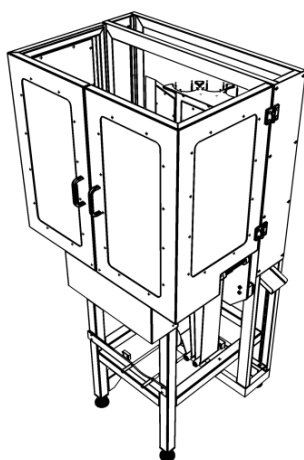
De chocoladeschijf wordt door een andere cilinder vanaf de bovenkant van het blok naar beneden gedrukt. Hierbij wordt het aluminiumfolie om de onderkant van de chocoladeschijf gevouwen. Tijdens het verpakken van de onderkant wordt de chocoladeschijf terug gelegd in het gat van de draaischijf.

Wanneer het capsuleerblok op storing staat door bijvoorbeeld vast zittende chocoladeschijven, kan het blok gekanteld worden. Door het blok te kantelen kan men de capsuleerkamer* bereiken om de storing op te lossen of om het blok intern te reinigen. Tijdens het kantelen zorgt een pneumatisch aangedreven cilinder voor ondersteuning.

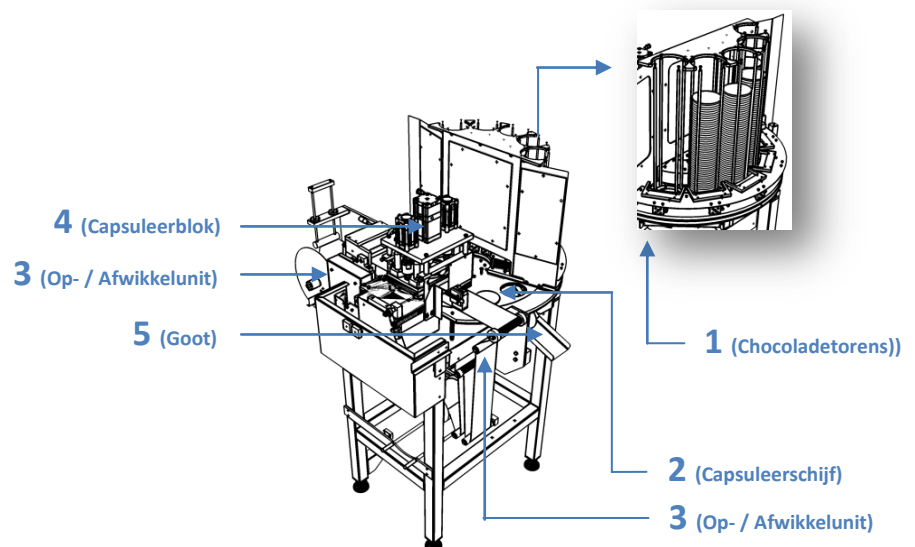
Zowel de boven-, als de onderkant van de chocoladeschijf is verpakt. De ingekapselde schijf wordt door de draaischijf verder getransporteerd naar een opening in het tafelblad. De chocolademunt valt door deze opening en glijdt via een goot op een transportband. De transportband vervoert de munt vervolgens naar een pick-and-place unit. [5] *Goot*

De pick-and-place unit zet de ingekapselde chocolademunten over in een stempelmachine. De stempelmachine voorziet de chocolademunten van een reliëf*. Het reliëf dat erop gestempeld wordt bestaat uit een 3D afdruk.

Nadat de chocolademunten zijn voorzien van een bepaald reliëf worden ze verzameld, evt. gelabeld* en verzonden naar winkels.



Figuur 3: capsuleermachine Ø 100mm (met afscherming)



Figuur 4: capsuleermachine Ø 100mm (zonder afscherming)

3.2 Productsamenstelling

De capsuleermachine bestaat uit meerdere onderdelen die kunnen worden verdeeld in een aantal bouwgroepen*. In deze paragraaf staan de verschillende bouwgroepen beschreven.

De hoofdfunctie van de nieuwe machine is het capsulieren van chocoladeschijven met een diameter van 125mm. Om deze hoofdfunctie te volbrengen heeft de machine een aantal deelfuncties. Elke bouwgroep beschikt over één of meer functie(s).

De functies van de bouwgroepen worden benoemd en toegelicht. De manier waarop de bouwgroep deze functie vervult staat vaak al vast en wordt daarom buiten beschouwing gelaten (*paragraaf 4.1*).

Bouwgroep I: Het capsuleerframe.

Functie(s): Ondersteuning bieden aan de capsuleermachine en het transporteren van de chocoladeschijven tijdens het proces.

Toelichting: Het capsuleerframe bestaat uit een onderstel met een tafelblad. Op dit tafelblad is een pneumatisch aangedreven draaitafel bevestigd. Op de draaitafel is een grote draaischijf geplaatst die de chocolademunten transporteert.

Bouwgroep II: De chocoladetorens / Dispensersysteem.

Functie(s): Het opslaan en afgeven van chocoladeschijven aan de draaischijf van het capsuleerframe.

Toelichting: De torens van het dispensersysteem worden door een operator* gevuld met chocoladeschijven en fungeren als buffer. In dit systeem zijn er vijf stations aanwezig waar torens met chocoladeschijven opgeslagen kunnen worden.

Bouwgroep III: De capsuleermodule /capsuleerblok

Functie(s): Het snijden van folie en het capsulieren van de chocoladeschijven.

Toelichting: In het capsuleerblok worden de chocoladeschijven verpakt. Er wordt een schijf aluminiumfolie uitgesneden waarna deze om de chocoladeschijf wordt gevouwen.

Bouwgroep IV: Foliewikkelsysteem

Functie(s): Het aanvoeren van folie en het oprollen van restmateriaal.

Toelichting: Het foliewikkelsysteem van de machine regelt de aan- en afvoer van het verpakkingsmateriaal. Het systeem kan worden opgedeeld in een af- en een opwikkelstelsel. Het ene deel vervult de functie van het aanvoeren van het folie, het andere deel van dit systeem rolt het restmateriaal op.

Bouwgroep V: Transportbanden

Functie(s): Het transporteren van de chocolademunten naar de pick-and-place unit.

Bouwgroep VI: Pick-and-place unit

Functie(s): De chocolademunten overzetten van de transportband naar de stempelmachine.

Toelichting: De pick-and-place unit zet munten over in een stempelmachine waarna ze van een reliëf/embleem worden voorzien.

3.3 Verbeteringen op het bestaande ontwerp

28-02-2013 is een bezoek gebracht bij de opdrachtgever. Dit gesprek vond plaats met dhr. A. Koops, hoofd technische dienst Steenland. De bestaande capsuleermachine (Ø 100mm) is besproken. Er zijn een aantal verbeterpunten benoemd die meegenomen worden in het nieuwe ontwerp.

Besproken verbeterpunten

- De bestaande capsuleermachine (Ø 100mm) is volledig afgeschermd door middel van een 'afschermkast'. Zodra de deuren van de afschermkast open worden gedaan, valt de machine uit en ligt het proces direct stil. Steenland wil slechts de bewegende machinedelen afschermen en een afschermkast vermijden.
- Bij de bestaande machine blijft er veel restchocolade liggen op plaatsen waar men lastig bij kan komen. Bij het ontwerp van de nieuwe machine moet vervuiling in de vorm van chocoladesnippers* verwijderd kunnen worden.
- Wanneer men het capsuleerblok wil kantelen voor het uitvoeren van onderhoud of het oplossen van storingen, dient men vier pasbouten* los te schroeven. Het herhaaldelijk los- en vastschroeven is tijdrovend en arbeidsintensief. Het ontgrendelen van het capsuleerblok moet op een snelle en eenvoudige manier te realiseren zijn.
- Wanneer het capsuleerblok gekanteld wordt, zorgt een pneumatische cilinder ervoor dat het blok ondersteund wordt. Wanneer de luchtdruk weg valt kan het capsuleerblok terug kantelen en op de vingers, handen of armen van het personeel vallen.
- De geleiding van het aluminiumfolie door het capsuleerblok, gebeurt door middel van een plaat die op het blok bevestigd wordt. Als de geleidingsplaat met het capsuleerblok wordt geïntegreerd, kan een onderdeel worden bespaard en loopt het folie dichter op het mes.
- Om cilinders in het dispensersysteem af te schermen zijn er afschermkappen gemaakt. De kappen bestaan uit twee delen die aan elkaar worden gelast. Door het lassen van de platen vervormt de kap en komen montagegaten niet meer overeen. De afscherming dient op een andere manier geconstrueerd of vervaardigd te worden waardoor deze niet meer krom trekt.
- Een sensor op het capsuleerblok moet worden losgeschroefd wanneer men deze niet wil gebruiken tijdens het capsuleerproces. Het herhaaldelijk los- en vast schroeven van deze sensor is tijdrovend en arbeidsintensief. Het (de-)activeren van de sensor moet op een andere manier waardoor het gemakkelijker wordt.
- De stapels chocoladeschijven die in het dispensersysteem geplaatst moeten worden liggen niet exact op elkaar. Dit maakt het vullen van de stations lastig. Om de chocoladeschijven goed te kunnen positioneren is er een geleiding nodig.
- Bij het afwikkelen van aluminiumfolie glijdt een arm langs een afgevlakte stalen as. Na verloop van tijd treedt hier slijtage op waardoor de afwikkelrol niet goed geremd kan worden. Voor deze snelle slijtage dient een oplossing te worden bedacht.

De bestaande capsuleermachine als uitgangspunt

Matro Engineering heeft in het verleden een capsuleermachine voor Steenland ontworpen en gemaakt waarmee chocoladeschijven met een diameter van 100mm verpakt worden. Het ontwerp van deze machine is gebaseerd op de bestaande capsuleermachines van Steenland. Hierdoor verloopt het capsuleerproces op elke capsuleermachine van Steenland volgens hetzelfde principe.

In het programma van eisen is te zien dat Steenland eisen heeft gesteld waarmee het ontwerp van de nieuwe machine niet veel kan afwijken van de bestaande. In het gesprek met dhr. A. Koops bleek dat Steenland hier een aantal redenen voor heeft.

1. Door de bestaande capsuleermachine als uitgangspunt te gebruiken past ook de nieuwe machine in de bedrijfslay-out van Steenland.
2. De werknemers van Steenland zijn bekend met de bestaande capsuleermachines en kunnen er goed mee werken. Als de nieuwe machine chocoladeschijven verpakt volgens dezelfde methode, zullen de werknemers hier snel mee kunnen werken.
3. Doordat het ontwerp van de nieuwe machine gebaseerd is op de bestaande capsuleermachine, lijken deze op elkaar. Hierdoor weten de werknemers waar de eventuele gevaren zitten.
4. Doordat de methodiek van het capsuleren niet veranderd is, kunnen bepaalde machineonderdelen het zelfde blijven. Hierdoor is het mogelijk om bepaalde onderdelen van de capsuleermachines uit te wisselen en hebben de machines gezamenlijke reserveonderdelen
5. Steenland heeft dit capsuleerproces in het verleden zelf bedacht en heeft de besturingstechniek uitbesteed (*Paragraaf 2.1*). De besturingstechniek blijft bij die firma en kan opnieuw toegepast worden. Bovendien zijn eventuele storingen sneller opgelost omdat men bekend is met deze besturingstechniek.

4.0 Programma van eisen & wensen

Aan het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine worden een aantal eisen en wensen gesteld die in dit hoofdstuk puntsgewijs worden weergegeven. De eisen en wensen in dit programma zijn afgeleid uit een gesprek met de opdrachtgever tijdens een bedrijfsbezoek (*zie paragraaf 3.3*).

Tijdens het ontwerpen van de nieuwe capsuleermachine dient er rekening te worden gehouden met de gestelde eisen en wensen uit dit programma. Gedurende het uitwerken van de opdracht kunnen nieuwe eisen worden gesteld. Deze worden toegevoegd om het programma 'up-to-date' te houden.

Wanneer het ontwerp van de nieuwe machine is afgerond zal er een terugkoppeling worden gedaan (*hoofdstuk 7*). In dit hoofdstuk zal er worden gecontroleerd of de machine daadwerkelijk voldoet aan de gestelde eisen van het programma.

4.1 Producteisen

In deze paragraaf staan de producteisen weergegeven. Het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine dient te voldoen aan de onderstaande eisen.

1. De nieuwe machine moet chocoladeschijven kunnen capsuleren met een diameter van 125mm, een dikte van 5mm en een gewicht van 90gr.
2. Het uiterlijk van de nieuwe capsuleermachine moet overeenkomen met de bestaande capsuleermachines van Steenland.
3. De bewegende machineonderdelen moeten afgeschermd worden zonder een volledige afschermkast om de capsuleermachine te plaatsen.
4. De tijdelijke fixering van het capsuleerblok moet sneller opgeheven kunnen worden dan in de bestaande situatie.
5. Het (de-)activeren van de capsuleersensor moet vereenvoudigd worden, waarbij het risico op beschadigingen van de sensor verkleind wordt.
6. De operator dient een stapel schijven in één keer in het station te plaatsen. Het vullen van de dispenserstations moet daarom worden verbeterd.
7. De slijtage van het remonderdeel in het afwikkelstelsel moet worden voorkomen.
8. Het logistieke proces van de bestaande capsuleermachine ($\varnothing$ 100mm) moet worden behouden.
 - a. Er moet een dispensersysteem aanwezig zijn voor de invoer van chocoladeschijven. Deze moet gevuld kunnen worden door één operator.
 - b. De buffercapaciteit van het dispensersysteem bedraagt maximaal 500 schijven. (*5 torens met maximaal 100schijven per toren*)
 - c. Het transporteren van de chocoladeschijven gebeurt door middel van het zelfde type draaitafel als de bestaande machine.
 - d. Het capsuleren van de chocoladeschijven moet op de zelfde manier verlopen als de andere capsuleermachines van Steenland.

9. Onderdelen die over elkaar glijden of in contact komen de chocolade moeten worden vervaardigd uit polyethyleen terephthalaat [PET-T]* (*paragraaf 6.2*).
10. Het dispensersysteem van de machine moet als een deur weg te draaien zijn. Dit maakt het onderhouden, het schoon maken van de capsuleermachine makkelijker.
11. Vervuiling van de machine zoals restchocolade (chocolade in de vorm van snippers) moet verwijderd kunnen worden.

N.B.: Er worden geen eisen gesteld ten aanzien van een kosten- & batenanalyse.

4.2 Klantwensen

Zoals in paragraaf 3.3 staat aangegeven is een bezoek gebracht bij de opdrachtgever. Tijdens dit bezoek werd duidelijk dat Steenland een aantal aanvullende wensen heeft voor de nieuwe capsuleermachine.

1. Gebruik maken van verzonken schroeven/bouten waar vervuiling voor kan komen. Hierdoor kan het oppervlak eenvoudig schoon gemaakt worden.
2. De slangen die benodigd zijn voor de pneumatische apparatuur van de machine dienen afgeschermd en geleid te worden om beschadiging ervan te voorkomen.
3. Het moet mogelijk zijn om onderdelen van de verschillende machines onderling uit te wisselen. Wanneer één van de capsuleermachines niet goed functioneert, biedt het onderling uitwisselen van onderdelen een goede oplossing.
4. Het huidige tafelblad is vervaardigd uit een aluminium plaat, maar doordat onderdelen vaak gedemonteerd moeten worden, beschadigd het draad van de verschillende montagegaten. Daarom moet het tafelblad van de nieuwe machine van staal worden gemaakt.

5.0 Machineveiligheid

Het is erg belangrijk dat het personeel van Steenland veilig kan werken met de nieuwe capsuleermachine. Om een veilige machine op te leveren wordt er tijdens het ontwerpen van de machine rekening gehouden met de veiligheid van de werknemers. Scherpe randen, hoeken en kieren dienen te worden voorkomen. De bewegende machineonderdelen worden afgeschermd door middel van afschermkappen. Tevens zullen er besturingstechnische maatregelen getroffen worden teneinde het capsuleerproces veiliger te laten verlopen.

In de projectgrenzen van het rapport wordt er beschreven dat Matro Engineering de machine niet laat voorzien van een CE-markering.

Afscherming

Bij de oplevering van de bestaande capsuleermachine (Ø 100mm) werd het capsuleerproces niet volledig afgeschermd. Steenland vond de machine niet veilig genoeg en gaf Matro Engineering de opdracht om een afschermkast te ontwikkelen. De afschermkast bevordert de veiligheid van de capsuleermachine door het proces volledig af te schermen. Wanneer de deuren van de kast worden geopend, wordt de machine automatisch uitgeschakeld. Steenland vindt dit vervelend en heeft besloten om bij de nieuwe capsuleermachine alleen de bewegende machineonderdelen af te schermen (*paragraaf 4.1*).

Het personeel van Steenland heeft ervaring met de bestaande capsuleermachine(s) en weten precies welke onderdelen afgeschermd moeten worden. Steenland geeft daarom aan waar er (extra) maatregelen/voorzieningen getroffen moeten worden.

Om de veiligheid van de nieuwe machine te bevorderen zijn verschillende afschermkappen ontworpen en toegepast. De afschermkappen moeten voorkomen dat het personeel van Steenland bij bewegende machineonderdelen kunnen komen en daarbij letsel oplopen.

Tijdens het ontwerpen van de afschermkappen is er rekening gehouden met het onderhouden van de capsuleermachine. De afschermkappen zijn zó ontworpen dat het voor de operator mogelijk is om met een luchtspuut* de chocoladesnippers te verwijderen.

6.0 Capsuleermachine 125

Zoals in hoofdstuk twee behandeld is, is de machine verdeeld in zes bouwgroepen die ieder een eigen functie hebben. Alle bouwgroepen samen zullen uiteindelijk de hoofdfunctie vervullen.

In elke paragraaf is steeds één bouwgroep uitgewerkt waarin de functies ervan worden beschreven. De bouwgroepen worden beschreven in volgorde van het capsuleerproces. *De volgorde waarin de bouwgroepen behandeld worden is de afgelegde weg van de chocoladeschijf.*

Tijdens het uitwerken van de bouwgroepen, worden een aantal machineonderdelen beschreven en toegelicht. Niet alle machineonderdelen worden behandeld. In bijlage III staan de meeste aanpassingen aan de verschillende bouwgroepen beknopt weergegeven.

Gedurende het uitwerken van de bouwgroepen zijn er aanpassingen en verbeteringen gedaan aan het bestaande ontwerp. Voor elke aanpassing of verbetering zijn oplossingen bedacht waarna beslissingen zijn genomen. Een aantal oplossingen zijn opgenomen in morfologische tabellen*.

In het rapport worden vooral de resultaten van het eindontwerp toegelicht.

Nieuwe chocoladeschijf

De nieuwe capsuleermachine gaat schijven capsuleren met een diameter van 125mm. Deze chocoladeschijf heeft een aantal eigenschappen.

- Materiaal: Chocolade
- Diameter: 125mm
- Schijfdikte: 5mm
- Gewicht: 90gr (= 0.883N)

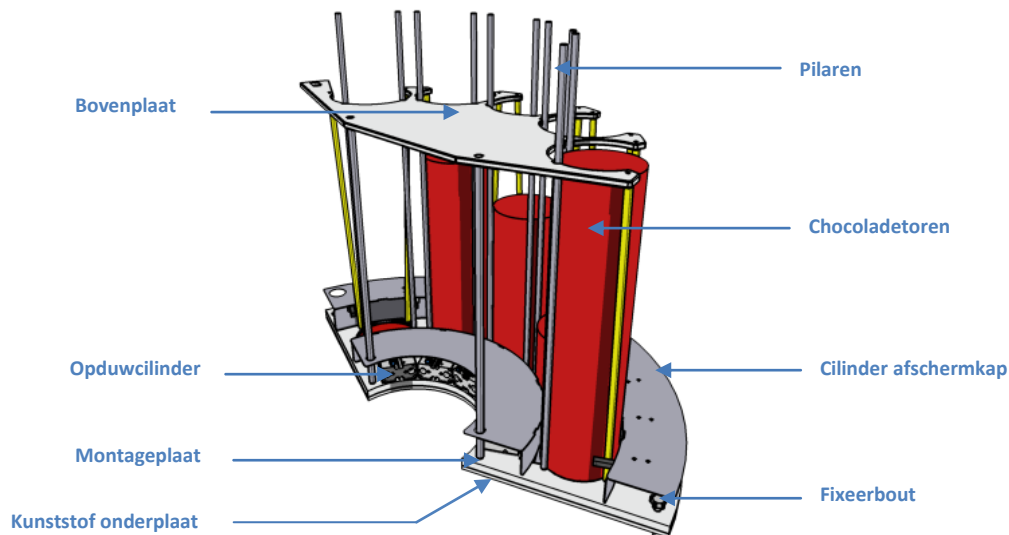


Figuur 5: chocolade medaille (125mm)

6.1 Chocoladetorens / dispensers

In deze paragraaf wordt het nieuwe ontwerp van het dispensersysteem beschreven. De manier waarop het dispensersysteem de chocoladeschijven afgeeft wordt uitgelegd. Een aantal machineonderdelen worden toegelicht. Het nieuwe ontwerp van het dispensersysteem is te zien op figuur 6.

Het capsuleerproces begint bij het opslaan en afgeven van chocoladeschijven door het dispensersysteem. Dit systeem bestaat uit vijf stations waarin een operator stapels met chocoladeschijven plaatst. De schijven rusten op twee voetplaten die onder een station bevestigd zijn. Wanneer een station in werking wordt gesteld schuiven de voetplaten naar buiten en zakt de stapel chocoladeschijven met behulp van de opduwcilinder* in een gat van de capsuleerschijf*. De stapel chocoladeschijven blijft liggen op de randen van een kunststof ondersteuning en de opduwcilinder zakt terug in de beginpositie (*paragraaf 6.2*).



Figuur 6: dispensersysteem nieuw

6.1.1 Opslaan van chocoladeschijven

Het dispensersysteem bevat vijf bufferstations, waarin de chocoladeschijven tijdelijk worden opgeslagen (*paragraaf 4.1*). Het systeem bestaat uit drie basisplaten waartussen pilaren zijn geplaatst. Deze pilaren zijn de geleiding voor de chocoladeschijven en zorgen ervoor dat de schijven in de stations gepositioneerd worden.

Basisplaten

De basisplaten vormen het frame van de bouwgroep, dragen bij aan de vormgeving en bieden ondersteuning aan de verschillende onderdelen van het dispensersysteem. Alle machineonderdelen van het dispensersysteem worden bevestigd op twee van deze drie platen.

De bovenste en de middelste plaat worden gebruikt om de verschillende machineonderdelen op te bevestigen en bieden het systeem stijfheid. De platen worden gesneden uit aluminium en hebben een dikte van 10- resp. 15mm. De onderste basisplaat wordt vervaardigd uit een ander materiaal. Dit heeft te maken met de assemblage van het dispensersysteem op het capsuleerframe (*paragraaf 6.2*).

Het dispensersysteem wordt bovenop de kunststof glijplaten geplaatst waarbij de gaten van de vijf bufferstations overeen komen met de gaten in de capsuleerschijf. De capsuleerschijf neemt bij elke slag chocoladeschijven uit het dispensersysteem af en glijdt hierbij langs de onderkant van het dispensersysteem. Daarom is er net zoals bij de kunststof glijplaten, gekozen om de onderste basisplaat te vervaardigen uit PET-T (*paragraaf 4.1 & paragraaf 6.2*).

Pilaren

De pilaren worden tussen de bovenste- en de middelste basisplaat bevestigd en zijn bedoeld om de torens chocoladeschijven in het bufferstation te positioneren.

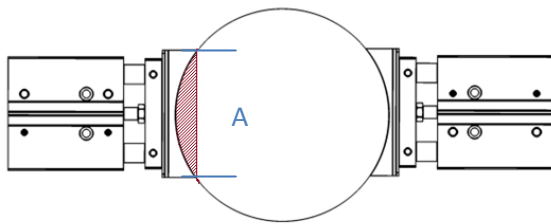
Soms liggen de chocoladeschijven niet recht op elkaar en heeft de operator van de capsuleermachine moeite om de bufferstations te vullen. Daarom is geleiding ontworpen die de chocoladeschijven in het station positioneren (*paragraaf 3.3*).

De chocoladeschijven worden in torens aan de bovenkant van het station tussen de pilaren geplaatst en naar beneden geleid. De diameter tussen de pilaren neemt af waardoor de schijven onder in het station op de juiste plaats gepositioneerd worden.

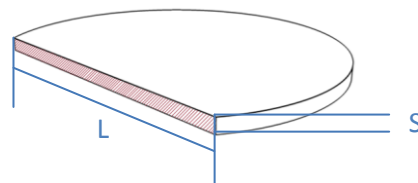
Om het plaatsen van de stapels schijven voor de operator te vergemakkelijken worden de achterste pilaren verlengd. De achterste pilaren steken hierdoor boven de dispenser uit. De operator kan hierdoor de stapels tegen de pilaren plaatsen en rustig in de stations laten zakken (*figuur 6*).

Voetplaten

Onder elk station zijn twee voetplaten gemonteerd die met behulp van cilinders terug getrokken kunnen worden (*figuur 7*). De voetplaten onderbreken de toevoer van chocoladeschijven naar de machine. Om te controleren of de chocoladeschijven niet breken onder het gewicht van de stapel, is er gekeken naar het afschuif-oppervlak van de voetplaten en de chocoladeschijf van de bestaande capsuleermachine ($\varnothing 100\text{mm}$).



Figuur 7: oplegoppervlak



Figuur 8: afschuifoppervlak

Het oppervlak van het af te schuiven vlak, van beide chocoladeschijven is vergeleken $[\tau]$:

Schijf $\varnothing 100\text{mm}$: $[A1=S1 * L1]$

$$8\text{mm} \times 40\text{mm} = 320\text{mm}^2$$

Schijf $\varnothing 125\text{mm}$: $[A2=S2 * L2]$

$$5\text{mm} \times 40\text{mm} = 200\text{mm}^2$$

$$L_{\text{benodigd}} = \frac{320\text{mm}^2}{5\text{mm}} = \pm 65\text{mm}$$

$$L_{\text{nieuwe voetplaat}} \gg 5\text{mm} \times 75\text{mm} = 375\text{mm}^2$$

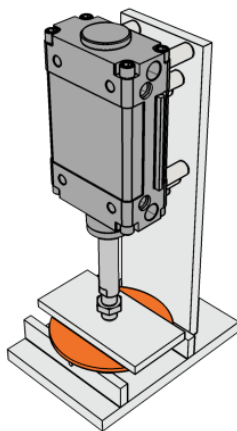
De chocoladeschijven van de bestaande capsuleermachine ($\varnothing 100\text{mm}$) breken niet. Het dragend oppervlak voor chocoladeschijven met een diameter van 125mm is bij het nieuwe ontwerp groter en het materiaal veranderd niet. De verwachting is daarom dat de schuiven niet zullen breken.

Proefopstelling

Om de bovenstaande bewering te controleren is er een test uitgevoerd. Er is gecontroleerd of de schijven daadwerkelijk heel blijven. De proefopstelling (*figuur 9*) bestaat uit een pneumatische cilinder die verticaal naar beneden drukt. Een chocoladeschijf werd onder deze cilinder, op de gewenste oplegpunten geplaatst. Door de luchtdruk te regelen kon de kracht gedoseerd worden.

Wanneer een dispenserstation maximaal bezet is, liggen er 100 chocoladeschijven op een stapel. De massa van deze stapel schijven bedraagt: $0.09\text{Kg} \times 100_{\text{schijven}} = 9\text{Kg}$

De kracht die verticaal naar beneden drukt bedraagt dan: $0.09\text{Kg} \times 9.81 = 88.3\text{N} (\pm 90\text{N})$



Wanneer een station volledig is gevuld met chocoladeschijven, rust er $\pm 10\text{kg}$ op de voetplaten. Tijdens de proef is er rekening gehouden met een massa van 15kg.

De kracht waarmee de cilinder tegen de munt drukt hangt af van het zuigeroppervlakte*. Tijdens het uitvoeren van de proef is er getest met twee verschillende cilinders. De slag bleef onveranderd.

- DZH-32-PPV-A (zuigeroppervlakte van 790mm^2)
- DZH-63-PPV-A (zuigeroppervlakte van 3161mm^2)

Foto's van de proef in bijlage IV

Figuur 9: proefopstelling

De testresultaten tonen aan dat de chocoladeschijven breken bij een kracht van $\pm 160\text{kg}$. Omdat de hele stapel schijven slechts 15kg weegt, zullen de chocoladeschijven niet breken. De voetplaten die gebruikt gaan worden zijn geschikt om de stapel te ondersteunen. De testresultaten zijn uitgewerkt in bijlage V.

6.1.2 Afgeven van chocoladeschijven

Zoals aan het begin van de paragraaf beschreven staat geeft het dispensersysteem chocoladeschijven af aan de capsuleerschijf. De opduwcilinder van het capsuleerframe duwt een stapel chocoladeschijven $\pm 2\text{mm}$ omhoog waarna de voetplaten van het station worden teruggetrokken (*paragraaf 6.2*). De chocoladeschijven worden in een gat van de capsuleerschijf gepositioneerd wanneer de opduwcilinder wordt gesmoord.

Bij elke slag van de draaitafel worden er schijven afgenomen. Een vorksensor* controleert voortdurend de bezetting van een station. Wanneer de sensor geen chocoladeschijven meer detecteert betekent het niet dat een station leeg is. Er blijven een aantal chocoladeschijven achter die onder de detectielijn van de sensor blijven. De opduwcilinder van het frame duwt deze schijven omhoog, de voetplaten worden uit geschoven en een ander station wordt in werking gesteld.

Doordat een aantal chocoladeschijven in het station blijven liggen, worden openingen in het station afgeschermd en kunnen lichaamsdelen zoals vingers en handen niet tussen de capsuleerschijf bekneld te raken.

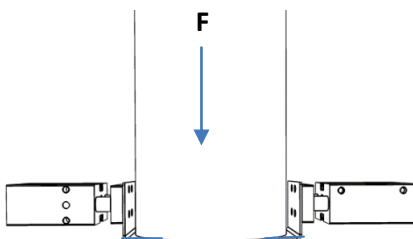
Omdat een aantal chocoladeschijven in het station achter blijven, moet er rekening worden gehouden met de slag van de opduwcilinder. Deze mag namelijk niet te groot zijn. Wanneer de cilinderslag te groot is, worden de restschijven (onnodig) hoog opgetild. Hierdoor bestaat de kans dat de schijven tijdens het opduwen van de stapel, in de detectielijn van de vorksensor komen. Het systeem zal denken dat het station gevuld is en zal deze opnieuw activeren.

Wanneer het station geactiveerd wordt en de stapel met restschijven daalt, detecteert de vorksensor geen schijven meer, met het gevolg dat het station buiten werking wordt gesteld. De slag van de opduwcilinder mag niet te groot zijn, omdat de kans bestaat dat er storingen optreden.

Voetplaatcilinders

De voetplaatcilinders zijn de cilinders die de voetplaten onder de chocoladetorens vandaan trekken wanneer een station geactiveerd wordt. Door het wegtrekken van de voetplaten zakken de stapels met chocoladeschijven naar beneden in het gat van de capsuleerschijf. De voetplaatcilinders worden op de middelste basisplaat in een horizontale richting bevestigd.

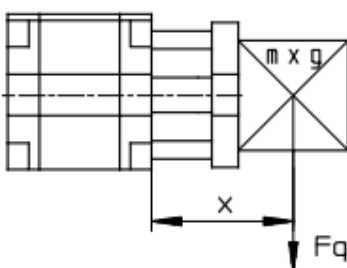
Doordat de stapel chocoladeschijven in een verticale richting op de voetplaten drukt, rust er een momentbelasting op de voetplaatcilinders. Om een geschikte cilinder te kiezen is de belasting op de zijkant van de cilinder bepaald. De maximaal toelaatbare waarde van deze zijkant-belasting is af te lezen uit tabellen van de leverancier.



Figuur 10: situatieschets voetplaatcilinders

Zoals te zien in figuur 10 rust de chocoladetoren op twee voetplaten. Er zijn twee cilinders nodig die de platen op het zelfde moment kunnen wegtrekken. De kracht die op de voetplaten rust is 90N.

Voor het kiezen van een geschikte voetplaatcilinder is slechts één kant van de situatie bepaald. De kracht wordt daarom door tweeën gedeeld en bedraagt 45N. (50N)



Figuur 11: cilinderbelasting (zijkant-belasting)

In figuur 11 staat de belasting op de zijkant van de cilinder schematisch weergegeven. Hierin is $(m \times g)$ het te dragen gewicht in kg, X de afstand van de cilinder tot het te dragen gewicht en F_q is de maximaal toelaatbare belasting op de zijkant van de cilinder. X kan worden afgelezen uit het 3D model en is 37mm

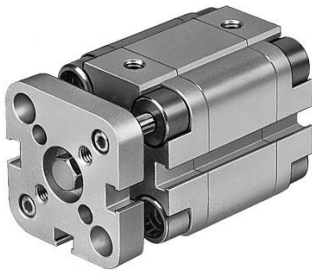
$$\left(\frac{m \times g}{2}\right) = 45N$$

$$X = 37mm$$

Bestaande situatie

Bij de bestaande capsuleermachine ($\varnothing 100\text{mm}$) is gebruik gemaakt van de volgende cilinder: ADVUL-12-10-P-A (figuur 12). De grafiek in bijlage VI geeft aan dat $F_q = 30.5\text{N}$. De kracht die op de voetplaten rust is 28.5N waardoor deze cilinder voldoet.

Hetzelfde cilindertype kan worden toegepast bij de nieuwe machine. De grafiek in de bijlage laat zien dat hiervoor een zuigerdiameter van $\varnothing 32$ nodig is. Het is echter moeilijk om deze cilinder in het nieuwe ontwerp te verwerken i.v.m. de inbouwruimte. Om deze reden is er gezocht naar een ander cilindertype.



$$\text{Massa van de chocoladetoren } (\varnothing 100\text{mm}): \frac{(m \times g)}{2} = \pm 29\text{N}$$

$$X = 34\text{mm} \text{ (afgelezen uit het model, } \varnothing 100\text{mm)}$$

$$F_q = 30.5\text{N} \text{ (Bijlage VI)}$$

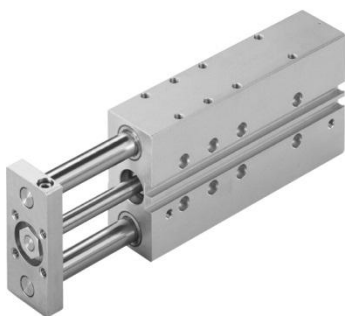
Figuur 12: ADVUL-12-10-P-A

Nieuwe situatie

Voor het dispensersysteem van de nieuwe machine is er gekozen om gebruik te maken van de volgende cilinder: DFM-16-10-PPV-A (figuur 13). Dit cilindertype is net zoals de 'ADVUL-cilinder', voorzien van extra geleiding. Deze geleiding zorgt ervoor dat de cilinder een grotere zijkant-belasting kan verdragen. De afmetingen van deze cilinder zijn gunstig voor het ontwerp en kan eenvoudig gemonteerd worden.

In bijlage VI waarin de zijkant-belasting van de cilinder wordt weergegeven, kan worden afgelezen dat de cilinder een belasting van 63N kan verdragen bij $XS = 50\text{mm}$. Dit staat gelijk aan $X = 72\text{mm}$. Bovendien zal naar mate de slag (de X-waarde) afneemt F_q verder toenemen. Dit zou betekenen dat de nieuwe cilinder 'over' gekwalificeerd zou zijn.

Ondanks het feit dat er een lichtere uitvoering gekozen kan worden is er in overleg met collega's gekozen om de cilinder toe te passen. Door gebruik te maken van de 'DFM-16-10-PPV-A' cilinder kan er met zekerheid worden aangenomen dat het systeem werkt. Bovendien is er voldoende ruimte om de cilinder te monteren.



$$\text{Massa van de chocoladetoren } (\varnothing 125\text{mm}): \frac{(m \times g)}{2} = \pm 50\text{N}$$

$$X = 72\text{mm}$$

$$F_q = 63\text{N} \text{ (Bijlage VI)}$$

Figuur 13: DFM-16-10-PPV-A

6.1.3 Montage van het systeem

Tijdens het verpakken van chocoladeschijven wordt de machine vervuild. De capsuleermachine moet goed gereinigd kunnen worden. Steenland wil het dispensersysteem open kunnen draaien voor het plegen van onderhoud (*paragraaf 4.1*).

Zoals op eerder staat beschreven wordt het dispensersysteem boven op de kunststof glijplaten geplaatst, waarbij de capsuleerschijf tussen twee kunststof platen draait. Het systeem wordt ondersteund door steunplaten die op het frame worden bevestigd. In de steunplaten zijn montagegaten gemaakt waar een afschermplaat op gemonteerd wordt.

De positie van het dispensersysteem is belangrijk. De stations moeten recht boven de gaten in de capsuleerschijf worden geplaatst. Om de positie van het dispensersysteem tijdens het capsuleerproces te fixeren, zijn verschillende oplossingen mogelijk. Een aantal van deze oplossingen zijn opgenomen in een morfologische tabel (*bijlage VII*).

Eén kant van het dispensersysteem wordt blijvend gefixeerd en fungeert als scharnier. Zodra de fixering van het dispensersysteem wordt opgeheven kan deze open draaien.

Sterknoppen



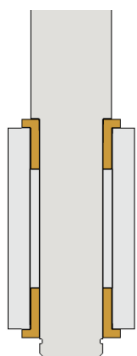
Figuur 14: sterknop

Om het dispensersysteem tijdens het capsuleerproces te fixeren is er gekozen om gebruik te maken van sterknoppen (*figuur 14*). De sterknoppen zijn voorzien van schroefdraad en worden door het dispensersysteem heen in de steunplaten gedraaid. Deze fixering kan snel en eenvoudig worden verwijderd.

Scharnieren

Op de bestaande capsuleermachine is het dispensersysteem na de oplevering aangepast waarbij de torens kunnen draaien door middel van een pasbout. Door de montagebouten van het dispensersysteem los te draaien kan het geheel open draaien. De pasbout is hierbij het draaipunt.

Om het dispensersysteem van de nieuwe capsuleermachine te laten draaien zijn verschillende oplossingen mogelijk. Een aantal oplossingen zijn opgenomen in een morfologische tabel (*bijlage VII*).



Figuur 15: glijlagers in montageblok

Er is gekozen om het dispensersysteem te laten draaien door middel van een lange as. De as wordt gefixeerd in de bovenste dispenserplaat en wordt aan de onderkant van het montageblok geborgd. De as draait in het montageblok langs twee bronzen bussen (glijlagers). Deze glijlagers worden besteld bij Igus, een vaste leverancier van Matro (*Figuur15*).

Het raakvlak van de as draait alleen over de glijlagers waardoor er geen slijtage optreedt in andere machineonderdelen. Zodra de bussen zijn versleten, kunnen deze eenvoudig worden vervangen.

Het is belangrijk om te weten dat de as waarmee het dispensersysteem kan draaien sterk genoeg is. Om de diameter en het materiaal van de as te bepalen is een berekening gedaan (*bijlage VIII*).

Er wordt gekozen vooreen as vervaardigd uit het materiaal C45. Dit is een veel gebruikt assenstaal. De diameter van de as is $\varnothing 25\text{mm}$ en voldoet volgens de berekening.

Nadat de dikte van de as is bepaald, zijn de afmetingen van het montageblok bepaald. De meest kritische plek van het blok is berekenend op trek- en schuifspanning. De reactiekracht op het montageblok is 5000N en moet onder de toelaatbare spanningen blijven (*bijlage VIII*).

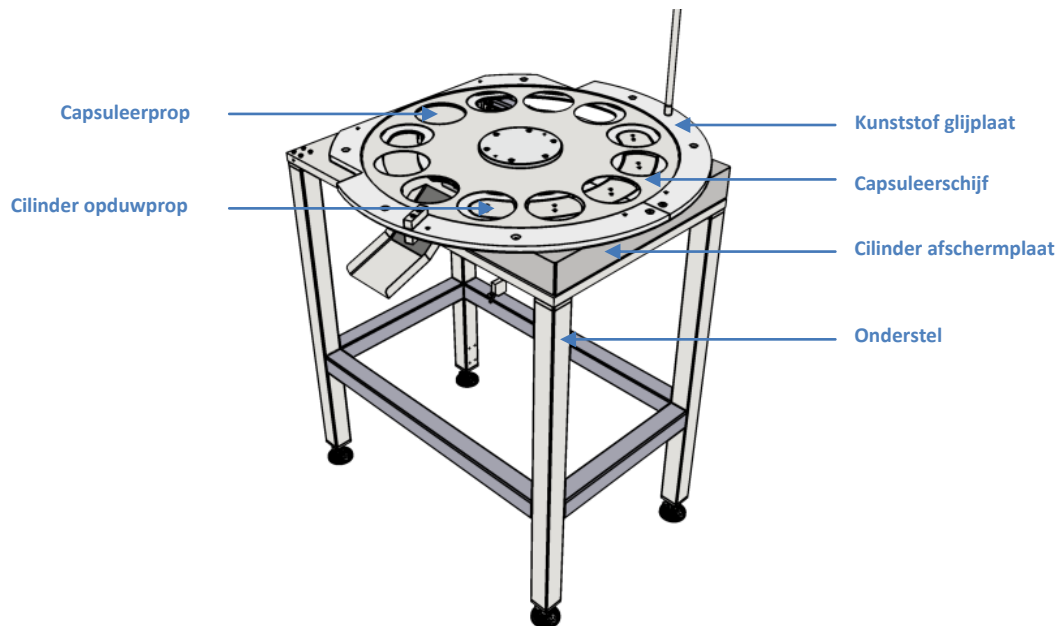
Het blok zal niet bezwijken onder het moment van het dispensersysteem omdat:

$$5000\text{ N} < 82720\text{ N} < 103.400\text{ N}$$

6.2 Capsuleerframe

Deze paragraaf beschrijft het nieuwe ontwerp van het frame van de capsuleermachine. De transportmethode wordt besproken waarbij een aantal onderdelen zijn beschreven. Het nieuwe ontwerp van het capsuleerframe te zien op figuur 16.

Wanneer een dispenserstation in werking is gesteld, worden schijven afgenomen en getransporteerd door middel van het capsuleerframe. Dit frame bestaat uit een onderstel met daarop een tafelblad en biedt ondersteuning aan de gehele machine. Op het tafelblad is een draaitafel gemonteerd die het transport van de munten verzorgt.



Figuur 16: capsuleerframe nieuw

6.2.1 Ondersteunen

Steenland wil dat alle capsuleermachines in het bedrijf de zelfde lay-out hebben (*paragraaf 4.2*). Het frame van de machine speelt hierin een belangrijke rol. Het capsuleerframe ondersteunt de bouwgroepen door middel van een onderstel. Op dit onderstel is een tafelblad gemonteerd waarop verschillende machineonderdelen worden bevestigd.

Het onderstel

Het onderstel bestaat uit standaard kokerprofiel volgens DIN EN 10219-2. De afmeting van dit profiel is: 60mm x 60mm x 2.5mm, waarin 2,5 de wanddikte is. Het tafelblad wordt op ± 1000 mm vanaf de grond, op het onderstel gemonteerd. Door gebruik te maken van gestandaardiseerde profielen kan het onderstel vrij gemakkelijk aangepast worden.

In hoofdstuk zes (*paragraaf 6.3*) wordt het dieptrekproces van het capsuleren beschreven en wordt er een zware cilinder gekozen. De cilinder vereist veel lucht en het is niet zeker of deze hoeveelheid in één keer uit de leidingen kan worden gehaald. Er zal getest moeten worden of de cilinder goed werkt. Wanneer dit niet het geval is, zal een buffer nodig zijn. Er is een alternatief frame ontworpen die men onder druk kan zetten. Dit frame kan als buffervat* fungeren voor de zware cilinder.

Tafelblad

Het tafelblad wordt vervaardigd uit een plaat staal met een dikte van 25mm. De omvang van het tafelblad (1000mm x 600mm x 25mm) wordt gezaagd of uitgesneden waarna de diverse montagegaten geboord worden.

Het tafelblad wordt gemaakt door een bedrijf in Leiden en moet het blad kunnen frezen*. Bij het bepalen van de afmetingen van het tafelblad is er rekening gehouden met de inspanmaten van de freesbank: X: 1500mm, Y: 600mm, Z: 500mm.

6.2.2 Transporteren

De opdrachtgever wil gebruik maken van het zelfde logistieke proces als de bestaande capsuleermachines. Dit betekent dat het capsuleerproces hetzelfde blijft (*paragraaf 4.1*).

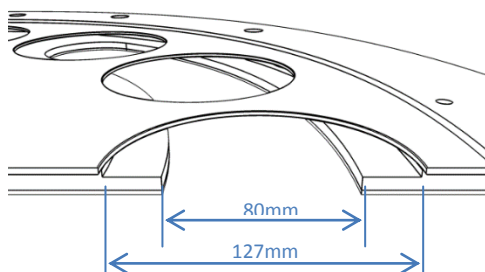
Zoals in hoofdstuk drie staat beschreven, bestaat het capsuleerframe uit een onderstel met daarop een tafelblad. Op dit tafelblad wordt een pneumatische aangedreven draaitafel gemonteerd. Bovenop deze draaitafel wordt een roestvrijstalen[RVS]* schijf geplaatst, de capsuleerschijf.

Omdat er chocoladeschijven met een grotere diameter worden getransporteerd, wordt de capsuleerschijf in het geheel groter. De nieuwe capsuleerschijf heeft een diameter van circa 750mm en bevat twaalf gaten met een diameter van 128mm. De gaten in de schijf zijn groter dan een chocoladeschijf waardoor deze niet in de draaischijf klemt.

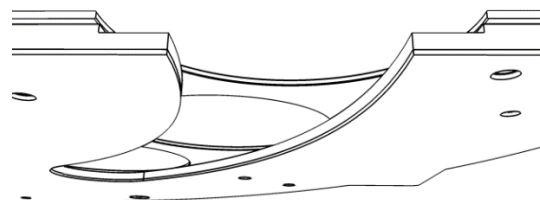
De capsuleerschijf wordt ondersteund door twee kunststof platen. Tijdens het transporteren van de chocoladeschijven glijdt de capsuleerschijf over de kunststof ondersteuning. De kunststof ondersteuning bestaat uit twee losse platen omdat de leverancier niet in staat is dit uit één geheel te vervaardigen.

Doordat de kunststof ondersteuning uit twee losse platen bestaat, wordt het geheel minder stevig. Om het geheel te ondersteunen wordt er onder de kunststof glijplaten een RVS plaat van 2mm dik gemonteerd. De kunststof platen worden hierop vast gebouwd door middel van zetmoeren. Dit zijn moeren met aan één zijde een gekartelde rand. Wanneer de bout wordt aangedraaid grijpt de gekartelde rand zich vast in de RVS steunplaat. De RVS steunplaat zal in het capsuleerblok en andere oplegpunten gemonteerd worden.

Door het draaien van de draaitafel en daarmee de capsuleerschijf worden de chocoladeschijven van de dispensers naar het capsuleerblok - en vanaf het capsuleerblok naar de transportband getransporteerd.



Figuur 17: transporteren chocoladeschijf, bovenaanzicht.



Figuur 18: transporteren chocoladeschijf, onderaanzicht

Draaitafel

De draaitafel zorgt voor een roterende beweging waarmee de capsuleerschijf rond wordt gedraaid. Deze beweging is niet continue maar verloopt in stappen. De gaten in de capsuleerschijf komen overeen met de stappen van de motor. Hierdoor kan de schijf gemakkelijk gepositioneerd worden.



Figuur 19: draaitafel, DHTG-220-12-A

De draaitafel is een kooponderdeel dat kan worden aangeschaft bij 'Festo', een vaste leverancier van Matro. De leverancier van de draaitafel kan deze in een aantal variaties leveren en variëren in grootte en in het aantal stappen. Bij de capsuleermachine $\varnothing 100\text{mm}$, is er gebruik gemaakt van de volgende draaitafel: DHTG-220-12-A (*De schijfdiameter is 220mm, en heeft 12 stappen*)

Dit is de grootste uitvoering die de leverancier kan leveren. Er is gekozen om de twaalf stappen uitvoering te behouden omdat de opdrachtgever dit graag wil (*paragraaf 4.1*). Door de zelfde afmetingen te behouden kunnen de draaitafels onderling worden uitgewisseld bij eventuele storingsen (*paragraaf 4.2*).

De chocoladeschijven die getransporteerd moeten worden hebben een grotere diameter dan de schijven van de bestaande capsuleermachine ($\varnothing 100\text{mm}$). Hierdoor neemt de omvang en het gewicht van de capsuleerschijf toe.

Om te controleren of de draaitafel deze toegenomen krachten aankan, is de massatraagheid van de nieuwe capsuleerschijf met volledige bezetting gecontroleerd. Dit is gedaan met behulp van het programma "Autodesk Inventor"

Volgens de datasheet van deze draaitafel is het maximaal toelaatbare massatraagheidsmoment van de draaitafel $2.5 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$. De nieuwe massatraagheid van de capsuleerschijf volledig gevuld met chocoladeschijven bedraagt: $0.474 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$. Deze waarde overschrijdt de maximale waarde niet, waardoor de huidige draaitafel geschikt is om te gebruiken voor de nieuwe capsuleermachine.

Kunststof glijplaten

De kunststof platen ondersteunen de capsuleerschijf tijdens het transporteren van de chocoladeschijven en glijden daarbij over de kunststof ondersteuning. Steenland wenst deze ondersteuning te vervaardigen uit "polyethyleen terephthalaat" [PET-T]. Dit is een kunststofsoort dat bijvoorbeeld gebruikt wordt bij snijblokken van de slager (*paragraaf 4.1*).

Tijdens het draaien van de capsuleerschijf glijden de chocoladeschijven over het kunststof waarbij er chocoladesnippers ontstaan (*paragraaf 3.3*). Deze chocoladesnippers moeten worden afgevoerd. De meeste snippers kunnen na gebruik van de machine handmatig worden afgevoerd wanneer deze op het tafelblad terecht komen. Om dit te realiseren moeten de glijplaten worden aangepast.

In bijlage VII zijn verschillende opties in een morfologische tabel weergegeven om het afval dat ontstaat af te kunnen voeren.

De stapels met chocoladeschijven worden door een verticaal geplaatste cilinder op de kunststof glijplaten gepositioneerd. Het is hierbij belangrijk dat de stapels schijven voldoende ondersteund worden en niet breken. Voor het bepalen van een goede afvoermethode is er gekeken naar de ondersteuning van de schijven.

Er is gekozen om de kunststof glijplaten te voorzien van één sleuf. De sleuf heeft een diameter van 80mm en is daarmee smaller dan de diameter van een chocoladeschijf. Het afval valt tijdens het verplaatsen van de chocoladeschijven door de sleuf en belandt op het tafelblad.

De chocoladeschijven worden ondanks de brede sleuf in het kunststof voldoende ondersteund en breken niet. Dit blijkt uit een test die is uitgewerkt in hoofdstuk zes (*paragraaf 6.1*). Bovendien is het maken van deze sleuf een eenvoudige bewerking. De randen waarop de schijven blijven liggen zijn 23.5mm (*figuur 17*).

Tijdens het bedrijfsbezoek, heeft Steenland laten weten dat de “glij-onderdelen” vervaardigd moeten worden uit PET-T (*paragraaf 4.1*). De voorkeur voor dit materiaal komt voort uit de volgende redenen:

1. PET-T is een slijtvast kunststof.

Zowel de chocoladeschijven als de capsuleerschijf glijden tijdens het draaien van de draaitafel over het kunststof. Een slijtvast materiaal is daarom belangrijk.

2. PET-T mag worden toegepast in combinatie met voedingsmiddelen.

Het materiaal kan worden voorzien van een FDA* keurmerk. Dit keurmerk geeft aan dat het materiaal direct in contact mag komen met voedingsmiddelen.

3. PET-T heeft een laag constante wrijvingscoëfficiënt.

De capsuleerschijf glijdt over de glijplaten waarbij er wrijving ontstaat. Een lage wrijvingsconstante resulteert o.a. in een gunstiger krachterspel omdat er weinig verlies door wrijving is.

4. PET-T is een materiaal met een goede maatvastheid.

Het materiaal zal tijdens en na het bewerken niet snel vervormen. Het materiaal is echter wel hard en bros waardoor er snel stukken vanaf kunnen breken. Hier moet rekening mee gehouden te worden tijdens het assembleren, maar dit geeft geen problemen tijdens het capsuleerproces.

5. PET-T is een materiaal dat goed te bewerken is.

De glijplaten hebben een unieke vorm waarbij er veel gefreesd moet worden. Een goed te bewerken materiaal is daarom gewenst.

Opduwcilinders

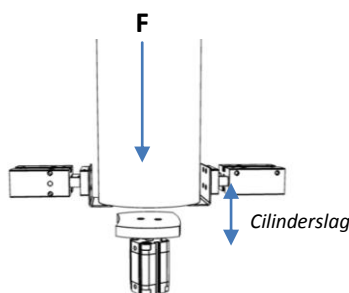
Op het capsuleerframe zijn in totaal zes cilinders bevestigd. Vijf van deze cilinders hebben dezelfde functie en moeten de torens chocoladeschijven in het gat van de capsuleerschijf en op de kunststof glijplaat positioneren. De zesde cilinder draagt bij aan het inkapselen van de schijven. Deze zal in hoofdstuk zes (*paragraaf 6.3*) nader worden toegelicht.

De opduwcilinders kunnen op verschillende manieren gemonteerd worden. Het is belangrijk dat deze cilinders loodrecht onder de chocoladetoren worden bevestigd en dat er geen gevaarlijke situaties ontstaan. In bijlage VII zijn een aantal opties voor de cilindermontage in een morfologische tabel weergegeven. Bij de keuze van de cilindermontage is er gekeken naar de voor- en nadelen en is er rekening gehouden met de veiligheid.

Er is gekozen om de vijf opduwcilinders onder de kunststof glijplaten en op het tafelblad te bevestigen (*figuur 22*). De vorm van de cilinderproppen* is gelijk aan de vorm van de sleuf in de glijplaten. Door de vorm en de hoogte van proppen gelijk te houden met de bovenkant van de kunststof glijplaten kunnen lichaamsdelen zoals vingers of armen niet bekneld raken. De cilinders kunnen zonder enige aanpassingen op het tafelblad gemonteerd worden.

Doordat de nieuwe capsuleerschijf op een andere manier ondersteund en gemonteerd wordt, is de hoogte ervan veranderd. Door aanpassingen aan het capsuleerframe en de cilindermontage zijn er andere cilinders nodig.

Om de nieuwe cilinder te kiezen is de benodigde kracht en slag bepaald. Met de 'slag' van een cilinder wordt de afstand bedoeld die de cilinderprop moet overbruggen en hangt af van de cilindermontage. De benodigde cilinderkracht is afhankelijk van het inwendige zuigeroppervlak en wordt bepaald aan de hand van de verticale cilinderbelasting (*figuur 21*). Als de belasting bekend is kan de benodigde cilinder worden afgelezen uit een tabel van de leverancier (*bijlage IX*).



Figuur 20: opduwen chocoladetoren 1



Figuur 21: opduwen chocoladetoren 2

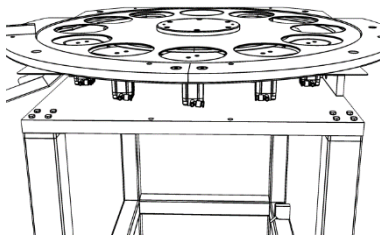
Slag: De benodigde slag kan worden afgelezen uit het 3D model en bedraagt minimaal 22.75mm. Er is gekozen voor een cilinderslag van 25mm. Hierdoor worden de chocoladeschijven ± 2 mm opgetild voordat de cilinders worden gesmoord en dalen. De schijven mogen niet te hoog gelift worden i.v.m. de vorksensoren van het dispensersysteem.

Kracht:

De functie van deze cilinders is het opduwen van een stapel chocoladeschijven. Na het opduwen van een stapel wordt de cilinder gesmoord. Door het smoren van de cilinder daalt de chocoladetoren met de cilinder mee. De chocoladeschijven blijven op de kunststof glijplaten liggen en de opduwcilinder zakt terug naar zijn beginpositie.

Steenland wil de mogelijkheid om onderdelen onderling uit te wisselen (*paragraaf 4.2*). Op de bestaande capsuleermachine gebeurt het opduwen van de chocoladetorens door middel van cilinders met een zuigerdiameter van 25mm. Deze leveren een maximale uitstootkracht van 265N. De massa van de torens is 90kN (*paragraaf 6.1*), hierdoor is de gekozen opduwcilinder ruim voldoende.

Er is gekozen om cilinders met dezelfde zuigerdiameter te gebruiken. De cilinder levert een kracht van 265N en heeft een slag van 25mm. De volgende cilinder wordt toegepast: ADVUL-25-25-P-A.



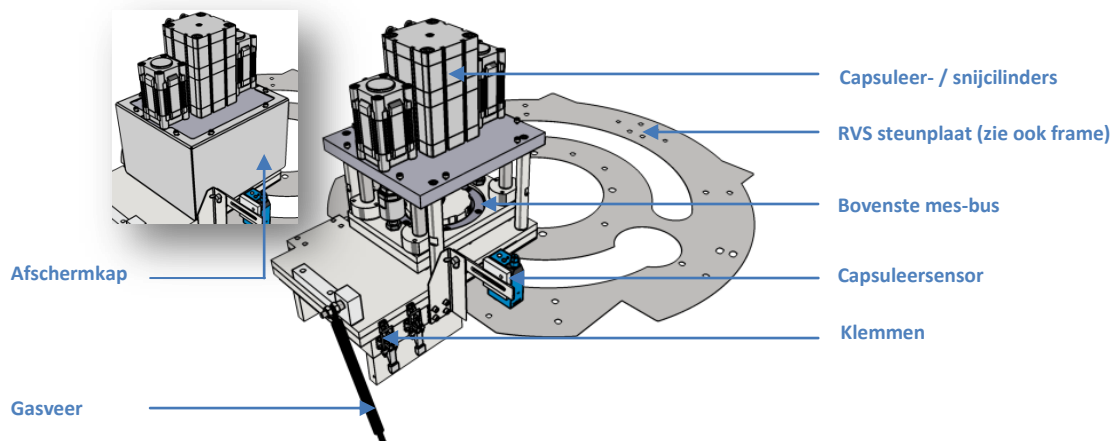
Figuur 22: opduwcilinders, op het tafelblad

6.3 Capsuleerblok

In deze paragraaf wordt het nieuwe ontwerp van het capsuleerblok beschreven. De manier waarop de chocoladeschijven worden verpakt wordt uitgelegd, waarbij een aantal machineonderdelen worden toegelicht. Het nieuwe ontwerp van de capsuleermodule is te zien op figuur 23.

De gaten in de capsuleerschijf komen overeen met de positie van het capsuleerblok (net zoals de positionering van het dispensersysteem). De chocoladeschijven worden door het draaien van de draaitafel in het blok gepositioneerd.

Wanneer de schijven onder het blok liggen wordt het verpakkingsmateriaal uitgesneden en vanaf twee kanten om de schijf heen gevouwen. Als de schijf verpakt is, transporteert de capsuleerschijf de munt richting de transportband.



Figuur 23: capsuleerblok nieuw

Capsuleren van chocoladeschijven

Het inkapselen van een chocoladeschijf begint met het aanvoeren van aluminiumfolie. Dit wordt geregeld door het op- en afwikkelstelsel van de capsuleermachine. Wanneer een chocoladeschijf in het capsuleerblok is geplaatst wordt er folie doorgevoerd.

Klanten van Steenland hebben de mogelijkheid om chocolademunten te bestellen met een bepaalde kleurencombinatie (bv: goud/zilver van de euromunt). Deze kleurencombinatie is op het aluminiumfolie geprint en moet recht op de chocoladeschijf komen. Daarom moet het uitgesneden vel aluminiumfolie recht onder het mes gepositioneerd worden. Dit wordt geregeld door de capsuleersensor die aan de voorkant van het blok is bevestigd.

De volgende stap die plaatsvindt in het capsuleerblok is het snijden van een ronde schijf aluminiumfolie. Het snijden gebeurt door twee mes-bussen. De bussen worden besteld en vervaardigd op maat door een bedrijf in Duitsland.

Wanneer er een vel aluminiumfolie is uitgesneden kan de chocoladeschijf worden verpakt. Het inkapselen van de chocoladeschijven gebeurt door middel van twee cilinders. De cilinders drukken een schijf chocolade tegen het uitgesneden aluminiumfolie waarbij deze om de chocola wordt gevouwen.

Zoals te zien in hoofdstuk drie, bestaat de verpakking van een chocolademunt uit twee delen. Eerst wordt de bovenkant van de schijf verpakt, daarna drukt de bovenste cilinder de onderkant van de schijf in de folie.

6.3.1 Snijden van folie

Zoals in hoofdstuk drie wordt beschreven bestaat de verpakking van een chocolademunt uit twee delen. Voor het verpakken van de chocoladeschijven zijn twee ronde vellen aluminiumfolie nodig. Deze worden uitgesneden door middel van twee mesbussen. Eén van de mesbussen is aan de onderkant van de folietoevoer en in het midden van de capsuleerkamer bevestigd. De tweede bus is in het midden van een montageplaat geplaatst en wordt door twee cilinders naar beneden gedrukt.

Net als bij een ponsmachine wordt alleen het bovenste gedeelte van het mes naar beneden gedrukt. De randen van de bussen schuiven hierbij langs elkaar waarbij het aluminiumfolie wordt afgesneden.

Tijdens het snijden van de schijven aluminiumfolie is het belangrijk dat er voldoende ponskracht is. Wanneer er onvoldoende kracht is snijdt de mesbus niet door het folie en zullen de cilinders druk op bouwen. Zodra de cilinders voldoende druk hebben, schiet het mes door de folie en bestaat de kans dat de folie beschadigd. Bovendien wordt het capsuleerproces vertraagd en geeft dit een klap.

Om de juiste cilinderkeuze te maken is de ponskracht berekend. (*bijlage X*). De berekening toont aan dat een kracht van 2891.44N nodig is om het folie te snijden. Doordat er twee cilinders worden toegepast om de montageplaat naar beneden te drukken, kan de ponskracht door tweeën worden gedeeld. De benodigde cilinderkracht voor één cilinder wordt 1445.72N

De volgende cilinder wordt toegepast: DNC-63-10-P-A. Deze cilinder is één uitvoering groter dan de bestaande snijcilinders en leveren een uitstootkracht van 1680N (*bijlage: IX*).

6.3.2 Capsuleren van de schijf

Wanneer een chocoladeschijf in het blok is gepositioneerd wordt als eerst de bovenkant ingekapseld. Een cilinder die aan de onderkant van het frame is gemonteerd drukt hierbij de chocoladeschijf omhoog.

Door de komvorm die is ontstaan tijdens het gieten van de chocoladeschijf kan er een luchtbel ontstaan tussen de chocolade en het aluminiumfolie (*hoofdstuk 3*). Door het ontstaan van deze luchtbel kan de munt niet de vereiste kwaliteit behalen en wordt deze afgekeurd. Om dit te voorkomen wordt de bovenste cilinder tijdens het omhoog drukken van de chocoladeschijf, naar beneden gedrukt.

Omdat de bovenste capsuleercilinder de chocoladeschijf halverwege moet ondersteunen, wordt er gebruik gemaakt van een tandemcilinder. Een tandemcilinder is één cilinder waarbij twee zuigers gecombineerd zijn. Een tandemcilinder kan daarom meerdere slagen maken (in dit geval twee).

Bij het dalen van de bovenste capsuleercilinder (de korte cilinderslag), wordt de lucht tussen de folie en de chocoladeschijf uitgedrukt. De cilinder wordt hierna gesmoord of ingetrokken en komt samen met de onderste terug omhoog. Doordat de onderste cilinder de chocoladeschijf omhoog drukt wordt er aluminiumfolie om de chocoladeschijf gedrukt. De chocoladeschijf raakt boven het aluminiumfolie bekneeld in de kamer en de onderste cilinder zakt terug naar beneden.

Nu de bovenkant van de chocoladeschijf is verpakt, wordt er opnieuw een ronde schijf aluminiumfolie uit gesneden. Na het snijden van de aluminium schijf kan de onderkant worden verpakt. Hierbij wordt de volledige slag van de tandemcilinder benut. Bij deze slag wordt de munt in

de capsuleerschijf gelegd. De onderste capsuleercilinder ondersteunt hierbij de chocoladeschijf en voorkomt daarbij het ontstaan van een luchtbel aan de onderkant van de munt.

Door de vorm van de tussenkamer wordt het vel aluminiumfolie om de munt heen gevouwen. De onderste cilinder smooft* en zakt weer naar beneden. Tijdens het zakken van de cilinder wordt de volledig ingekapselde munt meegenomen en in de draaischijf gelegd, waarna hij afgevoerd wordt.

Een schematische weergave van het hierboven beschreven capsuleerproces staat in bijlage XI.

Dieptrekken

Zoals in de tekst hierboven staat beschreven wordt er tijdens het capsuleren van de chocoladeschijven aluminiumfolie om de munt heen gevouwen. Het omvormen van het aluminiumfolie kan gezien worden als een dieptrekproces. Bij een dieptrekproces wordt een vlakke plaat door middel van een trekdoorn* door een opening gedrukt (De capsuleerkamer). De folie wordt gevouwen doordat de chocoladeschijf er tegenaan wordt gedrukt. De chocoladeschijf kan daarom worden beschouwd als de trekdoorn. *(van Terheijden & van Grinsven)*.

Zoals te zien in bijlage XI drukken twee cilinders de chocoladeschijf in verticale richting door het blok waarbij deze verpakt wordt. Om het verpakkingsmateriaal te vervormen en deze in de kamer te drukken is een bepaalde kracht nodig, de trekkracht.

Bij het ontwerp van het capsuleerblok van de bestaande capsuleermachine (Ø 100mm) werden dezelfde cilinders gebruikt als bij de capsuleermachine voor schijven met een diameter van 75mm. Deze keuze was gebaseerd op de oppervlakte verhouding van de schijven en er werd verwacht dat de cilinders zouden werken. Later bleek dat de cilinders niet sterk genoeg waren en werd er een zwaardere uitvoering toegepast.

Om na te gaan waar dit aan zou kunnen liggen, is de benodigde trekkracht van de andere chocoladeschijven (Ø 75mm en Ø 100mm) bepaald *(bijlage XII)*. Door de formule voor beide chocoladeschijven in te vullen werd het duidelijk waarom de cilinder niet sterk genoeg was.

Capsuleercilinders

Op de bestaande capsuleermachine ($\varnothing$ 100mm) worden de chocoladeschijven verpakt door cilinders met een zuigerdiameter van $\varnothing$ 63mm. Deze cilinders leveren een maximale uitstootkracht van 1870N (*bijlage XIII*). Omdat Steenland machineonderdelen van beide capsuleermachines onderling uit wil kunnen wisselen (*paragraaf 4.2*), wordt de voorkeur gelegd bij het toepassen van dezelfde cilinders ($\varnothing$ 63mm).

De berekening in bijlage XII, toont aan dat de benodigde trekkracht 1555N is. Omdat deze kracht kleiner is dan de maximale uitstootkracht van de huidige cilinders kunnen deze worden toegepast.

Om er zeker van te zijn dat het capsuleerproces vloeiend verloopt, worden de cilinders getest. Wanneer het proces niet vloeiend verloopt en de cilinders blijken na het testen niet geschikt te zijn, zal een zwaardere uitvoering worden toegepast.

Bovenste capsuleercilinder

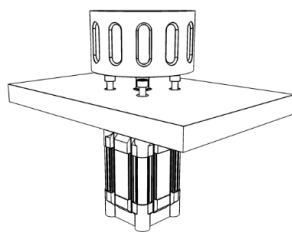
In verband met het capsuleerproces wordt er voor de bovenste capsuleercilinder gebruik gemaakt van een tandemcilinder. De tandemcilinder kan worden aangeschaft bij de leverancier (Festo) en is beschikbaar in een aantal vaste uitvoeringen.

Wanneer de bestaande uitvoering van de tandemcilinder ($\varnothing$ 63mm) niet goed werkt wordt er een zwaardere cilinder toegepast. De volgende uitvoering van de tandemcilinder is een cilinder met een zuigerdiameter van 100mm en levert een uitstootkracht van 4240N (*Bijlage IX*).

Deze cilinder is een stuk groter dan de huidige capsuleercilinder en heeft meer lucht nodig. Om de cilinder te voorzien van lucht worden grotere slangen toegepast.

Er is een optioneel frame ontworpen (*paragraaf 6.2*) dat men op luchtdruk kan zetten. Dit frame is rondom volledig gelast en voorzien van fittingen. Het frame fungeert als buffervat voor de bovenste capsuleercilinder. Zodra deze cilinder lucht nodig heeft, wordt dit uit het frame gehaald in plaats van rechtstreeks uit de leiding. De cilinder kan hierdoor snel aan de benodigde lucht komen.

Onderste capsuleercilinder



Figuur 24: cilindermontage

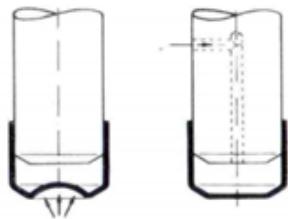
De onderste capsuleercilinder is geen tandemcilinder en wordt aan de onderkant van het tafelblad gemonteerd. Deze cilindermontage kan op verschillende manieren, waarvan een aantal zijn weergegeven in een morfologische tabel (*bijlage VII*). Er is gekozen om de cilinder te monteren volgens figuur 24. Het tafelblad kan hierbij eenvoudig worden schoongemaakt en de cilinderprop kan eventueel verwijderd worden door het capsuleerblok te kantelen. De cilinder wordt onder het tafelblad bevestigd door middel van verzonken bouten.

Wanneer de bestaande uitvoering van de cilinder ($\varnothing$ 63mm) niet goed werkt wordt er een zwaardere cilinder toegepast. De volgende uitvoering van de tandemcilinder is een cilinder met een zuigerdiameter van 80 en levert een uitstootkracht van 2170N (*bijlage IX*).

Luchtbel vorming

Eerder wordt uitgelegd dat er tijdens het capsulieren van de chocoladeschijven een luchtbel ontstaat tussen het verpakkingsmateriaal en de chocoladeschijf. De oorzaak van het ontstaan van deze luchtbel is te danken aan het productieproces van de chocoladeschijven (*hoofdstuk 3*).

Deze luchtbelvorming wordt voorkomen door gebruik te maken van een tandemcilinder. De tandemcilinder stoot met de eerste cilinderslag de lucht tussen het aluminiumfolie en de chocoladeschijf uit (*bladzijde 34*). Deze oplossing heeft zich in het verleden bewezen en wordt opnieuw toegepast.



Bij een dieptrekproces wordt een vlakke plaat in de gewenste vorm verkregen door deze met behulp van een trekdoorn in een vorm te drukken. Tijdens het afstropen van de trekdoorn (het terug trekken van de capsuleercilinder) kan er een vacuüm worden gecreëerd tussen de trekdoorn en het getrokken materiaal (het aluminiumfolie). Hierdoor ontstaat een holte tussen het aluminiumfolie en de chocoladeschijf

Figuur 25: vacuüm bij dieptrekken (figuur 25).

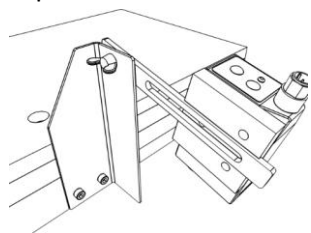
Wanneer de luchtbelvorming bij de nieuwe capsuleermachine niet is opgelost door het toepassen van een tandemcilinder, kunnen er ontluchtingsgaten worden aangebracht in de trekdoorn van de capsuleercilinders (*van Terheijden & van Grinsven*).

Capsuleersensor

Zoals eerder beschreven, wordt de capsuleersensor aan de voorkant van het capsuleerblok geplaatst, (de kant waar het aluminiumfolie het blok ingevoerd wordt). De sensor wordt in gebruik genomen wanneer Steenland chocoladeschijven gaat capsulieren met een bepaalde kleurencombinatie. De sensor communiceert met het afwikkelstelsel en regelt de positionering van het aluminiumfolie in het capsuleerblok.

Wanneer Steenland chocoladeschijven wil capsulieren zonder deze kleurencombinatie moet de sensor verwijderd kunnen worden. Het verwijderen van de sensor op de bestaande capsuleermachine doet men door deze los te schroeven. Het herhaaldelijk losschroeven van de sensor is tijdrovend en arbeidsintensief en moet op een andere manier gerealiseerd worden (*paragraaf 4.1*).

Het (tijdelijk) verwijderen van de sensor kan op verschillende manieren. Een aantal van deze manieren zijn opgenomen in een morfologische tabel (*Bijlage VII*). Er is gekozen om de capsuleersensor aan de steun te bevestigen door middel van een vleugelmoer (*figuur 26*). Deze



eenvoudige oplossing kan op beide capsuleermachines worden uitgevoerd. De operator van de machine dient enkel de moer één slag los te draaien en kan daarmee de sensor weggantelen. Daarbij blijven veel onderdelen (zoals de steunplaten) hetzelfde waardoor onderlinge uitwisseling van onderdelen mogelijk is (*paragraaf 4.2*).

Figuur 26: toepassing van een vleugelmoer

Kantelen van het capsuleerblok

Tijdens het verpakken van de chocoladeschijven ontstaat er vervuiling in de vorm van chocoladesnippers. De chocoladesnippers bevinden zich aan de binnenkant van het capsuleerblok en zijn slecht bereikbaar. Om de machine inwendig goed te kunnen reinigen kan het blok worden gekanteld. Tevens kunnen bepaalde machineonderdelen verwijderd/vervangen worden en eventuele storingsen door beknelde chocoladeschijven kunnen worden opgelost.

Het is belangrijk dat het capsuleerblok goed gefixeerd is tijdens het verpakken van de chocoladeschijven. Wanneer het blok niet goed gefixeerd is, kunnen de schijven breken, bekneld raken of scheef worden verpakt. Om het capsuleerblok te laten kantelen is een fixering nodig die op een eenvoudige methode opgeheven kan worden.

Nadat de fixering van het capsuleerblok is opgeheven kan deze worden gekanteld. Wanneer het blok is gekanteld moet de operator twee handen beschikbaar hebben voor het plegen van onderhoud. Het is daarom belangrijk dat de eindpositie van het gekantelde blok tijdelijk vast kan worden gehouden en het blok niet terug kantelt op de vingers van de operator.

Klemmen

Op de bestaande capsuleermachine ($\varnothing$ 100mm) wordt het capsuleerblok gefixeerd door middel van vier pasbouten. Deze bouten worden in het midden van het blok bevestigd en fixeren daarmee de positie van het blok. Wanneer men het blok wil kantelen moeten de pasbouten losgeschroefd worden. Het herhaaldelijk los en vast schroeven van de pasbouten is tijdrovend en arbeidsintensief waardoor Steenland een andere fixering wil gebruiken (*paragraaf 4.1*).

Om het capsuleerblok te fixeren tijdens het verpakken van chocoladeschijven zijn verschillende oplossingen mogelijk. Een aantal van deze oplossingen zijn opgenomen in een morfologische tabel (*bijlage VII*).

Er is gekozen om gebruik te maken van spanklemmen. Deze klemmen kunnen eenvoudig worden losgemaakt waardoor de fixering wordt opgeheven en het blok kan kantelen. Paspennen* in het capsuleerblok zorgen voor een juist positionering. Daarbij is het toepassen van de klemmen een oplossing die eenvoudig kan worden toegepast bij beide capsuleermachines. De klemmen worden besteld bij Drabbe, een vaste leverancier van Matro.



Figuur 27: spanklem GN 851-160-T2"

Gasveer

Op de bestaande machine($\varnothing$ 100mm) wordt een pneumatisch aangedreven cilinder toegepast om het capsuleerblok te ondersteunen tijdens het kantelen. De cilinder drukt het capsuleerblok omhoog wanneer men deze handmatig activeert en de pasbouten uit het blok zijn verwijderd.

De ondersteuning werkt goed, maar een nadeel ervan is het wegvallen van de luchttoevoer. Wanneer de luchttoevoer van de cilinder wordt onderbroken of wegvalt door bijvoorbeeld een lek of een defecte compressor, kan het blok onverwachts terug kantelen. Het is mogelijk dat de werknemer die onderhoud aan de machine uitvoert hierdoor letsel oploopt.

Steenland wil het blok laten kantelen op de zelfde methode, maar wil daarbij een andere ondersteuning. De ondersteuning moet betrouwbaarder zijn dan de pneumatische cilinder waardoor het personeel veilig onderhoud kan plegen (*paragraaf 4.1*).

Om het blok te laten kantelen is er nagedacht over verschillende oplossingen, een aantal van deze oplossingen zijn opgenomen in een morfologische tabel (*bijlage VII*).

Er is gekozen om het capsuleerblok te laten kantelen met behulp van een gasveer (*figuur 28*). Gasveren kunnen besteld worden in veel verschillende standaard uitvoeringen en zijn eenvoudig te monteren op beide capsuleermachines. De gasveer hoeft niet extern van druk te worden voorzien en werkt vrijwel altijd. Wanneer de gasveer defect is, zal het blok niet gekanteld kunnen worden en moet de veer vervangen worden. Dit bevordert de veiligheid.

De pneumatische cilinder die op de bestaande machine wordt toegepast is DSNU-25-200-PPV-A. De cilinder heeft een slag van 200mm en levert een uitstoot kracht van 294.5N (*bijlage XIII*). De gekozen gasveer levert een uitstootkracht van 300N en heeft een slag van 220mm. De slag is 20mm langer waardoor het blok verder gekanteld wordt. Dit heeft verder geen extreme gevolgen.

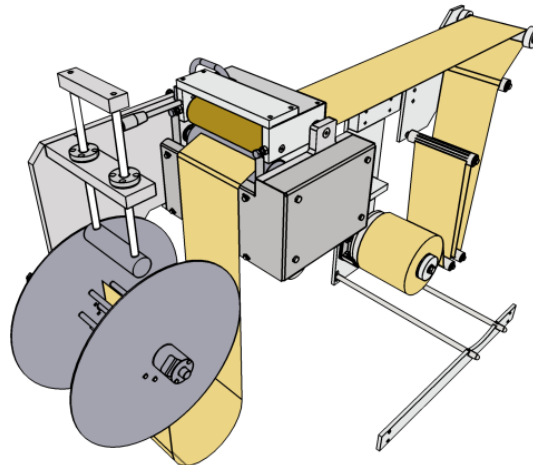


Figuur 28: gasveer "b1-rag-08s-01625032-300"

6.4 Foliewikkelsysteem

Om de chocoladeschijven te verpakken is de aanvoer van aluminiumfolie nodig. Het foliewikkelsysteem op de capsuleermachine regelt de aan- en afvoer van het verpakkingsmateriaal. Zoals in hoofdstuk drie (*paragraaf 3.2*) staat beschreven kan het wikkelsysteem worden verdeeld in twee delen, Het afwikkel- en het opwikkelsysteem.

In deze paragraaf wordt het nieuwe ontwerp van het wikkelsysteem toegelicht. De manier waarop het systeem de aan- en afvoer van het aluminiumfolie regelt wordt beschreven. Het nieuwe ontwerp van het systeem is te zien op figuur 29.

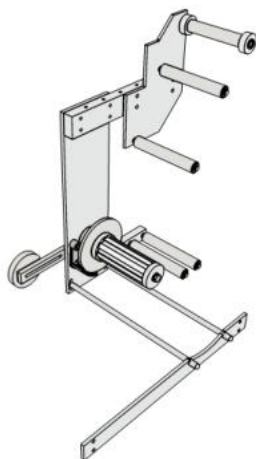


Figuur 29: foliewikkelsysteem

6.4.1 Afwikkelstelsel

Het afwikkelstelsel zorgt ervoor dat het capsuleerblok wordt voorzien van verpakkingsmateriaal. Een grote rol aluminiumfolie wordt door middel van geleidingsstangen op de afwikkelunit geplaatst. Het doorvoeren van het aluminiumfolie is geen volcontinue proces, maar gebeurt in stappen omdat er tijdens het snijden van de folieschijven geen folie kan worden doorgevoerd.

Het systeem heeft geen gemotoriseerde afwikkelrol, maar doseert de aanvoer van folie door de afwikkelrol regelmatig te stoppen. Wanneer er geen folie doorgevoerd mag worden stuurt een sensor stuurt een signaal naar het remdeel die de afwikkelrol vervolgens blokkeert.



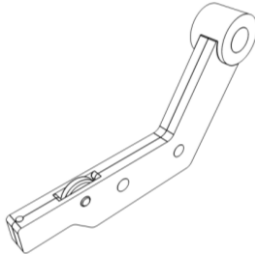
Figuur 30: afwikkelunit

Remdeel

Het remdeel van de afwikkelunit bestaat uit een draaipunt waaraan een arm is gelast (*figuur 31*). Zodra de folierol wordt geremd, drukt de arm van het remdeel tegen een vlak geslepen kant van de aandrijfrol. Hierdoor wordt een remschoen* tegen de aangedreven rol gedrukt.

Doordat de vlakke kant van de aandrijfrol en de arm van het remdeel langs elkaar schuiven tijdens het remmen, slijt het remdeel. De slijtage aan dit onderdeel wil Steenland wegnemen door het remdeel aan te passen.

Om slijtage in het remdeel te voorkomen zijn er verschillende oplossingen mogelijk. Een aantal van deze oplossingen zijn opgenomen in een morfologische tabel (*bijlage VII*).

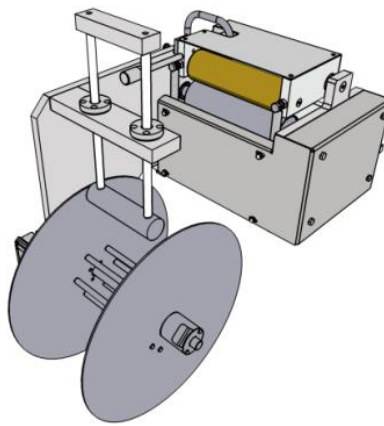


Figuur 31: remdeel, afwikkelunit

Er kan gekozen worden om een slijtvaste laag aan te brengen op één van de twee onderdelen. Steenland ziet echter liever een rolgeleiding in de arm van het remdeel dan een slijtvaste plaat.

Uiteindelijk is er gekozen om het remdeel uit twee delen te vervaardigen. Er is weinig ruimte om de arm van het remdeel te verdikken waardoor de wanden na het frezen erg dun worden. Het is de bedoeling dat de aanpassing aan het remdeel op beide machines wordt toegepast. Wanneer het onderdeel uit twee delen gefreesd wordt kunnen er 2x twee dezelfde platen worden gemaakt. De montage van de remschoen op de arm verbindt de twee gefreesde platen.

6.4.2 Opwikkelsysteem



Figuur 32: opwikkelsysteem

Tijdens het verpakken van de chocoladeschijven worden er ronde vellen aluminiumfolie uitgesneden (paragraaf 6.3). Na het uitsnijden van deze vellen blijft er verpakkingsmateriaal over wat niet kan worden gebruikt. Dit restmateriaal wordt verzameld door het opwikkelsysteem.

Een elektrisch aangedreven rol trekt voortdurend aan de baan aluminiumfolie. Het systeem trekt als het ware het aluminiumfolie door het blok. Na het capsulieren van een chocoladeschijf komt het restmateriaal aan de achterkant van het capsuleerblok naar buiten.

Nadat het restmateriaal de aangedreven trekrol heeft gepasseerd, hangt het folie in een U-vorm naar beneden. Naar mate de hoeveelheid restmateriaal toeneemt, zal deze U-vorm langer worden en naar de grond reiken. Een sensor op het capsuleerframe detecteert het restmateriaal op een bepaalde hoogte waardoor de opwikkelsysteem gaat draaien. Hierbij wordt het restmateriaal opgerold en wordt de U-vorm weer kleiner.

Wanneer de rol aluminiumfolie op is, zal de operator beide rollen vervangen.

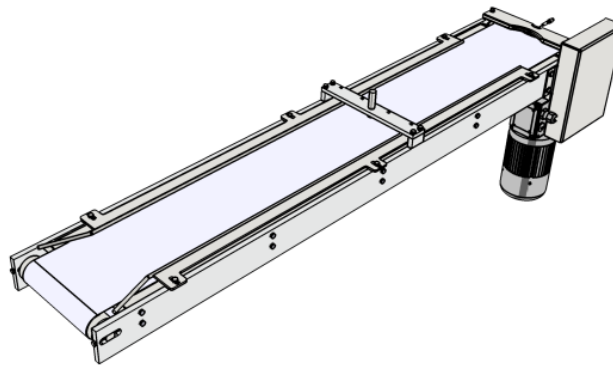
6.5 Transportband

In deze paragraaf wordt het ontwerp van de transportband beschreven. Het ontwerp van is te zien op figuur 33.

Zodra de chocoladeschijven zijn verpakt transporteert de capsuleerschijf de munten naar een opening in de kunststof glijplaten. De ingekapselde chocolademunten vallen door de opening en glijden via een goot op de transportband.

Wanneer de chocolademunten op de transportband vallen worden deze door middel van geleidingsstrippen in het midden van de band gepositioneerd. Er zijn twee geleidingsstrippen die op de buitenrand van de transportband worden bevestigd.

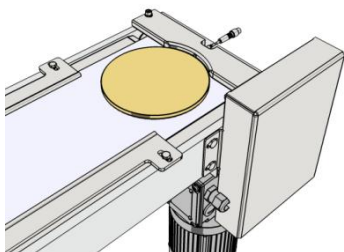
De munten worden langs een sensor naar het einde van de transportband getransporteerd. De sensor is halverwege de transportband bevestigd en telt het aantal munten dat passeert. Aan het einde van de transportband is een aanslagplaat bevestigd waar de munten tegenaan komen. (figuur 34)



Figuur 33: transportband

Aanslagplaat

Aan het einde van de transportband is een aanslagplaat bevestigd (figuur 34). In de aanslagplaat is radius (een halve cirkel) uitgesneden. De radius van deze snede komt overeen met de radius van de verpakte chocolademunt. Hierdoor wordt de chocolademunt aan het einde van de transportband wordt gepositioneerd. Deze eindpositie is belangrijk omdat de pick-and-place unit de chocolademunt moet oppakken (paragraaf 6.6).



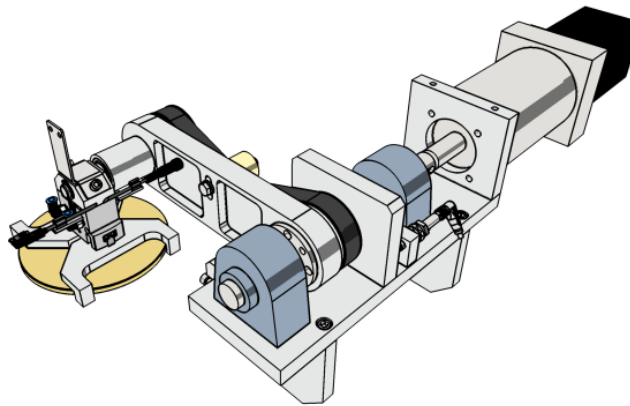
Figuur 34: aanslagplaat

6.6 Pick-and-place unit

Uiteindelijk komt de volledig ingekapselde chocolademunt via de transportband aan bij de pick-and-place unit. Dit is een zelf ontworpen systeem van Matro en wordt toegepast op de bestaande capsuleermachines van Steenland ($\varnothing$ 75mm & $\varnothing$ 100mm).

Wanneer de chocolademunt aan het einde van de transportband wordt opgevangen tegen de aanslagplaat, pakken de klauwplaten van de pick-and-place unit de munt op en verplaatst deze naar een stempelmachine. In de stempelmachine worden de chocoladeschijven voorzien van een reliëf.

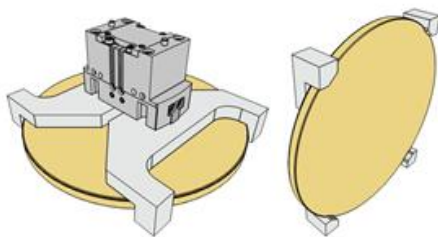
Deze paragraaf beschrijft het ontwerp van de pick-and-place unit. Het ontwerp is te zien op figuur 35.



Figuur 35: pick-and-place unit

Klauwplaten

Zodra de chocolademunten tegen de aanslagplaat van de transportband komen, worden zij gedetecteerd door een sensor. Hierdoor weet de pick-and-place unit dat er een chocolademunt ligt en pakt deze op door middel van twee klauwplaten (figuur 36).



De afronding aan de binnenkant van de bekken van de klauwplaten hebben een radius van $\pm 123\text{mm}$ en zijn kleiner dan de diameter van een chocolademunt.

Doordat de radius kleiner is wordt de munt goed vastgegrepen wanneer de klauwplaten dichtgeknepen worden en kan deze worden opgetild.

Figuur 36: klauwplaten

7.0 Resultaten

Deze afstudeerscriptie betreft een technisch rapport waarin het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine wordt besproken. In dit hoofdstuk worden de resultaten van dit ontwerp besproken waarbij er een terugkoppeling wordt gedaan op het programma van eisen en wensen.

Door een terugkoppeling op het programma van eisen te doen, kan er worden bepaald of de projectdoelen zijn behaald (*hoofdstuk 1*). Of het doel van het project is behaald wordt beschreven in de conclusie van dit rapport.

Naast de terugkoppeling op het programma van eisen en wensen, worden in de ervaringen en bevindingen van het afstudeertraject beschreven. Voor de ingevulde competentieset, wordt u verwezen naar (*Bijlage XV*).

7.1 Terug koppeling op het programma van eisen & wensen

In dit hoofdstuk wordt een terugkoppeling op het programma van eisen en wensen gemaakt en wordt er gekeken of het ontwerp voldoet aan de gestelde eisen en wensen. Hierbij dient het ontwerp in ieder geval aan de gestelde producteisen te voldoen.

Producteisen

Capsuleren van Ø 125mm schijven - De nieuwe capsuleermachine moet geschikt zijn om chocoladeschijven met een diameter van 125mm te capsuleren.

Toepassing:

De maatvoering van verschillende machineonderdelen is aangepast waardoor een grotere chocoladeschijf kan worden verpakt. Op basis van theoretische berekeningen en beschouwingen zijn andere cilindertypes gekozen. Verschillende aanpassingen worden toegelicht in het rapport en maken het mogelijk om een grotere chocoladeschijf te capsuleren.

Uiterlijk van de machine behouden - Omdat Steenland wil dat alle capsuleermachines in het bedrijf de zelfde uitstraling hebben, moet het uiterlijk van de nieuwe capsuleermachine overeenkomen met de andere capsuleermachines van Steenland.

Toepassing:

Tijdens het ontwerpen van de bouwgroepen is er rekening mee gehouden dat de verschillen met de bestaande capsuleermachine (Ø 100mm) niet te groot zijn. Deze eis is moeilijk te toetsen omdat het een gevoelskwestie betreft. Voorbeelden van toepassingen zijn het gebruik van pilaren als schijfgeleiding en de halve cirkelvorm van het dispensersysteem. Het behouden van hetzelfde logistieke proces heeft ook invloed op het uiterlijk van de machine.

Afscherming - Steenland wil alleen de bewegende machineonderdelen afschermen, hierbij mag er geen kast om de machine geplaatst worden.

Toepassing :

Op de nieuwe capsuleermachine worden bewegende machineonderdelen afgeschermd door gebruik te maken van losse afschermkappen (*hoofdstuk 4*). Scherpe randen en kieren waar lichaamsdelen zoals vingers of handen bekneld kunnen raken zijn afgeschermd, waarbij er rekening is gehouden met het onderhoud aan de machine.

Tijdelijk fixeren het capsuleerblok - Om het capsuleerblok te kantelen moet de fixering van het blok tijdelijk opgeheven kunnen worden. Deze fixering moet sneller opgeheven kunnen worden dan de fixering van de bestaande situatie.

Toepassing (paragraaf 6.3.2: kantelen van het capsuleerblok)

Door het toepassen van spanklemmen en gebruik te maken van paspennen, wordt het blok in de juiste positie gefixeerd. Er wordt verwacht dat de fixering eenvoudig en snel kan worden opgeheven omdat deze minder handelingen vereist dan de huidige.

(De-)activeren van de capsuleersensor - Het in gebruik nemen van de capsuleersensor moet vereenvoudigd worden. In de bestaande situatie moet deze steeds losgeschroefd worden.

Toepassing (paragraaf 6.3.2: capsuleersensor)

Om de capsuleersensor te kunnen (de-)activeren wordt er een vleugelmoer toegepast in de steunplaat. Omdat de operator deze met slechts twee handelingen kan verstellen, wordt er verwacht dat het (de-)activeren sneller verloopt dan de huidige situatie.

Plaatsen van stapels chocoladeschijven - Door de geringe ruimte tijdens het plaatsen van de chocoladeschijven moet de huidige geleiding worden verbeterd.

Toepassing (paragraaf 6.1)

Door de achterste pilaren van de dispenserstations te verlengen en een ruimere maatvoering te hanteren, kan de operator stapels chocoladeschijven tegen de pilaren plaatsen en rustig in de stations laten zakken.

Slijtage in het remonderdeel - Tijdens het afremmen van de afwikkelrol treedt er slijtage op in de arm van het remdeel.

Toepassing (paragraaf 6.4.1)

De arm van het remdeel wordt voorzien van een kunststof rolgeleiding. Deze geleiding rolt langs een vlakke kant van de aandrijfas waardoor de slijtage in de remarm voorkomen wordt.

Hetzelfde logistieke proces - Het capsuleren van de chocoladeschijven moet op de zelfde manier gebeuren als bij de bestaande capsuleermachine (Ø 100mm).

Toepassing:

Net zoals bij de bestaande capsuleermachine wordt er gebruik gemaakt van 5 bufferstations met een capaciteit van 500 schijven. De chocoladeschijven worden op de zelfde manier afgenomen door een 12 stappen draaitafel en het capsuleerproces is onveranderd.

Toepassing van PET-T - Machineonderdelen in het systeem die over elkaar glijden of in aanraking komen met het chocolade moeten vervaardigd worden uit PET-T.

Toepassing (paragraaf 6.2.2: kunststof glijplaten)

In de machine worden een aantal onderdelen vervaardigd uit PET-T. De onderdelen die hieruit vervaardigd worden komen direct in contact met de chocolade of glijden over andere machineonderdelen. Voorbeelden van deze onderdelen zijn: de glijplaten van het capsuleerframe, de onderste dispenserplaat en de verschillende cilinderproppen.

Scharnieren van het dispensersysteem - Om het onderhoud aan de capsuleermachine te bevorderen, wil Steenland het dispensersysteem kunnen draaien.

Toepassing (paragraaf 6.1.3)

Om het dispensersysteem van te laten scharnieren wordt er gebruik gemaakt van een lange as. De as wordt ondersteund in een montageblok en glijdt tijdens het draaien over twee glijlagers. De as diameter is bepaald aan de hand van een berekening.

Onderhoudsvriendelijk - Tijdens het capsuleren van chocoladeschijven ontstaan snippers. Deze snippers vervuilen de machine en moeten verwijderd kunnen worden.

Toepassing:

Het is niet met zekerheid te zeggen of de capsuleermachine in de praktijk goed te onderhouden is. Tijdens het uitwerken van de bouwgroepen zijn aanpassingen gedaan waarmee het onderhoud aan de machine gestimuleerd wordt. Voorbeelden van deze aanpassingen is het kunnen draaien van het dispensersysteem, het kantelen van het capsuleerblok en het gebruik van sleufgaten. Tevens is er met het ontwerp van afschermplaten rekening gehouden om restchocolade weg te kunnen blazen door middel van een luchtspuit (*hoofdstuk 4*).

klantwensen

verzonken boutgaten toepassen - Het gebruik van verzonken montagegaten voor bouten en moeren bevordert de veiligheid en het plegen van onderhoud aan de capsuleermachine.

Toepassing:

Waar mogelijk zijn er verzonken montagegaten toegepast in het materiaal. Op plaatsen waar een afschermkap is toegepast, zijn geen verzonken montagegaten gebruikt.

Slanggeleiding - De slangen die benodigd zijn voor de pneumatische apparatuur dienen beschermt te worden.

Toepassing:

In het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine is geen slanggeleiding toegepast. Er is rekening gehouden met de plaats waar de slangen komen te liggen. Deze zijn veelal afgeschermd door kappen. Bijvoorbeeld de cilinderkappen op het dispensersysteem (*paragraaf 6.1*).

Uitwisselen van onderdelen - Het uitwisselen van machineonderdelen tussen twee de capsuleermachines ($\varnothing$ 100mm & $\varnothing$ 125mm) kan een oplossingen bieden wanneer er één van de twee niet goed functioneert. *(dezelfde reserveonderdelen kunnen worden toegepast op twee machines)*

Toepassing:

De toepasbaarheid van een oplossing is opgenomen als voordeel in de morfologische tabellen. Tijdens de keuze tussen de oplossingen van een aantal machineonderdelen is hiermee rekening gehouden (sensor, klemmen, gasveer).

Stalen tafelblad - Steenland wil het tafelblad vervaardigen uit staal. Dit is een materiaal dat zij zelf goed kunnen aanpassen en dat minder snel slijt bij het herhaaldelijk los en vast schroeven van onderdelen.

Toepassing (paragraaf 6.2)

Het tafelblad wordt gesneden en gefreesd uit staal.

7.2 Leerervaringen & bevindingen

Deze paragraaf beschrijft de persoonlijke bevindingen en ervaringen die zijn opgedaan tijdens het afstudeertraject. Er wordt geen toelichting gegeven op de verworven competenties, hiervoor wordt u verwezen naar de bijgevoegde competentieset (*Bijlage XV*).

De afgelopen stageperiode is er met veel plezier gewerkt aan de afstudeeropdracht. Naast het uitvoeren van de afstudeeropdracht is er meegewerkt aan een aantal kleine projecten. Door op deze manier mee te lopen in het bedrijfsleven kon ervaring worden opgedaan met werktuigbouw in de praktijk.

Tijdens het uitvoeren van de kleine bedrijfsopdrachten is er geleerd, om tijdens het ontwerpproces al tekening te houden met de mogelijkheden in de praktijk. Getekende machineonderdelen waren soms praktisch niet te realiseren waardoor andere oplossingen moesten worden bedacht.

Er is gedurende het afstudeertraject vooral ervaring opgedaan met het ontwerpen/tekenen van machineonderdelen in het programma Autodesk Inventor. Er is samengewerkt met collega's en opdrachtgevers waarbij het schakelen tussen verschillende werkvelden een belangrijke leerervaring is gebleken.

8.0 Conclusie & Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen genoemd, die voortkomen uit de in hoofdstuk zeven beschreven resultaten. De resultaten worden geanalyseerd en teruggekoppeld aan het pakket van eisen en wensen. Aan de hand van de conclusie wordt vastgesteld of de hoofdvraag is beantwoord.

De resultaten in hoofdstuk zeven tonen aan dat het ontwerp van de nieuwe capsuleermachine theoretisch voldoet aan de gestelde eisen van de opdrachtgever. Doordat het ontwerp van de machine hieraan voldoet, kan er geconcludeerd worden dat de nieuwe machine chocoladeschijven kan verpakken met een diameter van 125mm. De machine doet dit volgens hetzelfde capsuleerproces als de andere machines van Steenland.

Het is niet met zekerheid te zeggen of de machine in de praktijk goed te onderhouden is. De verwachting is dat de machine in ieder geval minder last van vervuiling heeft als de bestaande capsuleermachine omdat hiervoor aanpassingen zijn bedacht. Voorbeelden van deze aanpassingen zijn o.a. het gebruik van verzonken montagegaten, het toepassen van afschermkappen, het aanbrengen van sleufgaten en het open kunnen draaien van het dispensersysteem.

Het model voldoet aan de gestelde eisen en zal in theorie chocoladeschijven kunnen verpakken met een diameter van 125mm.

8.1 Antwoord op de hoofdvraag

Aan het begin van de afstudeeropdracht is achtergrondinformatie verzameld waarin deelvragen zijn bedacht. Door deze deelvragen gedurende het afstudeertraject te beantwoorden door middel van de verschillende hoofdstukken. Hierdoor kan er antwoord worden gegeven op de hoofdvraag.

Hoofdvraag: *hoe ziet een capsuleermachine eruit waarmee chocoladeschijven van Ø 125mm verpakt kunnen worden en die voldoet aan de door de klant gestelde eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, reiniging en onderhoud?*

De nieuwe capsuleermachine bestaat uit een aantal bouwgroepen die in hoofdstuk zes zijn uitgewerkt. Alle bouwgroepen zijn samengevoegd en vormen de nieuwe capsuleermachine. De in hoofdstuk zeven genoemde resultaten tonen aan dat de machine voldoet aan het programma van eisen, waarbij aanpassingen zijn gedaan betreft betrouwbaarheid, reiniging en onderhoud.

8.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf worden er aanbevelingen gedaan op het nieuwe ontwerp van de capsuleermachine. De eventuele aanpassingen die worden genoemd zijn optionele toevoegingen aan het huidige ontwerp en niet zijn meegenomen in de uitwerking.

Aanbrengen van luchtgaten in de trekdoorn (*paragraaf 6.3: luchtbel vorming*)

In hoofdstuk zes (*paragraaf 6.3.2*) wordt uitgelegd dat er tijdens het capsuleren van de chocoladeschijven, een luchtbel kan ontstaan tussen de chocolade en het aluminiumfolie. Bij de bestaande capsuleermachine ($\varnothing$ 100mm) is dit probleem verholpen door het toepassen van een tandemcilinder.

Wanneer het probleem bij de nieuwe capsuleermachine niet verholpen is door gebruik te maken van een tandemcilinder, wordt er aangeraden om een ontluchtingsgat aan te brengen in de prop (*de trekdoorn*) van de capsuleercilinders. Deze ontluchtingsgaten voorkomen dat er een vacuüm gecreëerd wordt tussen het aluminiumfolie en de cilinderproppen.

Toepassen van een bufferframe (*paragraaf 6.2.1: het onderstel*)

Uit een test zal moeten blijken of de huidige tandemcilinder ($\varnothing$ 63mm) geschikt is om te gebruiken voor het verpakken van de grotere chocoladeschijven. Wanneer blijkt dat deze niet geschikt is zal er een zwaardere uitvoering worden gekozen (*paragraaf 6.3.2: capsuleercilinders*).

In hoofdstuk zes (*paragraaf 6.2.1*) wordt een optioneel frame besproken dat men onder druk kan zetten. Wanneer de compressoren van Steenland de zwaardere uitvoering van de cilinder niet snel genoeg van voldoende lucht kunnen voorzien, wordt er aangeraden om dit frame toe te passen. Dit frame kan op druk worden gezet en is voorzien van fittingen, waardoor deze kan fungeren als buffervat.

Literatuurlijst

Tijdens het ontwerpen van de capsuleermachine is er gebruik gemaakt van verschillende informatiebronnen. Dit hoofdstuk biedt u een weergave van de gebruikte bronnen. De bronnen die zijn gebruikt is verdeeld in drie groepen: normeringen, Literatuur en websites.

Literatuur

Gebruikte boeken, verslagen, catalogussen en/of tekeningen

1. C. van Terheijden & J.M. van Grinsven, *gereedschapswerktuigen (deel 2.)*
2. Mikrocentrum (cursus), *stanstechniek voor gereedschap-constructeurs.*
3. METAALCOMPAGNIE BRABANT N.V. *MCB boek.*
4. D. Muhs, H. Wittel, M. Becker, D. Jannasch, J. Vobiek, *ROLOFF / MATEK Machine-onderdelen.*
5. W. Matek, D. Muhs, H. Wittel, *Roloff/Matek Maschinenelemente.*
6. J. van Gemerden, *Technische informatie voor werktuigbouwkundigen.*
7. W. Hoogland, *Rapport over Rapporteren.*
8. Handleiding afstuderen 2012 -2013 VT en Duaal
9. Catalogus: 'DE-STA-CO spantechnik' (*spanklemmen e.d.*)
10. Catalogus: 'Optibelt' (*tandriemen*)
11. Catalogus: 'Sick' (*sensoren*)

Websites

Bedrijven

1. Steenland Chocolate: www.steenland.nl
2. DWO Techniek: www.dwo.nl
3. Drabbe: www.drabbe.com
4. Festo: www.festo.com
5. Igus: www.igus.nl
6. Het aluminium centrum: www.aluminium-info.nl

Overig

7. Matro Engineering: www.matro-engineering.nl
8. Online encyclopedie: www.encyclo.nl
9. De Haagse Hogeschool: www.studentennet.hhs.nl
10. Blackboard: www.blackboard.hhs.nl
11. Persoonlijke email account: www.hotmail.com

Afstudeer scriptie

Matro Engineering – Capsuleermachine 125

BIJLAGEN

Freek Ganzevles (09035230)

6 Juni 2013 – Nieuw Vennep

De Haagse Hogeschool