

2015•2016  
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN  
*master in de industriële wetenschappen: elektromechanica*

## Masterproef

Ontwerp van een trommelbeladingssysteem met implementatie van toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem

Promotor :  
dr. ir. Kris HENRIOULLE  
ing. MARC SWENNEN

Pieter Leten , Kris Ulenaers

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: elektromechanica*

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2015•2016

Faculteit Industriële

ingenieurswetenschappen

*master in de industriële wetenschappen: elektromechanica*

## Masterproef

Ontwerp van een trommelbeladingssysteem met implementatie van toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem

Promotor :  
dr. ir. Kris HENRIOULLE  
ing. MARC SWENNEN

Pieter Leten , Kris Ulenaers

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: elektromechanica*

## Woord vooraf

Na het nodige papierwerk was het eindelijk zo ver: we hadden een opdracht voor onze masterproef. Die opdracht kregen we bij het bedrijf AJK nv te Kaulille/Bocholt en bestond eruit om de trommelbelading van een zelfpersende container verder te ontwikkelen zodat het mogelijk wordt om de gebruikers te laten betalen voor de hoeveelheid afval die zij achterlaten.

Midden augustus 2015 werd de opdracht concreet vastgelegd tijdens een vergadering met onze externe promotor (ing. Marc Swennen) en onze interne promotor (dr. Ir. Kris Henriouille). In die vergadering werd voorgesteld om de twee weken voor het begin van het schooljaar al stage te lopen. Zo maakten we op 7 september onze eerste stagedag op AJK nv. Gedurende die twee weken namen we al een serieuze voorsprong op onze collega-studenten. Verder waren we één dag gedurende het eerste semester en twee dagen gedurende het tweede semester actief op AJK nv.

Tijdens die periode zijn we erin geslaagd onze masterproef tot een goed einde te brengen. Dat was echter niet mogelijk geweest zonder volgende mensen.

In de eerste plaats willen we Marc Swennen bedanken. Hij bezorgde ons dit interessante project en begeleidde ons van start tot finish.

Verder was de invloed van onze interne promotor, Kris Henriouille, ook aanzienlijk. Hij volgde ons werk zeer goed op en telkens als we een schriftelijke opdracht moesten indienen, las hij deze na. Daardoor behaalden we bovengemiddelde quoteringen op die onderdelen.

Vervolgens willen we ook zeker de tekenaars van AJK nv bedanken, in de eerste plaats Ronny. Hij hielp ons meteen op weg met Inventor en kwam in de beginperiode geregeld langs om te vragen of alles lukte. Ook de andere tekenaars stonden steeds paraat om ons snel en goed te helpen als we vragen hadden, waarvoor dank.

Ook willen we Martien Vliegen bedanken. Hij was ons eerste contact binnen het bedrijf en vroeg een opdracht voor ons aan Marc Swennen.

Bijkomend nog een dikke merci aan AJK nv voor de kans en de warme ontvangst die we kregen. Zo werden we ook uitgenodigd op de eindejaarsdrink en de opening van de nieuwe kantine.

Bedankt allemaal voor deze aangename en vooral leerrijke ervaring!

Pieter Leten & Kris Ulenaers



# Inhoud

<b>Lijst van tabellen</b> .....	
<b>Lijst van figuren</b> .....	
<b>Verklarende woordenlijst</b> .....	
<b>Abstract</b> .....	
<b>Abstract in English</b> .....	
<b>1 Inleiding</b> .....	
1.1 Situering.....	
1.2 Probleemstelling/onderzoeksvraag.....	
1.3 Doelstellingen .....	16
1.4 Methode .....	17
1.5 Vooruitblik .....	18
<b>2 Marktonderzoek</b> .....	<b>19</b>
2.1 Zelfpersende container met trommelbeladingsysteem .....	19
2.1.1 Pöttinger Entsorgungstechnik GmbH – MULTIPRESS ECO Communal .....	19
2.1.2 HWK-System GmbH – WSD 300.....	21
2.2 Weegsysteem .....	23
2.2.1 Mettler-Toledo.....	23
2.3 Toegangscontrole- en dataverwerkingsysteem.....	23
2.3.1 Mic-o-data BV .....	23
2.3.2 Ident-D-Line .....	23
2.4 Toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingsysteem.....	23
2.4.1 AE Weighing Systems/AE Van De Vliet .....	23
2.4.2 Welvaarts Weegsystemen .....	24
2.5 Besluit .....	24
<b>3 Ontwerpkeuzes</b> .....	<b>25</b>
3.1 Afschermen te wegen afval .....	25
3.2 Aandrijving en lagering.....	25
3.3 Ophanging.....	26
3.4 Bevestiging weegcellen .....	26
3.5 Besluit .....	27

<b>4</b>	<b>Elektrisch schema .....</b>	<b>31</b>
4.1	Workflow .....	31
4.2	Bespreking schema .....	32
4.3	Berekening motorgegevens.....	33
4.4	Keuze motor .....	34
<b>5</b>	<b>Risicoanalyse .....</b>	<b>35</b>
5.1	Omschrijving gebruiksdomein .....	35
5.2	Inventarisatie potentiële gevaren .....	35
5.3	Bepalen risicograad .....	36
5.4	Toetsing risicograad aan aanvaardbaarheidsgraad.....	36
5.5	Inventarisatie risicoreductiemaatregelen.....	37
5.6	Evaluatie risicoreductiemaatregelen .....	37
<b>6</b>	<b>Prijsberekening .....</b>	<b>39</b>
6.1	Mechanisch ontwerp .....	39
6.1.1	Maakdelen .....	39
6.1.2	Koopdelen.....	40
6.2	Toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingsysteem.....	40
6.3	Elektrische sturing .....	40
6.4	Testen trommelbeladingssysteem .....	40
6.5	Totale kostprijs .....	41
<b>7</b>	<b>Besluit.....</b>	<b>43</b>
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>45</b>
	<b>Bijlagen.....</b>	<b>47</b>

## Lijst van tabellen

Tabel 1: Eisenpakket.....	17
Tabel 2: Technische gegevens MULTIPRESS ECO Communal.....	21
Tabel 3: Gevareninventarisatie .....	35
Tabel 4: Berekening risicofactor R.....	36
Tabel 5: Risico-evaluatie.....	36
Tabel 6: Risicoreductiemaatregels risico 1.....	37
Tabel 7: Risico-evaluatie na maatregels.....	37
Tabel 8: Prijsberekening.....	41





## Lijst van figuren

Figuur 1: Doorsnede zelfpersende container .....	
Figuur 2: Zelfpersende container met trommelbelading .....	
Figuur 3: MULTIPRESS ECO Communal .....	19
Figuur 4: Trommelbeladingssysteem Pöttinger, langs binnenkant container bekeken.....	20
Figuur 5: Sproeisysteem tegen stank en aandrijving door wiel en tegenwiel tegen rail .....	20
Figuur 6: Ledigen binnenste trommel .....	20
Figuur 7: Trommelbeladingssysteem op container.....	21
Figuur 8: Trommelbeladingssysteem op trappenwagen.....	21
Figuur 9: Beladingstrommel in vulstand.....	21
Figuur 10: Beladingstrommel in weegstand/beginpositie .....	22
Figuur 11: Beladingstrommel in ledigingsstand .....	22
Figuur 12: Handmatig trommelbeladingssysteem .....	27
Figuur 13: Automatisch trommelbeladingssysteem .....	27
Figuur 14: Bevestiging weegcellen .....	28
Figuur 15: Bevestiging motor .....	28
Figuur 16: Overzicht, lagering binnentrommel en lagering buitentrommel (van links naar rechts) ....	28
Figuur 17: Zelfpersende container met trommelbeladingssysteem (trapje open en dicht).....	29
Figuur 18: Werking elektrisch gestuurd slot .....	31
Figuur 19: Worst case scenario .....	34
Figuur 20: Beschermkap, trommels en sensorplaatje (van links naar rechts) .....	39
Figuur 21: Ophanging van trommels en ophanging aan deur (van links naar rechts) .....	39



## Verklarende woordenlijst

<b>Analoge junction box</b>	Zorgt voor aansluiting van meerdere weegcellen op weegterminals. Een geïntegreerde kalibratie zorgt voor een minimale foutmarge.
<b>Binnentrommel</b>	Holle cilinder met opening in de zijwand waarlangs men afval kan inwerpen.
<b>Buitentrommel</b>	Halve holle cilinder (180°) voor het afschermen van de binnentrommel van de buitenwereld.
<b>CE-attest</b>	Met een CE-attest geeft AJK nv aan dat het product beoordeeld is en aan alle EU-eisen voldoet. Deze eisen hebben betrekking op veiligheid, gezondheid en milieubescherming.
<b><math>F_{G,A}</math></b>	Symbool voor de zwaartekracht op het afval.
<b><math>F_{G,bin}</math></b>	Symbool voor de zwaartekracht op de binnentrommel.
<b>Flenslagerblok</b>	De totale samenstelling van lager en lagerhuis, waarbij het lagerhuis met bouten bevestigd kan worden tegen een plaat, een buis...
<b>Geijkt weegstelsel</b>	Weegstelsel waarbij de weegcellen geijkt zijn volgens de Europese wetgeving.
<b>GPRS</b>	Afkorting van General Packet Radio Service. Het is een technologie waarmee op een efficiënte, snelle en goedkope manier gegevens kunnen verstuurd worden.
<b>Krachtinleiding</b>	Zorgt ervoor dat de kracht door het gewicht van het afval telkens op dezelfde plaats de krachtopnemers ingeleid wordt.
<b>Ledigingsstand</b>	Stand van de binnentrommel waarbij het afval uit de binnentrommel in het persgedeelte van de zelfpersende container valt. De opening van de binnentrommel is hierbij naar onder gericht.
<b><math>M_{max}</math></b>	Symbool voor het maximaal benodigde moment.
<b>Motorbeveiliging</b>	Beveiliging met een magnetische en thermische onderbreking. De magnetische onderbreking beveiligt tegen te grote stromen (piekstromen), de thermische onderbreking beveiligt de motor tegen overbelasting.
<b>n</b>	Symbool voor het toerental.
<b>Naderingssensoren</b>	Sensoren die, als ze een voorwerp in de buurt detecteren, een signaal doorgeven.
<b>P</b>	Symbool voor het vermogen.
<b>Reader</b>	Elektronisch toestel waarmee de toegangspas/-badge uitgelezen kan worden, waarna de reader de gegevens doorstuurt naar het weegstelsel of de computer.

<b>Relais</b>	Een elektrische component die door een kleine stroom een elektromagneet bedient, die op zijn beurt een willekeurig aantal schakelcontacten bedient.
<b>Server</b>	Computer die allerlei gegevens kan verwerken en opslaan.
<b>Tarraweging</b>	Weging van de lege binnentrommel.
<b>Tijdsrelais</b>	Een relais met tijdsfunctie. Het tijdsrelais blijft actief totdat de ingestelde tijd verstreken is. Hierna valt het relais af totdat deze opnieuw geactiveerd wordt.
<b><math>T_{max,as}</math></b>	Symbool voor de maximale torsie op de as.
<b>Trommelbelading</b>	Het totale systeem (mechanische componenten, weegsysteem en toegangscontrolesysteem) dat in de zelfpersende container bevestigd wordt.
<b>Vermogenkring</b>	Gedeelte van het elektrisch schema met hoge stromen en spanningen.
<b>Vulstand</b>	Stand van de binnentrommel waarbij afval in de binnentrommel gestort kan worden. De opening van de binnentrommel is hiervoor naar de opening van de deur gericht.
<b>Weegcomputer/-terminal</b>	Display waarop de weegresultaten getoond worden.
<b>Weegvermogen</b>	Maximaal gewicht van het afval waarbij het weegsysteem binnen de opgegeven nauwkeurigheid werkt.
<b>Whitelist</b>	Lijst met alle namen en gegevens van klanten die bevoegdheid hebben om hun afval te storten.
<b>Workflow</b>	Stappenplan dat het trommelbeladingssysteem en de gebruiker doorlopen als de gebruiker het afval wil storten in de zelfpersende container met trommelbelading.

## Abstract

AJK nv te Kaulille is gespecialiseerd in het vervaardigen van containers, afvalpersen en kippers. Deze masterproef optimaliseerde een zelfpersende afvalcontainer met trommelbelading. Bij het originele ontwerp van de trommelbelading dient de gebruiker een vast bedrag in te werpen om afval te kunnen storten in de beladingsruimte. De gebruikers betalen dus onafhankelijk van het gewicht van het gestorte afval, waardoor de grootste afvalproducent wordt bevoordeeld.

Onze opdracht bestond erin om het trommelbeladingssysteem zowel mechanisch als elektrisch te herontwerpen, zodat een geïjkt weegsysteem bevestigd kan worden om per gebruiker het gestorte afval te wegen. Daarenboven moest ook een toegangscontrole- en een dataverwerkingsysteem voorzien worden. Op die manier is het mogelijk de gebruikers te factureren voor het afval dat zij storten. Zeer belangrijk is ook dat de veiligheid van de gebruiker gegarandeerd blijft.

Met een morfologisch overzicht en het eisenpakket als leidraad werden de mechanische ontwerpkeuzes gemaakt. Zo bestaat het nieuwe trommelbeladingssysteem uit twee over elkaar roterende trommels, waarbij de binnenste trommel fungeert als laadruimte en de buitenste trommel als afdekkap. Daarnaast leidde een marktonderzoek naar Welvaarts Weegsystemen. Dat is de Nederlandse firma die het complete pakket van weeg-, toegangscontrole- en dataverwerkingsysteem levert. Ten slotte leerde een risicoanalyse ons dat het aanbrengen van gevarensymbolen nodig is voor het veilig gebruik van het trommelbeladingssysteem.



## Abstract in English

AJK nv (Kaulille, Belgium) is specialised in the manufacture of containers, waste compactors and tippers. This master's thesis has optimised a self-compacting waste container with case loading. In the original design, the user has to pay a fixed amount to deposit his waste into the loading room. So the users pay independent of the weight of the deposited waste, causing the largest waste producer is favoured.

Our task was to redesign the case loading system (mechanically and electrically) so it's possible to weight the deposited waste per user by confirming a calibrated weighing system. In addition, the case loading must be provided with an access control system and a data processing system. In this way it is possible to bill the users for the waste they deposited. It is also very important that the user's safety stays guaranteed.

The mechanical design choices were made with a morphological overview and the list of demands as a guide. So the new case loading system consist of two over each other rotating cases, whereby the inner case acts as loading room and the outer case as cover. In addition, a market research led to Welvaarts Weighing Systems. This is the Dutch company which delivers the complete set of weighing system, access control system and data processing system. At last, a risk analysis taught us that it is necessary to apply danger symbols for the safe use of the case loading system.



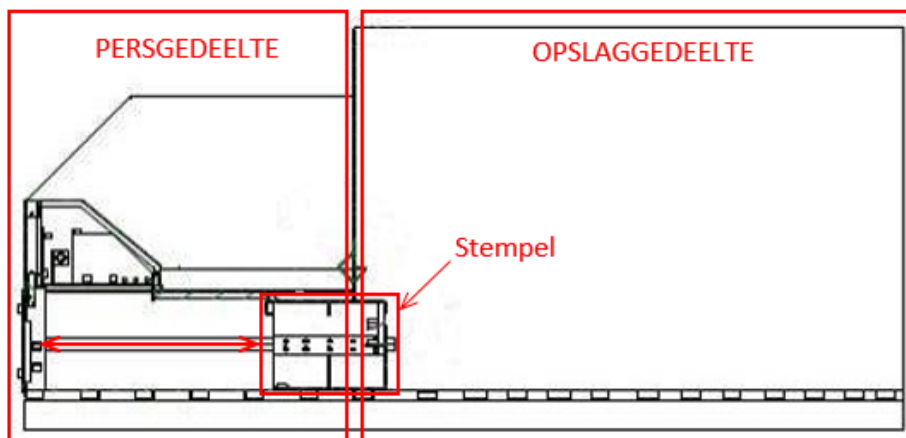


# 1 Inleiding

## 1.1 Situering

Deze masterproef vindt plaats bij het bedrijf AJK nv in Kaulille/Bocholt. Dat is een firma die gespecialiseerd is in het vervaardigen van containers en afvalpersen, containersystemen, kippers, opleggers en gronddumpers.

De masterproef heeft betrekking tot een product uit het gamma van de afvalpersen, namelijk de zelfpersende container. Zo'n container bestaat uit een persgedeelte en een opslaggedeelte (zie Figuur 1). Het persgedeelte is uitgerust met een hydraulisch aangestuurde stempel die horizontaal op en neer beweegt. Op deze manier duwt hij het ingeworpen afval naar het opslaggedeelte, waar het samengeperst wordt. Hierdoor benut de container beter zijn volume en moet hij dus ook minder vaak geleidigd worden. Dat zorgt voor een besparing in de transportkosten.



Figuur 1: Doorsnede zelfpersende container, bron AJK nv

## 1.2 Probleemstelling/onderzoeksvraag

Het product waar deze masterproef op focust, is de zelfpersende container met trommelbelading (zie Figuur 2). Trommelbelading is gelijkaardig aan het systeem van een kledingcontainer. De gebruiker moet dus zijn afval in de trommel leggen en vervolgens de trommel doordraaien, waardoor het afval in het persgedeelte van de container valt. Anders dan bij de kledingcontainer opent de trommel enkel na het inwerpen van een muntstuk van €1.



Figuur 2: Zelfpersende container met trommelbelading, bron AJK nv

Omdat de gebruiker per storting € 1 betaalt, betaalt hij onafhankelijk van het gewicht van het gestorte afval. Iemand die maandelijks 50kg stort, is dus bevoordeeld t.o.v. iemand die wekelijks 5kg stort, hoewel hij de grootste afvalproducent is. Onrechtstreeks worden de gebruikers dus gestimuleerd om hun afval op te sparen om het dan in grote hoeveelheden te deponeren. Dit kan echter niet de bedoeling zijn.

Daarom kreeg AJK nv de vraag om de zelfpersende container met trommelbelading verder uit te rusten met een toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingsysteem, zodat men de klanten kan factureren voor de hoeveelheid afval die zij achterlaten. Het toegangscontrolesysteem achterhaalt de identiteit van de gebruiker en controleert of de gebruiker op de *whitelist* staat.

### 1.3 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van deze masterproef bestaat eruit de trommelbelading verder te ontwikkelen, zodat het systeem het afval weegt en factureert aan de klant. Deze doelstelling delen we op in vier deeldoelstellingen. De concrete eisen voor het realiseren van deze deeldoelstellingen staan samengevat in het eisenpakket (zie Tabel 1).

De eerste deeldoelstelling houdt het opnieuw ontwerpen van de beladingstrommel in. Hiervan moeten we twee versies maken. Een versie met handmatige bediening door de gebruiker, die prioriteit heeft voor AJK nv, en een automatische versie. Voor beide versies moeten we rekening houden met vijf eisen. Allereerst mag de gebruiker pas toegang tot de trommel krijgen nadat het toegangscontrolesysteem heeft gecontroleerd of de gebruiker op de *whitelist* staat. Ten tweede moet de trommel zich, na de weging, automatisch ledigen door het afval te dumpen in het persgedeelte van de container. Ten derde dienen we het ontwerp op te bouwen in functie van montage en onderhoud. Hierbij dienen onderhoudsdelen makkelijk bereikbaar en, indien nodig, demonteerbaar te zijn. Ons streefdoel is een halfjaarlijkse onderhoudsbeurt van 30 minuten. Ten vierde staat AJK nv gekend voor de robuustheid van zijn producten. Dit vertalen we naar minder dan 10% uitval binnen 3 jaar. Tenslotte beschikt AJK nv over een magazijn met een groot aantal materialen. We dienen zo veel mogelijk van die materialen te gebruiken i.p.v. andere materialen aan te kopen.

Een tweede deeldoelstelling is een toegangscontrolesysteem implementeren. Hierbij is het heel belangrijk dat de eigenaar van de container bij elke storting weet wie het afval is komen dumpen. Tijdsregistratie is hierbij optioneel, maar niet noodzakelijk.

De derde deeldoelstelling is de beladingstrommel voorzien van een geïjkt weegsysteem. Dit weegsysteem moet een weegnauwkeurigheid hebben van 0,1 kg en een weegvermogen van minstens 100 kg.

De vierde en laatste deeldoelstelling houdt in dat een dataverwerkingsysteem de gegevens per GPRS doorstuurt naar een server die de gegevens verwerkt. Hiermee kan de eigenaar van de container dan maandelijks een factuur per gebruiker opstellen.

Tabel 1: Eisenpakket

	Vaste eis	Variabele eis	Wens
Openingstijd max. 7 seconden		X	
Inwerpvolume 300 l		X	
Inwerphoogte 1400 mm		X	
Trommel uit rvs304 dikte 3 mm	X		
Onderkant beladingstrommel min. 1500 mm boven bodemplaat container		X	
Grensmaten max. 1000 x 1300 x 2500 mm <sup>3</sup> (h x l x b)		X	
Ledigingstijd max. 7 seconden		X	
Max. 2 onderhoudsbeurten per jaar		X	
Elektrische aandrijving		X	
Toegangscontrole met identificatie	X		
Instructies voor gebruiker	X		
Weegvermogen min. 100 kg		X	
Weegnauwkeurigheid 0,1 kg	X		
Weging max. 5% beïnvloedbaar van buitenaf		X	
Gegevensoverdracht via GPRS	X		
Halfautomatisch systeem		X	
Max. 10% uitval binnen 3 jaar		X	
Productieprijis max. € 20.000		X	

## 1.4 Methode

Om de trommelbelading verder te ontwikkelen zodat men klanten kan factureren, maken we gebruik van bepaalde ontwerpmethodes. Afhankelijk van de fase waarin het ontwerp zich bevindt, gaat de keuze naar andere methodes.

De eerste deeldoelstelling (ontwerp beladingstrommel) bestaat uit vier stappen. De eerste stap is een analyse van de werking van het huidige systeem van AJK nv. Op die manier krijgen we inzicht in het product en de gebruikte materialen. Daarenboven is er zo al een basis om mee te starten. Verder gaan we na welke materialen in het magazijn van AJK nv aanwezig zijn, zodat we daar rekening mee houden tijdens het ontwerp.

Stap 2 is het zoeken van info over systemen van concurrenten en achterhalen hoe zij bepaalde problemen hebben opgelost.

Met al die informatie zijn we dan in staat om een morfologisch overzicht op te stellen. In dat overzicht wegen we dan per deelprobleem de opties tegen elkaar af. Het eisenpakket is een leidraad hierbij. Die keuzes bepalen de uiteindelijke oplossing voor het probleem.

De vierde stap bestaat eruit de oplossing in Inventor te tekenen. Dat is het tekenprogramma waarmee AJK nv werkt. Indien het moeilijk is om in het morfologisch overzicht voor ieder deelprobleem een beslissing te nemen, tekenen we verschillende versies in Inventor. Aan de hand van die tekeningen krijgen we dan meer inzicht in dat ontwerp, waardoor we het beste overhouden. Eens de oplossing bekomen is, is het zaak de onderdelen te dimensioneren na eventuele berekeningen.

De tweede deeldoelstelling (toegangscontrolesysteem) vereist een andere strategie, namelijk een marktonderzoek voeren. Aan de hand van deze grondige studie en een evaluatie op basis van de betrouwbaarheid en de werking van het systeem, de prijs, de eventuele ervaring van AJK nv met de leverancier en zijn reputatie kunnen we dan met de juiste leveranciers onderhandelen en beslissen welk systeem we aankopen.

Voor deeldoelstelling 3 (weegstelsel) voeren we opnieuw een marktonderzoek om te kijken welke systemen reeds bestaan en bruikbaar zijn voor onze toepassing. Ook hier maken we vervolgens een keuze tussen de verschillende leveranciers op basis van de betrouwbaarheid (soort ijking) en de werking van het systeem, de prijs, het weegvermogen, de weegnauwkeurigheid, de eventuele ervaring van AJK nv met de leverancier en de reputatie van de leverancier.

Ook voor de laatste deeldoelstelling (verwerking gegevens) zullen we de markt afspeuren naar systemen die hiervoor bruikbaar zijn. De keuze wordt hier gemaakt op basis van de gebruiksvriendelijkheid van het systeem, de prijs, de eventuele ervaring van AJK nv met de leverancier en de reputatie van de leverancier.

## 1.5 Vooruitblik

Deze thesis is opgebouwd naargelang de volgorde van werken. Allereerst komt het marktonderzoek aan bod in hoofdstuk 2, waarin we zowel concurrenten als leveranciers onderzoeken. Daarna volgt hoofdstuk 3 over de gemaakte ontwerpkeuzes. Wanneer het mechanisch ontwerp af is, wordt het elektrisch schema gemaakt. Dit staat uitgelegd in hoofdstuk 4. Omdat in Europa geproduceerde machines aan de CE-normering moeten voldoen, doen we in hoofdstuk 5 een risicoanalyse. Vervolgens volgt in hoofdstuk 6 een berekening van de kostprijs van ons systeem om te controleren of deze niet boven de maximale prijs (zie Tabel 1) ligt. In het laatste hoofdstuk wordt een algemeen besluit geformuleerd.

## 2 Marktonderzoek

### 2.1 Zelfpersende container met trommelbeladingsysteem

#### 2.1.1 Pöttinger Entsorgungstechnik GmbH – MULTIPRESS ECO Communal

Pöttinger is een Oostenrijkse firma die gespecialiseerd is in afvalverwerking. Zij hebben in hun gamma een container met trommelbelading met zelf ontworpen weegsysteem en bijhorende software, namelijk de MULTIPRESS ECO Communal. Hierbij wordt de trommelbelading in de zijkant van de container gemonteerd (zie Figuur 3).



Figuur 3: MULTIPRESS ECO Communal, bron Pöttinger

Volgens de catalogus van Pöttinger [1] zijn de voordelen van hun systeem:

- principe “de veroorzaker betaalt” via een EU-geijkt weegsysteem (+/- 0,1 kg);
- lagere transportkosten door afvalreductie – ca. 5:1;
- (sterke) vermindering van de hoeveelheid restafval;
- schone, reukloze afvalverwijdering;
- actuele statistieken en analyse via internet;
- vol- en storingsmelding via sms en/of e-mail;
- individuele afrekening via factuur of prepaid;
- afvalinzameling de klok rond: 24 uur op 24 / 7 dagen op 7 / alle dagen van het jaar;
- verkeersontlasting – geen vuilniswagens;
- besparingen bij de afvalinzameling tot 50%.

Een stappenplan voor het gebruik van het trommelbeladingsysteem, gevonden op de site van Pöttinger [2], bevindt zich in de bijlage (Bijlage 1: Werking MULTIPRESS ECO Communal).

Het mechanisch ontwerp van het weegsysteem is redelijk goed zichtbaar in de filmpjes die op de site van Pöttinger [2] en op Youtube staan. We bekeken deze filmpjes aandachtig en deden enkele vaststellingen. Die vaststellingen leggen we hieronder uit a.d.h.v. 3 screenshots (Figuur 4, Figuur 5, Figuur 6).



Figuur 4: Trommelbeladingsysteem Pöttinger, langs binnenkant container bekeken

Een eerste vaststelling is dat Pöttinger gebruik maakt van 2 over elkaar roterende trommels. Verder is uit Figuur 4 af te leiden dat de binnenste trommel aangedreven wordt d.m.v. de motor aan de rechterkant. Ook kan men zien dat de buitenste trommel bewogen wordt d.m.v. een wiel, aangedreven door een motor, dat tegen een rail loopt (met tegenwiel). Dat is nog beter zichtbaar op de volgende afbeelding (zie Figuur 5).



Figuur 5: Sproeisysteem tegen stank en aandrijving door wiel en tegenwiel tegen rail

Pöttinger maakt ook gebruik van een sproeisysteem om de geurhinder tegen te gaan. Nadat het afval gewogen is, wordt de binnenste trommel geleidigd door de hem ongeveer een halve omwenteling te laten maken (zie Figuur 6).



Figuur 6: Ledigen binnenste trommel

Daarenboven zijn op bovenstaand screenshot de (rode) mechanische eindschakelaars van de buitenste trommel goed zichtbaar.

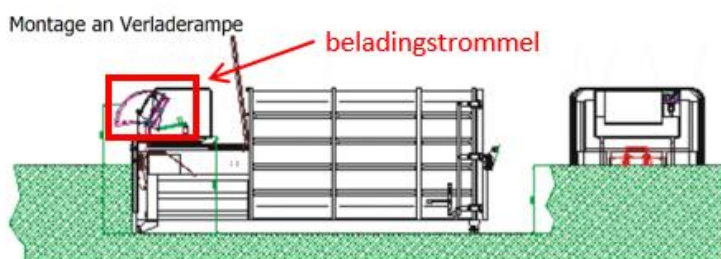
De technische gegevens zijn terug te vinden in de catalogus [1]:

Tabel 2: Technische gegevens MULTIPRESS ECO Communal

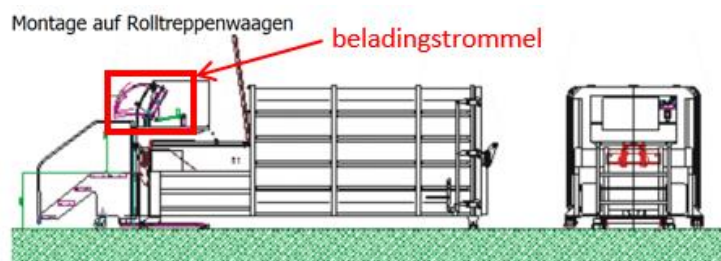
Inwerphoogte	1270 mm
Totaal volume weegkamer	510 l
Vulvolume weegkamer	3 x 80 l zak – 300 l
Weegschaal EU-geijkt	0,1 kg exact / van 1 – 100 kg / klasse III

### 2.1.2 HWK-System GmbH – WSD 300

HWK-System maakt gebruik van één trommel, met een inhoud van 300 l, die aangedreven wordt met een cilinder. Deze firma heeft twee varianten: ofwel wordt de beladingstrommel vast op de container gemonteerd (zie Figuur 7), ofwel wordt de beladingstrommel aan een trap gemonteerd die over de container geschoven wordt (zie Figuur 8). In het eerste geval is een trapje nodig of moet de container deels ondergronds worden gezet. Dit omdat de inwerphoogte anders 1800 mm is, hetgeen te hoog is.



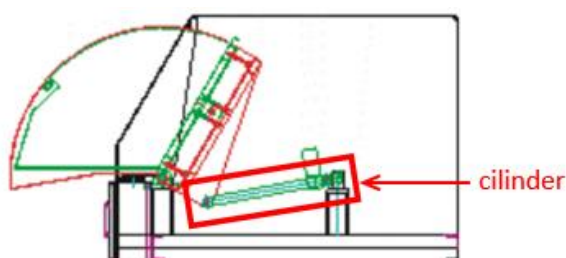
Figuur 7: Trommelbeladingsysteem op container, bron HWK-System



Figuur 8: Trommelbeladingsysteem op trappenwagen, bron HWK-System

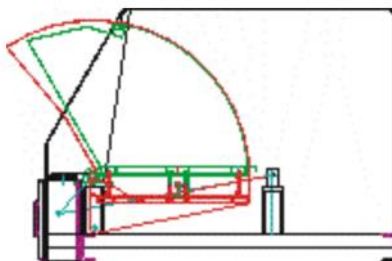
De trommel kent 3 standen:

1. Vulstand (zie Figuur 9): Als men het pasje voor de transponder houdt, zal de cilinder de trommel openen (bewegen van stand 2 naar stand 1) door volledig in te schuiven. Nu kan men het afval inwerpen. Eens het afval is ingeworpen, moet men op een knop drukken en zal de cilinder de trommel naar de tweede stand brengen door uit te schuiven.



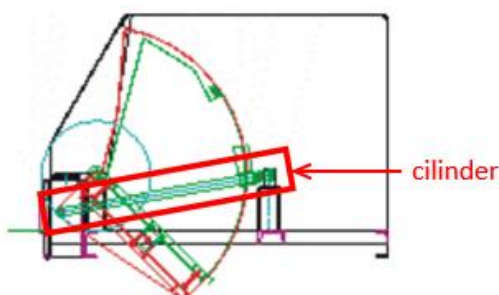
Figuur 9: Beladingstrommel in vulstand, bron HWK-System

2. Weegstand/beginpositie (zie Figuur 10): De cilinder (niet zichtbaar op de tekening) brengt de onderkant van de trommel horizontaal en het afval wordt gewogen. De vulruimte is afgesloten van de buitenwereld.



Figuur 10: Beladingstrommel in weegstand/beginpositie, bron HWK-System

3. Ledigingsstand (zie Figuur 11): Eens het afval gewogen is, draait de cilinder de trommel nog een stand verder, waardoor het afval uit de trommel schuift. Hierna zet de cilinder de trommel terug in zijn beginpositie (stand 2).



Figuur 11: Beladingstrommel in ledigingsstand, bron HWK-System

Dit systeem van HWK-System werkt met volgende specificaties die terug te vinden zijn op hun website [3]:

- klasse III;
- maximaal gewicht: 75 kg;
- minimaal gewicht: 0,5 kg;
- nauwkeurigheid: 50 g.

Voor de toegangscontrole en dataverwerking maakt HWK-Systems GmbH gebruik van een toegangscontrole- en dataverwerkingssysteem van IDL (zie punt 2.3.2).

Uit deze informatie besluiten we dat dit beladingssysteem eenvoudiger is dan dat van Pöttinger omdat er slechts van één trommel gebruik wordt gemaakt. Verder merken we drie nadelen op t.o.v. het beladingssysteem van Pöttinger. Ten eerste gebruikt Pöttinger bij zijn systeem een volledige trommel (360°), terwijl HWK-System een trommel gebruikt van ongeveer 130°. Dit zorgt ervoor dat de afmetingen van de trommel van HWK-System veel groter moeten zijn om dezelfde inhoud te creëren. Ten tweede is de inwerphoogte bij HWK-System groter dan bij Pöttinger omdat het afval langs boven in de beladingstrommel gestort moet worden. Hierdoor is een trap noodzakelijk, tenzij men de perscontainer gedeeltelijk in de grond kan zetten. Ten derde is het beladingssysteem van HWK-System kwetsbaarder voor neerslag (regen, sneeuw...) die langs de beladingstrommel door zal vloeien. Dat is te wijten aan het feit dat het beladingssysteem boven de container wordt gemonteerd i.p.v. in de zijkant van de container zoals bij Pöttinger.



## 2.2 Weegsysteem

### 2.2.1 Mettler-Toledo

Mettler-Toledo, gelegen te Zaventem, is een bedrijf dat gespecialiseerd is in het maken van allerhande weegsystemen, maar ook machines voor productinspectie. Vanwege hun goede reputatie zijn zij een goede kandidaat om ons een weegcomputer, een analoge junction box en de juiste weegcellen te leveren.

## 2.3 Toegangscontrole- en dataverwerkingssysteem

### 2.3.1 Mic-o-data BV

Mic-o-data heeft een toegangscontrolesysteem in zijn gamma waarmee, na het voorhouden van een geautoriseerde chipkaart, een relais of slot aangestuurd kan worden. Het systeem werkt op 12V DC. Verder is het systeem voorzien van een GPRS-modem die de informatie draadloos doorstuurt naar de servers. Bij elke aanmelding legt het systeem de volgende data vast:

- Datum / tijd;
- Deur / trommel geopend of niet;
- Chipnummer;
- Containernummer.

Met de software (Tardif.web) wordt vervolgens de link gelegd tussen het chipnummer en de gebruiker. Het enige dat moet toegevoegd worden is een link met het weegsysteem. Op die manier is het systeem van Mic-o-data bruikbaar voor onze toepassing. De kostprijs van dit pakket is ongeveer €1750. [4]

### 2.3.2 Ident-D-Line

IDL is een firma die een toegangscontrolesysteem gekoppeld aan een dataverwerkingssysteem verkoopt, gelijkaardig aan Mic-o-data dus. Verder kunnen zij ook zorgen voor camerabewaking op de container. Dit kan van toepassing zijn indien er afval achtergelaten wordt rond de container.

## 2.4 Toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem

### 2.4.1 AE Weighing Systems/AE Van De Vliet

Dit bedrijf heeft een toegangscontrolesysteem (AE Tag Identificatie) in zijn gamma dat gecombineerd kan worden met een display (AE44 Indicator) en een contactloze geheugenkaart. De display heeft een optionele aansluiting voor krachtopnemers en voor een parallelle pc en/of chipdrive. We zouden dus enkel nog weegcellen moeten aankopen en bevestigen om het systeem te vervolledigen.

Om de klant toegang te verlenen tot de container, wordt elke klant voorzien van een badge met een uniek chipnummer. Deze unieke chipnummers worden hierbij in het geheugen van het toegangscontrole- en weegsysteem opgeslagen. Wanneer er nu door een klant een badge aangeboden wordt, zal het systeem onmiddellijk de betreffende klant kunnen identificeren. Het gestorte gewicht wordt hierbij op de geheugenkaart gestockeerd. Nadien kunnen de klant- en weeggegevens uitgelezen worden op de pc, waarna de gegevens kunnen worden uitgeprint en/of verder verwerkt in een voorgeprogrammeerde Excel-file. [5]

## 2.4.2 Welvaarts Weegsystemen

De firma Welvaarts Weegsystemen kan voor zowel toegangscontrole, weegsysteem als dataverwerking zorgen. De gegevensoverdracht kan, voor onze toepassingen, zowel d.m.v. een contactloze geheugenkaart als d.m.v. GPRS doorgestuurd worden naar een server. Van Welvaarts Weegsystemen hebben we ook een offerte ontvangen van het complete systeem (zie Bijlage 2: Offerte Welvaarts Weegsystemen).

## 2.5 Besluit

Na het voeren van het marktonderzoek zijn er enkele keuzes gemaakt met betrekking tot het mechanisch ontwerp en de benodigde systemen voor weging, toegangscontrole en dataverwerking. Voor de weging, toegangscontrole en dataverwerking is de keuze gemaakt om samen te werken met Welvaarts Weegsystemen. Dit omdat deze firma het complete systeem aanbiedt, maar ook omdat AJK nv al eerder met deze firma samenwerkte en er een goede relatie mee heeft. De keuzes met betrekking tot het mechanisch ontwerp worden in het volgende hoofdstuk besproken a.d.h.v. een morfologisch overzicht.

## 3 Ontwerpkeuzes

Voor het technisch ontwerp van de beladingstrommel splitsten we het probleem op in vier deelproblemen:

- afschermen te wegen afval;
- aandrijving en lagering;
- ophanging;
- bevestiging weegcellen.

Voor elk van deze deelproblemen hebben we oplossingen bedacht en deze in een morfologisch overzicht geplaatst. Hierbij hebben we een morfologisch overzicht voor de handmatige versie en voor de automatische versie (zie Bijlage 3: Morfologische overzichten).

### 3.1 Afschermen te wegen afval

Opdat de weging zo minimaal mogelijk beïnvloed kan worden door de gebruiker, is het noodzakelijk om het te wegen afval af te schermen van de buitenwereld. De opties met het aparte weegplateau en de schuifdeur vallen af omdat ze te veel plaats innemen. De rolluik en de opvangschaal met aparte weegstand zijn echter niet robuust genoeg. Vandaar dat we kiezen om met twee over elkaar roterende trommels te werken.

### 3.2 Aandrijving en lagering

Voor het aandrijven van de binnentrommel is het van cruciaal belang dat er voldoende koppel wordt geleverd zodat de binnentrommel, onafhankelijk van het gewicht van het gestorte afval, geleidigd wordt. Daarom kiezen we voor een elektrische motor op de as. Zo zijn we zeker dat het juiste koppel en vermogen geleverd kan worden. Dit in tegenstelling tot de cilinders en het wiel met tegenwiel.

Bij het gebruik van een cilinder wordt er namelijk een hefboom gecreëerd. Omdat de cilinder aan een vast punt ophangt, zal door het draaien van de trommel (bij het in- of uitschuiven van de cilinder) de hoek tussen de hefboom en de cilinder veranderen. Hierdoor verandert het koppel op de trommel ook (constante kracht van de cilinder). Hoe groter de hoek waarover de trommel moet draaien, hoe meer variatie in het koppel en de hoeksnelheid en hoe sterker en groter de cilinder moet zijn. Vanwege het feit dat AJK nv bekend staat om de robuustheid van zijn producten, nemen we niet het risico dat de cilinder niet sterk genoeg zou zijn.

Bij de optie met het wiel en tegenwiel levert de wrijvingskracht tussen het wiel en de beugel op de trommel het koppel. Die wrijvingskracht wordt bepaald door de ruwheid van beide onderdelen en de klemkracht tussen wiel en beugel. Voor een gevulde trommel is een groot koppel en dus ook een grote wrijvingskracht nodig. Omdat de ruwheid van beide onderdelen onderhevig is aan slijtage, zal de wrijvingskracht afnemen doorheen de tijd en kan het koppel niet gegarandeerd worden. Daarom schrappen we deze optie.

Verder is de optie met het tandwiel en de tandlat te duur en zijn het principe van een garagepoort en de riemoverbrenging ook in te grote mate onderhevig aan slijtage.

Omdat de lagering van de binnentrommel alleen maar op de as kan, hebben we dat niet opgenomen in het morfologisch overzicht. Het soort lagerhuis is afhankelijk van de ophanging.

Het enige fundamentele verschil tussen de handmatige en de automatisch versie is de aandrijving van de buitentrommel. Bij de handmatige versie wordt er, voor het gebruiksgemak, een handvat op de buitentrommel voorzien. Bij de automatische versie kiezen we ervoor om de buitentrommel aan te drijven met een lineaire cilinder die elektrisch aangedreven wordt. Aangezien de buitentrommel in vergelijking met de gevulde binnentrommel een stuk lichter is, is hier een minder groot moment nodig. Bovendien is de cilinder goedkoper en is de aansturing makkelijker dan bij een motor. Ondanks de aanwezigheid van de hydraulische pers kiezen we toch voor een elektrische cilinder, omdat anders de pomp van de pers continu in werking zou moeten zijn voor de cilinder. Er kan namelijk op ieder moment iemand zich aanmelden, waardoor de cilinder in werking moet gaan.

De buitentrommel zal gelagerd worden op de as van de binnentrommel. Zo zijn de trommels vanzelf concentrisch. Ook zijn er zo minder bewegende delen dan bij de geleiding in een rail, waardoor er minder onderhoud nodig is en de kans op schade beperkt wordt.

### 3.3 Ophanging

Onze voorkeur voor de ophanging van de trommels gaat naar het plaatmateriaal vanwege makkelijkere bevestiging van onderdelen en plaatsbesparing ten opzichte van buizen. Hierdoor zullen we gebruik maken van flenslagerblokken om de as van de binnentrommel te lagere.

Voor de ophanging van het gehele systeem hebben we twee mogelijkheden. Ofwel wordt het systeem vast in het persgedeelte van de container gehangen, ofwel wordt het in een deur gehangen. Met het oog op onderhoud en montage is de bevestiging in een deur de beste oplossing.

### 3.4 Bevestiging weegcellen

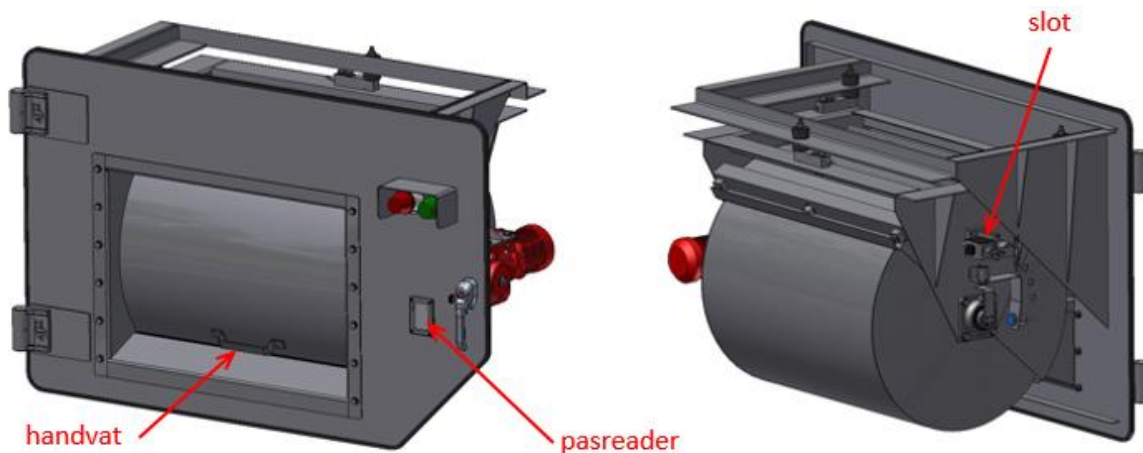
De voorkeur van onze leverancier van het weegsysteem (Welvaarts Weegsystemen) gaat uit naar hangend wegen, omdat hierbij de krachtleiding in de weegcellen eenvoudiger is. Hierdoor valt de optie met het drukkend wegen (beugel tegen containerwand) weg.

Aangezien we ervoor gekozen hebben om de binnentrommel aan te drijven met een elektrische motor op de as, wil dat zeggen dat de motor tegen de ophanging gemonteerd moet worden. Op die manier vormt de motor een starre verbinding tussen de ophanging en (de as van) de trommel. Indien we de weegcellen bevestigen tussen de ophanging en de lagerhuizen, gaat de motor de vervorming van de weegcellen tegen en zal de weging fout zijn. Dit probleem is op te lossen door een verticale geleiding tegen de ophanging te bevestigen en daarop de motor te bevestigen. Zo wordt immers de starre verbinding tenietgedaan.

Als we de weegcellen als bevestiging gebruiken tussen de ophanging aan de deur en de ophanging van de trommels is er geen geleiding nodig en is het dus goedkoper. Daarom kiezen we voor deze optie.

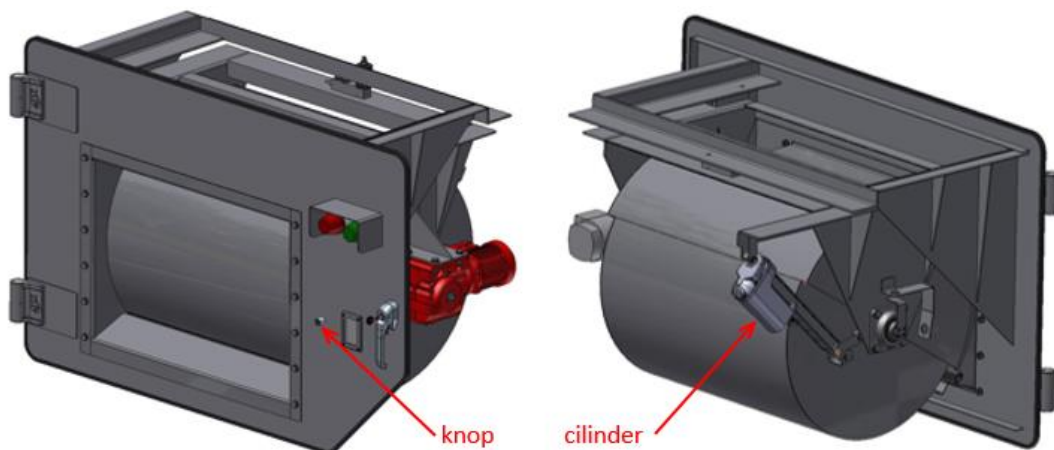
### 3.5 Besluit

Op onderstaande figuren (Figuur 12, Figuur 13, Figuur 14, Figuur 15, Figuur 16, Figuur 17) wordt het uiteindelijke ontwerp weergegeven.



Figuur 12: Handmatig trommelbeladingssysteem

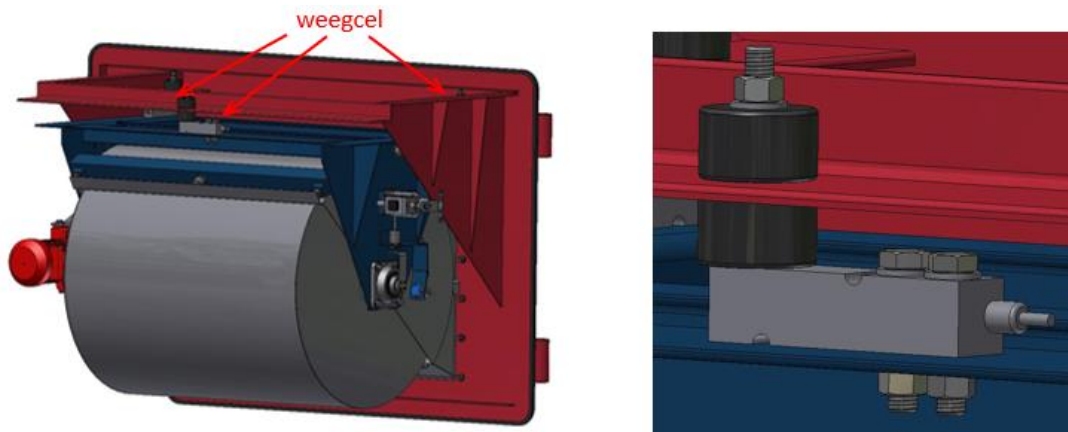
Bij het handmatige trommelbeladingssysteem (zie Figuur 12) wordt een handvat op de buitentrommel gelast zodat de gebruiker de trommel zelf kan openen. Dit kan nadat de gebruiker aan de pasreader is gepasseerd en de toegangscontrole gelukt is. Het slot (zie punt 4.1) ontgrendelt dan en de groene lamp gaat branden. De rode lamp dient om een foutmelding aan te geven. Bij de automatische versie (zie Figuur 13) ziet de voorkant exact hetzelfde eruit, met uitzondering dat het handvat achterwege wordt gelaten en dat er een knop wordt toegevoegd om aan te geven dat de gebruiker het afval gestort heeft.



Figuur 13: Automatisch trommelbeladingssysteem

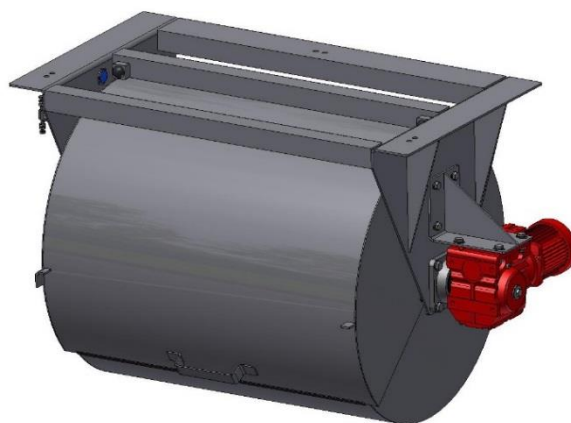
De elektrische cilinder zorgt ervoor dat de buitentrommel geopend wordt als de toegangscontrole gelukt is en terug sluit wanneer de gebruiker op de knop drukt om aan te geven hij het afval gestort heeft.

Voor beide versies zullen drie weegcellen gebruikt worden. Deze worden bevestigd zoals op Figuur 14. De rubbers moeten aan één kant van de weegcel gebruikt worden om trillingen te dempen.



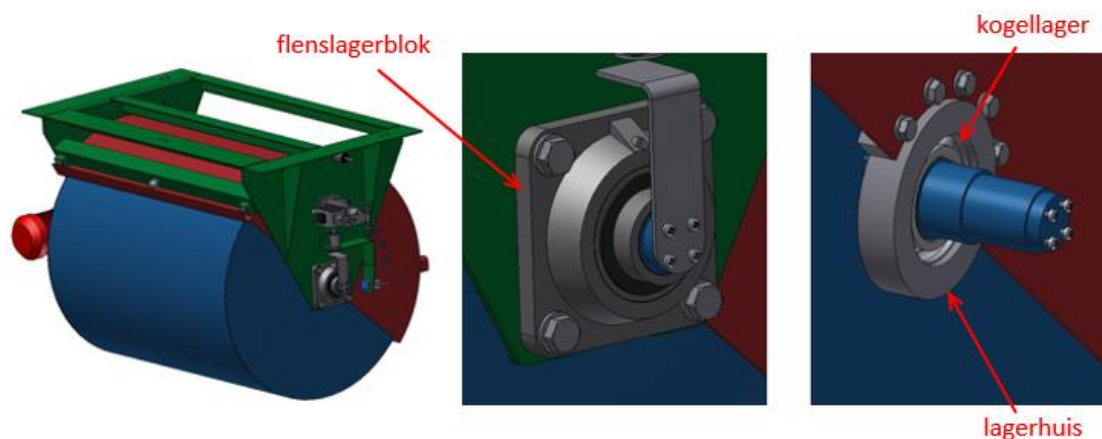
Figuur 14: Bevestiging weegcellen

Zowel bij de handmatige als bij de automatische versie wordt de binnentrommel aangedreven door een elektrische motor die bevestigd is aan de ophanging uit plaatmateriaal (zie Figuur 15).



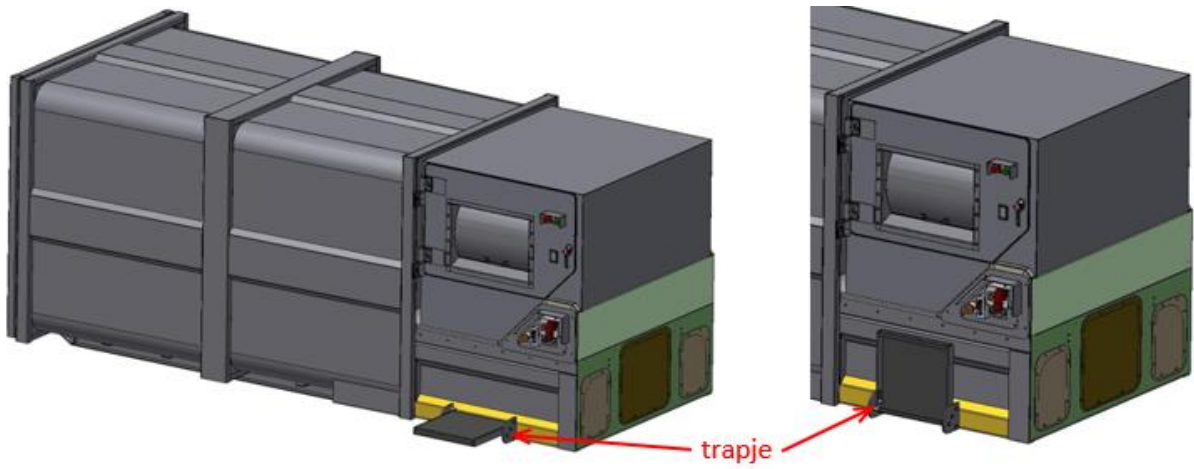
Figuur 15: Bevestiging motor

De lagering van binnen- en buitentrommel (zie Figuur 16) is hetzelfde voor beide versies. De binnentrommel (blauw) wordt met een flenslagerblok bevestigd aan de ophanging uit plaatmateriaal (groen). De buitentrommel (rood) daarentegen wordt gelagerd op de as van de binnentrommel door een kogellager met zelf ontworpen lagerhuis.



Figuur 16: Overzicht, lagering binnentrommel en lagering buitentrommel (van links naar rechts)

Omdat de onderkant van het trommelbeladingssysteem boven de bovenkant van de stempel van de pers uit moet komen, is de inwerphoogte te groot. Dit lossen we op door een opklapbaar trapje tegen de perscontainer te lassen (zie Figuur 17: Zelfpersende container met trommelbeladingssysteem (trapje open en dicht)Figuur 17).



*Figuur 17: Zelfpersende container met trommelbeladingssysteem (trapje open en dicht)*





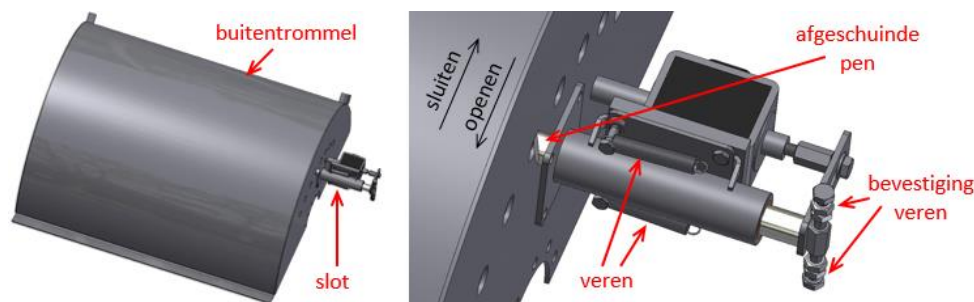
## 4 Elektrisch schema

### 4.1 Workflow

De opbouw van het elektrisch schema (voor het aansturen van de binnentrommel) wordt gebaseerd op de *workflow* van Welvaarts weegsystemen. Die workflow bevat alle input- en outputsignalen die het weegstelsel nodig heeft om te kunnen werken en is hieronder weergegeven. [6]

1. <<Pas aanbieden aan pasreader>>
2. Whitelist controle uitvoeren → OK (3) / Niet OK (1)
3. Naam klant weergeven
4. Tarra weging uitvoeren. (weegstelsel komt op 0 kg) OK (→5) / Niet OK (→4.1)
  - 4.1. Storing melding aan. (RELAIS 4 = ON)
  - 4.2. <<Esc/F1 toets of opnieuw pas aanbieden>>
  - 4.3. Storing melding uit. (RELAIS 4 = OFF) (→1)
5. Trommeldeur ontgrendelen. (Relais 1 = ON)
6. <<Trommeldeur openen>> (INPUT 2 = OFF) (→7)
  - 6.1. Time out van 10 seconden indien trommel niet geopend wordt. (→6.1)
  - 6.1. Trommeldeur vergrendelen (RELAIS 1 = OFF) (→1)
7. <<Afval plaatsen>>
8. <<Trommeldeur sluiten>> (INPUT 2 = ON)
9. Trommeldeur vergrendelen (RELAIS 1 = OFF)
10. Weging uitvoeren en registreren
11. Trommel draaien en ledigen in container (RELAIS 2 = ON)
12. <<Binnentrommel in laadstand>> (INPUT 1 = ON)
13. Trommel is verwerkt (RELAIS 2 = OFF) (→1)

Om de trommeldeur (= buitentrommel) te vergrendelen zullen we gebruik maken van het elektrisch gestuurde slot dat ook op de originele trommelbelading zat. (zie Figuur 18)



Figuur 18: Werking elektrisch gestuurd slot

Als het slot niet bekrachtigd wordt, is de pen uitgeschoven zoals op Figuur 18. Dat wordt gerealiseerd door de veren. Die konden echter niet helemaal juist getekend worden omdat ze in Inventor niet rekbaar zijn. De plaats waar de veren bevestigd moeten worden staat aangeduid op Figuur 18. Omdat de pen van het slot is afgeschuind, is het mogelijk om de buitentrommel te sluiten, mits een kleine krachtuitoefening. De pen schiet dan van het ene gat in het andere. Als de buitentrommel ongewild zou gaan dicht vallen, zal de pen die val dus breken. Op die manier fungeert het slot als een veiligheid. Het slot zorgt er ook voor dat het onmogelijk is om de buitentrommel terug te openen.

Indien het slot bekrachtigd wordt, wordt de pen ingetrokken en kan de buitentrommel vrij bewegen.

## 4.2 Bespreking schema

Bij het tekenen van het elektrisch schema vertrekken we van het originele elektrisch schema van de zelfpersende container. Aan dat schema worden componenten toegevoegd waar nodig. Het schema dat betrekking heeft op het trommelbeladingsstelsel wordt opgedeeld in vier blokken:

- vermogenkring,
- naderingssensoren en storingsmelding,
- sturing binnentrommel,
- sturing slot.

Het aangepaste elektrisch schema is terug te vinden in Bijlage 4: Elektrisch schema. Het originele schema is in het rood omkaderd.

Linksonder op pagina 1 van het elektrisch schema staat de vermogenkring. Hieraan is motor M2 met bijhorende motorbeveiliging Q2 toegevoegd. Deze motor zorgt voor de aandrijving van de binnentrommel. Indien er overbelasting is of de stroom te groot wordt, zal Q2 ervoor zorgen dat de motor stopt met draaien. De contacten K2 en K3 zorgen respectievelijk voor het links- en rechtsom draaien van de motor. Dit alles is terug te vinden in kolom 3, rijen C, D en E. In kolom 7, rijen B en C staat een teller S1. Als de buitentrommel gesloten wordt, geeft een naderingsschakelaar een signaal waardoor relais D4 actief wordt en de waarde van de teller met 1 stijgt. Deze waarde komt dus overeen met het aantal keer dat er afval gestort wordt. De pers wordt geactiveerd wanneer de teller een bepaalde, instelbare waarde bereikt.

De tweede blok (naderingssensoren en storingsmelding) staat in kolommen 1 en 2 op pagina 2. Van links naar rechts staan naderingssensoren BI1, BI2 en BU1. BI1 en bijhorend relais D1 worden actief als de binnentrommel in de vulstand staat. BI2 en bijhorend relais D2 worden actief als de binnentrommel in de ledigingsstand staat. BU1 en bijhorend relais D3 worden actief als de buitentrommel open staat. Deze relais komen terug in de blokken voor de sturing van binnen- en buitentrommel. In kolom 2 staat de storingsmelding. Indien het weegstelsel een storing ondervindt, geeft dat een signaal R4 dat ervoor zorgt dat het rood storingslampje gaat branden en relais D5 actief wordt.

De sturing van de binnentrommel bevindt zich in kolommen 3 t.e.m. 6. Deze sturing zorgt ervoor dat de binnentrommel, nadat de weging gebeurd is, rechtsom draait tot deze de ledigingspositie bereikt, vervolgens 5 seconden wacht en daarna terug linksom naar de vulpositie draait. Om dit te realiseren maken we gebruik van twee relais (D6 en D7), één tijdsrelais (RT3) en twee motorschakelaars (K2 en K3).

Motorschakelaar K3, die zorgt voor het rechtsom draaien van de trommel, wordt actief indien motorbeveiliging Q2 niet actief is, D6 actief is en motorschakelaar K2 niet actief is. De motor kan immers niet zowel links- als rechtsom draaien. Om de binnentrommel rechtsom te laten draaien (en dus te ledigen), moet relais D6 actief zijn. Dat gebeurt op volgende manier:

1. signaal R2 actief (weging klaar)
2. D5 niet actief (geen storing)
3. D1 actief (binnentrommel in vulstand)
4. D4 actief (buitentrommel dicht)
5. D7 niet actief (draait niet linksom)
6. D2 niet actief (binnentrommel niet in ledigingsstand)

Eens de trommel begint te draaien worden D1 en D4 gedeactiveerd. Dit heeft als gevolg dat de trommel zou stoppen met draaien. Om dit op te lossen plaatsten we een overnamecontact D6 parallel met R2, D5, D1 en D4. Op deze manier blijft de binnentrommel rechtsom draaien totdat ze zich in de ledigingsstand bevindt. Op dat moment wordt D2 actief en wordt de kring onderbroken waardoor D6 gedeactiveerd wordt.

Motorschakelaar K2, die zorgt voor het linksom draaien van de trommel, wordt actief indien motorbeveiliger Q2 niet actief is en tijdsrelais RT3 actief is. Het tijdsrelais wordt op zijn beurt actief als, gedurende 5 seconden, Q2 niet actief is, D7 actief is en K3 niet actief is (niet zowel links- als rechtsom draaien). Dus om de trommel linksom te laten draaien, moet D7 5 seconden actief zijn. D7 wordt actief op volgende manier:

1. D2 actief (binnentrommel in ledigingsstand)
2. D6 niet actief (draait niet rechtsom)
3. D1 niet actief (binnentrommel niet in vulstand)

Eens de binnentrommel begint te draaien wordt D2 gedeactiveerd en zou de trommel in principe stoppen met draaien. Om dit op te lossen, plaatsten we een overnamecontact D7 parallel met D2. Op deze manier draait de binnentrommel linksom totdat ze terug in de vulstand staat, contact D1 dus actief wordt en zo D7 gedeactiveerd wordt.

De vierde en laatste blok (aansturing slot) bevindt zich op pagina 2 (kolom 6) en 3. Het slot wordt bekrachtigd (ontsluit zich) als tijdsrelais RT4 actief is. Om RT4 actief te maken moet het volgende gebeuren:

1. D3 niet actief (buitentrommel niet open)
2. signaal R1 actief (toegangscontrole doorlopen)

Tijdsrelais RT4 is ingesteld op 10 seconden, zo heeft de gebruiker vanaf de toegangscontrole 10 seconden om de buitentrommel volledig open te zetten. Dit wordt aangegeven door het groene lampje (pagina 3, kolom 3). Vervolgens stort de gebruiker zijn afval in de binnentrommel, verstrijken de 10 seconden en wordt het slot gedeactiveerd (sluit zich). Op die manier fungeert het slot als veiligheid tegen het dichtvallen van de buitentrommel. Zijn de 10 seconden van RT4 nog niet verstreken en is de buitentrommel volledig geopend, dan zorgt contact D3 ervoor dat het slot gedeactiveerd wordt.

De sturing van het weegsysteem heeft twee signalen nodig van AJK nv. Enerzijds moet er een signaal gegeven worden wanneer de buitentrommel terug gesloten is. Vanaf dat moment kan de weging starten. Dat gebeurt door het contact D1 op pagina 2, kolom 7. Anderzijds moet er een signaal gegeven worden op het moment dat de binnentrommel het afval in het persgedeelte van de zelfpersende container heeft gestort. Hierdoor weet het weeg- en toegangscontrolesysteem dat de cyclus is afgelopen en een nieuwe klant zich kan aanbieden. Dit gebeurt door contact D4 op pagina 2, kolom 8. De twee benamingen die bij de contacten staan (OPTO IN en D30) zijn twee onderdelen van het weegsysteem van Welvaarts Weegsystemen.

### 4.3 Berekening motorgegevens

Gegeven:

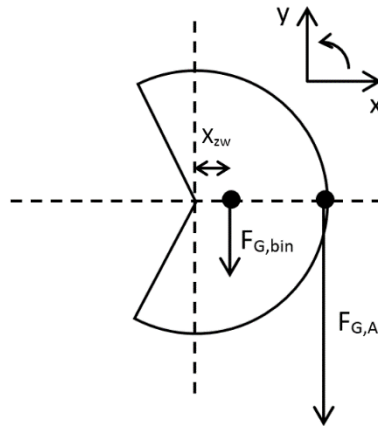
Draaitijd binnentrommel = 5 s	Zwaartepunt binnentrommel = $X_{zw} = 89,3$ mm
Draaihoek binnentrommel = $100^\circ$	Diameter binnentrommel = $d_{bin} = 700$ mm
Gewicht binnentrommel = $m_{bin} = 43,36$ kg	Materiaaldikte binnentrommel = $t_{bin} = 3$ mm
Gewicht afval = $m_A = 100$ kg	Zwaartekracht = $g = -9,81$ N/kg

Toerental:

$$n = \frac{\left(\frac{\text{Draaihoek binnentrommel}}{360^\circ/\text{tr}}\right)}{\text{Draaitijd binnentrommel}} * 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = \frac{\left(\frac{100^\circ}{360^\circ/\text{tr}}\right)}{5 \text{ s}} * 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 3,33 \frac{\text{tr}}{\text{min}} \quad (1)$$

Koppel:

Om het benodigde koppel te berekenen, gaan we uit van het worst case scenario (zie Figuur 19). Dat houdt in dat 100 kg afval tegen de trommelwand plakt. Op die manier kunnen we het voorstellen als een puntmassa, wat de grootste torsiekracht levert. We brengen ook de torsiekracht geleverd door de binnentrommel in rekening omdat deze niet symmetrisch is.



Figuur 19: Worst case scenario

$$T_{max,as} = \frac{-\left((F_{G,bin} * X_{zw}) + \left(F_{G,A} * \left(\frac{d_{bin}}{2} - t_{bin}\right)\right)\right)}{1000} \quad (2)$$

$$F_{G,bin} = m_{bin} * g = 43,36 \text{ kg} * -9,81 \text{ N/kg} = -425,36 \text{ N} \quad (3)$$

$$F_{G,A} = m_A * g = 100 \text{ kg} * -9,81 \text{ N/kg} = -981 \text{ N} \quad (4)$$

$$T_{max,as} = \frac{-425,36 \text{ N} * 89,3 \text{ mm} + (-981 \text{ N} * \left(\frac{700}{2} - 3\right) \text{ mm})}{1000 \text{ mm/m}} = -378,5 \text{ Nm} \quad (5)$$

$$M_{max} = -T_{max,as} = 378,5 \text{ Nm} \quad (6)$$

Vermogen:

$$P = \frac{2 * \pi * n}{60} * M_{max} = \frac{2 * \pi * 3,33 \frac{\text{tr}}{\text{min}}}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} * 378,5 \text{ Nm} = 132,12 \text{ W} \quad (7)$$

Met deze resultaten kunnen we nu een motor zoeken.

#### 4.4 Keuze motor

Omdat de motor rechtstreeks op de as van de binnentrommel gekoppeld wordt, heeft deze een zeer laag toerental nodig (zie bovenstaande berekening). Om zo een laag toerental te realiseren en toch voldoende koppel te ontwikkelen, is een motor met motorreductor nodig. Hiervoor werd de S57DR63L6 van SEW-eurodrive geselecteerd.

## 5 Risicoanalyse

Om een zelfpersende container met trommelbeladingssysteem te mogen verkopen in de Europese Unie, moet er een CE-attest aanwezig zijn. Hiervoor is een risicoanalyse van de gebruiksfase noodzakelijk. Deze risicoanalyse behandelt enkel de handmatige versie omdat die prioritair is voor AJK nv. De uitwerking is gebaseerd op hoofdstuk 3 uit de cursus van het vak “Zorgsystemen”. [7]

### 5.1 Omschrijving gebruiksdomein

Het trommelbeladingssysteem zal gebruikt worden voor het wegeven van het gestorte afval, waarna het systeem ervoor zorgt dat het afval in het persgedeelte van de zelfpersende container valt. Het systeem met afmetingen  $\pm 1600 \times 1000 \times 850 \text{ mm}^3$  is ingebouwd boven het persgedeelte van de zelfpersende container. Deze zelfpersende container heeft geen vaste plaats en kan zowel buiten als in een garage, fabriekshal... staan.

In deze risicoanalyse wordt de gebruiksfase van het trommelbeladingssysteem onderzocht. Bediening kan gebeuren door iedereen die in het bezit is van een toegangsbadge. Dit zullen hoofdzakelijk volwassenen zijn, maar het gebruik door kinderen sluiten we niet uit. Onderhoud zal gebeuren door de onderhoudsploeg van AJK nv.

### 5.2 Inventarisatie potentiële gevaren

In deze stap van de risicoanalyse is er gezocht naar alle mogelijke gevaren bij het gebruik van het trommelbeladingssysteem (zie Tabel 3). Er is rekening gehouden met alle handelingen die de gebruiker moet doorlopen.

Tabel 3: Gevareninventarisatie

Gebruik van beladingstrommel					
Risico-nummer	Gevareninventarisatie			Schade	
	Energievorm	Agens	Uiting	Letsel	Schade-drager
1	Mechanisch	Bewegende delen	Pletten/inklemmen	Verplettering	Gebruiker
2	Elektrisch	Netspanning	Elektrocutie	Brandwonden	Gebruiker
3	Fysisch	Geluid	Gehoorschade	Gehoorschade	Gebruiker
4	Zwaartekracht	Personen	Struikelen/vallen	Vallen, voet omslaan	Gebruiker
5	Menselijk	Scherpe randen	Contact met	Snijwonden	Gebruiker

Allereerst zou de gebruiker zijn hand kunnen pletten bij het sluiten van de buitentrommel. Ook is het theoretisch mogelijk dat er zich een fout in het elektrisch circuit bevindt waardoor er spanning op de trommels staat. Verder wordt er gebruik gemaakt van een motor om de binnentrommel te ledigen. Deze motor produceert geluid dat mogelijk versterkt wordt door de container, die dan fungeert als klankkast. Daarnaast wordt er een opstapje tegen de container geplaatst om de inwerphoogte te verkleinen. Dit heeft tot gevolg dat de gebruiker zich kan verstappen bij het afstappen of van het opstapje kan af vallen. Ten slotte is het mogelijk dat het trommelbeladingssysteem scherpe randen bevat waar men zich aan zou kunnen snijden.

Na het inventariseren van de mogelijke gevaren is er voor elk gevaar tijdens het gebruiken van de trommel een M.U.O.P.O.-analyse uitgevoerd, de resultaten hiervan bevinden zich in bijlage (Bijlage 5: Gegevenstabellen risicoanalyse en M.U.O.P.O.-analyse).

### 5.3 Bepalen risicograad

Als derde stap in de risicoanalyse werd de risicograad van elk gevaar berekend. Hierbij is er rekening gehouden met de risicofactoren E,  $W_b$ ,  $W_i$  en A. [7, pp. 41-44]

Risicofactor E geeft de omvang van de schade weer. Hierbij wordt er rekening gehouden met de aard van wat er beschermd wordt, de omvang van de schade en de ernst van de letsel- of gezondheidsschade. Risicofactor  $W_b$  geeft de frequentie en duur van de blootstelling weer tijdens het gebruik. Risicofactor  $W_i$  staat voor de waarschijnlijkheid dat het risico optreedt. De laatste risicofactor (A) drukt uit of de schade te beperken of te vermijden is. Het product van deze risicofactoren levert de risicograad R. De schaalverdelingen van de risicofactoren zijn terug te vinden in Bijlage 5: Gegevenstabellen risicoanalyse en M.U.O.P.O.-analyse.

Tabel 4: Berekening risicofactor R

Gebruik van beladingstrommel					
Risico-nummer	Risicoschatting				
	E	$W_b$	$W_i$	A	R
1	3	6	6	1	108
2	7	6	0,2	2	16,8
3	1	6	0,5	2	6
4	3	6	1	2	36
5	3	6	0,2	2	3,6

### 5.4 Toetsing risicograad aan aanvaardbaarheidsgraad

In deze stap wordt de risicograad vergeleken met de aanvaardbaarheidsgraad. De vijf verschillende niveaus met de bijhorende waarden van de aanvaardbaarheidsgraad zijn te vinden in Bijlage 5: Gegevenstabellen risicoanalyse en M.U.O.P.O.-analyse. Als de waarden vergeleken worden blijkt dat enkel de bewegende delen voor een gemiddeld risico zorgen (zie Tabel 5). Voor dat risico zal er dus gezocht moeten worden naar risicoreductiemaatregelen zodat risicofactor  $W_i$  daalt en de risicograad zal verminderen.

Tabel 5: Risico-evaluatie

Gebruik van beladingstrommel								
Risico-nummer	Gevareninventarisatie		Risicoschatting					Risico-evaluatie
	Agens	Uiting	E	$W_b$	$W_i$	A	R	
1	Bewegende delen	Pletten/inklemmen	3	6	6	1	108	Gemiddeld risico
2	Netspanning	Elektrocutie	7	6	0,2	2	16,8	Zeer klein risico
3	Geluid	Gehoorschade	1	6	0,5	2	6	Zeer klein risico
4	Personen	Struikelen/vallen	3	6	1	2	36	Klein risico
5	Scherpe randen	Contact met	3	6	0,2	2	7,2	Zeer klein risico

## 5.5 Inventarisatie risicoreductiemaatregelen

In deze stap is er gezocht naar risicoreductiemaatregelen. De maatregelen worden in vijf verschillende domeinen (MUOPO: Mens, Uitrusting, Omgeving, Product en Organisatie) opgedeeld, maar ook naargelang beheersniveau (zie Tabel 6). Hoe hoger de maatregel in de tabel staat, hoe beter hij bescherming biedt.

Tabel 6: Risicoreductiemaatregelen risico 1

Risico: Pletten door bewegende delen (nr. 1)					
Beheersniveau	Preventiemaatregelen				
	Mens	Uitrusting	Omgeving	Product	Organisatie
Uitschakelen risico					
Beperken risico					
Collectieve bescherming					
Persoonlijke bescherming					
Opleiding, instructies, signalisatie en schadebeperking			Waarschuwingsticker voorzien		

Voor het pletten door bewegende delen kunnen er echter weinig maatregelen genomen worden omdat de buitentrommel handmatig bediend wordt. Het risico wordt in zeer grote mate bepaald door de gebruiker zelf. Aangezien er al een beschermingsrubber op de buitentrommel aangebracht is, kunnen we enkel maar de gebruiker wijzen op het gevaar d.m.v. een gevarensymbool.

## 5.6 Evaluatie risicoreductiemaatregelen

Nadat de risicoreductiemaatregelen gekozen zijn, moet de risicograad voor iedere maatregel opnieuw berekend worden om te zien of die maatregel genoeg effect heeft op de risicofactor. (zie Tabel 7)

### Pletten door bewegende delen (nr. 1):

- Het aanbrengen van een waarschuwingsticker zorgt ervoor dat de gebruiker op de hoogte is van het gevaar. Dit heeft als gevolg dat  $W_i$  daalt van 6 naar 3. Hierdoor halveert de risicograad waardoor deze 54 wordt.

Tabel 7: Risico-evaluatie na maatregelen

Gebruik van beladingstrommel						
Risico-nummer	Nieuwe risicoschatting					Risico-evaluatie
	E	$W_b$	$W_i$	A	R	
1	3	6	3	1	54	Klein risico
2	7	6	0,2	2	16,8	Zeer klein risico
3	1	6	0,5	2	6	Zeer klein risico
4	3	6	1	2	36	Klein risico
5	3	6	0,2	2	7,2	Zeer klein risico



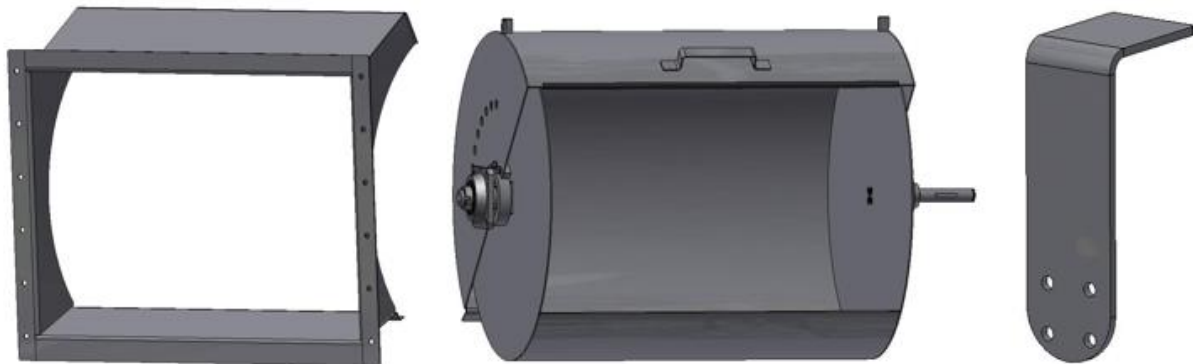


## 6 Prijsberekening

### 6.1 Mechanisch ontwerp

#### 6.1.1 Maakdelen

De constructie van binnen- en buitentrommel (incl. assen, kogellagers, lagerhuizen, flenslagerblokken en sensorplaatje) zal uitgeleverd worden aan de firma Van Dijk-Inpijn (Nederland) die ook de originele beladingstrommel maakte. Zij zullen ook de beschermkap, die in de deur gemonteerd wordt, produceren. Zoals op onderstaande afbeelding (Figuur 20) zullen de stukken bij AJK nv binnenkomen.



Figuur 20: Beschermkap, trommels en sensorplaatje (van links naar rechts)

Afgaande op de kostprijs van een trommel van 175l (€3220), schatten we de totale prijs voor het vervaardigen van deze stukken op ongeveer €6000.

De ophanging van de trommels en de ophanging aan de deur (Figuur 21) wordt door AJK nv zelf vervaardigd.



Figuur 21: Ophanging van trommels en ophanging aan deur (van links naar rechts)

Het gewicht van de ophangingen samen bedraagt 73,11kg. Rekening houdend met de huidige prijs voor het staal (€0,50/kg), levert dat een materiaalkost van €36,56. Voor de voorbereiding, de montage, het stralen en het spuiten worden 6 werkuren geteld.

Verder vervaardigt AJK nv ook de vuldeur en het trapje, dat tegen de containerwand komt, zelf. AJK nv heeft deze stukken al eerder gemaakt en de kostprijs wordt geschat op ongeveer €500.

### 6.1.2 Koopdelen

Tot de koopdelen behoren de motor voor de binnentrommel, de eindschakelaars en het slot. De kostprijs van de motor van 0,18kW met toerentalreductor bedraagt €200. Verder hebben we vier eindschakelaars nodig, drie met code ELS170 (€22,50/stuk) en één met code ELS108 (€34,00/stuk). Deze komen uit het systeem (Boeken) van AJK nv zelf. Dat is een computerprogramma dat de voorraden en kostprijzen van alle onderdelen bijhoudt. Het slot ten slotte, staat onder de code EIF875 in Boeken. De kostprijs bedraagt €143,58.

## 6.2 Toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem

Voor het weegsysteem met toegangscontrole en dataverwerking is, zoals eerder al aangegeven, gekozen om samen te werken met Welvaarts Weegsystemen. Deze firma heeft een offerte opgemaakt voor het complete systeem. (zie Bijlage 2: Offerte Welvaarts Weegsystemen)

De prijs van het dynamische weegsysteem bedraagt €10.900. Deze prijs is exclusief toegangscontrole en dataoverdracht. Voor de toegangscontrole moeten er nog twee readers bijkomen. Een reader voor op de perscontainer (€550) en een reader om aan de pc te koppelen (€350). Voor de dataoverdracht wordt gekozen om dat via GPRS te doen (€2850).

De totale prijs van het weegsysteem met toegangscontrole en dataverwerking is zo €14650. Bovenop deze prijs komt nog een kleine meerprijs voor de aankoop van de toegangspassen/ID's.

## 6.3 Elektrische sturing

Het trommelbeladingssysteem is een optie op de zelfpersende container. Vandaar dat enkel de kostprijs van de elektrische sturing van het trommelbeladingssysteem moet bepaald worden. Deze prijs wordt geschat op ongeveer €150.

## 6.4 Testen trommelbeladingssysteem

Om zeker te zijn dat de opbouw van het trommelbeladingssysteem foutloos is gebeurd, dient het trommelbeladingssysteem uitvoerig getest te worden. Hiervoor worden vier werkuren in rekening gebracht, zodat een eventuele fout nog rechtgezet kan worden.

## 6.5 Totale kostprijs

De totale kostprijs van het trommelbeladingssysteem met toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingsysteem is nu de som van de bedragen die hierboven berekend zijn. Een overzicht is terug te vinden in Tabel 8. Bij de berekening werd een prijs van €65,00/werkuur in rekening gebracht.

Tabel 8: Prijsberekening

	Prijs	Subtotaal
<b>Mechanisch ontwerp</b>		<b>€ 7761,64</b>
<u>Maakdelen</u>		
Binnen- en buitentrommel	€ 6000,00	
Ophangingen	€ 816,56	
Trapje en vuldeur	€ 500,00	
<u>Koopdelen</u>		
Motor met toerentalreductor	€ 200,00	
Eindschakelaars		
ELS108	€ 34,00	
ELS170 (3 stuks)	€ 67,50	
Slot (EIF875)	€ 143,58	
<b>Toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingsysteem</b>		<b>€ 14650,00</b>
<b>Elektrische sturing</b>		<b>€ 150,00</b>
<b>Testen van het trommelbeladingssysteem</b>		<b>€ 260,00</b>
	<b>TOTAAL</b>	<b>€ 22821,64</b>



## 7 Besluit

Om deze masterproef tot een goed einde te brengen, werd gestart met een marktonderzoek te voeren naar zowel concurrenten als mogelijke leveranciers. Hieruit besloten we om voor Welvaarts Weegsystemen te kiezen als leverancier van het toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem, vanwege eerdere samenwerkingen met AJK nv. Verder hielp het marktonderzoek om een morfologisch overzicht op te stellen voor het mechanisch ontwerp.

Na het marktonderzoek werd in Inventor het 3D-ontwerp getekend aan de hand van het morfologisch overzicht. Zo kozen we ervoor om te werken met 2 over elkaar roterende trommels waarbij de buitenste en binnenste trommel respectievelijk fungeren als afdekkap en weegruimte. De binnentrommel wordt aangedreven door een motor en het volledige trommelbeladingssysteem wordt aan een deur gemonteerd. Op die manier is het makkelijker om onderhoud te doen.

Vervolgens stelden we het elektrisch schema op, vertrekkende van het schema van een zelfpersende container. Dat zorgt ervoor dat het slot en de motor op de juiste manier aangestuurd worden.

Om de zelfpersende container met trommelbelading te mogen verkopen op de Europese markt is er een CE-certificaat nodig. Daarom deden we een risicoanalyse van de gebruiksfase. Uit die analyse bleek dat enkel het risico op het pletten van de hand/vingers tussen de buiten- en binnentrommel aangepakt moet worden. Omdat er al een veiligheidsrubber is aangebracht op de buitentrommel, stellen we dat we de voorzichtigheid van de gebruikers in de hand moeten werken door het aanbrengen van een gevarensymbool.

Ten slotte werd de productieprijs berekend. Die prijs (€22.821,64) ligt ongeveer 11% hoger dan de maximumprijs die vooropgesteld werd in het eisenpakket (€20.000). Dat komt door de te grote kosten aan het toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem, mede dankzij een te lage afnamehoeveelheid langs onze kant.

Om de zelfpersende container met trommelbelading in de toekomst te kunnen verkopen, stellen wij voor om een andere, goedkopere leverancier van toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem te zoeken. Op die manier is de kans om enkele zelfpersende containers met trommelbelading te verkopen veel groter. Vervolgens kan AJK nv dan met die containers reclame maken om nog meer klanten te binden.



## Bibliografie

- [1] Pöttinger Entsorgungstechnik GmbH, „Catalogue One World,” 26 Juni 2015. [Online]. Available: [http://www.poettinger-oneworld.at/download/pet\\_imagefolder\\_en.pdf#page=15](http://www.poettinger-oneworld.at/download/pet_imagefolder_en.pdf#page=15). [Geopend 9 September 2015].
- [2] Pöttinger Entsorgungstechnik GmbH, „ECO Communal,” Pöttinger Entsorgungstechnik GmbH, [Online]. Available: [http://www.poettinger-oneworld.at/en\\_en/Produkte/Detail/1200/eco-communal](http://www.poettinger-oneworld.at/en_en/Produkte/Detail/1200/eco-communal). [Geopend 9 September 2015].
- [3] HWK-System GmbH, „WSD300,” HWK-System GmbH, 7 Mei 2008. [Online]. Available: [http://176.28.43.130/HWK3/wsd300\\_details.htm](http://176.28.43.130/HWK3/wsd300_details.htm). [Geopend 9 September 2015].
- [4] Tim Blömer. (2016, Sept. 09), Additional operator identification feature on an AJK22N [online], Available e-mail: T.Blomer@mic-o-data.nl, Message: Info toegangscontrolesysteem.
- [5] AE Weighing Systems, „AE TAG Identificatie,” 7 April 2011. [Online]. Available: <http://www.aevandevliet.be/Website/AE%20TAG%20Identificatie.pdf>. [Geopend 9 September 2015].
- [6] Eddy van der Aa. (2016, Nov. 19), Workflow weegtrommel perscontainer [online], Available e-mail: ea@welvaarts.com, Message: systeem beschrijvng-perscontainer met wegende trommel.pdf.
- [7] K. Haagdorens, „Hoofdstuk 3: Praktische uitwerking van een risicoanalyse,” in *Welzijn op het werk*, Diepenbeek, UHasselt, 2016, pp. 28-57.





## Bijlagen

Bijlage 1: Werking MULTIPRESS ECO Communal .....	49
Bijlage 2: Offerte Welvaarts Weegsystemen .....	51
Bijlage 3: Morfologische overzichten.....	53
Bijlage 4: Elektrisch schema .....	61
Bijlage 5: Gegevenstabellen risicoanalyse en M.U.O.P.O.-analyse.....	67



## Bijlage 1: Werking MULTIPRESS ECO Communal

### 1. Transponder card or keyring

According to customers' request.



### 2. Contact-free identification

Display with clear instructions



### 3. Easy to reach weighing chamber with a volume of 510 litres

The EU calibrated to class IV weighing chamber opens and closes automatically. The user is protected through a safety bar.



### 4. Best compression - 5:1

About 3500 kg of waste in one 10 m<sup>3</sup> container is the same as around 200 waste bins.



## 5. Smell-free system

Waste is sprayed with odour reducing liquid when it enters the system.



## 6.1 Charge card system

With this system the invoicing can be either by debit order or invoice.



## 6.2 Pay-as-you-go card system

Insert new credit conveniently using a reload machine.





AJK nv  
T.a.v. Marc Swennen  
Kettingbrugweg 38  
B-3950 BOCHOLT -KAULILLE

's-Hertogenbosch, 18 januari 2016  
Offerte nr.: off/ea/5296A  
Pagina 1-2

**OFFERTE**  
Weegsysteem in/op Trommel van statische pers

Geachte heer Swennen,  
Met dank voor uw aanvraag doen wij u een geheel vrijblijvende prijsopgave toekomen voor een weegsysteem in/op een mechanisch voorbereide "trommel" van een perscontainer, voor een AJK perscontainer.

Het weegsysteem bestaat uit de volgende delen of diensten:

- 1 Weegcomputer Delta 10 , Aluminium uitvoering, voorzien van;
  - Optie 5x communicatie uitgang.
- 1 Weegcentrale Delta 30, 4 kanalen, voorzien van;
  - Optie Input/Output
  - Optie hoekmeter voor scheefstandcorrectie
- 3 Krachtopnemers, R.V.S., dichtgelast.
- Software voor juiste werkwijze.
- Aansluiten en inregelen
- Europese IJking in klasse 3
- Weegvermogen 100 kg.

**Prijs dynamisch belading weegsysteem : Euro 10.900,-**

Bovenstaande Prijs is exclusief mechanische voorbereiding  
AJK dient ruimte voor Welvaarts te reserveren voor plaatsen elektronica.



's-Hertogenbosch, 18 januari 2016  
 Offerte nr.: off/ea/5296A  
 Pagina 2-2

**Opties;**

**Toegang Controle;**

- Reader op perscontainer : Euro 550,--  
 (voor lezen klant pas, toegang +registratie inworp trommel)
- Reader voor aan PC : Euro 350,--  
 (voor lezen klant pas )
- Pas/ID voor toegang/herkenning, bij afname < 100 stuks : Euro 5,50/stuk
- Pas/ID voor toegang/herkenning, bij afname > 100 stuks : Euro 3,80/stuk

**Dataoverdracht:**

- Data via Internet\* : Euro 2.850,--  
 bestaande uit;
  - Alibigeheugen in Delta 10.
  - GPRS Router, voor verzenden gegevens.
  - Ethernet in Delta 10.
  - Antenne, incl. GPRS kabel.
  - Delta 14
  - Opbouwen en aansluiten.

**\*Abonnementen bij Delta Internet:**








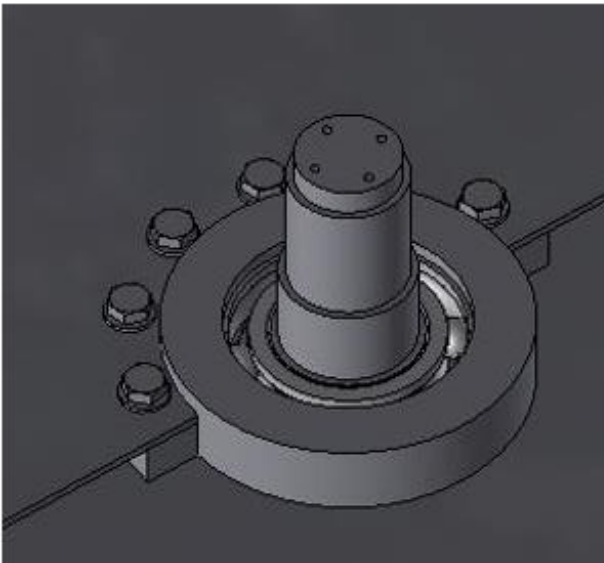
- Welvaarts Server Abonnement per voertuig : Euro 20,-/maand
- GPRS Abonnement, zelf af te sluiten bij bijv. KPN, geschat op : Euro 10,-/maand

Alle prijzen zijn exclusief BTW, levertijd in overleg.  
 Garantie: 1 jaar exclusief reiskosten, Levering: "ex works" 's-Hertogenbosch.  
 Betaling 30 dagen na factuurdatum.  
 Deze offerte is geldig tot 3 maanden na afgifte.  
 Levering volgens "Metaalunie voorwaarden".

Hopende u een passende aanbieding gedaan te hebben,  
 verblijven wij met vriendelijke groet.

Eddy van der Aa,  
 Welvaarts Weegsystemen.

MORFOLOGISCH OVERZICHT HANDMATIG SYSTEEM	
Afschermen gewogen afval	
2 over elkaar roterende trommels	
1 trommel + aparte weegbak	
Rolluik	
1 opvangschaal met aparte weegstand	
Schuifdeur	

Aandrijven binnentrommel		Lineaire cilinder	
Wiel en tegenwiel		Hydraulisch	
Koord (principe garagepoort)		Riem-/ketting-overbrenging	
Tandwiel en tandlat		Op de as	
Elektrische motor		Elektrisch	
Lagering buitentrommel		Op de as van de binnentrommel	
Geleiding via rail			



Ophangconstructie trommels

Plaatmateriaal

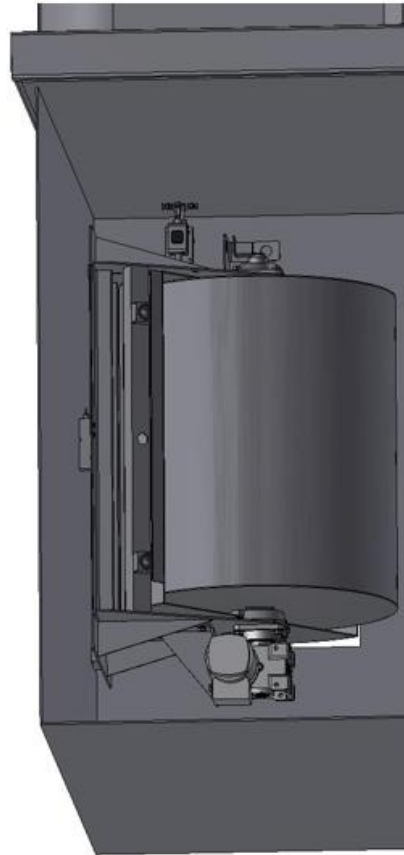


Buizen

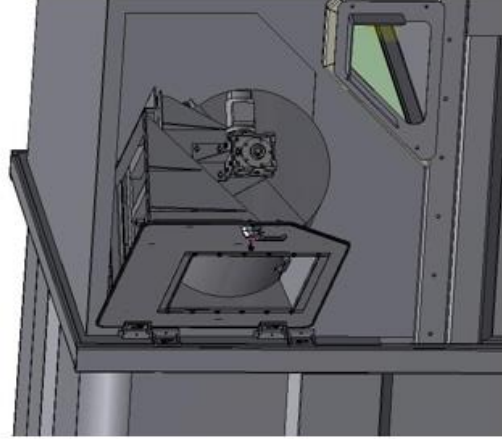


Plaatsing geheel systeem

Vast in persgedeelte

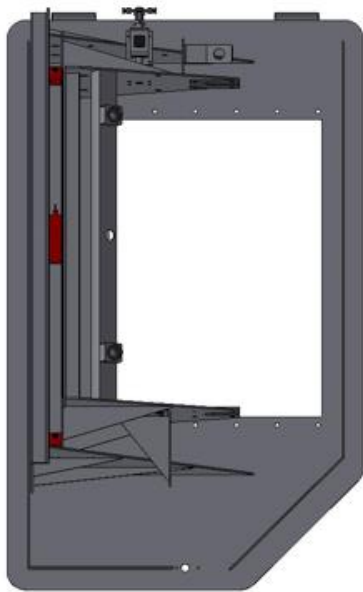


Aan deur in persgedeelte

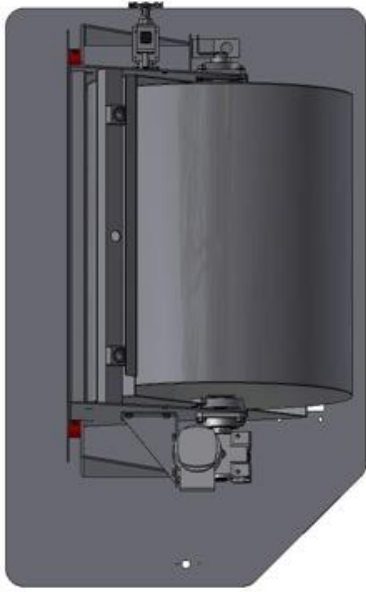


Plaatsing weegcellen

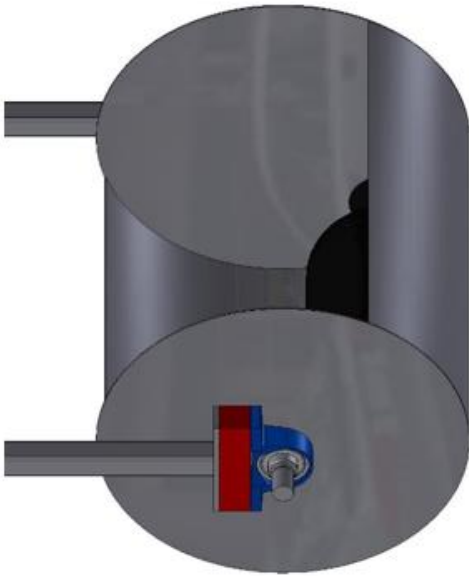
Tussen ophanging van deur en ophanging trommels



Tussen ophanging en beugel op de deur




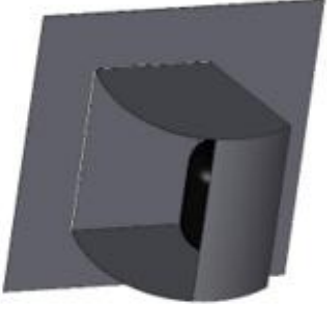





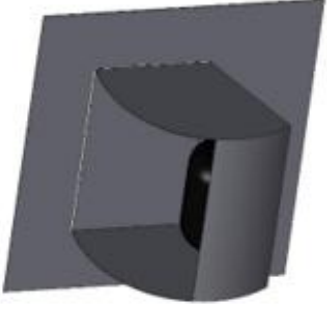









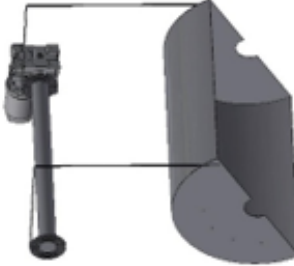




Bij de lagers



MORFOLOGISCH OVERZICHT AUTOMATISCH SYSTEEM

Afschermen gewogen afval

<p>2 over elkaar roterende trommels</p>	<p>1 trommel + aparte weegbak</p>	<p>Rolluik</p>	<p>1 opvangschaal met aparte weegstand</p>	<p>Schuifdeur</p>
				
				

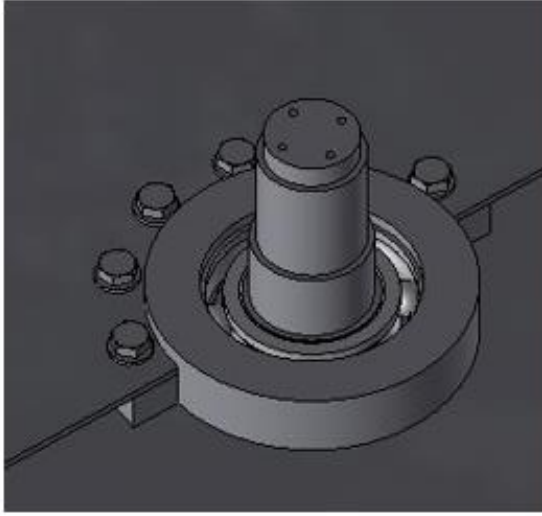
Aandrijven binnentrommel					
Elektrische motor			Lineaire cilinder		
Wiel en tegenwiel	Koord (principe garagepoort)	Tandwiel en tandlat	Op de as	Riem-/ketting-overbrenging	Hydraulisch
					
					Elektrisch
Aandrijven buitentrommel					
Elektrische motor			Lineaire cilinder		
Wiel en tegenwiel	Koord (principe garagepoort)	Tandwiel en tandlat	Riem-/ketting-overbrenging	Hydraulisch	Elektrisch
					

Lagering buitentrommel

Geleiding via rail



Op de as van de binnentrommel



Ophangconstructie trommels

Plaatmateriaal

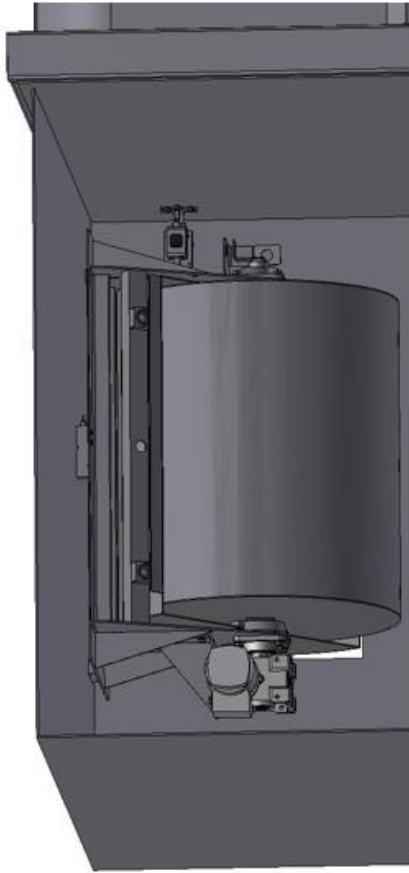


Buizen

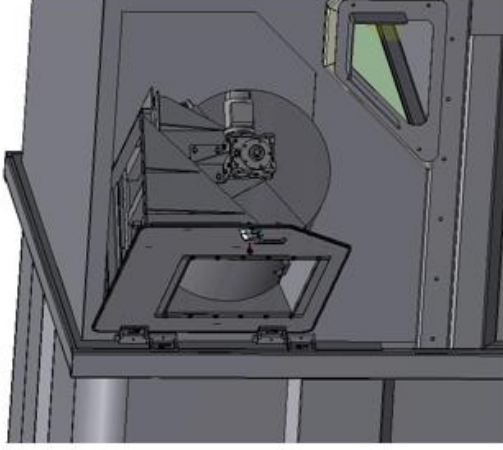


Plaatsing geheel systeem

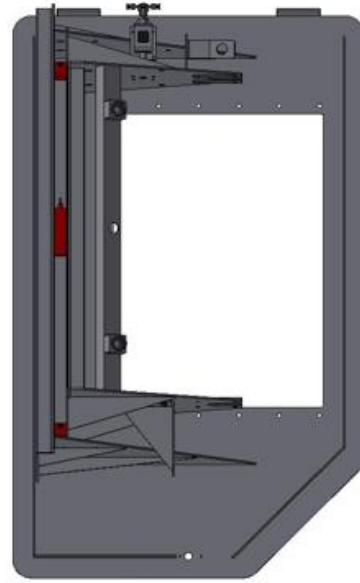
Vast in persgedeelte



Aan deur in persgedeelte

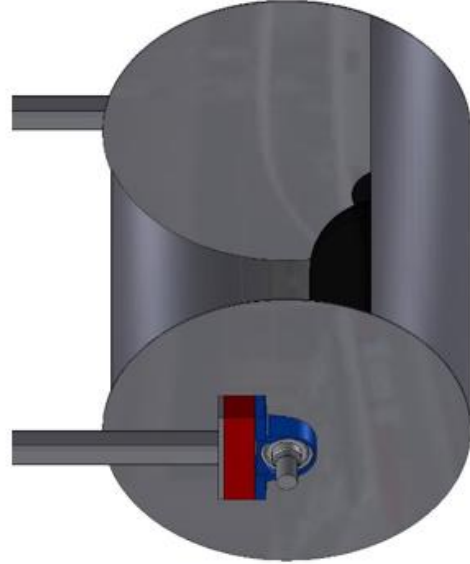


Tussen ophanging van deur en ophanging trommels

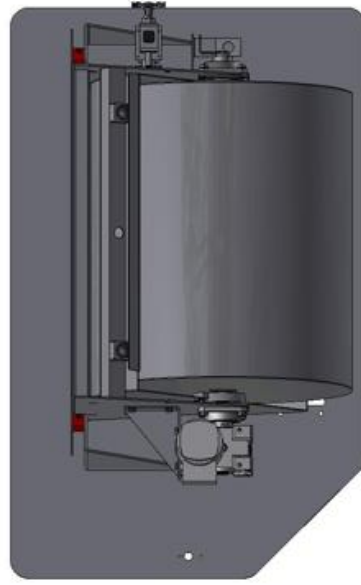


Plaatsing weegcellen

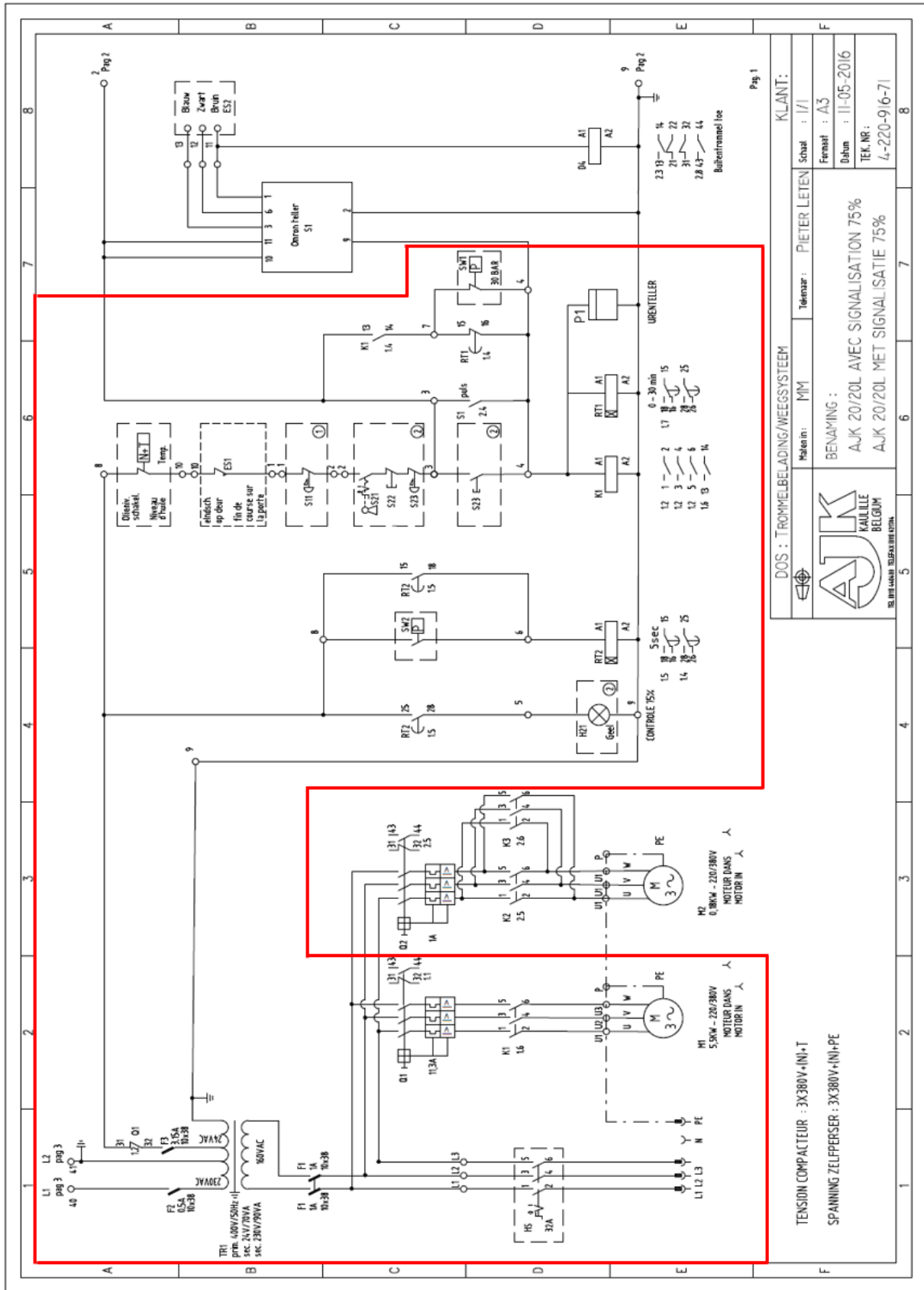
Bij de lagers




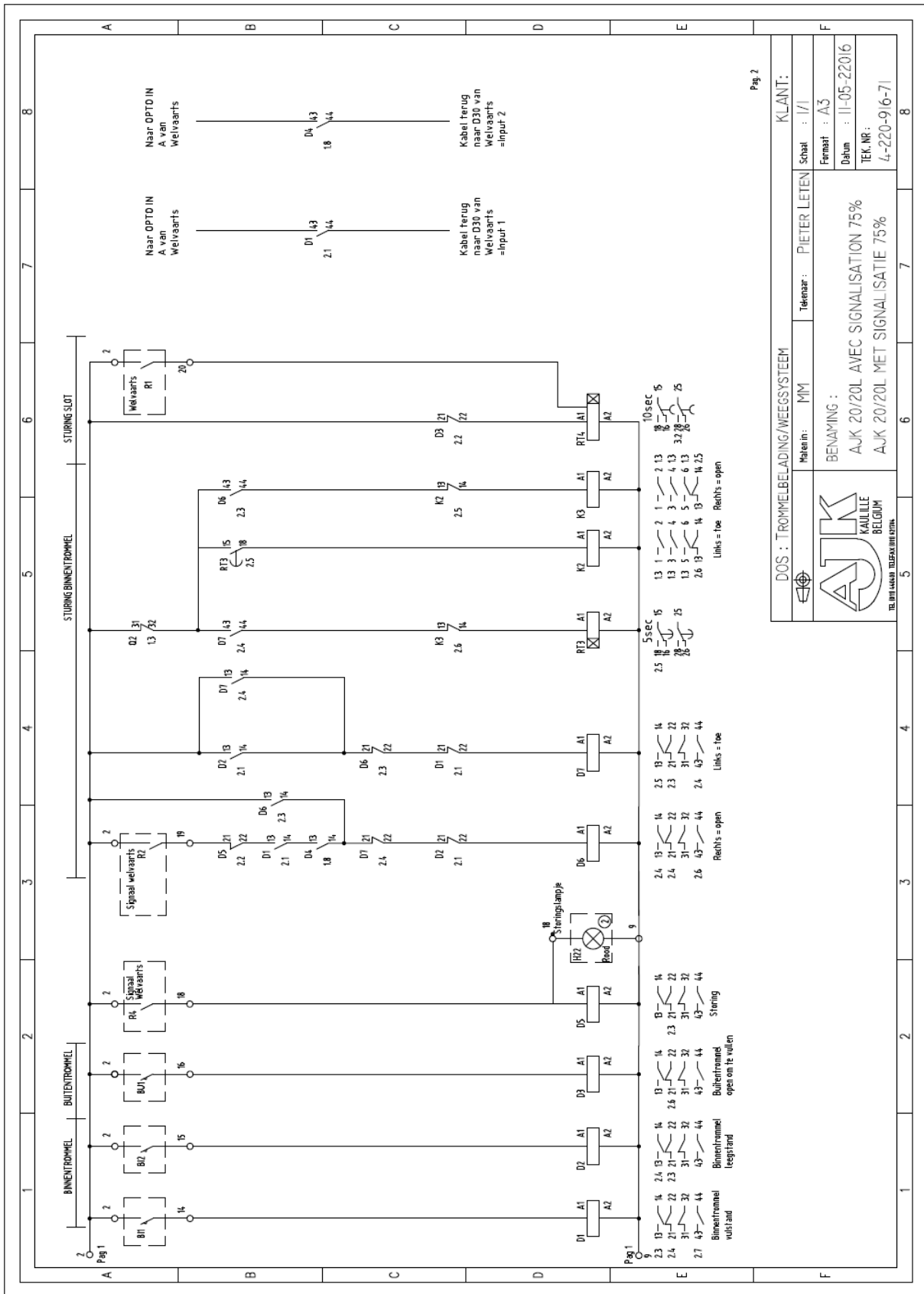
Tussen ophanging en beugel op de deur



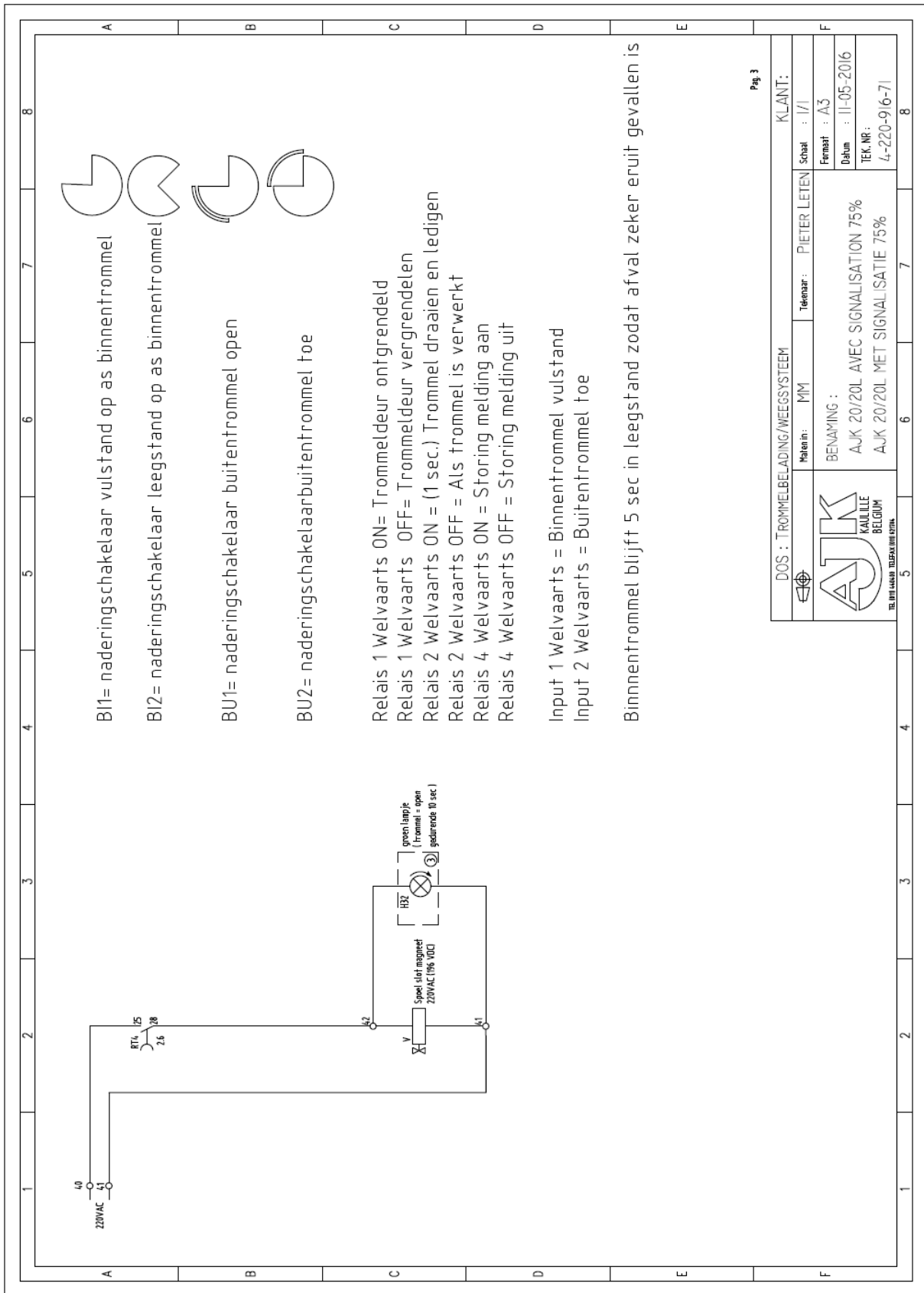
Bijlage 4: Elektrisch schema



DOS : TROMMELBELADING/WEEGSTREEK		Klant:	
Makin: MM		Schaal : 1/1	
Tekenar : PIETER LETEN		Finaal : A3	
BENAMING :		Datum : 11-05-2016	
AUK 20/20L AVEC SIGNALISATION 75%		TEK.NR :	
AUK 20/20L MET SIGNALISATIE 75%		4-220-916-71	
 BELGIËN VERBODEN VERBODEN			
TENSION COMPACTEUR : 3X380V-INI+T			
SPANNING ZELFPERSER : 3X380V-INI+PE			







ONDERDELENLIJST		ZELFPERSER	AJK N-L-W-F			
		ELEKTRISCH SCHEMA				
<b>UITVOERING:</b>		<b>LIJSTNR. INDEX</b>				
- stempel stopt in open positie		4-220-916-71				
- voorvolmelding met lamp op bediendoes III, lampje groen 'trommel is vrij' 10sec, lampje rood 'storing'						
- met noodstop						
- met pulsteller, eindschakelaar, slot op trommel en weegstelsel						
- met trafo 380 primair naar secundair 230Vac 90VA en 24Vac 70VA						
AJKnr.	Omschrijving	Type-omschrijving	Merk	Opmerking	Nr.	St.
<b>ELEKTRISCHE KAST KOMPLEET GEMONTEERD IN TE- MATERIAAL</b>						1
<b>ONDERDELEN IN DE KAST:</b>						
	kast	POE27-360	socomec	340*250*160		1
	deksel		socomec			1
	montage plaat		socomec			1
ELC 075	magnetische schakelaar	LC1-D25 B7	Telemecanique	24V/50Hz	K1	1
ELC 079	magnetische schakelaar	LC1-D09 B7	Schneider		K2+K3	2
ELR 077	tijdrelais	TAR1 . 88865115	Crouzet	0-30 min	RT1	1
ELS 308	Motorbeveiligingsschakelaar	5.5KW		11,3 A	Q1	1
OA	Motorbeveiligingsschakelaar	0.25KW		1A	Q2	1
ELR 078	tijdrelais 0-10 sec	TA2R1.88865215	Crouzet	5 sec 24vac	RT2	2
					RT3	
ELZ 033	zekering	13301	Legrand	1A	F1	2
ELZ 232	zekeringhouder	10x38	socomec	1P	F1	2
ELT 042	transformator	VE2Z016/160VA	Jaspers	400V/220-24VAC	TR1	1
	zekering		Jaspers	0,5A	F2	1
ELZ 196	zekering		Jaspers	3,15A	F3	1
ELU 010	Urenteller	631 A2 24VAC	Bausser	24V/50Hz	P1	1
ELT 010	Pulsteller+voet	h7cx-a11d1+p2cf-11c	Omron	24V/50Hz	S1	1
	tijdrelais opkomend vertraagd	TUR1	Crouzet	24V/50Hz	RT4	2
ELR 195	relais	CA2KN22B7	Telemecanique	24V/50Hz	D1-D7	7
ELS 233	olieniveau - en temperatuurschakelaar		Hydroflex		N+T	1
ELM042	motor 5,5 kW	5,5kW 220/380V	Siemens	1500omw B3/B5	M1	1
OA	motor 0,18 kW	0,18kW 220/380V			M2	1
ELS 388	hoofdschakelaar	GW 70436	Gewiss.	32A-4P IP65	HS	1
ELS 009	toestelstopcontact met fasewis	2608	Bals	5P 380V 32A	IP65	1
ELS 043	stekker	775006	Mennekes	5P 380V 32A	IP44	1

ONDERDELENLIJST		ZELFPERSER ELEKTRISCH SCHEMA		AJK N-L-W-F		
<b>UITVOERING:</b>				<b>LIJSTNR. INDEX</b>		
- stempel stopt in open positie				4-220-916-71		
- voorvolmelding met lamp op bediendoes III, lampje groen 'trommel is vrij' 10sec, lampje rood 'storing'						
- met noodstop						
- met pulsteller, eindschakelaar, slot op trommel en weegstelsysteem						
- met trafo 380 primair naar secundair 230Vac 90VA en 24Vac 70VA						
AJKnr.	Omschrijving	Type-omschrijving	Merk	Opmerking	Nr.	St.
<b>BEDIENINGSDOOSJES</b>						
ELD 065	doos: noodstop		Telemecanique		d1	1
ELD 071	doos: noodstop, sleutelschakelaar, stopknop, startknop en volmeldingslampje		Telemecanique		d2	1
ELL 067	doos: oranje flitslamp: 75% volmelding en		Telemecanique	24V50Hz	H21	1
ELL 065	doos: rode flitslamp: storing in weegstelsysteem		Telemecanique	24V50Hz	H22	1
OA	groen flitslamp: trommel is vrij "in bedrijf"			220v/50Hz	H32	1
ELS 108	naderingsschakelaar op trommel voor pulstelling	Bi15U-MT30-AP6X-H1141	TURCK	24V/50Hz	ES2	1
ELS 170	naderingsschakelaar op trommel voor afslaan tijdklok slot	E2E-X10Y1-G	Omron	24V/50Hz	BI1+BI2+ BU1	3
<b>EINDSCHAKELAAR OP DEUR</b>						
ELS 405	eindschakelaar	magnetisch	Bernstein	631, 2212, 195	ES1	1
ELS 406	eindschakelaar	magnetisch	Bernstein	630, 2121, 030	ES1	1
ELS 157	eenwegschraven	M4x20	EMD		ES1	2
	of					
ELS 153	schakelaar	AZ 15ZVK	EMD		ES1	1
ELS 154	vaste beugel	B1	EMD		ES1	1
ELS 155	afdichtingsstrips	AZ 15/16 1476-1	EMD		ES1	1
ELS 156	eenwegschraven	M4x12	EMD		ES1	2

**WARTELS: 3XM20 + 8X M16 + 3X M16 WARTELSTOP TE MONTEREN**



Bijlage 5: Gegevenstabellen risicoanalyse en M.U.O.P.O.-analyse

Risicofactor E		
1	Gering	Letsel zonder werkverlet
3	Belangrijk	Letsel met werkverlet
7	Ernstig	Invaliditeit
15	Zeer ernstig	1 dode
40	Ramp	Meerdere doden

Risicofactor W <sub>b</sub>	
0,5	Zeer zelden (minder dan 1x per jaar)
1	Zelden (jaarlijks)
2	Soms (maandelijks)
3	Af en toe (wekelijks)
6	Regelmatig (dagelijks)
10	Voortdurend

Risicofactor W <sub>i</sub>	
0,1	Bijna niet denkbaar
0,2	Praktisch onmogelijk
0,5	Denkbaar maar onwaarschijnlijk
1	Onwaarschijnlijk maar mogelijk in grensgevallen
3	Ongewoon
6	Zeer goed mogelijk
10	Te verwachten

Risicofactor A	
1	Schadeafwending mogelijk
2	Schadeafwending niet mogelijk

Risicograad	Conclusie
R < 20	Het risico is onbeduidend en verwacht wordt dat het in de nabije toekomst niet zal toenemen.
20 < R < 70	Het risico wordt beheerst tot op een aanvaardbaar peil, maar het kan eventueel toenemen in de toekomst. Het is mogelijk een risico, maar er is geen bewijs dat het altijd leidt tot een ziekte of letsel.
70 < R < 200	Risico dat onvoldoende of ondoelmatig beheerst wordt.
200 < R < 400	Ernstig risico dat onvoldoende en ondoelmatig beheerst wordt.
R > 400	Zeer ernstig risico dat onvoldoende en ondoelmatig beheerst wordt.

M.U.O.P.O.-analyse										
Risicoveld: Pletten door bewegende delen (nr. 1)										
Risicoverlagende factoren					Risicoverhogende factoren					
<b>Mens</b>										
Voorzichtigheid										Gebrek aan vaardigheid
										Gebrek aan veiligheidsbewustzijn
										Ongecontroleerde werksnelheid
<b>Uitrusting</b>										
Duidelijke machinedocumentatie										Ontoereikende bedieningsinstructies
Eenvoudige bediening										Ontoereikende afscherming
Veilige machineonderdelen										
<b>Omgeving</b>										
Goede verlichting										Slechte verlichting
<b>Materiaal/product</b>										
										Grote hoeveelheid afval
<b>Organisatie</b>										
Gevaaraanduiding										Onvoldoende/onvolledige instructies

M.U.O.P.O.-analyse										
Risicoveld: Elektrocutie door netspanning (nr. 2)										
Risicoverlagende factoren					Risicoverhogende factoren					
<b>Mens</b>										
Houdt zich aan toegewezen taak										Gebrek aan kennis
Voorzichtigheid										Gebrek aan veiligheidsbewustzijn
<b>Uitrusting</b>										
Geschikte afwerking										Ontoereikende afscherming
										Gebrekkige elektrische installatie
										Inwerking vocht
<b>Omgeving</b>										
<b>Materiaal/product</b>										
<b>Organisatie</b>										
Periodieke controles										Onvoldoende controles/inspecties
Preventief onderhoud										

M.U.O.P.O.-analyse									
Risicoveld: Gehoorschade door geluid werkend systeem (nr. 3)									
Risicoverlagende factoren					Risicoverhogende factoren				
Mens									
PBM's dragen									
Uitrusting									
PBM's voorzien									Ontoereikende afscherming
Geluidsisolatie aanbrengen									Defecte machine
Omgeving									
Open ruimte									Gesloten ruimte
Materiaal/product									
									Grote hoeveelheid afval
									Hard materiaal
									Ingesloten lucht → knal bij persen
Organisatie									
Periodieke controles									Onvoldoende/onvolledige instructies
									Onvoldoende controles/inspecties

M.U.O.P.O.-analyse									
Risicoveld: Verstappen bij afstappen trapje (nr. 4)									
Risicoverlagende factoren					Risicoverhogende factoren				
Mens									
Voorzichtigheid									Fysische beperkingen
									Ongecontroleerde handelingssnelheid
Uitrusting									
Constructie naar normen afstapje									Ongeschikt schoeisel
Omgeving									
Goede verlichting									Slechte verlichting
Antislipvloer									Gladde/natte vloer
Materiaal/product									
Kleine hoeveelheid afval									Grote hoeveelheid afval
									Slechte verpakking
Organisatie									
Gevaaraanduiding									

M.U.O.P.O.-analyse										
Risicoveld: Snijwonden door contact met scherpe randen (nr. 5)										
Risicoverlagende factoren					Risicoverhogende factoren					
Mens										
Voorzichtigheid										Gebrek aan veiligheidsbewustzijn
										Ongecontroleerde handelingsnelheid
Uitrusting										
Geschikte afwerking										Ontoereikende afscherming
Omgeving										
Goede verlichting										Slechte verlichting
Materiaal/product										
Veilige verpakking										Slechte verpakking
										Scherpe randen
Organisatie										
Controle na fabricage										Onvoldoende controles/inspecties



## Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

**Ontwerp van een trommelbeladingssysteem met implementatie van toegangscontrole-, weeg- en dataverwerkingssysteem**

Richting: **master in de industriële wetenschappen: elektromechanica**

Jaar: **2016**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Leten, Pieter**

**Ulenaers, Kris**

Datum: **5/06/2016**