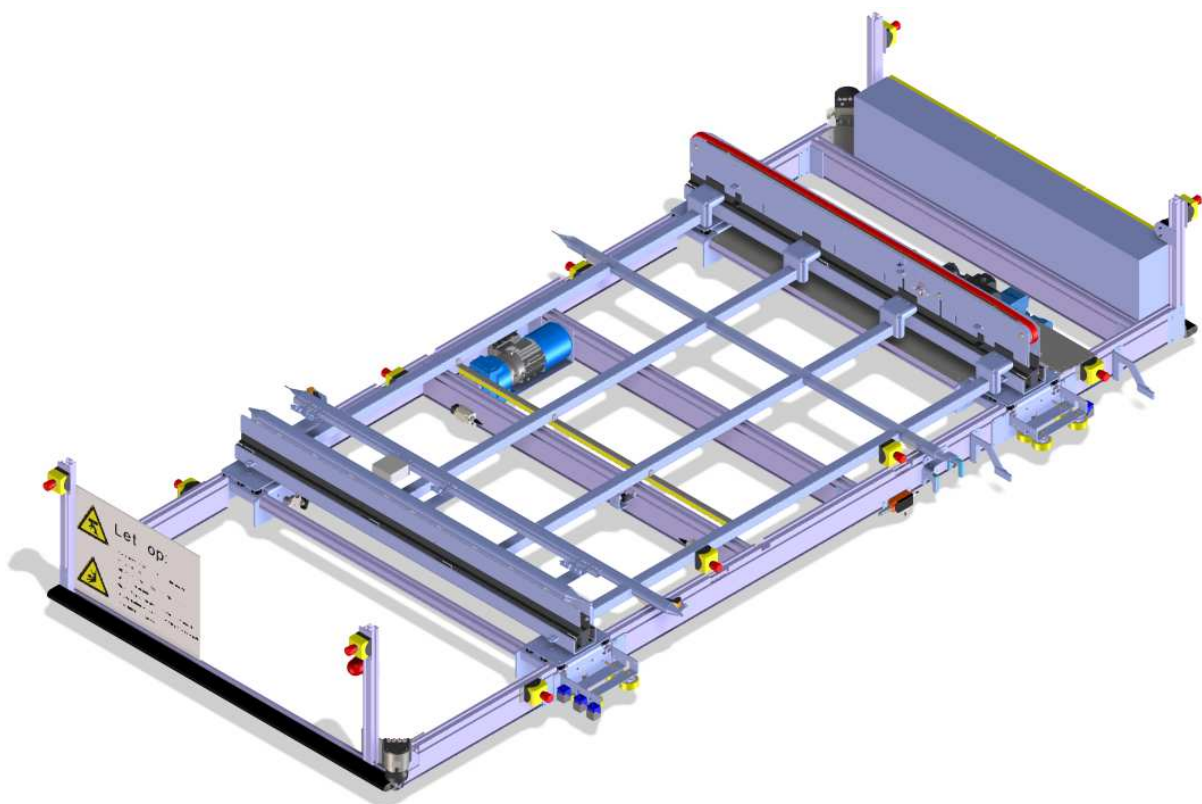






HHS

AFSTUDEERSCRIPTIE

HERONTWERP AUTOMATISCHE WAGEN

Door: Jordy Voogd 09002707

Semester: WHa Afstuderen Werktuigbouwkunde

Opdrachtgever: *Logiqs Agro International, W. Roemer*

Begeleiders HHS
Delft: A. Sluiter en C. van Hulst

Bedrijfsbegeleider: W. Roemer

Officiële opdracht

Logiqs Agro International maakt systemen voor in de glastuinbouw. Deze systemen zorgen ervoor dat automatisch transport mogelijk wordt gemaakt. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van onder andere automatische wagens, containerbanen, shuttles en overheadkranen.

De opdracht is het (her) ontwerpen van een automatische wagen die containers en shuttles kan verplaatsen, waarbij de (her)ontworpen wagen goedkoper moet worden dan de huidige wagen.

De achterliggende gedachte is dat het huidige wagenontwerp erop gericht is dat er een hele rij containers naar de wagen getrokken moet kunnen worden. Daarbij moet de wagen ook een hele rij containers kunnen duwen. De wagen in combinatie met shuttles doet dit niet. De functie van deze wagen is het verplaatsen van 4 pijpen. Op één set pijpen staat een container, die maximaal 600 kg is. Op de andere set staan twee shuttles, deze zijn samen maximaal 600 kg. De twee pijpensets moeten richting de pijpenbaan kunnen bewegen dat 15 tot 75 cm van de wagen afligt. De voeding kan zijn van een AKAPP stroomrail of accu's. De communicatie is via Wi-Fi.

Hieronder staat een figuur van de te (her)ontwerpen automatische wagen.



Jordy Voogd 09002707

Handtekening bedrijfsbegeleider

Handtekening Afstudeerder

--	--

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie heb ik geschreven in het kader van het afstuderen bij *Logiqs Agro International* te Maasdijk. Het afstuderen was voor de opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool te Delft. Het betrof 17 weken en dit liep van 11 februari tot 7 juni 2013.

Het project waaraan ik heb gewerkt is voor Dans Plants, dit is een plantenkwekerij in Australië. Hierin heb ik één opdracht individueel uitgevoerd. De opdracht was het herontwerpen van de automatische wagen.

Tenslotte vermeld ik dat deze afstudeerscriptie mede tot stand is gekomen door mijn bedrijfsbegeleider W. Roemer, collega's van de afdeling R&D (Research & Development), het bedrijf *Logiqs Agro International* en mijn begeleiders van de Haagse Hogeschool te Delft A. Sluiter en C. van Hulst.

Jordy Voogd
Maasdijk, juni 2013

Inhoudsopgave

SUMMARY	7
1. INLEIDING	8
2. ACHTERGRONDEN.....	9
2.1. LOGIQS AGRO INTERNATIONAL B.V.....	9
2.2. AFDELING.....	10
2.3. OPDRACHT OMSCHRIJVING	10
3. CONCURRENTIEANALYSE	12
3.1. SWOT-ANALYSE	13
3.2. PROJECTGRENZEN.....	14
4. PAKKET VAN EISEN & FUNCTIEANALYSE	15
4.1. PAKKET VAN EISEN	15
4.2. DOEL.....	16
4.3. HOOFDFUNCTIE.....	17
4.4. DEELFUNCTIES	17
4.5. FUNCTIEBLOKSCHEMA	17
5. MORFOLOGIE.....	18
5.1. OPLOSSINGEN BEWEGEN OVER BETONPAD	18
5.2. CONTAINER OP AMW PLAATSEN.....	18
5.3. OPLOSSINGEN VERPLAATSEN PIJPENDEK & TRANSPORTEURS.....	19
5.4. MORFOLOGISCH OVERZICHT	20
6. EINDCONCEPT	27
6.1. HERONTWERPEN KETTINGTRANSPORTEUR	27
6.2. BUISSEGMENT.....	29
6.3. KOPPELSYSTEEM.....	29
6.4. PIJPENDEK.....	31
6.5. OMBOUW	31
6.6. WIELSTEL.....	32
6.7. L-PROFIEL GELEIDING.....	34
6.8. MECHANISME OM CONTAINER VAST TE HOUDEN.....	35
6.9. VEILIGHEID	35
6.10. MULTIFUNCTIONALITEIT.....	35
6.11. AFWERKING.....	37
6.12. KOSTEN	37
7. CONCLUSIES.....	38
8. AANBEVELINGEN	38
LITERATUURLIJST	39

VERKLARENDE WOORDENLIJST	40
VERKLARENDE SYMBOLENLIJST.....	40
BIJLAGEN.....	41

Summary

This report covers the redesign of the automatic car of *Logiqs Agro International*. The goal of this report is to explain how the automatic car became cheaper and lighter.

The successively elements have been redesigned:

- Transporters
- Placement of parts
- Frame
- Wheels and wheel set
- Modular

The total transporter has been redesigned with an exchange of the chain for a toothed belt. The advantage of the toothed belt is a lighter, cheaper and less maintenance required solution. Instead of using two chain transporters there is only one toothed belt transporter. The advantage is that only one powered transporter is needed to pull and push a container. There is a pipe segment needed to support the container on the other side of the automatic car.

The placement of parts has been optimised, so all parts are placed above each other. The result of this solution is that there are no moments in the frame of the automatic car. The mainframe exists of several substructures to connect the parts. The advantage is that the frame has been made lighter and cheaper.

The substructure is built with the use of A-track profiles. This is possible because there are no moments in the frame. The A-track profiles are used and especially designed by Logiqs Agro. Therefore the frame became cheaper and additional option to mound parts easily on the frame.

The wheel set has been redesigned as compact as possible and needed to fit a wheel with a diameter of 150 mm.

The entire automatic car has become modular. From the morphologic review there were two concepts that were close together. The solution is a modular system after reviewing those two concepts. The following systems may be used:

- A hand controlled car
- A car that uses shuttles
- A car that uses a toothed belt transporter

The conclusion is that the automatic car become cheaper and lighter as a result of the redesign. The automatic car becomes 38% cheaper than the current automatic car. With the redesign the safety standards and CE marking are taken care of. These are described in annex VI.

1. Inleiding

Logiqs Agro International maakt gebruik van automatische wagens in combinatie met shuttles. Door het gebruik van shuttles is het mogelijk om zonder een zwaar en duur treksysteem containers uit de pijpenbanen te halen. Voorheen werd er gebruik gemaakt van een automatische wagen die containers opduwde en in kon trekken, hiervoor was een zwaar systeem nodig. De automatische wagen moet containers naar een andere plaats brengen, waar de shuttles de containers neer hebben gezet. De automatische wagen verplaatst deze vervolgens naar de plaatst van bestemming.

De automatische wagen had voor het herontwerpen een zwaar en sterk systeem nodig dat containers op de automatische wagen trok of van de automatische wagen af duwde. Dit systeem wordt niet meer gebruikt. Hierdoor zijn er minder functies of lichtere functies, die de automatische wagen moet vervullen. Dit zorgt ervoor dat de automatische wagen op dit moment onnodig duur is geconstrueerd. Hierdoor prijst de wagen zich uit de markt, zodoende moet de automatische wagen herontworpen worden.

Om de automatische wagen te kunnen herontwerpen is er aan een bepaalde structuur gehouden. Als eerste is de automatische wagen geanalyseerd. Naar aanleiding van deze analyse is er een pakket van eisen opgesteld, daaruit is vervolgens een functieanalyse gemaakt. Na deze fase zijn oplossingen bedacht die de verschillende functies van de functieanalyse kunnen vervullen. De functieervullingen zijn in een morfologisch overzicht geplaatst. Uit het morfologisch overzicht komen concepten. De concepten moeten voldoen aan de vaste eisen van het pakket van eisen. Deze concepten worden getoetst door middel van de Kesselringmethode met de variabele eisen. Hieruit volgt het eindconcept dat vervolgens uitgewerkt is.

De Opdracht bij *Logiqs Agro* is gekozen omdat dit een opdracht in de agrarische sector was. Er is tijdens een blok op de opleiding een opdracht gedaan voor *Logiqs Agro*. Hier werd duidelijk wat voor machines er werden gemaakt. Verder was er tijdens de gesprekken bij *Logiqs Agro* een goede sfeer aanwezig.

2. Achtergronden

In dit hoofdstuk wordt het bedrijf beschreven en op welke afdeling dit project werd uitgevoerd. Verder wordt de opdracht beschreven en de projectgrenzen besproken.

2.1. Logiqs Agro International B.V.

Logiqs Agro International B.V. (voorheen *Alcoa Agro* en *Intransit*) realiseert logistieke systemen voor de glastuinbouw over de hele wereld. Het bedrijf is onderdeel van de *Leen Huisman Group* en deelt het pand met zusterbedrijf *Leen Huisman*. *Logiqs Agro International* is gevestigd in Maasdijk, regio Westland.

Logiqs Agro International ontwikkelt en levert de hard- en software voor het compleet automatiseren van de glastuinbouw. Ze hebben zich gespecialiseerd in het intern transport met behulp van containers. Deze containers worden getransporteerd door middel van transportbanen, liften, shuttles, automatische gevelwagens, automatische wagens en pijpenbanen. Het transport in de werkruimte wordt in de meeste gevallen verzorgd door overheadkranen en 3D-kranen.

Het bedrijf is in 2009 failliet gegaan. Na de doorstart zijn er bij *Logiqs Agro International* nog veertien vaste werknemers gecontracteerd en huurt het bedrijf bij grotere projecten extra mensen in. Daarnaast besteedt *Logiqs Agro International* veel werk uit aan andere bedrijven.

In het pand van *Leen Huisman* beschikt *Logiqs Agro International* over een werkplaats, kantoor en magazijn.

Op de tweede verdieping, boven het magazijn, heeft *Logiqs Agro International* een testopstelling (figuur 1) waar enkele (nieuwe) machines worden getest. De testopstelling wordt ook als demonstratiestelling gebruikt.



figuur 1. Demoruimte / testopstelling Logiqs Agro International

2.2.Afdeling

De afdeling waar het project wordt uitgevoerd is op de afdeling R & D (Research & Development). Hier worden complete transport systemen bedacht en de engineering hiervan gedaan. Daarnaast worden hier de werktekeningen gemaakt om uiteindelijk de machines te kunnen produceren. Complete systemen met hierbij de transportsystemen worden in de kas lay-out getekend. Dit gebeurt in het tekenprogramma Creo Elements Direct Drafting. In Creo Elements Direct Modeling worden de systemen en machines gemodelleerd en gedetailleerd.

2.3.Opdracht omschrijving

In deze paragraaf wordt verduidelijkt welke opdracht voor *Logiqs Agro International* wordt gedaan.

2.3.1. Aanleiding

Voor het transporteren van containers gebruikt *Logiqs* pijpenbanen zie figuur 2, waarover containers bewegen. In de figuur is de pijpenbaan links te zien en de automatische wagen (AMW) rechts. Om deze containers van de pijpenbanen af te halen of op te zetten wordt er gebruik gemaakt van een AMW. Voorheen trok deze AMW aan een rij containers, zodat de eerstvolgende container op de wagen komt. Doordat het halen van containers tegenwoordig wordt gedaan door middel van shuttles, is de AMW te zwaar geconstrueerd. De reden dat de AMW zo zwaar is geconstrueerd, is omdat de krachten die erop werken van het trekken van de containers groot zijn. Omdat de shuttle nu de containers haalt, zijn deze krachten niet meer van toepassing. Nu moet de wagen lichter worden geconstrueerd, waardoor de productiekosten uiteindelijk lager worden. *Logiqs* heeft een AMW gemaakt, waarbij niet meer een hele rij containers wordt getrokken. Maar bij het herontwerpen is niet stil gestaan om de gehele wagen aan te passen. Er is gekozen om op de AMW de benodigde onderdelen te zetten, zonder het frame en aandrijving aan te passen.



figuur 2 automatische wagen met pijpenbanen

2.3.2. Probleemstelling

De AMW is op dit moment te zwaar geconstrueerd, wat tot gevolg heeft dat deze te zwaar en te duur is. Door de gehele automatische wagen te herontwerpen moet het mogelijk zijn dat deze wagen lichter en goedkoper wordt. Hoe zwaarder de AMW des te groter de slijtage op bijvoorbeeld de wielen en hoe hoger het energie verbruik is. Doordat de AMW lichter wordt, worden de slijtage en het verbruik verminderd.

2.3.3. Projectomschrijving

Het verwachte resultaat zal zijn: een lichtere en goedkopere versie van de AMW. Om tot dit resultaat te komen zal er eerst een analyse moeten worden gedaan van de AMW, om vervolgens oplossingen te bedenken. De analyse is te vinden in bijlage II. De oplossingen worden in hoofdstuk 5 besproken. De concepten worden door middel van een Kesselringmethode beoordeeld, hieruit ontstaat een eindconcept. Dit eindconcept is verder uitgewerkt in hoofdstuk 6. Om deze oplossing verder te onderbouwen zal er een krachtenberekening gedaan moeten worden voor de benodigde onderdelen. Deze zijn te vinden in bijlage III.

2.3.4. Doelstelling

Tijdens het afstuderen worden de volgende doelstelling behaald:

- Plan van aanpak
- Analyseren van huidige automatische wagen
- Mogelijke concepten bedenken
- De concepten beoordelen en tot een eindconcept komen
- Van het eindconcept een 3D-model maken

2.3.5. Projectactiviteiten

In dit project zullen de volgende activiteiten worden uitgevoerd:

- Analyse van de bestaande automatische wagen
- Het 3D teken programma Creo Elements Direct Modeling onder de knie krijgen
- Mogelijke concepten bedenken om het probleem op te lossen
- De mogelijke concepten afwegen en tot een eindconcept komen
- Het eindconcept uitwerken tot een ontwerp
- Van het ontwerp een eindrapportage opstellen
- Een eindpresentatie(scriptieverdediging) geven over de bevindingen

3. Concurrentieanalyse

In dit hoofdstuk komen de volgende onderwerpen aanbod: SWOT-analyse huidig probleem en projectgrenzen. Op dit moment zijn er twee concurrenten die automatische wagens gebruiken. Dit zijn *Frans van Zaal totaal techniek* en *HAWE Codema Systemsgroup*. Beide gebruiken de automatische wagen als transport voor containers. Beide bedrijven hebben geen shuttles. Hierdoor staan er geen shuttles op de wagen.

Frans van Zaal totaal techniek

Frans van Zaal maakt gebruik van een simpele wagen die containers op de wagen trekt door middel van een kettingsysteem. De container blijft achter de ketting haken en wordt op de wagen getrokken. Dit is hetzelfde mechanisme dat *Logiqs Agro International* gebruikt. Het nadeel van dit systeem is dat er een enkel systeem op zit voor de veiligheid. Dit is een schakelbumper en een simpele detectie scanner. Daarbij is de wagen goedkoper dan de huidige wagen van *Logiqs* en van *HAWE Codema Systemsgroup*. Zie figuur 3.



figuur 3 Automatische wagen Frans van Zaal

HAWE Codema Systemsgroup

De wagen van *HAWE* maakt gebruik van een kettingsysteem om een container op de wagen te trekken. Op deze automatische wagen staan meer onderdelen voor de veiligheid, dan op de wagen van *Frans van Zaal*. Hierbij zijn er laserscanners, schakelbumpers en noodstopknoppen op de wagen geplaatst. Dit systeem is duurder dan het systeem van *Frans van Zaal*, maar goedkoper dan het systeem van *Logiqs*. Zie figuur 4.



figuur 4 Automatische wagen HAWE

3.1.SWOT-analyse

In deze alinea wordt er een SWOT-analyse gegeven van het huidige probleem. Hierin worden de sterkten, zwakte, kansen en bedreigingen besproken van de huidige AMW. Hier komt ook het huidige probleem naar boven.

Sterkte

De sterke kanten van de AMW zijn dat de wagen automatisch door middel van shuttles container kan halen en brengen naar de desbetreffende locatie. Op dit moment heeft de AMW een goed imago. De AMW heeft geen ongelukken veroorzaakt, dit in tegenstelling met de concurrentie. Op dit vlak is de AMW van *Logiqs* een stap voor op de concurrentie.

Zwakte

Op dit moment is de AMW te duur. De concurrentie heeft op dit moment een goedkopere oplossing.

Kansen

De AMW kan in combinatie met de shuttles worden gebruikt, dit kan de concurrentie niet.

Bedreigingen

De concurrentie zal een alternatief bedenken op de combinatie AMW met shuttles. Hierop moet *Logiqs* reageren en zorgen dat *Logiqs* de concurrentie voor blijft.

Conclusie SWOT-analyse

Op dit moment is de concurrentie positie niet optimaal. De AMW heeft wel het voordeel dat er in combinatie met shuttles gewerkt kan worden. Deze combinatie kan de container halen en brengen naar de bestemming. Maar doordat de AMW te zwaar is geconstrueerd en dus ook te duur, is voor de functie dat de AMW vervult, de concurrentie positie niet optimaal. Door de AMW goedkoper en

lichter te herontwerpen is de AMW de concurrentie voor. Hierdoor ontstaat er de mogelijkheid dat er nieuwe klanten zich aanmelden.

Afwegingen concurrentie

Om duidelijk te kunnen weergeven waarin de concurrentie beter of slechter in vergelijking met *Logiqs Agro* is, is er een tabel gemaakt zie tabel 1.

Functie	Frans van Zaal	HAWE	Logiqs Agro
Kosten	++	+	-
Constructie	+	++	++
Veiligheid	-	+	++
Multifunctioneel	0	0	++

tabel 1 Concurrentie tabel

Conclusie

Uit de tabel is op te maken, dat alleen gezien qua kosten de automatische wagen van Logiqs Agro achterloopt op de concurrentie. Maar dat de wagen van Logiqs Agro voorloopt op de andere functies. Hieruit kan worden opgemaakt dat als de kosten van de automatische wagen lager worden, dat de automatische wagen de concurrentie voor is.

3.2.Projectgrenzen

In deze paragraaf worden de projectgrenzen van het herontwerpen van de AMW besproken. Het project loopt van maandag 11 februari 2013 t/m vrijdag 7 juni 2013. In deze periode wordt de projectopdracht uitgevoerd. Voor 12:00 op 7 juni 2013 dient de eindschrijving op de Haagse Hogeschool te Delft te zijn ingeleverd. Hierna wordt alleen nog de scriptieverdediging gedaan.

Naar de volgende onderdelen zal worden gekeken:

- Er zal alleen worden gekeken naar het herontwerpen van de automatische wagen met betrekking op shuttles en containers met de aankoppeling op de verwarmingsbuizen en pijpenbaan
- De gehele aandrijving van de AMW (motor en as)

Naar de volgende onderdelen zal niet worden gekeken:

- Elektrische onderdelen, alleen de werking van de wagen moet hetzelfde blijven
- Indeling van de kas
- Ander soort voeding van de automatische wagen
- Opties die op de AMW gemonteerd kunnen worden zoals een kraan.
- Huidige veiligheidssysteem aanpassen

4. Pakket van eisen & functieanalyse

In dit hoofdstuk wordt het pakket van eisen behandeld en welke doelen en functies de automatische wagen heeft. Hier is een analyse aan voorgegaan, deze staat in bijlage II.

4.1. Pakket van eisen

In het pakket van eisen staan van de eisen en wensen voor de AMW opgesplitst in twee categorieën. De categorie behoort tot functionele eisen zie tabel 2 of fabricage eisen zie tabel 3. Verder zal iedere eis beoordeeld worden of het een vaste, variabele eis of wens is. Ieder concept zal aan de vasten eisen moeten voldoen. Variabele eisen zijn eisen waarin gevarieerd kan worden. De concepten zullen worden getoetst op de variabele eisen. De wensen worden alleen ingewilligd indien deze niet de kostprijs te veel zullen opdrijven.

4.1.1. Functionele eisen

Nr.	Omschrijving	Vaste eis	Variabele eis	Wens
1.1	AMW bestand tegen vuil	X		
1.2	CE-markering	X		
1.3	Laag energie verbruik		X	
1.4	De AMW moet containers en shuttles kunnen verplaatsen naar de daardoor aangegeven posities	X		
1.5	De AMW moet aan de veiligheidseisen NEN-EN ISO 12100 voldoen	X		
1.6	De AMW moet een snelheid van 1.6m/s kunnen rijden	X		
1.7	De AMW moet binnen 5 meter stil staan	X		
1.8	De maximale lengte van uitsteken van het pijpendek is breedte van de wagen gedeeld door 2	X		
1.9	De AMW moet één shuttle en één container kunnen meenemen	X		
1.10	De AMW mag niet verder doorbuigen dan de maximale doorbuiging volgens de normen 1 mm doorbuiging bij 250 mm aan lengte	X		
1.11	Er mogen geen plastische vervormingen optreden	X		
1.12	Maximaal massa van de container is 700 kg	X		
1.13	De AMW moet één shuttle mee kunnen nemen à 150 kg per stuk	X		
1.14	De capaciteit is hetzelfde of beter dan huidig systeem		X	
1.15	De AMW mag niet corroderen	X		
1.16	Voor onderhoud moet er gemakkelijk bij de verschillende onderdelen gekomen worden		X	
1.17	Voor het schoonmaken van de verschillende onderdelen moet er schoongemaakt kunnen worden met ontsmettingsmiddelen waarbij zouten en zuren aanwezig kunnen zijn	X		

tabel 2 functionele eisen

4.1.2. Fabricage eisen

Nr.	Omschrijving	Vaste eis	Variabele eis	Wens
2.1	De AMW moet zo min mogelijk geluid produceren		X	
2.2	De AMW dient zonder belemmeringen te kunnen bewegen.	X		
2.3	Uitstekende delen moeten worden vermeden, indien de AMW aan het rijden is.			X
2.4	De AMW moet containers van een lengte van minimaal 4500 mm tot maximaal 8000 mm mee kunnen nemen	X		
2.5	De AMW moet containers van een breedte van minimaal 1500 mm tot maximaal 1700 mm mee kunnen nemen	X		
2.6	Geschikt voor buitenklimaat			X
2.7	Geschikt voor één type container per kweker			
2.8	Minimale systeemhoogte rijden op betonpad 700 mm. Dit is de hoogte van bovenkant container tot betonpad.	X		
2.9	Hoogte van de verwarmingsbuizen t.a.v. betonpad is 250 mm(dit is 190 mm lager dan hoogte van de pijpenbaan)	X		
2.10	Hoogte van de pijpenbaan bovenkant buis t.a.v. betonpad is 440 mm	X		
2.11	Hart op hart maat van de containerpijpen is minimaal 2500 mm maximaal 4500 mm	X		
2.12	Hart op hart maat van het pijpendek is minimaal 1500 mm maximaal 2200 mm	X		
2.13	De breedte van de AMW is de container breedte	X		
2.14	De afmetingen van de shuttle zijn als volgt: 1446 mm breed en 1570 mm lang	X		
2.15	De AMW moet een bevestiging bevatten om gekoppeld te kunnen worden aan de AKAPP	X		
2.16	De herontworpen AMW dient een lager gewicht te hebben, dan de huidige AMW	X		
2.17	De AMW is eenvoudig te assembleren		X	
2.18	De AMW moet volgens het ARBO reglement geassembleerd kunnen worden.	X		
2.19	Het systeem moet zo eenvoudig mogelijk zijn		X	
2.20	De herontworpen AMW moet een lagere kostprijs hebben dan de huidige AMW.	X		

tabel 3 fabricage eisen

4.2.Doel

Het doel van de machine is wat deze uiteindelijk moet kunnen bereiken. Hierbij wordt niet omschreven hoe de machine dit doet. Het doel van de automatische wagen is als volgt:

- Het automatisch transporteren van containers en shuttles

4.3.Hoofdfunctie

Om de hoofdfunctie van de machine te volbrengen zijn er verschillende deelfunctie nodig om het gestelde doel te bereiken. De hoofdfunctie van de automatische wagen is dan ook:

- De shuttles en containers naar de daarvoor aangegeven plaats transporteren

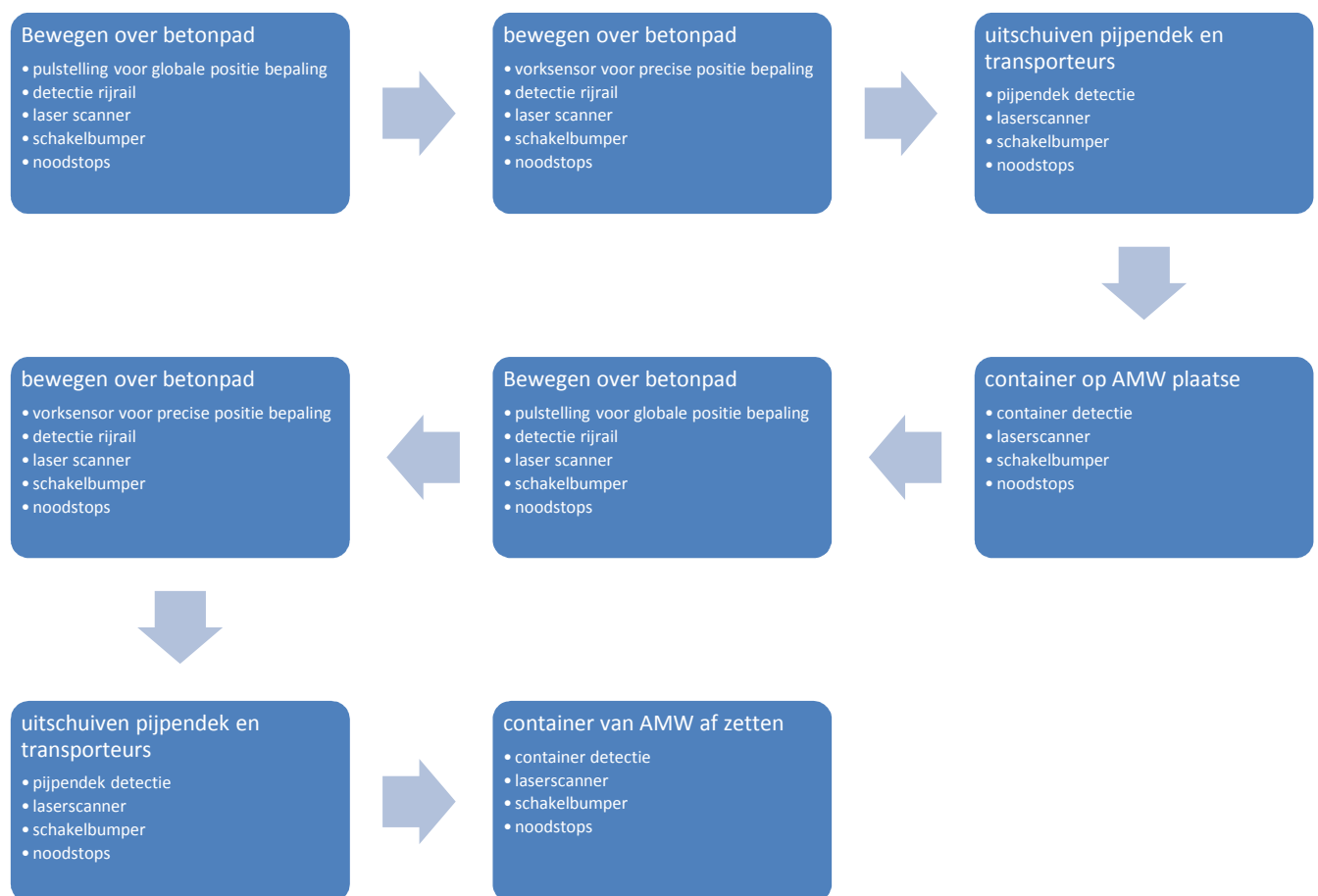
4.4.Deelfuncties

Om de hoofdfunctie te vervullen zijn er enkele deelfuncties:

- De automatische wagen zal zich moeten kunnen verplaatsen over het betonpad
- Shuttles moeten op en van de automatische wagen kunnen rijden. Om zo de shuttles te kunnen verplaatsen
- De automatische wagen zal de door de shuttle gepakte container naar een andere pijpenbaan moeten kunnen verplaatsen

4.5.Functieblokschema

Hieronder is het functieblokschema te zien in figuur 5. Hierin worden de verschillende functie gevisualiseerd. De titel van het blok geeft aan wat er voor functie uitgevoerd wordt. De onderwerpen die eronder staan zijn de hulpfuncties.



figuur 5 Functieblokschema

5. Morfologie

In dit hoofdstuk worden de verschillende concepten en oplossingen toegelicht. Hierbij worden van de verschillende oplossingen, die verschillende functies vervullen concepten gemaakt. Deze oplossingen worden in een morfologisch overzicht gezet. Uit het morfologisch overzicht komen concepten. Deze concepten worden later getoetst aan de criteria. Nadat de concepten getoetst zijn komt hier een eindconcept uit. Het complete conceptverslag staat in Bijlage IV, hierin staan ook de voor- en nadelen van de oplossingen.

De verschillende functies zijn:

- Bewegen over betonpad
- Container op de AMW plaatsen
- Verplaatsen pijpendek & transporteurs

5.1.Oplossingen bewegen over betonpad

In deze paragraaf worden de mogelijke concepten van het bewegen over betonpad besproken.

5.1.1. Wielen

De AMW laten bewegen door middel van wielen. De wielen rollen op het betonpad.

5.1.2. Rupsband

De AMW laten bewegen door middel van rupsbanden. De rupsbanden rollen op het betonpad.

5.1.3. Ketting

De AMW zit vastgemaakt aan een ketting die in de het betonpad is gemaakt. De ketting trekt de AMW voort. Wielen zorgen ervoor dat de AMW over het betonpad kan rollen.

5.2.Container op AMW plaatsen

In deze paragraaf worden de mogelijke functieervullingen van de transporteur besproken. De kettingtransporteur kan op twee manieren worden herontworpen:

- Andere goedkopere/simpelere versie van de kettingtransporteur, maar wel dezelfde werking
- Andere werking/mechanisme van de transporteurs

5.2.1. Shuttle brengt container op AMW

Bij deze oplossing haalt de shuttle de container, waarna de shuttle ook de container op de AMW zet. De kettingtransporteurs hebben geen kettingen meer. De transporteur wordt alleen gebruikt om de pijpen, waar de container op rijdt, naar de pijpenbaan te brengen en deze te koppelen. Hierbij moet ook het pijpendek gekoppeld zijn aan de verwarmingsbuizen. Nu kan de shuttle de container op de AMW brengen, hierdoor is de kettingtransporteur niet meer nodig.

5.2.2. Transporteur anders construeren met dezelfde werking

Bij deze oplossing blijft de werking van de kettingtransporteur hetzelfde, alleen wordt deze herontworpen. Dit concept maakt nog steeds gebruik van een ketting of iets vergelijkend. Bij dit concept wordt de transporteurs goedkoper en lichter geconstrueerd.

5.2.3. Bedienbare pal

Voor deze oplossing wordt de kettingtransporteur vervangen door een bedienbare pal. De ketting van de transporteur wordt verwijderd. Aan de zijkant van dit profiel wordt er een pal op gezet die omhoog en omlaag kan gaan. Deze pal moet kunnen bewegen over de lengte van het frame waarop het gemonteerd zit. De werking van het systeem van en naar de pijpenbaan bewegen is nog hetzelfde. De pijpen waar de container op de AMW moet rijden zijn nu op de transporteurs gemonteerd.

Werking

De transporteurs bewegen naar de pijpenbaan, zodat dit gekoppeld zit aan de pijpenbaan. Nu gaat de bedienbare pal onder de container, waarna de pal omhoog gestoken wordt en achter de rand van de container blijft hangen. Nu beweegt de pal terug richting de AMW, zodat de pal nu de container op de AMW trekt. Nadat de container op de AMW staat worden de transporteurs ingetrokken. De pal blijft de container vasthouden, indien de container aan dezelfde zijde, als waar de container is opgehaald terug gezet moet worden. Als de container aan de andere zijde terug gezet moet worden dan dat deze opgehaald is, worden de volgende acties ondernomen: als de bedienbare pal de container op de AMW heeft getrokken pakt een ander systeem de container vast, zodat de container niet meer kan bewegen. In de tussentijd verplaatst de pal naar de andere zijde van de transporteur, zodat de pal de container nu in de goede pijpenbaan kan zetten.

Er hoeft maar aan één zijde een bedienbare pal gemonteerd te worden. Aan beide kanten moet wel een buis zijn waar de container op rijdt.

De bedienbare pal heeft een tweesplitsing aan de bovenzijde, zodat als de container naar het einde van de AMW is getrokken de andere pal de container gaat duwen naar de eindbestemming. Ook als de container op de AMW staat niet meer van de AMW kan afrijden.

5.2.4. Robotarm

Om de container te pakken wordt er gebruik gemaakt van een robotarm. Deze arm grijpt de container beet en trekt deze op de AMW en kan deze ook van de AMW afzetten. Om te zorgen dat de container niet van de AMW af kan rijden blijft de robotarm deze vasthouden.

5.2.5. Elektromagneet

Om de container te pakken is er op iedere container een stalen strip geplaatst. Om nu de container te pakken zal er een elektromagneet naar de container bewegen. De container zal nu door middel van de elektromagneet de AMW opgetrokken worden.

5.3.Oplossingen verplaatsen pijpendek & transporteurs

In deze paragraaf worden de mogelijke concepten van het verplaatsen van pijpendek & transporteurs.

5.3.1. Lagers

Het mechanisme wordt verbonden door middel van lagers. Dit mechanisme steunt op de lagers en wordt geklemd door middel van deze lagers.

5.3.2. Wielen

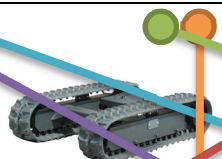
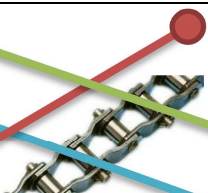
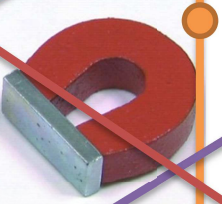
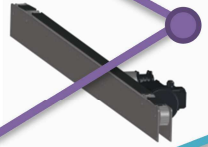
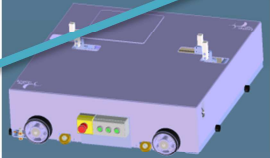
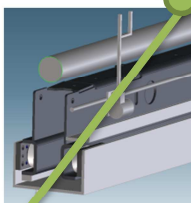
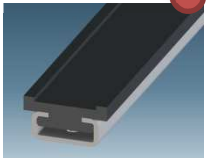
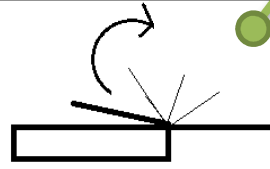
Het mechanisme wordt door middel van wielen verplaatst. Hierbij moet nog wel een onderdeel worden verzonden om te zorgen dat het mechanisme vast zit.

5.3.3. Glijprofiel

Het mechanisme glijdt over het glijprofiel en kan zo de beweging maken naar de pijpenbanen. Om te zorgen dat het profiel op de goede positie blijft zal er een systeem verzonden moeten worden om het mechanisme vast te kunnen klemmen.

5.4. Morfologisch overzicht

Om verschillende concepten te kunnen maken wordt er gebruik gemaakt van een morfologisch overzicht. De verschillende functies moeten worden vervuld door een oplossing. In tabel 4 is het morfologisch overzicht te zien. Hierin staan de verschillende functieervullingen en hiervan de oplossingen.

Functie	1	2	3	4	5
Bewegen over betonpad	 Wielen	 Rupsband	 Ketting		
Container op AMW plaatsen	 Robotarm	 Elektromagneet	 Herontwerpen transporteur	 Shuttle	 Bedienbare pal
Verplaatsen pijpendek & transporteurs	 Lagers	 Wielen	 Glijprofiel	 uitklappen	

tabel 4 Morfologisch overzicht

Concept 1

Concept 1 is de blauwe belijning. Het concept bestaat uit: bewegen over betonpad met wielen, de container op de AMW zetten door middel van een shuttle, het verplaatsen van het pijpendek & transporteurs door middel van lager.

Concept 2

Concept 2 is de oranje belijning. Het concept bestaat uit: bewegen over betonpad door middel van rupsbanden, de container op de AMW zetten door middel van een elektromagneet, het verplaatsen van het pijpendek & transporteurs door middel van wielen.

Concept 3

Concept 3 is de rode belijning. Het concept bestaat uit: bewegen over betonpad door middel van een ketting, de container op de AMW zetten door middel van een robotarm, het verplaatsen van het pijpendek & transporteur door middel van een glijprofiel.

Concept 4

Concept 4 is de paarse belijning. Het concept bestaat uit: bewegen over betonpad door middel van wielen, de container op de AMW zetten door middel van een herontworpen kettingtransporteur, het verplaatsen van het pijpendek & transporteur door middel van lagers.

Concept 5

Concept 5 is de groene belijning. Het concept bestaat uit: verplaatsen over betonpad door middel van rupsbanden, de container op de AMW zetten door middel van bedienbare pal, het verplaatsen van het pijpendek & transporteurs door middel van het systeem uitklappen.

5.4.1. Functionele & fabricage eisen

Om de verschillende concepten te kunnen toetsen op functionele en fabricage eisen zullen aan deze eisen weegfactoren gekoppeld moeten worden. De functionele en fabricage eisen zijn in twee verschillende tabellen gezet zie: tabel 5 en tabel 6. Om de weegfactoren te kunnen bepalen worden alle eisen ten opzichte van elkaar vergeleken. Iedere keer worden twee eisen met elkaar vergeleken daarbij krijgt de belangrijkste eis één punt. In de tabel worden alle punten opgeteld daarna worden deze vermenigvuldigd met 3/3(hoogste weegfactor gedeeld door de hoogste bepaalde score). De criteria hebben tenminste een weegfactor van "1".

Functionele eisen	Weegfactor	Concept 1 (blauw)	Concept 2 (oranje)	Concept 3 (rood)	Concept 4 (paars)	Concept 5 (groen)
Kosten	X	1	1	1	3	3
Capaciteit	0	X	1	1	2	2
Bij onderdelen komen	0	0	X	1	1	1
Energie verbruik	0	0	0	X	1	1

tabel 5 weegfactoren functionele eisen

Kosten

De kosten (om de wagen in bedrijf te houden) is het belangrijkste criterium, dit omdat de hele opdracht draait om te zorgen dat de AMW goedkoper wordt. Daarom is dit criterium belangrijker dan alle andere criteria.

Capaciteit

De AMW dat herontworpen wordt, moet geen negatief effect hebben op de capaciteit. Dit criterium is op de kosten na het belangrijkste criterium.

Bij de onderdelen komen

Indien er iets aan de AMW stuk gaat moet dit zo eenvoudig mogelijk te repareren zijn. Door te zorgen dat er eenvoudig bij de onderdelen gekomen kan worden, is het repareren eenvoudiger. Dit criterium is minder belangrijk dan bovengenoemde.

Energie verbruik

Het energie verbruik is een vaste last van de tuinder als de AMW wordt gebruikt. Als deze lager is, wordt de AMW als deze in bedrijf is goedkoper. Dit heeft geen negatief effect op *Logiqs*, alleen voor de tuinder die de AMW in bedrijf heeft. Dit criterium is het minst belangrijk. Maar omdat de weegfactor niet lager kan zijn dan weegfactor 1 krijgt dit criterium een weegfactor van 1.

Fabricage eisen	Weegfactor	Concept 1 (blauw)	Concept 2 (oranje)	Concept 3 (rood)	Concept 4 (paars)	Concept 5 (groen)
Kosten(materieel)	X	1	1	1	3	3
Complexiteit	0	X	1	1	2	2
Eenvoudig te assembleren	0	0	X	1	1	1
Geluidproductie	0	0	0	X	1	1

tabel 6 weegfactoren fabricage eisen

Kosten

De kosten (van alle onderdelen) is het belangrijkste criterium, omdat de hele opdracht bestaat uit om ervoor te zorgen dat de AMW goedkoper wordt. Daarom is dit criterium belangrijker dan alle andere criteria.

Complexiteit

De AMW moet zo eenvoudig mogelijk gemaakt worden. De reden is, hoe minder complex het systeem, hoe eenvoudiger de AMW te programmeren is. Dit is op de kosten na het belangrijkste.

Eenvoudig te assembleren

De assemblage kosten zijn de kosten die gemaakt worden tijdens het in elkaar zetten in de werkplaats. Als deze lager zijn, dan is het goedkoper om de AMW in elkaar te zetten. Dit criterium is minder belangrijk dan de hierboven genoemde criteria. Het assembleren gebeurt maar één keer, daarom is dit minder belangrijk.

Geluidproductie

Doordat er al een groot systeem van *Logiqs* in de kas aanwezig is, is er al een redelijke geluidsproductie. Hierdoor is het niet heel belangrijk dat de AMW een lage geluidsproductie heeft. Dit is een criterium dat niet belangrijker is dan één van de bovengenoemde. Maar omdat de weegfactor niet lager kan zijn dan weegfactor 1 krijgt dit criterium toch een weegfactor van 1.

5.4.2. Puntenbepaling concepten

Om de verschillende concepten te kunnen beoordelen met behulp van de weegfactoren zullen de functionele en fabricage eisen in een tabel gezet moeten worden. Voor het aantal punten dat een concept kan verdienen is het aantal concepten in dit geval 5 maal de weegfactor. In tabel 7 & tabel 8 worden de weegfactoren met het aantal punten vermenigvuldigd. Om de concepten te kunnen vergelijken op functionele en fabricage eisen zullen de concepten in een grafiek gezet worden.

Criteria functioneel	Weegfactor	Concept 1 (blauw)	Concept 2 (oranje)	Concept 3 (rood)	Concept 4 (paars)	Concept 5 (groen)
Kosten	3	5	3	1	4	2
Capaciteit	2	1	5	5	5	5
Bij onderdelen komen	1	5	3	4	2	1
Energie verbruik	1	5	2	1	4	3
Ongewogen		16	13	11	15	11
Gewogen		27	24	18	28	20
Procentueel(35=100%)		77	69	51	80	57

tabel 7 functionele eisen met weegfactoren

Kosten

De kosten om het geheel in bedrijf te houden zijn voor concept 1 het goedkoopste. Dit omdat hier geen extra onderdelen op de AMW worden gezet en krijgt 5 punten. De meeste kosten worden gemaakt door concept 3, omdat hier een robotarm die door meerdere elektromotoren aangedreven wordt, in bedrijf moet worden gehouden en dit concept krijgt 1 punt. Nu is een rupsaandrijving duurder om functioneel te houden in vergelijking met wielaandrijving. Hierdoor is concept 4 na concept 1 het goedkoopste, deze krijgt 4 punten. Om een systeem te kunnen uitklappen, is duurder om functioneel te houden, dan een systeem dat uitschuift. Hierdoor is concept 5 duurder dan concept 2. Concept 5 krijgt 1 punten en concept 2, 2 punten.

Capaciteit

Alleen concept 1 heeft een nadelig effect op de capaciteit en krijgt 1 punt. Dit komt omdat de shuttle moet wachten, totdat de AMW goed staat en dat de shuttle de container op de AMW kan zetten. Hierdoor gaat er tijd verloren van de shuttle. De rest van de concepten krijgen 5 punten.

Bij onderdelen komen

Bij concept 1 kan er het gemakkelijkst bij de onderdelen gekomen worden, dit omdat er geen extra onderdelen op de AMW komen, deze krijgt 5 punten. Concept 5 zitten de meeste onderdelen op de AMW. Dit belemmert dat er gemakkelijk bij de verschillende onderdelen gekomen kan worden, deze krijgt 1 punt. Concept 3 zet na concept 1 de minste onderdelen op de AMW, hierdoor is concept 3 na concept 1 het beste en krijgt 4 punten. Het grootste verschil tussen concept 2 en 4 zijn de wielen en de rups. Door de rups is er moeilijker bij de onderdelen te komen, hierdoor is concept 2 slechter en krijgt 2 punten en concept 4 krijgt 3 punten.

Energie verbruik

Concept 1 heeft dezelfde elektrische onderdelen als de rest behalve het verplaatsen van de container, dit doet de shuttle, hierdoor krijgt concept 1, 5 punten. Concept 3 maakt gebruik van een robot arm, deze verbruikt de meeste stroom in vergelijking met de andere concepten, hierdoor krijgt concept 3, 1 punt. Concept 2 maakt gebruik van een elektromagneet, indien de elektromagneet aanstaat gebruikt deze veel energie en in combinatie met een rupsaandrijving komt deze na concept 3 laatste op de plaats en krijgt 2 punten. Concept 4 gebruikt minder energie dan concept 5, dit komt door het verschil tussen rupsaandrijving en wiel aandrijving. Rups gebruikt meer energie. Verder gebruikt het uitklappen van een systeem meer energie, omdat iets omhoog getild moet worden in plaats van uitschuiven. Concept 4 krijgt 3 punten en concept 5 krijgt 2 punten.

Criteria fabricage	Weefactor	Concept 1 (blauw)	Concept 2 (oranje)	Concept 3 (rood)	Concept 4 (paars)	Concept 5 (groen)
Kosten	3	5	2	1	4	3
Complexiteit	2	5	3	1	4	2
Eenvoudig te assembleren	1	5	2	4	3	1
Geluidsproductie	1	3	2	5	4	1
Ongewogen		18	10	11	14	7
Gewogen		33	16	14	27	15
Procentueel(35=100%)		94	46	40	77	43

tabel 8 fabricage eisen met weefactoren

Kosten

Concept 5 is het goedkoopste omdat er alleen onderdelen van de AMW worden afgehaald, dit concept krijgt 5 punten. Het duurste is het concept met de robotarm. De robotarm is het duurste onderdeel van alle concepten, hierdoor is concept 3 het duurste concept en krijgt 1 punt. Het herontwerpen van de meenemer in combinatie met wielen is goedkoper dan de twee concepten met rups en de magneet en pal. Indien de magneet en pal worden gekozen zullen er extra systemen moeten komen om de container vast te houden en om te zorgen dat de container in de tegenovergestelde kant gezet kan worden. Zo is concept 4 hierna het goedkoopste en krijgt 4 punten. Tussen concept 2 en 5 is het grootste verschil, bij het verplaatsten van de transporteur en pijpendek. Om het systeem uit te kunnen klappen zal er een extra systeem moeten komen om te kunnen zorgen dat, dit kan gebeuren. Hierdoor is concept 5 het duurste van de twee. Concept 5 krijgt 2 punten en concept 2, 3 punten.

Complexiteit

Het meest complexe concept is concept 3. Dit komt doordat dit concept gebruik maakt van een robotarm. Hierdoor krijgt dit concept de minste punten, dit concept krijgt 1 punt. Het minst complexe concept is concept 1, omdat hier alleen onderdelen afgehaald worden, dit concept krijgt 5

punten. Hierna is voor de vergelijking van de aandrijving het meest complex om een rupsaandrijving te gebruiken. Hierdoor zijn concept 2 en 5 het complexst op concept 3 na. Om een verschil te maken wordt er gekeken naar het verplaatsen van transporteur en pijpendek: het uitklappen en uitschuiven door middel van wielen. Het uitklappen is het meest complex in vergelijking met uitschuiven door middel van wielen. Hierdoor is concept 5 het complexst van de twee. Concept 5 krijgt 2 punten en concept 2, 3 punten. Concept 4 krijgt 4 punten.

Eenvoudig te assembleren

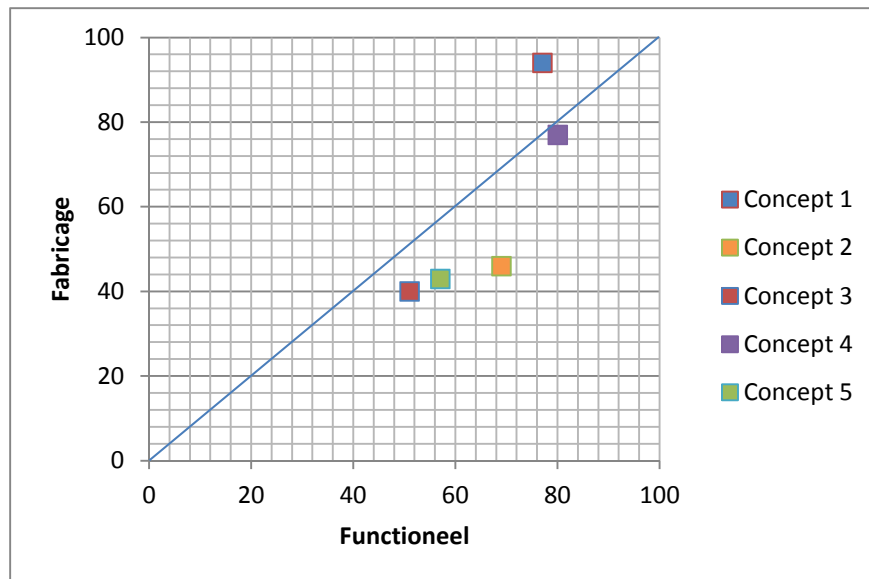
Het eenvoudigste te assembleren is concept 1, omdat er geen extra onderdelen op de AMW komen. Concept 1 krijgt 5 punten. Hierna is concept 3 het eenvoudigst te assembleren dit omdat er alleen een robotarm op de AMW geplaatst hoeft te worden, dit concept krijgt 4 punten. Het moeilijkst te assembleren is concept 5. Hier komen de meeste onderdelen op en een uitklapbaar systeem en een rupsaandrijving. Concept 2 maakt ook gebruik van een rupsaandrijving, hierdoor komt dit concept op 2 punten. Concept 4 krijgt 3 punten.

Geluidsproductie

Voor de aandrijving maakt de rupsaandrijving het meeste geluid, hierna de ketting en als laatste de wielen. Om de container op de AMW te krijgen maakt de shuttle het meeste geluid, opgevolgd door de magneet, hierna de pal en daarna de robotarm. Voor het verplaatsen van de transporteur en pijpendek maakt het uitklappen het meeste geluid, opgevolgd door lagers, en wielen en daarna het glijprofiel. Hierdoor komt concept 3 het beste uit de vergelijking en krijgt 5 punten. Gevolgd door concept 4, deze krijgt 4 punten. Hierna concept 1 en krijgt 3 punten. Concept 2 krijgt 2 punten en concept 4 krijgt 1 punt.

5.4.3. Keuze volgens Kesselringmethode

In figuur 6 is de grafiek te zien waarin de vijf concepten te vinden zijn. Met een score van (94,77) komt het concept met de shuttle het beste uit de Kesselringmethode. Maar doordat het herontwerpen van de transporteur op (77,80) punten komt wordt er nog een keer kritisch gekeken naar de twee concepten. Het verschil met de rest van de concepten is er gekeken naar de grafiek en is het verschil tussen concept 1 en 4 vele male kleiner dan met de rest van de concepten. Dus de twee concepten shuttle en herontwerpen van de transporteur hebben te weinig punten verschil om gelijk de conclusie te trekken dat het concept shuttle het beste is.



figuur 6 grafiek met functionele en fabricage eisen

Nadat er nog een keer kritisch over is nagedacht; is het volgende bedacht:

Er wordt een AMW ontworpen die modulair is. Hiermee wordt bedoeld dat er een standaard frame wordt gebruik, waarop de verschillende onderdelen geplaatst kunnen worden. De verschillende functies zijn:

Handwagen

De handwagen is een AMW, maar hierbij rijdt de AMW naar de gewenste positie. Hierbij rijdt er één bediener mee die deze handwagen bestuurt. Nadat de AMW op de gewenste positie is, moet de bediener het pijpendek met subframes uitschuiven. Hierna moet de container met de hand op de AMW worden getrokken en later van de AMW afgeduwd moet worden. De onderdelen zijn: twee maal een buissegment met een systeem dat de container vasthoudt.

Shuttle

Op de AMW zijn aan beiden zijde buizen geplaatst waar de container op gereden kan worden door de shuttle. Verder is er een systeem op geplaatst, die ervoor zorgt dat de container niet tijdens het rijden van de AMW kan afvallen. De onderdelen zijn: twee maal een buissegment met een systeem dat de container vasthoudt en een pijpendek.

Riemtransporteur

Op de AMW is aan de ene zijde een riemtransporteur geplaatst en aan de andere zijde een buis. De shuttle zet de container aan het begin van de pijpenbanen, zodat de AMW door middel van de riemtransporteur de container op kan pakken. De onderdelen zijn: één maal een buissegment, een riemtransporteur en een pijpendek.

6. Eindconcept

In dit hoofdstuk wordt het eindconcept uitgewerkt. De onderdelen die besproken worden zijn in de verloop van tijd aangepast aan de verschillende onderdelen waar de AMW uit bestaat. Nu is de volgorde waarin dit hoofdstuk is geschreven grotendeels de volgorde van ontwerpen. Maar tijdens het ontwerpen van de andere onderdelen worden de eerder ontworpen onderdelen nog aangepast.

6.1. Herontwerpen kettingtransporteur

Om de transporteur te kunnen herontwerpen moet er naar de volgende onderdelen gekeken worden:

- Vervanging voor de ketting
- Plaatsing van de transporteur

6.1.1. Vervanging ketting

Om een zo licht mogelijke oplossing te bedenken voor de kettingtransporteur zal er moeten worden gekeken naar de mogelijke oplossingen voor de ketting. In het bedrijf wordt er sinds kort gebruikt gemaakt van tandriemen zie figuur 7. De tandriemtransporteur is een lichtere en goedkopere oplossing dan een kettingtransporteur. Een andere oplossing is een bandtransporteur. Om een keuze tussen de drie te kunnen maken zal er gekeken worden naar de kosten, massa, formaat, onderhoud, levensduur en belasting. In tabel 9 worden de drie oplossingen met elkaar vergeleken.

	Kosten	Gewicht	Formaat	Onderhoud	Levensduur	Belasting
Kettingtransporteur	--	--	--	--	+	0
Tandriemtransporteur	+	++	++	++	-	0
Bandtransporteur	+	+	+	+	--	0

tabel 9 Vergelijking vervanging ketting

Uit tabel 9 kan worden opgemaakt dat de tandriemtransporteur de betere keuze is en deze zal ook uitgewerkt gaan worden om op de AMW te kunnen monteren.



figuur 7 tandriem

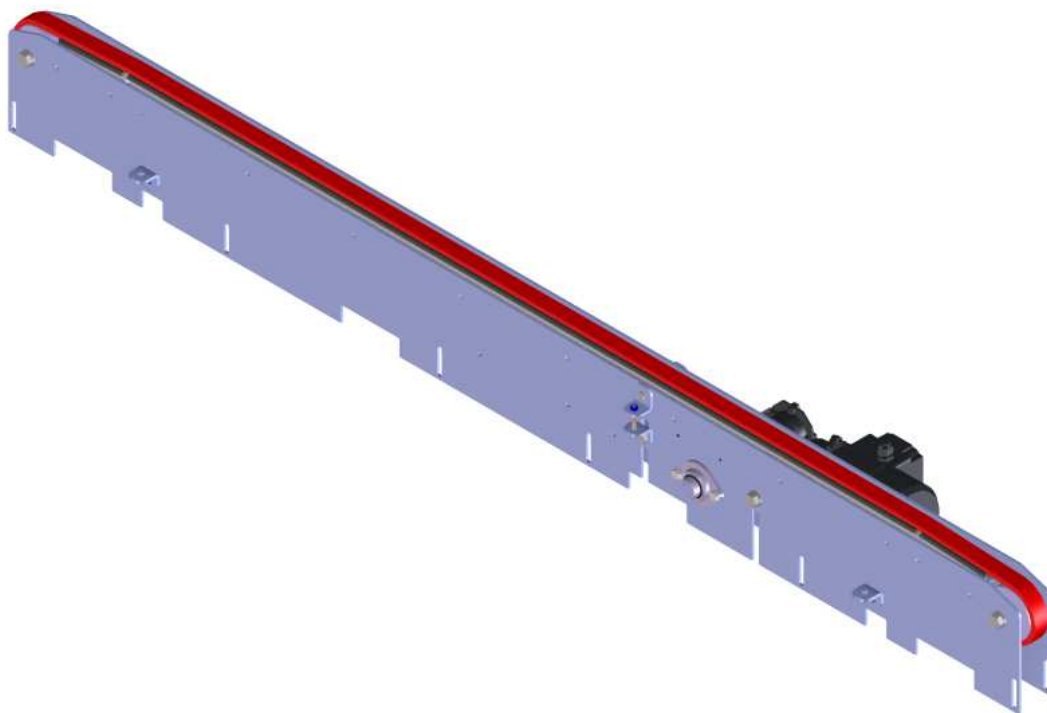
6.1.2. Plaatsing transporteur

Om het geheel lichter en goedkoper te kunnen maken, worden er niet twee transporteurs op de AMW geplaatst, maar één. Nu moet de container aan één zijde ondersteund worden door een buis

en aan de andere zijde ondersteund door de riemtransporteur. Als de riemtransporteur gaat draaien blijft de container achter de riem hangen en wordt de AMW opgetrokken.

6.1.3. Eindconcept transporteur

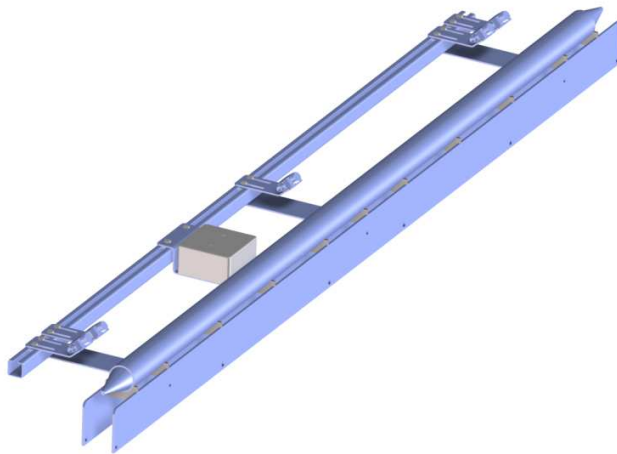
In figuur 8 is de oplossing te zien. Aan de beide zijden is een zijplaat met hierin gaten om het glijprofiel van de riem te kunnen bevestigen. Het glijprofiel is door middel van een gezet U-profiel aan elkaar gezet. Het U-profiel koppelt ook de twee zijplaten aan elkaar. Het glijprofiel wordt om de 200 mm ondersteund. Aan de zijkant van de bevestigingsplaat is een moment arm met elektromotor gemonteerd. De motor die gebruikt wordt, is een motor die al gebruikt wordt voor het aandrijven van een riemtransporteur. Om de riem goed over het profiel te kunnen leiden, zijn er keerrollen aan het einde tussen de twee platen gemonteerd. Hierbij is ook een spanner gemonteerd om te zorgen dat de riem op spanning te zetten en te houden is. Aan de twee bevestigingsplaten zijn vier oren vast gebout. Deze oren zorgen ervoor dat de transporteur omhoog en omlaag gezet kan worden, zodat aan elke hoogte van een container aangepast kan worden. Door de klant kunnen er verschillende containerhoogtes besteld worden en of later van containerhoogte gaan wisselen. Doordat de transporteur aan iedere hoogte aangepast kan worden, is dit geen probleem meer. Als de transporteur eenmaal op de gewenste hoogte is ingesteld, dan kan deze vast worden gezet. Om te zorgen dat de bouten het niet onmogelijk maken om de transporteur omhoog en omlaag te zetten, zijn in de twee zijplaten sleuven gemaakt. Aan beide uiteinden van de transporteur zijn schuine zijdes gemaakt, die onder een hoek staan van drie graden. Zo kan de container op de transporteur getrokken worden. De grote rechthoekige gaten die in de twee zijplaten zitten zijn ervoor dat de transporteur kan zakken, terwijl het pijpendek niet geraakt wordt. De kleine vierkante gaten zijn voor de oren, die op het subframe wordt gezet, om te zorgen dat de transporteur in hoogte verstelbaar kan zijn.



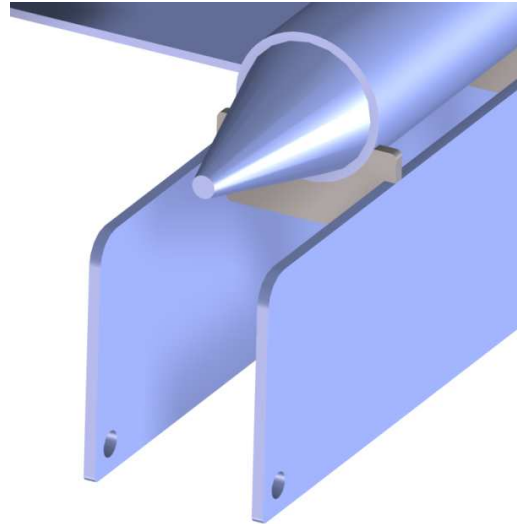
figuur 8 visualisatie riemtransporteur

6.2. Buissegment

Het buissegment is het frame waarop een buis gezet kan worden. Op deze buis rijdt de container. Het systeem is hetzelfde, als het frame van de riemtransporteur. Het bestaat uit twee zijplaten met om de 200 mm steunen, die de buis ondersteunen. De steun is een plaat waarin een uitsparing is gemaakt voor de buis en een U-vorm heeft, zodat de twee zijplaten aan elkaar gekoppeld kunnen worden. De steunen worden vast gelast aan de twee zijplaten, op de steunen wordt de buis gelast. Deze moeten beide dezelfde breedte hebben, zodat ze universeel gebruikt kunnen worden. In figuur 9 is het buissegment te zien. In figuur 10 is het detail te zien van de montage van de buis aan het frame.



figuur 9 visualisatie buissegment



figuur 10 detail buissegment

6.3. Koppelsysteem

Om de transporteur of een buissegment te kunnen monteren op de AMW is er een systeem nodig waar beide op gemonteerd kunnen worden. Zonder dat het koppelsysteem aangepast hoeft te worden. Het koppelsysteem zal ook voor de beweging en koppeling aan de pijpenbaan en shuttlebaan moeten zorgen. In figuur 13 is het koppelsysteem te zien. In figuur 14 is het koppelsysteem in detail te zien.

6.3.1. Geleiding

Als eerste is er gekeken naar hoe de geleiding en beweging gemaakt kan worden door middel van lagers. Voor de oplossing is er naar twee oplossingen gekeken:

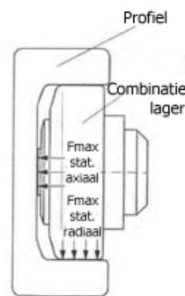
- Twee maal een gewoon lager
- Combinatie lager

Om het profiel goed te geleiden wordt er gebruik gemaakt van een combinatie lager. Voordeel van deze lager is dat er in de x en y richting gelagerd kan worden zie figuur 11. Bij het combinatielager is het wiel gelagerd, daarbij is er een gelagerd wiel dwars op het hoofdwiel gemonteerd. Voor de stevigheid van het koppelsysteem wordt er gebruikt gemaakt van twee C-profielen, deze zijn ook nodig zodat de combinatielagers goed hun werk kunnen doen. In deze profielen wordt het combinatielager gezet. Ruimte tussen de bovenkant van het lager en het profiel is 1 mm. Het wiel

loopt in het profiel. Het lager dat dwars is geplaatst zorgt ervoor, dat er tegen het profiel gedrukt kan worden. Hierdoor kan het lager in het C-profiel gedrukt worden, waardoor het alleen nog in één vrijheidsgraad kan bewegen zie figuur 12. De lagers die gebruikt worden, kunnen een belasting aan van 5230 N aan. Er wordt te allen tijde op vier lagers aan het uiteinde gesteund. Hierdoor kan er een belasting van 20.920 N, dit is 2131 kg. De massa dat op de transporteur komt is 700 kg, hierdoor hebben de lagers een veiligheidsfactor van +/- 3. De gekozen combinatielager is het goedkoopste en lichte versie van de combinatielagers. De lagers zijn gemonteerd aan een bak. Deze bak klemt de lagers in de twee C-profielen en de ruimte die eventueel over is wordt opgevangen door opvulplaatjes. De twee C-profielen zijn aan elkaar bevestigd door middel van vier plaatjes, die er ook voor zorgen dat de twee profielen maar op één manier gemonteerd kunnen worden en dat deze niet door kan gaan buigen.



figuur 11 combinatielager



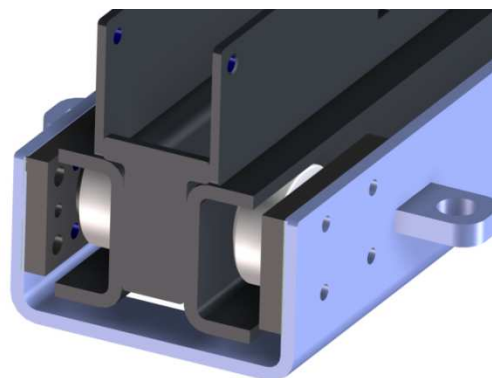
figuur 12 weergave combinatielager in C-profiel

6.3.2. Montage strip

Om de verschillende onderdelen op het koppelsysteem te kunnen plaatsen wordt er een zo eenvoudig mogelijk systeem bedacht. Dit is een strip met getapte gaten erin, die op de twee C-profielen zijn gelast. Aan deze strippen kunnen de verschillende onderdelen gemonteerd worden. Aan de zijkant van de bak waaraan de combinatielagers zijn gemonteerd worden vier oren gelast. Deze oren zorgen ervoor dat de systeemhoogte ingesteld kan worden. Door middel van een bout die door deze oren gaan en deze wordt bevestigd aan de demperplaat.



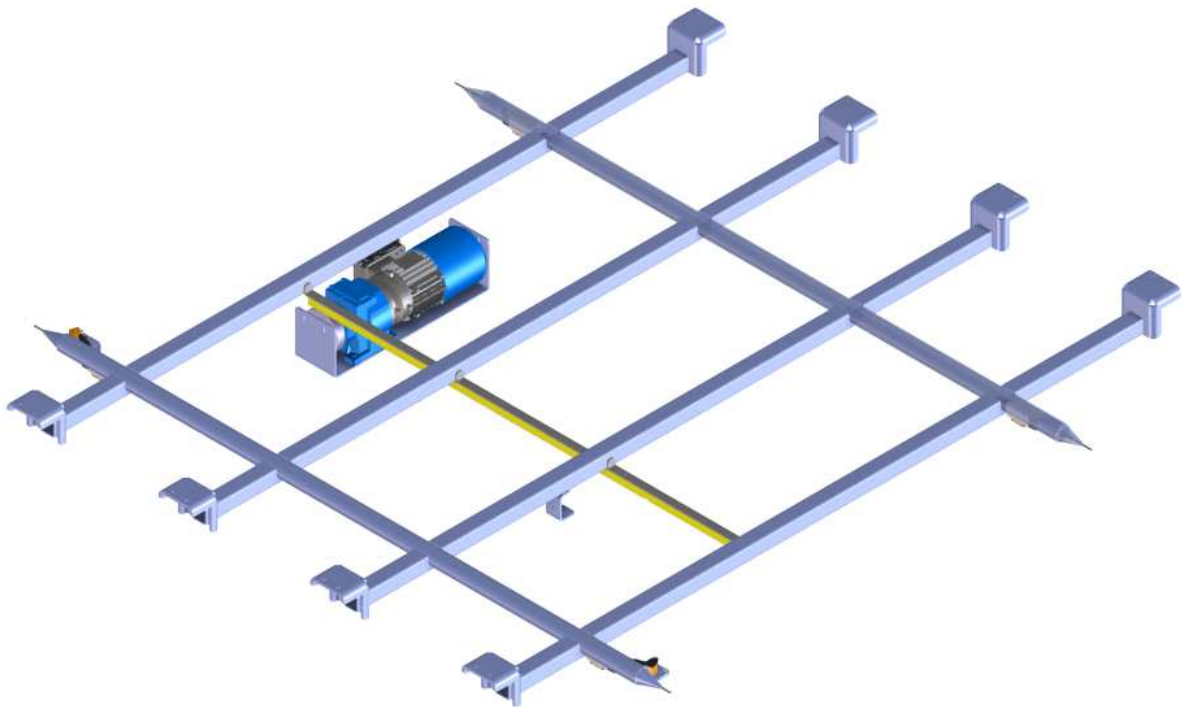
figuur 13 visualisatie koppelsysteem



figuur 14 detail koppelsysteem

6.4. Pijpendek

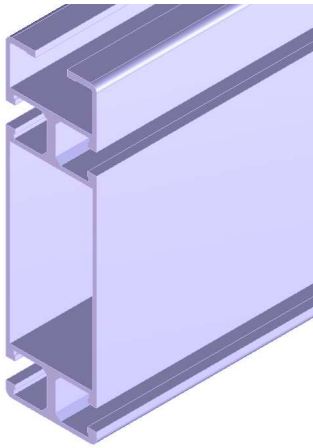
Het pijpendek moet ervoor zorgen dat een shuttle meegenomen kan worden op de AMW. Het pijpendek wordt direct verbonden aan het koppelsysteem. Hierdoor hoeft er maar één aandrijving te zijn, die zorgt voor de verplaatsing van de twee subframes en pijpendek. Het pijpendek bestaat uit vier kokers, die zijn vast gelast aan acht gezette platen. Deze gezette platen zijn aan het subframe gebout. In de kokers worden driekwart cirkels laser gesneden. Hierin worden de buizen, waarop de shuttle rijdt, geplaatst en vast gelast. Zie figuur 15 voor de visualisatie van het pijpendek. De motor die gekozen is voor het verplaatsen van het pijpendek, buissegment en transporteur is een motor met hetzelfde vermogen en koppel als de huidige AMW. Verder is de afstand van tandwiel tot tandheugel groter, hierdoor is er een groter tandwiel geplaatst.



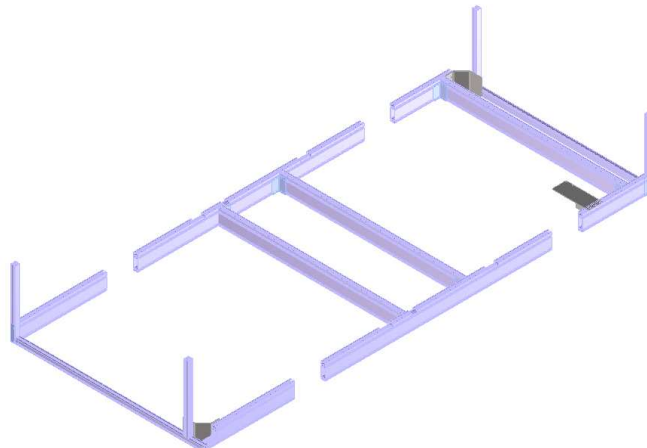
figuur 15 visualisatie pijpendek

6.5. Ombouw

Voor de ombouw van de AMW is er gekozen voor een A-track profiel. Dit is een profiel dat *Logiqs* speciaal heeft ontworpen. Het profiel gebruikt het bedrijf om containerbanen van te maken. De A-track profielen worden gebruikt, omdat deze goedkoop zijn, veel gemaakt worden en een standaard onderdeel is van *Logiqs*. Het profiel is van aluminium. De ombouw bestaat uit A-track profielen zie Figuur 16. Een ander groot voordeel is dat deze profielen veel mogelijkheden hebben om onderdelen op te kunnen monteren. Verder kunnen de profielen eenvoudig op maat gezaagd worden en zo de lengte en breedte van de AMW eenvoudig aan te passen is. Zie figuur 17 voor de gehele ombouw van de AMW.



Figuur 16 A-track profiel



figuur 17 visualisatie ombouw van de AMW

6.6. Wielstel

Nadat het eindconcept van de transporteur en buissegment met koppelsysteem is gekozen, kan er nu een combinatie gemaakt worden tussen de transporteur, buissegment, koppelsysteem, pijpendek en het wielstel. In deze paragraaf wordt het wielstel besproken. De maximale systeemhoogte van de AMW mag 440 mm bedragen, dit is vanaf het betonpad gemeten. Bij de huidige AMW is de systeemhoogte 715 mm. Er moet een oplossing komen om het systeem te kunnen verlagen en toch alles boven elkaar te kunnen plaatsen. Als alles boven elkaar geplaatst

is, worden de krachten direct door gegeven aan de wielen. Hierdoor ontstaat er geen moment in het frame, waardoor het hoofdframe verstevigt dient te worden.

6.6.1. Wiel keuze

Om een wielstel te kunnen maken zal er eerst een wiel gekozen moeten worden. Het huidige wiel heeft een diameter van 300 mm; als deze gebruikt zou worden in het ontwerp blijft er voor het totale systeem nog 140 mm over. Om hierin het gehele systeem te kunnen maken is vrijwel niet mogelijk. Er is gekeken naar een ander wiel. Daarbij is er gekeken naar een zo klein mogelijke diameter van het wiel, maar wat toch 1000 kg kan dragen. Bij de huidige wagen wordt er gebruik gemaakt van wielen die 2400 kg kunnen dragen. Met het programma Creo Elements is de massa van de AMW in kaart gebracht, dit is ongeveer 612 kg. Daarbij zijn nog niet de massa's van de container en shuttle meegerekend. De totale massa met container, shuttle en elektro onderdelen is 1500 kg. Hierdoor komt er in het ergste geval, indien het betonpad ongelijk is, komt het gehele gewicht op twee wielen. Nu komt er per wiel een massa van 750 kg op te staan.

Er kan van de hoogte van 150 mm uitgegaan worden. Het wiel waarvan uitgegaan is, is een wiel van D&M wielen zie figuur 18. Het is een Vulkollan aandrijf wiel met een gietijzeren kern. Het wiel heeft een diameter van 150 mm en de breedte van het wiel is 80 mm het wiel kan 1000 kg dragen. Vulkollan is het materiaal waarmee het loopoppervlak is bekleedt. Dit is een slijtvast materiaal, geluidsarm en heeft een enigszins dempende werking.

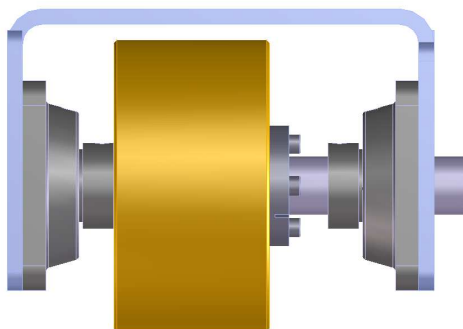


figuur 18 Vulkollan wiel

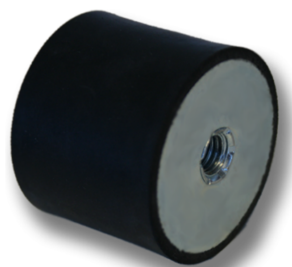
6.6.2. Wielstelframe

Om de wielen te kunnen bevestigen aan de AMW is een montage plaat nodig. Om te zorgen dat de wielen zo min mogelijk ruimte innemen, moet het frame dat de wielen vasthouden zo klein mogelijk worden. In figuur 19 is de wielstelbak te zien. Zo is de ruimte tussen het frame en wiel aan de bovenzijde zo klein mogelijk gehouden. In figuur 19 zijn aan de linker en rechterzijde de twee lagerhuizen te zien. Het licht grijze onderdeel is een spanbus. Met de spanbus wordt het wiel spelingsloos aan de as bevestigd. In figuur 21 is het totale wielstel te zien. De twee wielstelbakken zijn aan elkaar verbonden met A-track profielen.

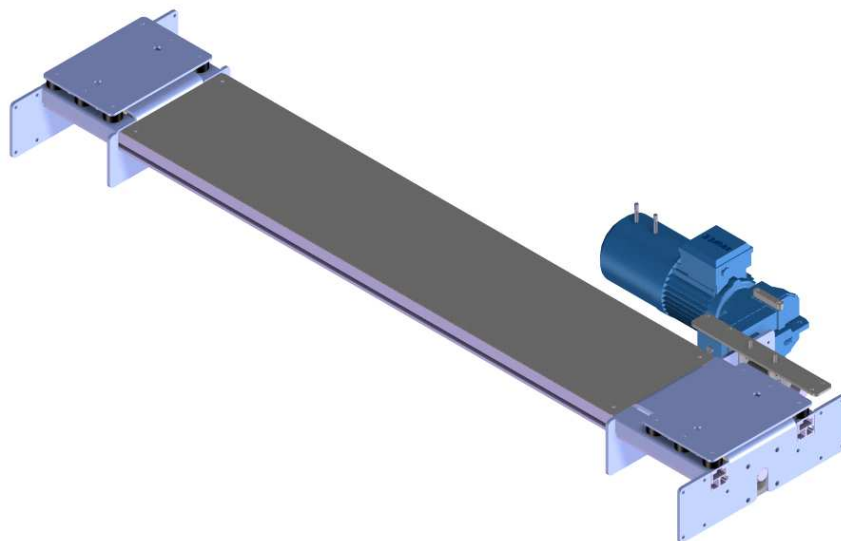
Om te zorgen dat de trillingen die door het betonpad gegenereerd worden, gedempt worden is hiervoor een demperplaat waaraan zes trillingsdempers gemonteerd zitten. De huidige trillingsdempers zijn 50 mm hoog en hebben een diameter van 40mm, deze kunnen een massa van 350 kg per demper dempen. Indien deze worden gebruikt is de hoogte van 50 mm te hoog. Er worden dempers gebruikt met een hoogte van 20 mm en een diameter van 40 mm. Deze dempers kunnen 160 kg per stuk dragen. Hierdoor komt het totaal dempers op deze samen kunnen 960 kg dragen. In figuur 20 is een trillingdemper te zien.



figuur 19 wielstelbak



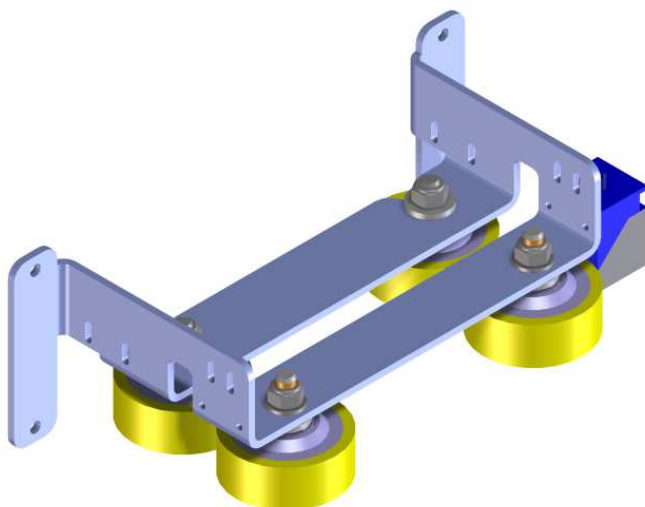
figuur 20 trillingdemper



figuur 21 visualisatie wielstel

6.7.L-profiel geleiding

Het is niet mogelijk om het huidige L-profiel geleiding te gebruiken. Dit komt, omdat deze te groot is en voor een ander profiel is gemaakt. Het herontworpen L-profielgeleiding is een vereenvoudigde versie van het huidige geleidingsprofiel. Het is een gezette plaat met vier zettingen. Deze is te monteren op het wielstel van de AMW. Zie figuur 22.



figuur 22 visualisatie L-profiel geleiding

6.8. Mechanisme om container vast te houden

Indien er geen gebruik wordt gemaakt van de tandriemtransporteur is er een mechanisme nodig die ervoor zorgt dat de container vasthoudt. Dit is een lineair elektromotor met aan het uitschuivende deel een V. Deze V schuift naar boven onder de rand van de container. Als het mechanisme volledig is uitgeschoven zit de V geklemd onder de containerrand. Dit is hetzelfde mechanisme als de bedienbare pal uit hoofdstuk 5.2.3.

6.9. Veiligheid

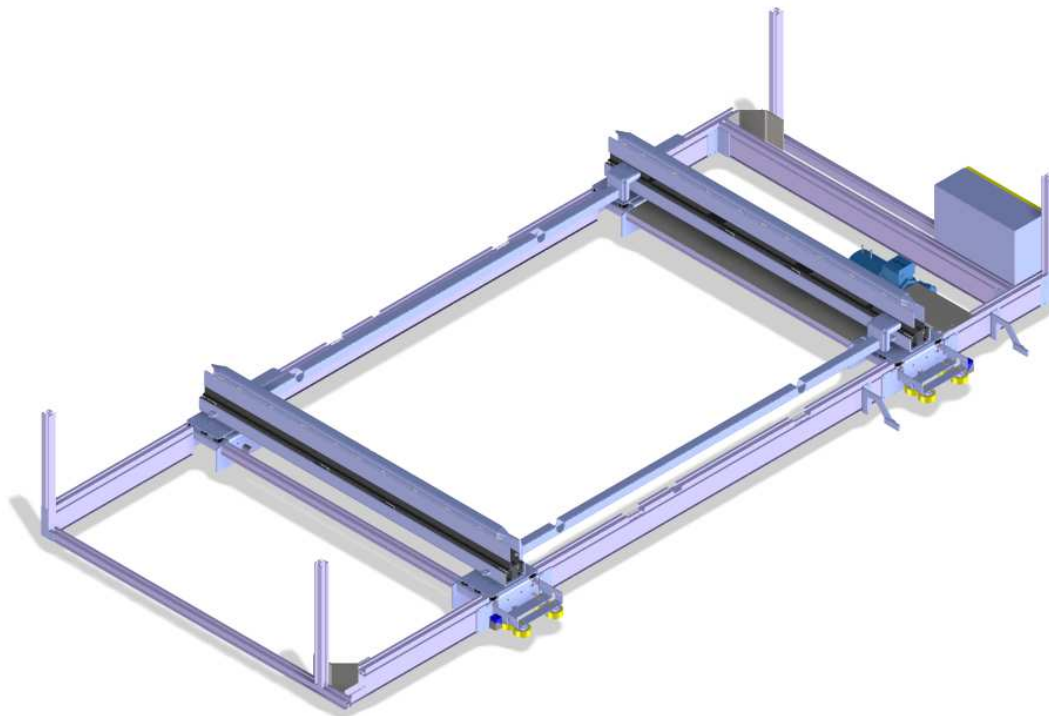
Om ervoor te zorgen dat de wagen veilig genoeg is voldoet de wagen aan NEN-EN 1525 AGV's en NEN-EN ISO 12100 in combinatie met NEN-EN ISO 13849-1. Deze staan beschreven in bijlage V. er is ontworpen met de veiligheid in de gedachte.

6.10. Multifunctionaliteit

In dit hoofdstuk worden de drie verschillende oplossingen beschreven.

6.10.1. Handwagen

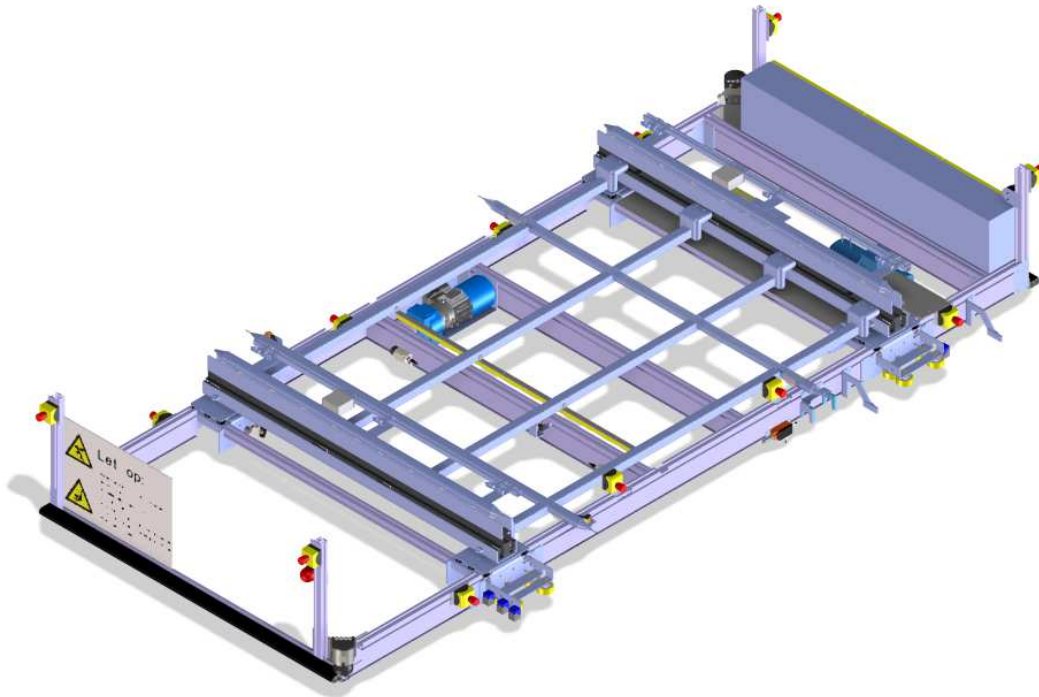
Voor de oplossingen van de handwagen zijn op de twee koppelsystemen, buissegmenten geplaatst. Verder is het pijpendek, detectie voor de container en de aandrijving van het uitschuiven van het systeem van de AMW afgehaald. Om het mogelijk te maken dat de bediener het systeem uit kan schuiven moet de twee subframes wel verbonden zijn, dit is door middel van twee kokers van het pijpendek. De bediener moet met de hand het pijpendek met subframes uitschuiven. Hierna kan de container met de hand op de AMW getrokken worden. Dit de goedkoopste versie van de AMW, alleen moet deze nog bediend worden door een persoon. Alleen het rijden gebeurt elektrisch. Zie figuur 23 voor de visualisatie van de handwagen.



figuur 23 visualisatie handwagen

6.10.2. Shuttle

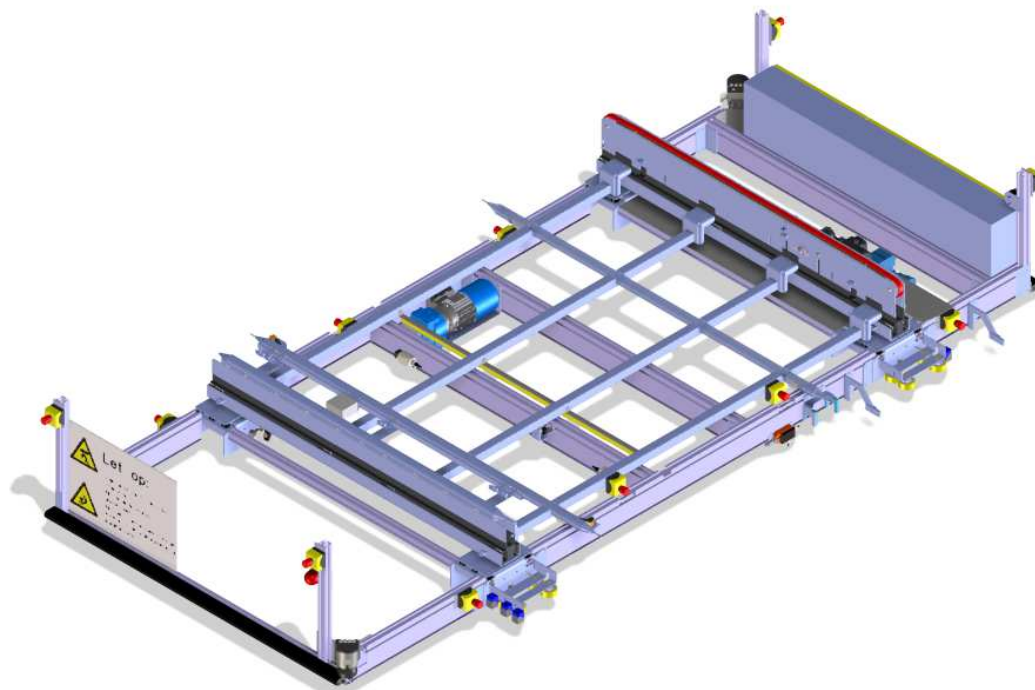
Voor de oplossing dat de shuttle de container op de AMW zet zijn de volgende onderdelen verschillend. Dit in vergelijking met de oplossing met de riemtransporteur. Het verschil zit in dat er geen riemtransporteur op de AMW zit, maar hiervoor in de plaats is een buissegment geplaatst. Dit is een goedkopere versie van de AMW met de riemtransporteur, maar wel duurder dan de handwagen oplossing. Zie figuur 24 voor de visualisatie van de oplossing met shuttle.



figuur 24 visualisatie shuttle oplossing

6.10.3. Tandriemtransporteur

De meest geautomatiseerde oplossing van de AMW is de oplossing met de tandriemtransporteur. Deze AMW kan zonder hulp van een persoon of shuttle de container op de AMW plaatsen. Dit is de duurste oplossing van de drie. Zie figuur 25 voor de visualisatie van de tandriemoplossing.



figuur 25 visualisatie tandriem oplossing

6.11. Afwerking

Voor de afwerking van de AMW zal het gehele metalen frame worden voorzien van een zinklaag. Dit zorgt ervoor dat de oxidatie van het systeem tegen gegaan kan worden. De ombouw dat van A-Track profielen is gemaakt, is gemaakt van aluminium en dit hoeft geen nabewerking te krijgen.

De herontworpen AMW heeft een massa van 650 kg. Terwijl de huidige AMW een massa heeft van 1500 kg. Hierdoor is de AMW 57% lichter dan de huidige AMW. Dit heeft geresulteerd in een lichtere motor, lichtere wielen, lichter frame en de kracht in de gehele AMW zijn minder. Hiermee is het doel bereikt om de AMW lichter te maken.

6.12. Kosten

Er is gekeken naar de kosten voor de huidige AMW. De huidige AMW kost op dit moment €45.000 vanaf fabriek. Hiermee wordt bedoeld dat alleen de materiaalkosten, assemblage en programmeringskosten meegenomen zijn. Zo zijn de kosten voor de herontworpen AMW €28.000. Ook deze kosten zijn vanaf fabriek. Hierdoor is de herontworpen AMW 37% goedkoper, dit resulteert in €17.000. Hiermee is het doel bereikt wat gesteld is, om de AMW goedkoper te maken. Hierbij zijn de vaste kosten van laser scanners, sensoren en motoren die op de wagen moeten zitten meegerekend. Zonder deze onderdelen zijn de kosten €35.000 van de huidige AMW en voor de herontworpen AMW €18.000.

7. Conclusies

De AMW is een modulair systeem geworden die in drie vormen gebruikt kan worden. De verschillende vormen zijn: handwagen, systeem dat gebruikt maakt van shuttles en een volautomatisch systeem dat gebruikt maakt van een tandriemtransporteur. De AMW maakt gebruik van een koppelsysteem, waar de verschillende onderdelen opgezet kunnen worden.

De AMW is niet geschikt voor het buitenklimaat, dit heeft ermee te maken dat de wielen op een vlakke bodem moeten rijden. Verder zijn er enkele elektrische onderdelen niet geschikt voor het buitenklimaat. Deze onderdelen zijn niet volledig water- en stofdicht.

De kosten vanaf fabriek van de huidige AMW is €45.000 en de herontworpen AMW zijn de kosten vanaf de fabriek €28.000. Dit is de vorm met de riemtransporteur, de meest geautomatiseerde versie. Zo is de herontworpen AMW €17.000 goedkoper, wat resulteert in 38% goedkopere AMW. Hierbij zijn de vaste kosten van laser scanners, sensoren en motoren die op de wagen moeten zitten meegerekend. Zonder deze onderdelen zijn de kosten €35.000 van de huidige AMW en voor de herontworpen AMW €18.000.

De massa van de huidige AMW was voor alleen de wagen, 1500 kg. Daar komt nog 650 kg bij van de container en 300 kg aan gewicht van de shuttles. De totale massa is dan ook 2450 kg voor de huidige AMW. De herontworpen AMW heeft de wagen een massa van 650 kg, op de AMW komt nog 700 kg aan container en 150 kg aan shuttle. Totale massa van de herontworpen is 1500 kg.

De gehele wagen voldoet aan NEN-EN 1525 AGV's. Hiervoor zijn er verschillende onderdelen op de AMW gekomen die ervoor zorgen dat de wagen veilig genoeg is. Verder is er gekeken naar norm NEN-EN ISO 12100 voor de algemene veiligheid en risico's die kunnen optreden. Alles risico's zijn gereduceerd tot een laag niveau.

8. Aanbevelingen

Nu de AMW geheel modulair is gemaakt kan er gekeken worden of er nog andere onderdelen op de AMW gezet kunnen worden, terwijl de AMW modulair blijft. Verder kan er nog gekeken worden of er in plaats van een stroomrail, accu's gebruikt kunnen worden. Nu kan er gekeken worden of er de mogelijkheid is om meerdere systemen van Logiqs Agro modulair te maken.

Gezien de veiligheid zijn er machines die niet aan alle veiligheidsnormeringen voldoen. Er is ontworpen met veiligheid in het achterhoofd, maar niet worden alle veiligheidsnormen nageleefd. Hierdoor kan *Logiqs Agro International* geen CE-markering of erger een schadeclaim krijgen. Hier zal naar moeten worden gekeken in de toekomst.

Literatuurlijst

Aandrijvingen <http://www.mak.nl/>

AKAPP-Stemmann. <http://www.akapp.com/>

Berekening as Roloff/ Matek (2008) *Machineonderdelen*: Academic Service

Berekening voor frame Russell C. Hibbeler (1999) *Sterkteleer voor technici*: Prentice Hall Academic Service

Combinatielagers <http://neita.nl/>

Europese reglementen wetgeving & normalisatie
<http://www.euronorm.net/content/template2.php?itemID=1258>

Lagerhuis <http://www.ina.nl/content.schaeffler.nl/nl/index.jsp>

Logiqs Agro International <http://www.logiqsagro.nl/>

Siers.F.J. (2004) *Methodisch ontwerpen* volgens H.H. Kroonenberg. Groningen: Noordhoff Uitgevers.

Tandriemberekening http://www.mak.nl/pdfbrochures/MegadyneRPPSilver_mak.pdf

Trillingdempers <http://www.zilenz.nl/trillingsdempers/trillingsdemper-c>

Zwaarlast wielen [http://www.dm-holland.nl/Catalogus/Zwaarlast+Transportwielen/hoofdstuk.aspx`](http://www.dm-holland.nl/Catalogus/Zwaarlast+Transportwielen/hoofdstuk.aspx)

NEN-normen en richtlijnen

NEN-EN 954-1 voor categorie veiligheid

NEN-EN 1037 voorkomen van een (her)start

NEN-EN 1525 veiligheid van gemotoriseerde transportwerktuigen

NEN-EN-ISO 12100 veiligheid van machines

NEN-EN-ISO 13849 veiligheid van machines

Richtlijn arbeidsmiddelen 2009/104/EG

Machine richtlijnen 2006/42/EG

Verklarende woordenlijst

Woord	Omschrijving
AKAPP	Een stroomtoevoersysteem voor automatische wagen, overheadkranen etc.
AMW	Afkorting voor de automatische wagen
Automatische wagen	De wagen die shuttles en containers verplaatst
Betonpad	Dit is een pad van beton, dat zich tussen pijpenbanen of aan de gevelzijde van een kas bevindt.
Creo Elements Direct Drafting	2D tekenprogramma, waarin in 2D kas lay-outs worden getekend.
Creo Elemenst Direct Modeling	3D tekenprogramma, waarin in 3D systemen worden gemodelleerd.
Container	Een frame van aluminium met hierin een kunststof bodem waarop tientallen tot honderden potplanten kunnen staan. Een container wordt ook wel een kweektafel genoemd.
Inductiesensor	Dit is een sensor die metalen kan detecteren door middel van een elektrisch veld. Als dit veld wordt onderbroken door een metaal geeft de sensor een signaal af
Pijpenbaan	De rails, waarop de kweektafel zich in de dwarsrichting beweegt. De kweektafels rijden hier (anders dan bij transportbanen) op hun eigen wielen. Deze baan wordt vooral gebruikt in het kweekgedeelte van een kas.
service factor	Dit is het getal dat aangeeft of een motor geschikt is. Een service factor van 1.0 geeft aan dat deze precies goed is en een factor van 2.0 is deze twee maal te zwaar uitgevoerd.
Shuttle	Automatische wagen, die containers verplaatst over pijpenbanen
Vorksensor	Dit is een lasersensor, die de vorm heeft van een U. Deze sensor detecteert als de laserstraal wordt onderbroken
Systeemhoogte	Hoogte van betonpad tot onderkant wielen container

Verklarende symbolenlijst

symbool	Omschrijving	Eenheid
<i>q</i>	Verdeelde belasting	N/m
<i>F</i>	Kracht	N
<i>g</i>	Gravitatieconstante	m/s ²
<i>M</i>	Moment	Nm
<i>r</i>	straal	mm
<i>I</i>	Oppervlaktetraagheidsmoment	mm ⁴
<i>b</i>	Breedte	m
<i>h</i>	Hoogte	m
<i>c</i>	Uiterste vezelafstand	m
<i>σ</i>	Buigspanning	Mpa
<i>λ</i>	Wrijvingsfactor vulkollan op beton	-
<i>D</i>	Diameter	mm

