

2016

Automatiseren koppeling automatisch geleid voertuig en trailer



1^e begeleider Universiteit Twente

P.C. Schuur

2^e begeleider Universiteit Twente

H. Kroon

Stijn Hülshof

26-7-2016

Managementsamenvatting

Dit verslag beschrijft een onderzoek dat is uitgevoerd binnen een project genaamd 'intelligent truck applications in logistics' (INTRALOG). Binnen INTRALOG wordt er onderzocht in hoeverre het mogelijk is om het vervoer op een distributiecentrum volledig te automatiseren. Gedurende het INTRALOG onderzoek zijn er meerdere moeilijkheden ontdekt. Een van deze moeilijkheden was dat een automatisch geleid voertuig (AGV) de trailer niet automatisch kan aan- en afkoppelen. In dit onderzoek wordt dit probleem onderzocht en wordt er gekeken naar mogelijke oplossingen. Naar aanleiding van dit probleem is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

Welke mogelijkheden zijn er voor het automatisch koppelen van een automatisch geleid voertuig en een trailer en wat zijn de voor- en nadelen gezien vanuit logistiek en financieel oogpunt?

Voor het INTRALOG project heeft logistiek dienstverlener Rotra een pilot locatie aangeboden in Velp. Het plan is om op deze locatie een distributiecentrum te bouwen waarbij al het vervoer is ontwikkeld binnen het INTRALOG project. Dit distributiecentrum zal twee zijdes krijgen, waarvan op één zijde het vervoer automatisch dient te gebeuren. Deze zijde zal beschikken over 75 docks, waar 2-3 AGV's zullen rondrijden die al het vervoer zullen uitvoeren.

Momenteel wordt het vervoer van trailers op het distributiecentrum uitgevoerd door yard trekkers (YT's) of door de eigen truck. Het koppelen gebeurt door het vijfde wiel van de YT tegen de king-pin van de trailer aan te rijden. Vervolgens dient de chauffeur de leidingen handmatig te koppelen. Doordat de koppelschotel van de YT omhoog gehaald kan worden hoeven de stempels niet ingedraaid te worden om weg te kunnen rijden.

Op het autonome distributiecentrum zal het vervoer worden uitgevoerd door AGV's. Hierdoor is er geen bestuurder aanwezig om te koppelen en zal alles dus autonoom moeten gebeuren. Het automatiseren brengt verschillende moeilijkheden met zich mee. Het indrukken van knoppen (voor de besturing van het vijfde wiel) en de besturing van de AGV dient geautomatiseerd te worden, deze onderdelen vallen buiten de scope van dit onderzoek. Wat wel binnen de scope van dit onderzoek valt is het koppelen van de leidingen.

Normaal koppelt men pneumatische leidingen (voor de handrem en het mee remmen van de trailer), elektrische leidingen (voor alle verlichting) en de ABS (antiblokkeersysteem). Wanneer de AGV op een autonoom terrein en met een lage snelheid rijdt, is het niet nodig om de elektrische leidingen en de ABS te koppelen. In dit onderzoek is het dus alleen nodig om de pneumatische leidingen te koppelen.

Er kunnen zich verschillende pneumatische koppelingen op de trailer bevinden. Hiervan is de handjes koppeling veruit het meest voorkomend. Tijdens dit onderzoek zal, waar nodig, worden uitgegaan van de handjes koppeling. Andere koppelingen zijn de Engelse koppeling en de Wabco duomatic.

Er zijn verschillende eisen voor het distributiecentrum en de trailers, namelijk:

- Het distributiecentrum moet zich op een afgesloten terrein bevinden;
- De trailer moet aan achterzijde gelost kunnen worden;
- De trailer moet van truck afgekoppeld kunnen worden;
- De trailer moet handjes koppeling bevatten:

Gedurende dit onderzoek zijn er vier mogelijke oplossingen gevonden. Deze worden gebruikt gedurende de rest van dit onderzoek. De gevonden oplossingen worden hieronder behandeld.

- Als eerste mogelijke oplossing is er gekeken of het koppelen handmatig kan blijven. Dit zou betekenen dat werknemers alsnog de AGV gaan koppelen. Dit kost ongeveer 15 man extra personeel, wat neerkomt op € 450.000,- per jaar. Daarnaast is het koppelen dan niet automatisch en lopen er werknemers op het autonome terrein.
- Een tweede mogelijke oplossing is de Jost KKS. Dit systeem is geproduceerd door Jost International en is al een tijdje op de markt. Het systeem koppelt volledig automatisch en staat bekend om de hoge veiligheid. Het systeem koppelt de king-pin automatisch aan de truck. Door een systeem onder het vijfde wiel en achter de king-pin koppelt dit systeem alle leidingen ook automatisch. Daarnaast kunnen de steunpoten automatisch worden opgedraaid. Dit systeem is zeer goed toepasbaar, maar vereist veel aanpassingen aan trailer en is zeer prijzig (€ 3000,- per systeem).
- Een derde mogelijke oplossing is gebruik maken van een robotarm. Er zijn meerdere grote bedrijven die robotarmen produceren voor verschillende doeleinden. Deze bedrijven bieden verschillende robotarmen aan die zeer waarschijnlijk geschikt gemaakt kunnen worden om de leidingen van de AGV aan de trailer te koppelen. Een 6-assige robotarm zou deze handelingen uit moeten kunnen voeren, echter is dit in de praktijk nog niet bewezen. De kosten voor dit systeem zullen rond de € 50.000,- per AGV liggen. Er zijn in dit geval geen aanpassingen aan de trailers nodig.
- Een vierde en tevens laatste mogelijke oplossing is ontstaan in samenwerking met de hogeschool Arnhem/Nijmegen (HAN). Het systeem maakt gebruik van een koppelstuk dat de chauffeur op de trailer dient te bevestigen wanneer hij zijn truck heeft afgekoppeld. Wanneer dit koppelstuk is bevestigd, kan de AGV automatisch aan- en afkoppelen. Dit systeem maakt gebruik van sensoren om op de goede locatie te komen, vervolgens komen de pneumatische leidingen met behulp van een schaar systeem naar het koppelstuk en koppelen deze. De prijs van het koppelstuk is ongeveer € 75,- per stuk. De waarde van het systeem dat zich aan de AGV bevindt, wordt geschat op ongeveer € 1000,-. Bij dit systeem hoeven er geen aanpassingen te worden gedaan aan de trailer, maar er moet wel een koppelstuk worden geplaatst.

Om de verschillende oplossingen te kunnen ranken zijn er criteria opgesteld. Vervolgens zijn deze criteria gerangschikt en zijn er gewichten aan deze criteria gegeven. De verschillende criteria met hun gewichten zijn: kosten (0,30), toepasbaarheid (0,25), aanpassingen trailer (0,20), snelheid (0,15) en betrouwbaarheid (0,10).

De vier bovengenoemde oplossingen zijn gewogen aan de vijf criteria. Hierbij is een schaal van 1 tot 5 gebruikt, waarbij 5 het beste is. De verschillende oplossingen scoorden als volgt op de verschillende criteria:

- Kosten: handmatig (1), Jost KKS (1), robotarm (3), HAN (5).
- Toepasbaarheid: robotarm (3), handmatig (3), Jost KKS (4), HAN (4).
- Aanpassingen trailer: Jost KKS (1), HAN (3), robotarm (5), handmatig (5).
- Snelheid: HAN (3), handmatig (3), robotarm (4), Jost KKS (5).
- Betrouwbaarheid: robotarm (3), HAN (3), Jost KKS (5), handmatig (5).

Uiteindelijk kon er met deze criteria en de scores van de verschillende oplossingen een tabel worden opgesteld, waaruit de beste oplossing naar voren kwam. Deze tabel ziet er als volgt uit:

OPTIES / CRITERIA									
	WEGING	Niet automatisch		Jost KKS		Robotarm		HAN-koppeling	
		SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL
Kosten	0,30	1	0,3	1	0,3	3	0,9	5	1,5
Toepasbaarheid	0,25	3	0,75	5	1,25	3	0,75	4	1,0
Snelheid	0,20	3	0,6	5	1	4	0,8	3	0,6
Aanpassing trailer	0,15	5	0,75	1	0,15	5	0,75	3	0,45
Betrouwbaarheid	0,10	5	0,5	3	0,3	3	0,3	3	0,3
TOTAALSCORE		2,9		3,0		3,5		3,85	

Hieruit volgt uiteindelijk de volgende uitslag, met de HAN koppeling als beste oplossing.

- | | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------|
| - HAN koppeling | (3,85 punt) | - Jost KKS systeem | (3,00 punt) |
| - Robotarm | (3,50 punt) | - Niet automatisch | (2,90 punt) |

Aanbevelingen

Uit de conclusie van dit onderzoek volgen de onderstaande aanbevelingen.

- Als de keuze nu gemaakt moet worden, wordt aanbevolen om de koppeling van de HAN toe te gaan passen.
- Er wordt aanbevolen om vervolgonderzoek te doen naar het toepassen van de HAN koppeling.
- Er wordt aanbevolen om het koppelstuk van de HAN aanpasbaar te maken, zodat deze op meer kopschotten past.
- Er wordt aanbevolen om een vervolgonderzoek te doen naar de mogelijkheid om automatisch te koppelen door middel van een robotarm.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport van mijn bacheloropdracht die is uitgevoerd ten afronding van mijn bachelor Technisch Bedrijfskunde. Dit onderzoek is intern uitgevoerd in samenwerking met INTRALOG. Na afronding van dit onderzoek kan ik stellen dat ik veel heb geleerd en positief kan terugkijken op de afgelopen maanden. De ervaringen die ik heb opgedaan gedurende dit onderzoek zijn voor mij erg waardevol.

Ik wil graag iedereen binnen INTRALOG bedanken. Als eerst wil ik graag dhr. Schuur bedanken dat hij mij de mogelijkheid heeft gegeven om af te studeren en hij het mogelijk heeft gemaakt dat ik deel heb kunnen uitmaken van INTRALOG. Daarnaast wil ik dhr. Gerrits bedanken dat hij het voor mij mogelijk heeft gemaakt om belangrijke partners van INTRALOG te ontmoeten. Verder gaat mijn dank uit naar de projectgroep van de HAN, waarmee ik veel heb kunnen samenwerken. Als laatste wil ik graag Rotra en Terberg bedanken, die mij hebben voorzien van de nodige informatie gedurende het afstuderen.

Stijn Hülshof
Enschede, juli 2016

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	ii
Voorwoord	vi
Lijst met figuren.....	xi
Lijst met tabellen	xii
Lijst met afkortingen	xii
Hoofdstuk 1 Inleiding	2
1.1 Onderzoekskader	2
1.2 Bedrijfsomschrijving	2
1.2.1 INTRALOG omschrijving.....	2
1.2.2 Rotra omschrijving.....	3
1.3 Aanleiding.....	3
1.4 Methodiek	3
1.5 Doelstelling.....	4
1.6 Onderzoeksmodel	4
1.7 Onderzoeksvragen.....	5
1.7.1 Hoofdvraag	5
1.7.2 Deelvragen.....	5
1.8 Oplevering	5
1.9 Opbouw verslag.....	6
Hoofdstuk 2 Huidige situatie	8
2.1 Locatie	8
2.1.1 Huidige locatie.....	8
2.1.2 Pilot locatie.....	8
2.2 Yard trekker	9
2.3 Trailer	10
2.4 Koppelingsonderdelen	11
2.5 Koppelen YT en trailer	12
2.6 Het proces	13
2.6.1 Situatie momenteel	13
2.6.2 Verwachte situatie.....	14
2.7 Samenvatting.....	15
Hoofdstuk 3 Probleem uitwerking	16
3.1 Probleem onderdelen.....	16

3.1.1 Koppelen.....	16
3.1.2 Ontkoppelen.....	17
3.1.2 Conclusie	17
3.2 Leidingen	18
3.3 Aansluiten leidingen.....	18
3.4 Soorten pneumatische aansluitingen.....	19
3.4.1 Handjes koppeling	19
3.4.2 Engelse snelkoppeling	19
3.4.3 Wabco Duomatic	19
3.4.4 Conclusie	19
3.5 Koppelen handjes koppeling	20
3.6 Eisen	21
3.6.1 Pneumatische aansluitingen	21
3.6.2 Trailer	21
3.6.3 Distributiecentrum	21
3.7 Samenvatting.....	22
Hoofdstuk 4 Mogelijke oplossingen	24
4.1 Niet automatisch koppelen	24
4.1.3 Toepassing AGV	26
4.2 Automatische koppelingen op markt.....	27
4.2.1 Jost KKS.....	27
4.2.2 Toepassing AGV	28
4.3 Automatische koppeling in een andere branche	29
4.3.1 Scharfenberg koppeling.....	29
4.3.2 Toepassing AGV	29
4.4 Gebruik Robot techniek.....	30
4.4.1 Imitatierobots.....	30
4.4.2 Robotarm.....	31
4.4.3 Toepassing AGV	34
4.5 Samenwerking INTRALOG	35
4.5.1 Hogeschool Arnhem Nijmegen.....	35
4.5.2 Toepassingen AGV	37
4.6 Samenvatting.....	37
Hoofdstuk 5 Uitwerking oplossingen	38

5.1	Criteria	38
5.2	Criteria van schaal voorzien	39
5.3	Criteria per oplossing	39
5.3.1	Niet automatisch koppelen	39
5.3.2	Jost KKS.....	40
5.3.3	Robotarm.....	41
5.3.4	HAN-koppeling	42
5.4	Scoren van oplossingen	43
5.4.1	Kosten.....	43
5.4.2	Snelheid	43
5.4.3	Aanpassing trailer	43
5.4.4	Betrouwbaarheid.....	43
5.4.5	Toepasbaarheid	43
5.5	Gewichten geven aan criteria.....	44
5.5	Uitslag.....	45
5.6	Toepassing	46
5.7	Samenvatting.....	47
Hoofdstuk 6 Conclusie en Advies		48
6.1	Conclusie	48
6.2	Aanbevelingen.....	50
6.2.1	Rotra	50
6.1.2	HAN.....	50
6.3	Discussie	51
6.3.1	Intern onderzoek	51
6.3.2	Voorop lopen.....	51
6.3.3	Niet bekend in praktijk	51
6.3.4	Toekennen scores.....	52
6.4	Bezoek Rotra	52
Geciteerde werken		54
Bijlage A: Onderzoeksontwerp.....		58
Probleemkluwen		58
Scope		60
Identificatie van kern probleem		60
Probleemaanpak		60

Relevantie van onderwerp	61
Stakeholders.....	61
Bijlage B: Reflectie	62
Inleiding	62
Persoonlijke ervaring.....	62
Leerdoelen.....	63
Conclusie	63

Lijst met figuren

Figuur 1-1 Partners INTRALOG (INTRALOG, 2015)	2
Figuur 1-2 LZV Rotra (Transport-online, 2015).....	3
Figuur 1-3 Yard trekker van Terberg (Terberg, 2016)	3
Figuur 1-4 Onderzoeksmodel	4
Figuur 2-1 Pilot locatie in Velp (Google.maps, 2016)	8
Figuur 2-2 Yard trekker van Ter Berg (Terberg, 2016)	9
Figuur 2-3 Koppelen Terberg (Terberg, 2016).....	9
Figuur 2-4 Semi-trailers 1: (Knapen, 2015) 2: (Mascus, 2015) 3, 4: (Bostrailer, 2016)	10
Figuur 2-5 De King-pin en het vijfde wiel A: (Gasgoo, 2015) B: (Alibaba, 2015)	11
Figuur 2-6 Aansluitspaneel/kopschot en kabels trailer	11
Figuur 2-7 Positionering koppelingsonderdelen (TexelSigns, 2015)	11
Figuur 2-8 Aankoppel schema van YT met trailer naar (Terberg, 2016)	12
Figuur 2-9 Afkoppel schema YT en trailer naar (Terberg, 2016)	12
Figuur 2-10 Proces trailer met YT	13
Figuur 2-11 Proces trailer met AGV.....	14
Figuur 3-1 koppelen AGV en trailer naar (Terberg, 2016).....	16
Figuur 3-2 Ontkoppelen AGV en trailer naar (Terberg, 2016).....	17
Figuur 3-3 Aansluitingspaneel	18
Figuur 3-4 Handjes koppeling (Truck-parts, 2015)	19
Figuur 3-5 Verloopstuk (Chauffeursforum, 2011)	19
Figuur 3-6 Engelse koppeling (Chauffeursforum, 2011)	19
Figuur 3-7 Koppelen handjes koppeling stils van (Robberecht, 2015).....	20
Figuur 4-1 Koppel locaties 1: (TTM, 2011) 2: (Remmers, 2008) 3: (TTM., 2014)	24
Figuur 4-2 Jost KKS schematisch (Jost, 2015)	27
Figuur 4-3 Koppeling Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)	27
Figuur 4-4 King-pin Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)	27
Figuur 4-5 Vijfde wiel Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)	28
Figuur 4-6 steunpoten Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)	28
Figuur 4-7 Afstandsbediening Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)	28
Figuur 4-8 Scharfenberg koppeling schematisch (Voith, 2016)	29
Figuur 4-9 Zelflerende robot (Breazeal & Scassellati, 2002)	30

Figuur 4-10 Atlas robot (Dynamics, 2016).....	30
Figuur 4-11 Comanoid robot (Futurism, 2015)	30
Figuur 4-12 Delta robot (Maja, 2011).....	32
Figuur 4-13 Scara robot (Adept, 2015).....	32
Figuur 4-14 6-assige robot (Dero, 2014)	32
Figuur 4-15 Werking 6-assige robot (Huysentruyt, 2013).....	33
Figuur 4-16 Denso robotarm (Denso, 2015).....	33
Figuur 4-17 Yaskawa robotarm (Yaskawa, 2016)	34
Figuur 4-18 ABB robotarm (ABB, 2015).....	34
Figuur 4-19 Koppeling HAN (HAN, 2016).....	35
Figuur 4-20 Koppelstuk HAN (HAN, 2016).....	35
Figuur 4-21 Systeem AGV HAN (HAN, 2016)	36
Figuur 4-22 Sensoren Signaal HAN (HAN, 2016)	36
Figuur 4-23 Snelkoppeling HAN (HAN, 2016)	36
Figuur 4-24 Snelkoppeling klem HAN (HAN, 2016)	36

Lijst met tabellen

Tabel 2-1 Specificaties YT Terberg.....	9
Tabel 4-1 Specificaties robotarm.....	34
Tabel 5-1 Uitslag en score	39
Tabel 5-2 Paarsgewijs wegen	44
Tabel 5-3 Gewichten toekennen	45
Tabel 5-4 Score oplossingen.....	45
Tabel 6-1 Aanpassingen score oplossingen.....	53

Lijst met afkortingen

INTRALOG	The intelligent truck applications in logistics De intelligente vrachtwagen applicaties in de logistiek
AGV	Automatisch geleid voertuig
LZV	Lang zwaar voertuig
YT	Yard trekker
ABP	Algemeen bedrijfskundige probleemaanpak
ABS	Antiblokkeersysteem
KKS	Comfort koppelsysteem
HAN	Hogeschool Arnhem/Nijmegen

Hoofdstuk 1 Inleiding

Dit onderzoek wordt gestart met een inleidend hoofdstuk. In dit hoofdstuk worden de verschillende onderdelen met betrekking tot de voorbereiding van dit onderzoek besproken. In de eerste Paragraaf wordt aangegeven in welk kader dit onderzoek zich heeft afgespeeld. In de tweede Paragraaf wordt het bedrijf en het project waar dit onderzoek heeft plaatsgevonden besproken worden. In Paragraaf 1.4 wordt uitgelegd van welke onderzoeksmethodiek gebruik is gemaakt. Vervolgens wordt de doelstelling van dit onderzoek uitgelegd. Hierna wordt het onderzoeksmodel beschreven. In Paragraaf 1.7 worden de onderzoeksvragen opgesteld. Vervolgens wordt aangegeven wat er uiteindelijk wordt opgeleverd. In de laatste Paragraaf wordt beschreven hoe het verslag is opgebouwd.

1.1 Onderzoekskader

Aan het einde van de bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente wordt er ter afsluiting van de opleiding een afstudeeropdracht uitgevoerd. Deze afstudeeropdracht dient een praktijkgerichte opdracht te zijn. De afstudeeropdracht is er om aan te tonen dat de kennis en vaardigheden uit de bachelor ook toegepast kunnen worden in de praktijk. Mijn bachelor opdracht is uitgevoerd binnen een onderzoek genaamd INTRALOG.

1.2 Bedrijfsomschrijving

Deze afstudeeropdracht is uitgevoerd binnen het INTRALOG onderzoek. In Paragraaf 1.2.1 wordt uitgelegd wat INTRALOG inhoudt. De pilot locatie waarop mijn onderzoek is gebaseerd wordt aangeboden door Rotra. In Paragraaf 1.2.2 wordt een bedrijfsomschrijving gegeven van Rotra.

1.2.1 INTRALOG omschrijving

INTRALOG staat voor 'Intelligent Truck Applications in Logistics', vrij vertaald betekent dit 'intelligente vrachtwagen applicaties in de logistiek'. Binnen het INTRALOG project houdt iedereen zich bezig met het vergaren van kennis op het gebied van automatisering in de logistiek. Automatiseren kan leiden tot beter gebruik van de middelen en minder verspilling. Verder kan het de omstandigheden voor de werknemers verbeteren (veiliger werkomgeving, minder stress en verlagen van werkdruk). Het kan positieve gevolgen hebben voor het milieu (minder uitstoot en minder brandstofverbruik). Ook kan het leiden tot een hogere winst (meer betrouwbaarheid, lagere arbeidskosten, minder wachttijd en stilstand).

Het doel van het INTRALOG project is te onderzoeken in hoeverre geautomatiseerde voertuigen in de logistiek de PPP-waarde (mens, milieu, winst) kunnen verbeteren.

Het INTRALOG onderzoek wordt gedaan in samenwerking met verschillende bedrijven en instellingen. Hiernaast is een afbeelding te zien met deze bedrijven en instellingen (figuur 1-1).



Figuur 1-1 Partners INTRALOG (INTRALOG, 2015)

1.2.2 Rotra omschrijving

Rotra is een logistiek dienstverlener met het hoofdkantoor in Doesburg. Rotra is een familiebedrijf die al ruim honderd jaar bestaat (opgericht in 1909). Momenteel is het bedrijf gevestigd in zowel Nederland als België. Er zijn momenteel ruim 850 werknemers actief voor Rotra. Het familiebedrijf is



zeer vooruitstrevend. Rotra was bijvoorbeeld de eerst Europese transporteur die met ethanoltruck rondreed. Rotra was ook een van de eersten die met een LZV (lang zwaar voertuig) de weg op ging (figuur 1-2). Om de concurrentie ook op het gebied van automatisering voor te zijn heeft Rotra er voor gekozen om mee te werken aan het INTRALOG onderzoek.

Figuur 1-2 LZV Rotra (Transport-online, 2015)

1.3 Aanleiding

Zoals hierboven vermeld, wordt er binnen het INTRALOG project onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor automatisering op distributiecentra. Een manier van automatiseren is gebruik maken van AGV's (automatisch geleide voertuigen). Gedurende dit project zijn er meerdere problemen ondervonden met betrekking tot het functioneren van deze AGV's. Zo werden er problemen gevonden met betrekking tot het opladen, het openen van de deuren gedurende laden/lossen en het aan- en afkoppelen van de AGV en trailer.

Deze drie problemen werden aangeboden als bacheloropdracht door dhr. Schuur. Gedurende gesprekken met zowel dhr. Schuur als dhr. Gerrits ben ik mij gaan interesseren in het probleem met betrekking tot het koppelen van AGV en trailer. Door deze interesse heb ik er voor gekozen dit probleem te gaan verwerken tot een bacheloropdracht om hier uiteindelijk een oplossing voor te vinden.

Het probleem is ontstaan doordat men het gehele distributiecentrum wil gaan automatiseren. Momenteel wordt een deel van de trailers verplaatst met de bijbehorende truck en een ander deel met zogenaamde YT's (Yard trekkers). Uiteindelijk is het de bedoeling dat deze YT's vervangen worden door AGV's, waarbij er dus geen werknemer meer aanwezig is om de trailer aan en af te koppelen. In figuur 1-3 is een YT weergegeven.



Figuur 1-3 Yard trekker van Terberg (Terberg, 2016)

1.4 Methodiek

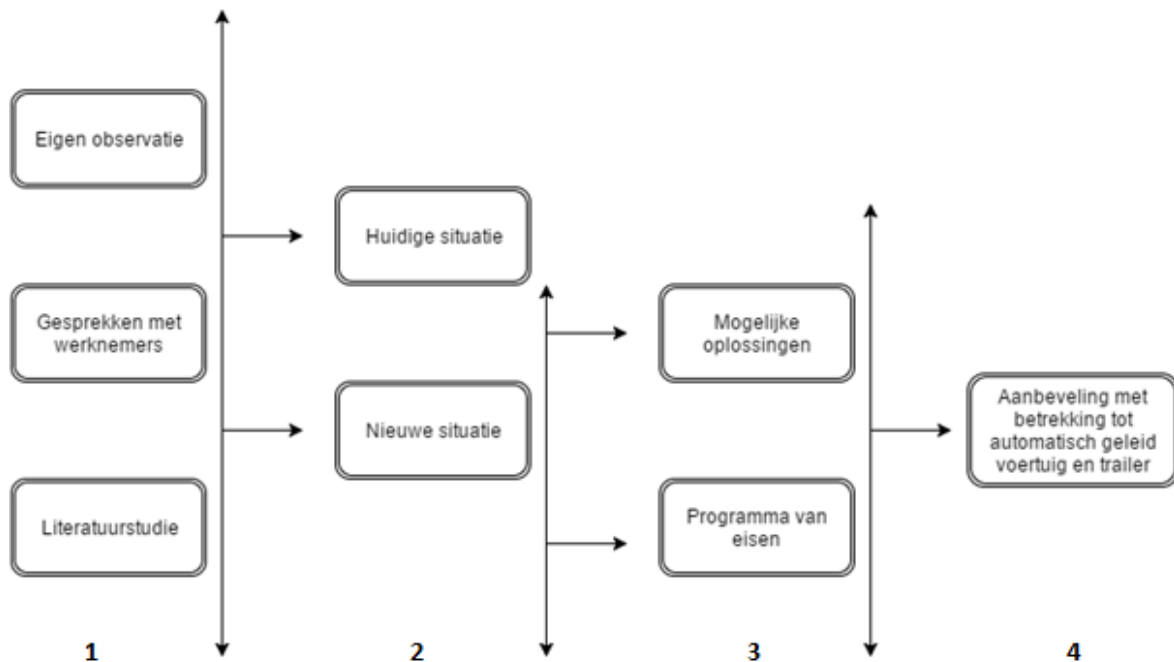
Om dit onderzoek structuur te geven is er gebruik gemaakt van twee verschillende methodieken. Eerst is er een uitgebreid projectplan geschreven aan de hand van Algemene Bedrijfskunde Probleemaanpak (ABP) (Heerkens & van Winden, 2012), deze is bijgevoegd in de bijlage A. Vervolgens is er gebruikt gemaakt van het boek 'Het ontwerpen van een onderzoek' (Verschuren & Doorewaard, 2005) om hoofdstuk 1 te schrijven. Er is gekozen om het projectplan te schrijven aan de hand van de ABP, omdat de uitleg vanuit de Universiteit gericht was op dit boek en ik persoonlijk veel ervaring heb met de ABP. Uiteindelijk is ervoor gekozen om hoofdstuk 1 aan de hand van 'het ontwerpen van een onderzoek' te schrijven, omdat ik dit boek duidelijk vond met betrekking tot het opzetten van het daadwerkelijke onderzoek en ik persoonlijk het idee had dat ik te vast zat in de standaard ABP richtlijnen. De combinatie van deze twee boeken gaf mij een duidelijk beeld van hoe ik mijn bacheloropdracht wilde inrichten.

1.5 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is de mogelijkheden met betrekking tot automatisch koppelen van AGV en trailer in kaart te brengen. Waarna er uiteindelijk een advies gegeven kan worden met betrekking tot dit automatisch koppelen. Door middel van gesprekken met verschillende mensen binnen INTRALOG, eigen observatie en marktonderzoek verwacht ik voldoende informatie te kunnen verschaffen om dit doel te bereiken.

1.6 Onderzoeksmodel

Hier wordt het onderzoeksmodel besproken. In figuur 1-4 is de visuele weergave weergegeven van het onderzoeksmodel. Aan de hand van dit figuur wordt het onderzoeksmodel verder uitgelegd.



Figuur 1-4 Onderzoeksmodel

Informatie met betrekking tot 'huidige en nieuwe situatie' (2) wordt in kaart gebracht door 'eigen observatie', 'gesprekken met werknemers' en 'literatuurstudie' (1). Wanneer de oude en nieuwe situatie bekend zijn en bekend is waar de problemen liggen zullen er 'Mogelijke oplossingen' en 'programma van eisen' (3) met betrekking tot het automatisch koppelen van AGV en trailer gezocht en opgesteld worden. Uiteindelijk kan er door middel van deze oplossingen en eisen een aanbeveling worden gedaan met betrekking tot koppelen van AGV en trailer (4).

1.7 Onderzoeksvragen

Hieronder worden de hoofd- en deelvragen behandeld.

1.7.1 Hoofdvraag

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is de mogelijkheden met betrekking tot automatisch koppelen in kaart te brengen. Hierbij wordt er gekeken naar wat de voor- en nadelen zijn van de verschillende opties vanuit logistiek en financieel oogpunt. Waarbij er uiteindelijk een advies wordt uitgebracht waarmee INTRALOG verder kan. Dit maakt de volgende hoofdvraag:

Welke mogelijkheden zijn er voor het automatisch koppelen van een automatisch geleid voertuig en een trailer en wat zijn de voor- en nadelen gezien vanuit logistiek en financieel oogpunt?

1.7.2 Deelvragen

Om het geheel beter in kaart te kunnen brengen zijn er vier deelvragen opgesteld:

1. Wat is de situatie momenteel en hoe wordt er momenteel gekoppeld?
2. Waar liggen de problemen met betrekking tot het koppelen wanneer het vervoer op het distributiecentrum geautomatiseerd zal worden?
3. Welke mogelijke oplossingen zijn er voor het automatisch koppelen van AGV en trailer?
4. Aan welke criteria moeten de oplossingen, gevonden bij deelvraag 3, voldoen en hoe scoren de verschillende oplossingen hierop?

1.8 Oplevering

Gedurende deze bachelor opdracht wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot automatisch koppelen van AGV en trailer. Uiteindelijk zal er een duidelijk overzicht komen van de mogelijkheden met betrekking tot automatisch koppelen, waardoor er een informerend en adviserend rapport kan worden aangeboden aan INTRALOG en Rotra met betrekking tot automatisch koppelen van AGV en trailer.

Dit rapport zal verschillende onderdelen bevatten, namelijk:

- Een omschrijving van het probleem;
- Een lijst met de verschillende mogelijke oplossingen gezien het automatisch koppelen;
- Een lijst met criteria met betrekking tot het automatisch koppelen;
- Een uiteindelijk advies over het automatisch koppelen;

1.9 Opbouw verslag

Hoofdstuk 1 is het inleidende hoofdstuk. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd welke instellingen en bedrijven betrokken zijn bij dit onderzoek. Ook wordt hier uitgelegd van welke methodiek gebruik wordt gemaakt, wat de doelstelling is en hoe het onderzoeksmodel eruit ziet. Vervolgens worden de onderzoeksvragen opgesteld en aangegeven wat de uiteindelijke oplevering is.

In hoofdstuk 2 wordt de situatie uitgelegd. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd waar de locatie is en hoe deze eruit ziet. Daarnaast zal in dit hoofdstuk de huidige yard trekker en de trailers besproken worden. Vervolgens komen de verschillende onderdelen van de koppeling aan bod. Als laatste zal het koppelen van de yard trekker en de trailer en het gehele proces dat de trailer doorloopt worden besproken.

In hoofdstuk 3 wordt de probleem uitwerking besproken. In dit hoofdstuk wordt als eerst uitgelegd wat de probleemonderdelen zijn. Hierna worden de verschillende leidingen van de yard trekker besproken en bekeken wordt er gekeken of deze aangesloten dienen te worden op een AGV. Hierna worden de verschillende pneumatische leidingen en het koppelen hiervan besproken. Als laatste worden de eisen van de verschillende onderdelen behandeld.

Hoofdstuk 4 gaat over de verschillende oplossingen. In dit hoofdstuk wordt de optie om niet te koppelen besproken. Daarna worden oplossingen uit de trailer branche en uit andere branches besproken. Ook zal er gekeken worden in de wereld van de robotica. Als laatste zal een oplossing, die is ontworpen in samenwerking met andere studenten binnen INTRALOG, behandeld worden.

Hoofdstuk 5 gaat over de uitwerking van de oplossingen. In dit hoofdstuk zal als eerste gekeken worden wat de criteria zijn waarop de verschillende oplossingen getoetst gaan worden. Hierna zullen de verschillende oplossingen behandeld worden en getoetst worden tegen de besproken criteria.

Hoofdstuk 6 wordt een advies uitgebracht. Nadat in hoofdstuk 5 de criteria zijn bepaald en de verschillende oplossingen hierop getoetst zijn zal in hoofdstuk 6 aanbevelingen worden gedaan voor INTRALOG en Rotra. Ook zullen er in dit hoofdstuk enkele discussiepunten van dit onderzoek behandeld worden.

Hoofdstuk 2 Huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 1 *‘Wat is de situatie momenteel en hoe wordt er momenteel gekoppeld?’* beantwoord. Er wordt gekeken wat de pilot locatie van het onderzoek is. Vervolgens worden de yard trekker en trailer besproken. In Paragraaf 2.4 worden de verschillende koppelingsonderdelen besproken. In Paragraaf 2.5 wordt het koppelproces van yard trekker en trailer behandeld. In de laatste Paragraaf van dit hoofdstuk wordt het gehele proces dat een trailer op het distributiecentrum doorloopt besproken.

2.1 Locatie

In 2.1.1 wordt de huidige locatie van Rotra besproken. Vervolgens wordt in 2.1.2 de pilot locatie toegelicht.

2.1.1 Huidige locatie

Het hoofdkantoor van Rotra en tevens de locatie die als huidige locatie wordt gezien gedurende dit onderzoek bevindt zich momenteel in Doesburg. Op de locatie in Doesburg worden gemiddeld 150 trailers per dag gedistribueerd. Een deel van de trailers wordt door hun eigen trucks vervoert op dit distributiecentrum, het andere deel van de trailers wordt vervoert door YT's. Overdag, wanneer er vooral internationale transporten worden verwerkt, is er één YT actief. Deze internationale transporten vertrekken veelal in de avond. S 'avonds en s 'nachts wanneer er vooral nationale transporten worden verwerkt zullen er twee YT's actief zijn. Deze nationale transporten zullen vooral in de ochtend vertrekken.

2.1.2 Pilot locatie

De pilot locatie waar gebruik van wordt gemaakt gedurende het INTRALOG onderzoek wordt aangeboden door Rotra. De aangeboden locatie is een braakliggend terrein van 15.000m². Deze locatie bevindt zich in Velp. In figuur 2-1 is in het geel de locatie omcirkeld. Op deze pilot locatie zullen 150 laad docks worden gebouwd. Verder zullen er 100 parkeerplaatsen voor trailers worden gebouwd. De verwachting is dat er ongeveer 400 trailers per dag worden gedistribueerd. Er zullen 75 docks aan de zuidzijde komen, dit wordt de autonome zijde van het distributiecentrum. Aan deze zijde zal al het vervoer gedaan worden door AGV's. Momenteel is nog niet exact bekend hoeveel AGV's er gebruikt zullen worden in Velp. De verwachting is dat dit er twee of drie zullen worden. De andere 75 docks zullen aan de niet autonome zijde van het distributiecentrum komen. De trailers aan deze zijde zullen worden vervoerd door hun 'eigen' truck. Voor dit onderzoek is vooral de zuid zijde van belang, aangezien hier het probleem van automatisch koppelen bevindt (Gerrits, 2016).



Figuur 2-1 Pilot locatie in Velp
(Google.maps, 2016)

2.2 Yard trekker

Momenteel worden de trailers getrokken door YT's. Deze YT's zijn de basis voor de uiteindelijke AGV's. De YT's waar momenteel gebruik van wordt gemaakt zijn van Terberg.

Hieronder wordt kort het bedrijf Terberg besproken. Vervolgens wordt de YT van Terberg behandeld. Terberg is een van de partners van INTRALOG.



Figuur 2-2 Yard trekker van Ter Berg
(Terberg, 2016)

Bedrijfsomschrijving

Terberg is een familiebedrijf en opgericht in 1869. Momenteel staat de 4^e generatie Terberg aan het roer van de fabriek. Terberg is gespecialiseerd in de fabricage van Terminal, RoRo-, yard trekkers en hiervan afgeleide voertuigen voor de marktsegmenten havens, logistiek, industrie, weg/spoor en vliegvelden (Terberg, 2016).

YT Terberg

Zoals hierboven vermeld, wordt er gebruik gemaakt van de YT's van Terberg. In figuur 2-2 staat een YT van Terberg afgebeeld.



Figuur 2-3 Koppelen Terberg
(Terberg, 2016)

De YT wordt momenteel bestuurd door een chauffeur. Deze rijdt de YT onder de trailer, waarna de YT automatisch aan de trailer koppelt. Vervolgens moet de chauffeur uit de cabine om de verschillende leidingen te koppelen. Door middel van een knopje kan de chauffeur de koppelschotel omhoog halen (figuur 2-3, geel) en weggrijpen met de trailer. Doordat de koppelschotel omhoog gehaald kan worden, hoeven de stempels niet ingedraaid te worden (figuur 2-3, rood).

Specificaties Terberg trekker

De specificaties van de Terberg trekker, waar momenteel gebruik van wordt gemaakt bij Rotra, zijn weergegeven in tabel 2-1. Op het nieuwe distributiecentrum zal zeer waarschijnlijk gebruik worden gemaakt van een elektrische variant, hier zullen dezelfde specificaties voor gelden.

Specificaties Terberg trekker	
Maximum snelheid vooruit	10 m/s
Maximum snelheid achteruit (ongeladen)	7 m/s
Maximum snelheid achteruit (geladen)	2 m/s*
Maximale versnelling (geladen)	1,8 m/s ²
Aantal wielen	6 (2 voor 2x2 achter)
Maximale capaciteit	1 trailer
Maximum hefcapaciteit van koppelschotel	36 ton
Maximum combinatiegewicht	115 ton
Minimale schotelhoogte	929 mm

Tabel 2-1 Specificaties YT Terberg

*Maximum snelheid achteruit geladen blijft 7m/s, echter wordt in verband met instabiliteit geadviseerd om maximaal 2m/s te rijden (Gerrits, 2016).

2.3 Trailer

In dit onderdeel worden de verschillende trailers die door de AGV gekoppeld moeten worden besproken. Hierna wordt de voorzijde van de trailer behandeld.

Soorten Trailers

Er bestaan zeer veel verschillende trailers met verschillende doeleinden. Binnen het INTRALOG onderzoek zal er alleen gekeken worden naar de semi-trailers. Onder deze categorie vallen de huckepack trailers (1), citytrailers (2), 3-assige trailers (3) en de 2-assige trailers (4) (Gerrits, 2016). In figuur 2-4 zijn deze trailers afgebeeld.

Het maakt voor het koppelen weinig uit welke van deze vier trailers de AGV mee te maken heeft. Het enige wat van belang is voor het koppelen is de voorzijde van de trailer.



Figuur 2-4 Semi-trailers 1: (Knapen, 2015) 2: (Mascus, 2015)
3, 4: (Bostrailer, 2016)

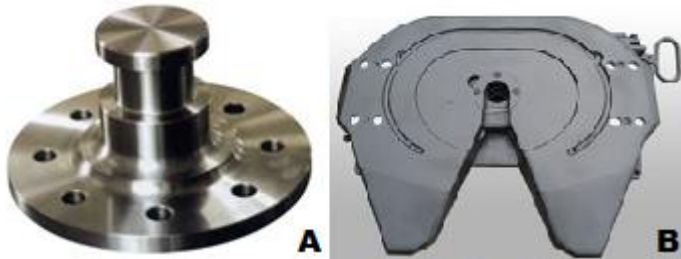
Voorzijde trailer

De voorzijde van de trailer is de zijde waaraan gekoppeld wordt. Aan deze zijde bevindt zich de king-pin en aansluitingspaneel.

Voor de king-pin geldt dat deze niet exact op dezelfde locatie zijn gepositioneerd, maar dat de YT van Terberg momenteel onder elke trailer kan rijden om te koppelen. Voor de uiteindelijke AGV zal dit dus ook geen problemen opleveren. Voor het aansluitingspaneel (kopschot) geldt ook dat deze niet gestandaardiseerd zijn. De positie van dit paneel kan sterk verschillen. Wel is het zo dat de kabels altijd op dezelfde manier gepositioneerd zijn. Zo zit bijvoorbeeld de rode luchtslang altijd aan de rechterzijde. Het is dus niet het geval dat voor elke 2-assige trailer de aansluitingen op dezelfde positie zitten. In Paragraaf 2.4 worden de verschillende koppelingsonderdelen besproken.

2.4 Koppelingsonderdelen

Hieronder wordt achtereenvolgend de king-pin, het vijfde wiel, de kabels van de trailer, het aansluitingspaneel en de stempels besproken.



Figuur 2-5 De King-pin en het vijfde wiel
A: (Gasgoo, 2015) B: (Alibaba, 2015)

Vijfde wiel

Het vijfde wiel bevindt zich op de YT/AGV. In figuur 2-5b is het vijfde wiel weergegeven. Het vijfde wiel van de YT/AGV schuift om de king-pin en klikt zich hierna vast. Momenteel wordt door middel van een groen knopje aangegeven of de koppeling goed zit. De koppeling bevindt zich in figuur 2-7 op positie 1.

Kabels trailer

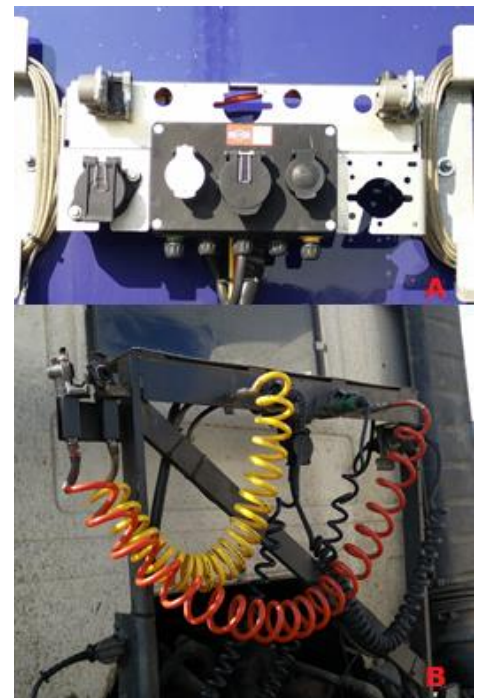
De kabels van een YT/AGV bevinden zich aan de achterzijde van de YT/AGV, deze bestaan uit twee luchtslangen en drie elektra kabels (waarvan of de ene grote of de twee kleine aangesloten dienen te worden). Zie figuur 2-6b voor een afbeelding van de achterzijde.

Aansluitingspaneel

Het aansluitingspaneel, ook wel kopschot genoemd, bevindt zich aan de voorzijde van de trailer (figuur 2-6a). Hiervoor geldt ook dat er twee luchtaansluitingen en drie elektra ingangen aanwezig zijn (waarvan of de ene grote of de twee kleine ingangen aangesloten dienen te worden). De aansluiting tussen de kabels van de trailer en het aansluitingspaneel van de truck bevindt zich in figuur 2-7 op positie nummer 2.

Stempels

De stempels, ook wel steunpoten genoemd, bevinden zich vooraan de trailer (figuur 2-7. Rode cirkel). De stempels zorgen ervoor dat de trailer, wanneer afgekoppeld, recht blijft staan. Voor het vervoer per truck is het nodig om deze stempels in te draaien wanneer er wordt aangekoppeld. Voor het vervoer per YT/AGV is dit niet nodig, doordat het vijfde wiel van de YT/AGV omhoog gehaald kan worden.



Figuur 2-6 Aansluitingspaneel/kopschot en kabels trailer



Figuur 2-7 Positionering koppelingsonderdelen (TexelSigns, 2015)

2.5 Koppelen YT en trailer

Hieronder wordt het aan- en afkoppelen van de YT met trailer besproken. Eerst wordt er gekeken naar het aankoppelen van YT met trailer, vervolgens wordt het afkoppelen hiervan besproken.

Aankoppelen

Voor het aankoppelen van de trailer is het volgende schema opgesteld:

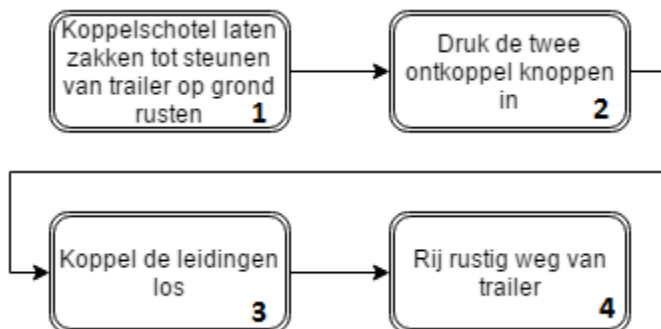


Figuur 2-8 Aankoppel schema van YT met trailer naar (Terberg, 2016)

De chauffeur rijdt de YT in lijn met de trailer (1). De koppelschotel wordt door de chauffeur op de juiste hoogte gebracht (2). De chauffeur laat de YT achteruit rijden tot de king-pin in de koppelschotel valt (3). De chauffeur controleert of het lampje groen kleurt, wat betekent dat de trailer juist is gekoppeld (4). De chauffeur stapt uit de YT en koppelt de leidingen van de YT aan de trailer (5). Vervolgens haalt de chauffeur de koppelschotel omhoog, zodat de stempels van de grond komen (6). De YT is gekoppeld en kan wegrijden met de trailer.

Afkoppelen

Voor het afkoppelen van de trailer is het volgende schema opgesteld:



Figuur 2-9 Afkoppel schema YT en trailer naar (Terberg, 2016)

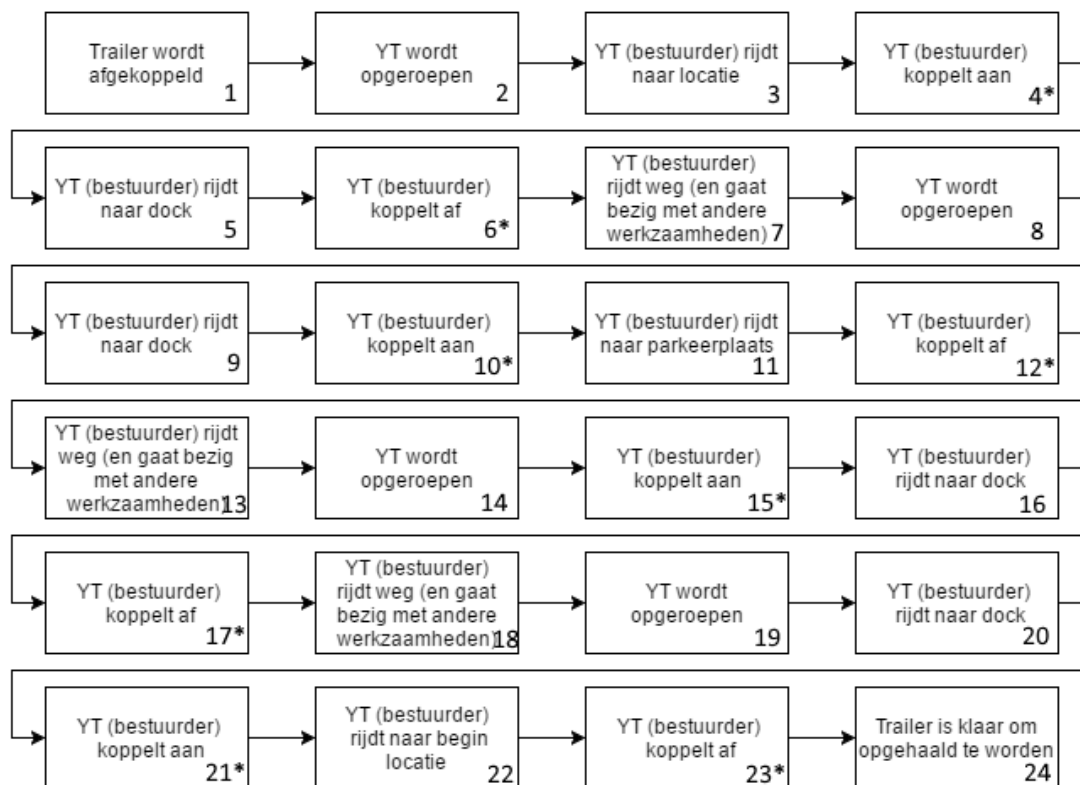
De chauffeur laat de koppelschotel zakken tot de stempels van de trailer op de grond rusten (1). De chauffeur drukt de twee ontkoppel knoppen in zodat de king-pin lost komt van het vijfde wiel (2). De chauffeur stapt uit de YT om de leidingen van de YT los te halen van de trailer (3). Vervolgens rijdt de chauffeur rustig weg van trailer (4). De trailer is nu los van de YT.

2.6 Het proces

Hieronder wordt eerst besproken hoe het gehele proces van een trailer van aankomst op het distributiecentrum tot het vertrek verloopt. Hierna wordt behandeld hoe het proces er in de autonome situatie uit zal komen te zien.

2.6.1 Situatie momenteel

Zoals eerder is vermeld, wordt momenteel het vervoer binnen een distributiecentrum uitgevoerd door de trucks zelf of door YT's. Omdat er aan het vervoer van de trucks zelf weinig zal veranderen (deze zullen op het nieuwe distributiecentrum niet tussen de AGV's/YT's rijden, maar verder verandert er niets), wordt er alleen gefocust op het proces van de YT's. Het proces dat de trailer doorloopt, van aankomst tot vertrek, is aangegeven in figuur 2-10.



Figuur 2-10 Proces trailer met YT

Het proces begint wanneer de truck op het distributiecentrum binnenkomt met de desbetreffende trailer. De trailer wordt door de bestuurder van de truck afgekoppeld (1). Wanneer de trailer is afgekoppeld wordt de YT opgeroepen (2) en rijdt de bestuurder van de YT naar de locatie van de trailer (3). Wanneer de YT aankomt, koppelt de bestuurder de trailer aan de YT (4). Vervolgens rijdt de YT bestuurder de trailer naar het aangegeven dock (5). Eenmaal hier aangekomen koppelt de bestuurder de trailer los van de truck (6). Wanneer de trailer is losgekoppeld wordt deze uitgepakt door het personeel en rijdt de YT weg om bezig te gaan met andere trailers (7). Wanneer de trailer klaar is bij het dock wordt de YT weer opgeroepen (8) en rijdt de bestuurder de YT naar het dock (9) waar de trailer zich bevindt. Hier aangekomen koppelt de YT bestuurder de trailer aan (10). De YT bestuurder rijdt dan met de trailer naar de parkeerplaats (11) en koppelt de YT bestuurder de trailer los van de YT (12). De YT bestuurder rijdt weg en gaat bezig met andere trailers (13). Wanneer de trailer weer naar het dock terug kan wordt de YT weer opgeroepen (14), de YT bestuurder rijdt naar parkeerplaats en koppelt de trailer aan (15). Vervolgens rijdt hij de trailer naar het dock (16) en koppelt de trailer af (17). De YT rijdt weg en gaat weer bezig met andere werkzaamheden (18). Als trailer weer geladen is, wordt de YT opnieuw opgeroepen (19).

De YT rijdt naar het dock toe en wordt gekoppeld (20). De bestuurder rijdt de YT vervolgens naar de begin locatie (22) en koppelt de trailer voor het laatste keer af(23). Nu kan de trailer weer worden opgehaald door de truck (24).

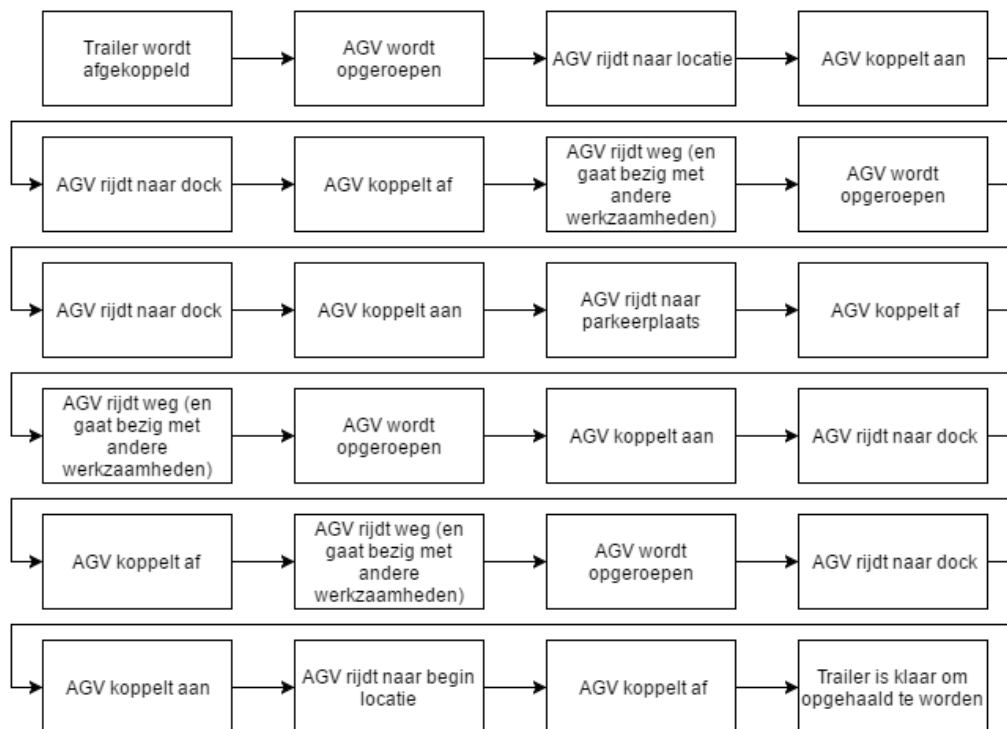
In dit proces zijn er bij elke stap werknemers betrokken. Er zit namelijk altijd een werknemer in de YT. De bestuurder van de YT is ook de persoon die de trailer aan- en afkoppelt. Momenteel is nog niet bekend hoeveel YT/AGV er in gebruik worden genomen op het distributiecentrum in Velp (er wordt uitgegaan van 2-3) en is er ook nog niet bekend op welke tijdstippen er hoeveel YT's/AGV's nodig zijn op het distributiecentrum in Velp. Op de pilot locatie zijn momenteel twee YT's aanwezig. Overdag wordt er 1 YT gebruikt (en dus de kosten van een werknemer) en s 'nachts wordt er gebruik gemaakt van twee YT's.

*Hoe het aankoppelingsproces gaat is uitgelegd in '2.5 Koppelen YT en trailer'.

2.6.2 Verwachte situatie

Het INTRALOG project is opgestart om te kijken wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot het autonoom functioneren van het vervoer op een distributiecentrum. Hierbij wordt het gehele bovengenoemde proces geautomatiseerd. Zoals al eerder vermeld zullen de YT's dan vervangen worden door AGV's en zal het proces van 1 tot 24 geheel automatisch gebeuren. Dat is tenminste de ideale situatie die INTRALOG en Rotra voor ogen hebben.

In het proces verandert weinig. De YT's worden vervangen door AGV's en de bestuurders worden vervangen door elektronica en sensoren. Wanneer alles automatisch wordt komt het proces er uit te zien zoals weergegeven in figuur 2-11.



Figuur 2-11 Proces trailer met AGV

Zoals is te zien, is er weinig verandering ten opzichte van het niet-automatische proces. Het enige verschil is dat er in de automatische variant geen werknemers aan te pas komen.

2.7 Samenvatting

In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan om de deelvraag *‘Wat is de situatie momenteel en hoe wordt er momenteel gekoppeld?’* te kunnen beantwoorden.

Momenteel staat er nog helemaal niets op de pilot locatie in Velp. Op de locatie zal een autonoom distributiecentrum worden gebouwd waar 2-3 AGV's zullen rondrijden. Momenteel wordt het vervoer op de distributiecentra uitgevoerd door YT's. Deze worden bestuurd door werknemers die de trailers aan- en afkoppelen.

De trailers die gekoppeld moeten kunnen worden door middel van deze AGV's zijn semi-trailers. Onder deze categorie vallen de huckepack trailers, citytrailers, 3-assige trailers en de 2-assige trailers.

Het koppelen gebeurt door de YT naar de trailer toe te rijden. Het vijfde wiel van de YT schuift om de king-pin van de trailer heen en klikt vast. Vervolgens komt de werknemer uit zijn cabine om de leidingen te koppelen. Hierna haalt de werknemer de voorkant van de trailer omhoog (door twee knoppen in te drukken). Nu is de trailer gekoppeld. Voor het afkoppelen geldt het omgekeerde proces.

Hoofdstuk 3 Probleem uitwerking

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 2 'Waar liggen de problemen met betrekking tot het koppelen wanneer het vervoer op het distributiecentrum geautomatiseerd zal worden?' behandeld. Eerst wordt er gekeken wat de probleem onderdelen zijn. Hierna wordt er gekeken naar de verschillende leidingen van een yard trekker en of deze leidingen op een AGV gekoppeld dienen te worden. In Paragraaf 3.4 worden de verschillende pneumatische leidingen die zich op een trailer kunnen bevinden besproken. Hierna wordt uitgebreider behandeld hoe een handjes koppeling gekoppeld dient te worden. Als laatste wordt er in Paragraaf 3.6 gekeken naar de verschillende eisen van zowel de pneumatische aansluitingen, de trailer en het distributiecentrum zelf.

3.1 Probleem onderdelen

Hieronder wordt achtereenvolgend het koppelen en het ontkoppelen van de AGV/YT met trailer besproken. Er wordt gekeken hoe het momenteel gaat, of er dingen moeten veranderen en of deze veranderingen binnen mijn scope vallen.

3.1.1 Koppelen

Hieronder wordt het proces van aankoppelen besproken.

- S1:** Het koppelen begint met de AGV in lijn te zetten met de trailer. Dit valt buiten mijn scope, dit heeft te maken met het rijden van de AGV en niet met het koppelen.



- S2:** Vervolgens moet de AGV op de juiste hoogte worden gebracht, zodat de AGV onder de trailer kan rijden. Dit is iets wat momenteel gebeurt door een knopje in te drukken. Dit valt gemakkelijk te automatiseren door middel van sensoren, ook hiervoor geldt dat dit buiten mijn scope valt.
- S3:** Vervolgens moet de AGV achteruit gereden worden tot de king-pin in het vijfde wiel valt. Hiervoor geldt ook dat dit te maken heeft met de besturing van de AGV en sensoren om te kunnen voelen dat de king-pin in het vijfde wiel valt. Dit valt buiten mijn scope.
- S4:** Vervolgens moet er worden gecontroleerd of de king-pin daadwerkelijk op de goede positie zit en goed is aangekoppeld. Momenteel kleurt een rood lampje groen wanneer dit het geval is. Dit is iets wat door middel van sensoren bij stap 3 gecontroleerd kan worden. Hierdoor valt dit dus ook buiten mijn scope.
- S5:** Vervolgens moet iemand de leidingen aansluiten. Dit gebeurt momenteel door de bestuurder van de YT maar deze bestuurder vervalt wanneer een AGV het werk van de YT overneemt. Dit onderdeel zit in mijn scope.
- S6:** Wanneer de koppeling is gecontroleerd en de leidingen zijn aangesloten moet het vijfde wiel omhoog worden gebracht (zodat de AGV kan gaan rijden). Dit gebeurt momenteel door het indrukken van een knopje en kan dus gemakkelijk geautomatiseerd worden. Het automatiseren van het indrukken van dit knopje valt buiten mijn scope.

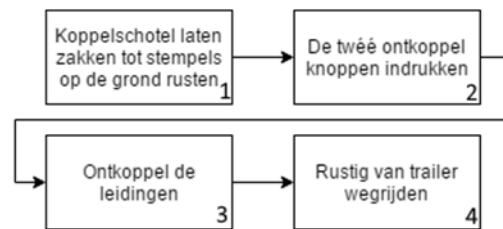
Conclusie

Alleen stap 5 'het koppelen van de leidingen' valt binnen mijn scope.

3.1.2 Ontkoppelen

Hieronder wordt het proces van ontkoppelen besproken.

S1: Het ontkoppelen begint door de koppelschotel te laten zakken tot de stempels van de trailer op de grond rusten. Dit gebeurt momenteel door middel van het indrukken van een knop. Dit kan gemakkelijk geautomatiseerd worden. Dit valt echter buiten mijn scope.



Figuur 3-2 Ontkoppelen AGV en trailer naar (Terberg, 2016)

S2: Wanneer de stempels op de grond rusten, kan de koppelschotel geopend worden door het indrukken van de twee ontkoppelknoppen. Ook hiervoor geldt dat dit gemakkelijk geautomatiseerd kan worden en dit buiten mijn scope valt.

S3: Vervolgens kunnen de leidingen ontkoppeld worden. Dit gebeurt momenteel door de bestuurder van de YT. Deze bestuurder wordt vervangen wanneer de YT's vervangen worden door AGV's, hier zal dus een oplossing voor gevonden moeten worden. Dit onderdeel valt binnen mijn scope.

S4: Wanneer de koppelschotel open is en de leidingen zijn afgekoppeld, kan de AGV rustig weggrijden van de trailer. Dit valt onder de besturing van de trailer en valt dus buiten mijn scope.

Conclusie

Alleen stap 3 'het ontkoppelen van de leidingen' valt binnen mijn scope.

3.1.2 Conclusie

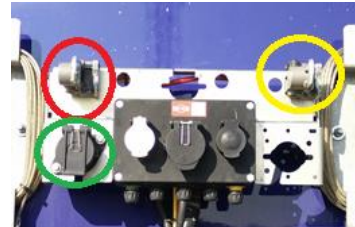
De probleemonderdelen bij zowel het aankoppelen als het afkoppelen liggen bij de leidingen. De andere onderdelen hebben te maken met de besturing van de trailer, het automatiseren van het indrukken van knoppen of met het gebruik maken van sensoren en vallen dus buiten mijn scope. Voor de vervolg van dit onderzoek zal vooral geconcentreerd worden op deze leidingen.

3.2 Leidingen

Zoals besproken in Paragraaf 2.4 bestaat het koppelen van de leidingen uit het koppelen van de elektrische en de pneumatische leidingen. Hieronder worden beide onderdelen besproken.

Pneumatische aansluitingen

De pneumatische leidingen bestaan uit twee slangen. De rode slang is voor de luchtvoorraad. Wanneer de rode niet is gekoppeld, staat de trailer op de rem en valt deze niet te verplaatsen. De gele slang is voor het remmen tijdens het rijden. Zonder deze slang kan wel worden weggereden, maar onderweg remt de trailer dan niet mee. De rode aansluiting zit altijd aan de linkerkant van de trailer (figuur 3-3, rode cirkel), de gele aansluiting zit aan de rechterkant van de trailer (figuur 3-3, gele cirkel).



Figuur 3-3 Aansluitingspaneel

Elektrische aansluitingen

Voor de elektrische aansluitingen zijn vier ingangen op de trailer. De ingang aangegeven in het groen is de ingang voor de ABS (antiblokkeersysteem) (figuur 3-3, groene cirkel). De andere drie stekkers op het zwarte blok zijn voor de verlichting. Hierbij kan de middelste ingang genomen worden, waarbij alles in een ingang gaat. Ook kan het zo zijn dat de truck over twee stekkers beschikt. In dat geval is de witte voor alle accessoires verlichting en de zwarte voor de standaard verlichting.

3.3 Aansluiten leidingen

Hieronder zal besproken worden of de verschillende leidingen gekoppeld dienen te worden wanneer er gebruikt wordt gemaakt van een AGV.

Rode pneumatische aansluiting

De trailer staat op de rem wanneer de rode aansluiting niet gekoppeld is en dus kan de trailer dan niet bewogen worden. Het is dus nodig om deze leiding te koppelen.

Gele pneumatische aansluiting

Wanneer de gele aansluiting niet is gekoppeld remt de trailer niet mee. Dit zou betekenen dat de remweg aanzienlijk langer wordt. Daarnaast zal de trailer kunnen gaan schuiven, doordat de trailer niet mee remt. Dit kan gevaarlijke situaties opleveren. Er is daarom binnen INTRALOG besloten om deze wel aan te sluiten.

ABS

De AGV zal een maximum snelheid van 10 m/s halen. Bij deze relatief lage snelheid doet de ABS weinig tot niets. Het heeft dus geen toegevoegde waarde om de ABS kabel te koppelen.

Elektrische aansluitingen

De AGV's zullen volledig autonoom functioneren. De elektrische aansluitingen zorgen voor alles met betrekking tot licht. Doordat er geen werknemers aanwezig zijn op het terrein met de AGV's, heeft het geen zin om lichten te gebruiken op dit deel van het terrein. In overleg met Rotra is besloten om de elektrische aansluitingen niet te koppelen op de AGV.

Conclusie

Voor de AGV dienen alleen de pneumatische leidingen gekoppeld te worden. De elektrische en ABS leidingen hoeven niet gekoppeld te worden. Voor het vervolg van dit onderzoek zal vooral op de pneumatische leidingen gefocust worden.

3.4 Soorten pneumatische aansluitingen

Er bestaan verschillende soorten pneumatische aansluitingen (luchtaansluitingen) in de trailer branche. Hieronder worden drie verschillende koppelingen besproken. Achtereenvolgend worden de handjes koppeling, Engels snelkoppeling en Wabco Duomatic besproken.



Figuur 3-4 Handjes koppeling (Truck-parts, 2015)

3.4.1 Handjes koppeling

De meeste gebruikte koppeling in Europa en bij Rotra is de zogenaamde 'handjes koppeling' (HAN, 2016). De luchtslang koppelt men door hem op de aansluiting van de trailer te drukken en hem vervolgens een kwartslag te draaien. In figuur 3-4 is deze koppeling weergegeven.



Figuur 3-5 Verloopstuk (Chauffeursforum, 2011)

3.4.2 Engelse snelkoppeling

Een andere koppeling die wordt gebruikt is de zogenaamde 'Engelse koppeling'. Deze komt men minder vaak tegen bij Rotra en wanneer men deze tegen komt maakt men momenteel gebruik van een verloopstuk (figuur 3-5).

De Engelse koppeling bestaat uit twee delen. Figuur 3-6 is het onderdeel dat zich aan de trailer bevindt. Hier valt het verloopstuk van figuur 3-5 in. De onderdelen kunnen eenvoudig in elkaar geklikt worden. Door de gouden ring naar achter te duwen kan de koppeling weer ontkoppeld worden.



Figuur 3-6 Engelse koppeling (Chauffeursforum, 2011)

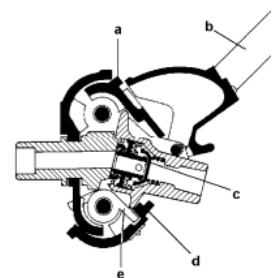


Figuur 3-7 Duomatic (Wabco, 2015)

3.4.3 Wabco Duomatic

De Wabco duomatic is nog een andere manier op de luchtslangen te koppelen. Wabco geeft aan dat de Wabco duomatic sneller en veiliger is dan de standaard koppeling (Wabco, 2015). Echter heeft de duomatic nog geen echte doorbraak gemaakt en wordt deze nog niet veel gebruikt. De duomatic bestaat uit een onderdeel aan de trailer en aan de truck. In figuur 3-7 is een duomatic weergegeven.

Het aansluiten van de duomatic wordt hieronder uitgelegd, de letters verwijzen naar figuur 3-8. Tijdens het aansluiten van de trailer wordt de hendel (b) naar beneden gedrukt. Hierdoor openen de beschermkappen (a en b). Het trailer onderdeel moet nu onder de beschermkappen worden geplaatst en vervolgens kan het handvat (b) losgelaten worden. De torsieveer (e) drukt op de beschermkappen (a en b) en duwt de trailer onderdelen tegen de oppervlakte. De automatische afsluiters (c) openen en de lucht kan gaan stromen. (Wabco, 2015)



Figuur 3-8 Duomatic schematisch (Wabco, 2015)

3.4.4 Conclusie

De koppeling waar Rotra veruit het meest mee te maken heeft is 'de handjes koppeling'. Heel sporadisch komt er een trailer met een Engelse koppeling. Ook komt er bijna nooit een trailer met Wabco duomatic en als deze al komt beschikt deze naast de duomatic bijna altijd ook over een handjes koppeling. Voor mijn onderzoek kan er dus waar nodig vanuit worden gegaan dat de trailers beschikken over een handjes koppeling.

3.5 Koppelen handjes koppeling

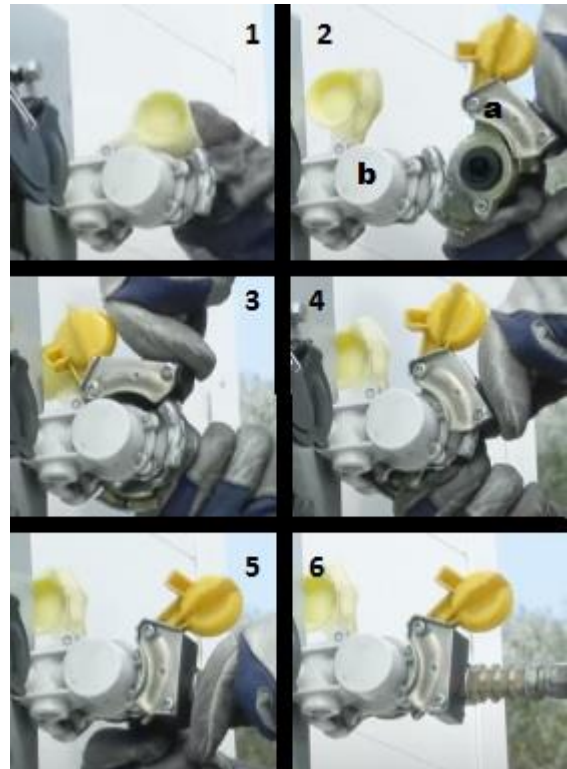
Doordat bij Paragraaf 3.4 'soorten pneumatische leidingen' is geconcludeerd dat in veruit de meeste gevallen de trailer beschikt over een zogenaamde 'handjes koppeling', hieronder wordt het koppelen van de handjes koppeling uitgebreider behandeld.

Stappenplan aankoppelen handjes koppeling

Hieronder wordt in zes stappen uitgelegd hoe de handjes koppeling gekoppeld wordt.

- S1:** Haal het beschermhoesje omhoog.
- S2:** Pak de slang vanaf de Terberg (a) en breng deze naar de koppeling van de truck (b).
- S3:** Plaats de koppeling vanaf de Terberg op de koppeling van de trailer.
- S4:** Draai de koppeling vanaf de Terberg een kwartslag naar beneden.
- S5:** Draai de koppeling vanaf de Terberg nog een kwartslag tot deze vastklikt.
- S6:** Controleer of de koppeling goed vast zit.

Voor het afkoppelen gelden dezelfde stappen, hierbij werk je de stappen andersom af.



Figuur 3-7 Koppelen handjes koppeling stils van (Robberecht, 2015)

Automatiseren

Het doel is om de handjes koppeling te automatiseren. Bij stap 1 moet het beschermhoesje omhoog gehaald worden. Dit is lastig doordat de beschermhoes van plastic is en deze over het algemeen vrij stroef omhoog gaat. Vervolgens moet de slang van de AGV/YT op exact de juiste positie worden geplaatst (stap 3). Dit moet zeer precies gebeuren anders schuift de slang bij de vervolgstappen langs de aansluiting. Ook hiervoor geldt dat dit lastig te automatiseren is. De laatste moeilijkheid komt bij stap 4. Hier moet de slang namelijk de eerste kwartslag gedraaid worden. Dit moet in de juiste hoek gebeuren, anders klikt de koppeling niet in elkaar. De tweede kwartslag is een minder lastig, doordat hij dan al in de houder klemt. Vaak is dit koppelen voor chauffeurs ook lastig, zij geven aan dat wanneer het koppelen niet lukt, ze de rubberen ringen (binnenzijde kan koppelingsonderdelen) iets bevochtigen.

Al met al is de koppeling lastig te automatiseren en zijn er verschillende moeilijkheden om rekening mee te houden wanneer men de koppeling wil automatiseren.

3.6 Eisen

Hieronder worden de eisen van de pneumatische aansluitingen besproken. Eerst wordt er gekeken wat de eisen en wensen aan de pneumatische leidingen zijn. Vervolgens wordt er gekeken naar de eisen van de trailer. Als laatste worden de eisen en wensen van het distributiecentrum behandeld.

De eisen en wensen zijn ontstaan door gesprekken met partners van INTRALOG. Vooral Rotra en de HAN zijn hierbij betrokken geweest.

3.6.1 Pneumatische aansluitingen

Hieronder staat een lijst met de eisen en wensen voor de automatische luchtaansluiting.

Eisen

1. De koppeling moet bestand zijn tegen 10 bar;
2. Koppeling moet zich automatisch kunnen positioneren;
3. Koppeling moet automatisch koppelen;
4. Koppeling moet automatisch ontkoppelen;
5. Koppeling moet handjes koppeling kunnen koppelen:

Wensen

1. Er hoeft geen tussenstuk geplaatst te worden;
2. Er hoeven geen aanpassingen te worden gedaan aan de trailer;
3. Koppelt niet langzamer dan handmatig koppelen;
4. Kan zowel handjes als Engelse koppeling koppelen:

3.6.2 Trailer

Zoals besproken in Paragraaf 2.3 zal de AGV 2-assige trailers, 3-assige trailers, huckepack trailers en citytrailers moeten kunnen vervoeren. Er zijn echter wel een paar eisen waar deze trailers aan moeten voldoen. Deze eisen zijn hieronder op een rijtje gezet.

Eisen

1. De trailer moet aan achterzijde gelost kunnen worden;
2. De trailer moet van truck afgekoppeld kunnen worden;
3. De trailer moet handjes koppeling bevatten:

3.6.3 Distributiecentrum

Ook het desbetreffende distributiecentrum moet aan verschillende eisen voldoen. Hieronder staan de eisen en wensen van het distributiecentrum vermeld.

Eisen

1. Distributiecentrum moet zich op een afgesloten terrein bevinden;
2. Voor het vervoer hoeft de openbare weg niet gepasseerd te worden:

Wensen

1. Er rijden geen trucks waar de AGV's koppelen;
2. Er zijn geen werknemers aanwezig op het autonome terrein:

3.7 Samenvatting

In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan om de deelvraag 'Waar liggen de problemen met betrekking tot het koppelen wanneer het distributiecentrum geautomatiseerd zal worden?' te beantwoorden.

Het probleem bij het koppelen ligt bij het aansluiten van de leidingen. De besturing van de AGV brengt een aantal problemen met zich mee, maar dit valt buiten de scope van dit onderzoek. Daarnaast zijn er een paar handelingen die geautomatiseerd dienen te worden, maar dat is een kwestie van programmeren. Ook dat valt buiten mijn scope.

Voor het autonome terrein dienen alleen de pneumatisch leidingen gekoppeld te worden. De ABS en de elektrische leidingen hoeven in dit geval niet gekoppeld te worden.

Op de trailer kunnen verschillende koppelingen zitten. Gedurende dit onderzoek wordt er wanneer nodig vanuit gegaan dat de trailer beschikt over een handjes koppeling. Veruit de meeste trailers die bij Rotra komen beschikken namelijk over een handjes koppeling.

Verder zijn er verschillende eisen voor het distributiecentrum en de trailers opgesteld, namelijk:

- Het distributiecentrum moet zich op een afgesloten terrein bevinden;
- De trailer moet aan achterzijde gelost kunnen worden;
- De trailer moet van truck afgekoppeld kunnen worden;
- De trailer moet handjes koppeling bevatten:

Hoofdstuk 4 Mogelijke oplossingen

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 3 *‘Welke mogelijke oplossingen zijn er voor het automatisch koppelen van AGV en trailer’* behandeld. Eerst wordt er gekeken naar wat er gebeurt als er niet automatisch gekoppeld gaat worden. Daarna wordt een al bekende automatische koppelmethode besproken, de Jost KKS. Vervolgens wordt een automatische koppelmethode uit de treinen industrie besproken, de Scharfenberg koppeling. Hierna wordt er gekeken naar robotica en wat hier mogelijk is. Als laatste wordt er naar een mogelijke oplossingen gekeken die is ontstaan in een andere project binnen INTRALOG.

4.1 Niet automatisch koppelen

Zoals hierboven besproken is de ideale situatie volgens zowel INTRALOG als Rotra een volledig automatisch functionerend distributiecentrum. In Paragraaf 3.1 is geconcludeerd dat het momenteel nog niet mogelijk is om de leidingen aan te sluiten. In Paragraaf 3.3 is er geconcludeerd dat eigenlijk alleen de pneumatische leidingen een probleem zijn. Het gehele koppelingsproces kan momenteel dus niet geautomatiseerd worden door deze twee pneumatische leidingen die nog niet automatisch gekoppeld kunnen worden. Hieronder wordt bekeken wat er gebeurt als het koppelen alsnog door werknemers gedaan wordt.

Wanneer het koppelen handmatig blijft zal dit betekenen dat een werknemer constant aanwezig is op de parkeerplaats om de trailers aan de AGV te gaan koppelen. Daarnaast moet er een persoon aanwezig zijn die op de parkeerplaats tegenover de docks de AGV's koppelt. Het koppelen van de AGV's bij het dock zou kunnen worden gedaan door een werknemer die bezig is met het laden en lossen van de desbetreffende trailer.

Aantal koppelingen

In Paragraaf 2.1.2 is besproken dat er verwacht wordt dat er ongeveer 400 trailers per dag gedistribueerd zullen worden. Deze 400 trailers zullen allemaal het proces van figuur 2-10/2-11 moeten doorlopen. Dit betekent dat elke trailer vier keer moet worden aangekoppeld en er totaal dus 1600 keer per dag moet worden aangekoppeld. Daarnaast moeten deze trailers ook 1600 keer worden afgekoppeld.

Verdeling koppelingen

Op de huidige locatie is gebleken dat de YT's drukker zijn s' nachts dan overdag, vandaar dat daar gekozen is om s' nachts twee YT's rond te laten rijden en overdag één. Dit betekent dat het aantal koppelingen verdeeld over de dag ook niet evenredig zal zijn op dit nieuwe distributiecentrum.

Tijdsduur koppelen

De AGV zou het koppelen geheel zelf kunnen op het koppelen van de pneumatische leidingen na. De desbetreffende werknemer zal dus alleen deze twee pneumatische leidingen moeten koppelen. De gemiddelde tijdsduur voor het koppelen van deze twee leidingen wordt geschat op 45 seconden. Hierbij wordt de tijd die nodig is om op de trailer te stappen en er weer af te stappen meegerekend.

Koppel locaties

Elke trailer wordt op het distributiecentrum vier keer gekoppeld. De eerste keer koppelen vindt plaats op de aankomstlocatie (1). Vervolgens rijdt de AGV met trailer naar het dock (2), waar deze opnieuw wordt gekoppeld. Hierna rijdt hij naar de parkeerplaats (3) waar deze weer opnieuw gekoppeld wordt. Vervolgens rijdt de trailer nogmaals naar het dock (2). Ook hier wordt hij weer gekoppeld. Als laatste wordt hij nogmaals op de parkeerplaats gekoppeld (1).



Figuur 4-1 Koppel locaties 1: (TTM, 2011) 2: (Remmers, 2008) 3: (TTM., 2014)

Aankomst locatie

Op de locatie waar de trailers aankomen zal de AGV aangekoppeld moeten worden en aan het einde van het proces afgekoppeld moeten worden. Dit komt neer op 800 keer koppelen per dag.

De desbetreffende werknemer zal over de parkeerplaats moeten lopen om naar de verschillende trailers toe te komen. Er zullen 100 parkeerplaatsen komen op het nieuw te bouwen distributiecentrum. Volgens de 'NEN 2442:2000 nl norm' zijn de maten van een parkeerplaats voor vrachtwagens tussen 2,75 en 3,00 meter breed (Selectoo, 2016). Dit betekent dat een gemiddelde parkeerplaats 2,88 meter is en het geheel ongeveer 288 meter breed is. Dit betekent dat de gemiddelde afstand van de ene parkeerplaats naar de andere parkeerplaats ongeveer 144 meter zal zijn.

De gemiddelde loopsnelheid van de mens is ongeveer 5 kilometer per uur, wat betekent dat de werknemer ongeveer 1,45 minuten doet over deze gemiddelde afstand.

Dit betekent dat één koppeling gemiddeld 2,30 minuten duurt. Een werknemer kan dus ongeveer 24 keer aan- of afkoppelen per uur. Uitgaande dat één werknemer 7,5 uur effectieve werktijd heeft (exclusief pauzes), kan één werknemer 180 koppelingen per werkdag uitvoeren. Dit komt erop neer dat, wanneer alle koppelingen op de aankomstparkeerplaats met behulp van werknemers gedaan zouden worden, er 5 werknemers verdeeld over de dag nodig zijn ($800:180=4,44=5$).

Parkeerplaats tegenover dock

Wanneer de trailers worden gelost, worden deze op parkeerplaatsen tegenover de docks neergezet. De parkeerplaatsen worden hier vanaf begin van dock 1 tot einde dock 75 verdeeld. Ook hier geldt dat er 800 keer per dag gekoppeld dient te worden.

Hiervoor geldt weer dat de werknemer over de parkeerplaatsen moet lopen om naar de verschillende parkeerplaatsen te komen. Zowel de breedte van de parkeerplaatsen als het aantal parkeerplaatsen is hier niet van belang, omdat de totale breedte gelijk is aan de breedte van de 75 docks samen. De breedte van een dock is ongeveer 3,5 meter (Abloy, 2016). Met montage en loopruimte komt dit neer op ongeveer 4 meter per dock. Dit betekent dat de totale breedte ongeveer ($75 \times 4 =$) 300 meter bedraagt. Dit betekent dat er een afstand is van ongeveer 150 meter gemiddeld van de ene naar de andere parkeerplaats.

De gemiddelde loopsnelheid blijft 5 kilometer per uur, wat betekent dat de werknemer ongeveer 1,50 minuten doet over de gemiddelde afstand.

Dit betekent dat één koppeling gemiddeld 2,35 minuten kost. Een werknemer kan dus ongeveer 23 keer aan- of afkoppelen per uur. Uitgaande dat één werknemer 7,5 uur effectieve werktijd heeft (exclusief pauzes), kan één werknemer 173 koppelingen per werkdag uitvoeren. Dit komt erop neer dat, wanneer alle koppelingen op de aankomst parkeerplaats met behulp van werknemers gedaan zouden worden, er 5 werknemers verdeeld over de dag nodig zijn ($800:173=4,62=5$).

Dock

De trailer komt twee keer bij het dock. Eerst komt de trailer bij het dock om te worden gelost. Wanneer de trailer is gelost, wordt deze naar de parkeerplaats tegenover het dock gereden. Vervolgens wordt de trailer weer opgeroepen, waarna deze wordt geladen. Dit betekent dat de trailer twee keer moet worden afgekoppeld en twee keer moet worden aangekoppeld bij het dock.

Voor het koppelen bij de docks kan ervoor gekozen worden om dit te laten doen door de werknemers die verantwoordelijk zijn voor het laden en lossen van de trailers. Wanneer hiervoor gekozen wordt, moet er twee keer 45 seconden plus de looptijd van het dock naar de trailer bij het laden en lossen worden opgeteld.

Er kan ook worden gekozen om dit te laten doen door andere werknemers. Dit betekent dat het rekensommetje hetzelfde wordt als die bij de parkeerplaats, het enige verschil is dat hier het koppelen dubbel zo vaak moet gebeuren. Het totaal aantal werknemers, dat verspreid over de dag nodig is, zal dus geen vijf maar tien zijn.

4.1.3 Toepassing AGV

Wanneer ervoor wordt gekozen om het koppelen van de leidingen handmatig te laten, is er dus 10-20 man extra personeel nodig. Wanneer er wordt gekozen voor 10 extra werknemers wordt de werkdruk voor het laad en los personeel aanzienlijk hoger en zal er zeer waarschijnlijk meer personeel op deze afdeling bij moeten komen. Hiervan uitgaande is 15 extra medewerkers een goede schatting voor de kostenberekening. Deze 15 extra werknemers zullen een inkomen hebben van ongeveer 30.000 euro wat neer komt op $(15 \times 30.000 =) 450.000$ euro per jaar.

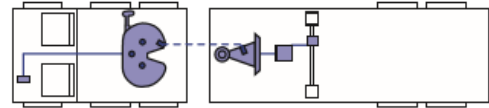
Doordat er gekoppeld gaat worden met de hand, moet er bij elke koppeling gewacht worden tot er een werknemer komt die de leidingen aan- of afkoppelt. Dit kost veel extra tijd. Ook zullen er meerdere werknemers op het autonome terrein lopen, waar eigenlijk geen mensen aanwezig mogen zijn. Dit maakt het geheel een stuk minder veilig.

4.2 Automatische koppelingen op markt

Momenteel is er een automatische koppeling tussen truck en trailer op de markt, de Jost KKS. Dit systeem wordt hieronder besproken.

4.2.1 Jost KKS

Het eerste automatische koppelingssysteem dat besproken wordt is het Jost KKS systeem. Eerst wordt kort de producent van dit systeem besproken, Jost international. Daarna wordt het koppelsysteem besproken. In figuur 4-2 zijn schematisch de verschillende onderdelen van de truck en trailer weergegeven.



Figuur 4-2 Jost KKS schematisch (Jost, 2015)

Jost international

Jost international is een bedrijf dat is gespecialiseerd in de productie van het vijfde wiel en alles wat hiermee te maken heeft. JOST international is een van de marktleiders op het gebied van componenten en systemen met betrekking tot het koppelen van trailers en trucks. Jost international is de producent van het KKS-systeem.

Jost KKS

Het Jost KKS-systeem is een volledig automatisch koppelsysteem. Het Jost KKS-systeem (comfort koppelingssysteem) automatiseert het gehele koppelingsproces. Het systeem is geproduceerd voor het koppelen van truck en trailer. Het proces koppelt zowel de king-pin als bekabeling en haalt de stempels automatisch omhoog en omlaag (Jost, 2015). De koppeling zelf is voorzien van drie sensoren die in de gaten houden of het aankoppelen op correcte wijze tot stand is gekomen (Wieman, 2006). Hieronder worden de verschillende onderdelen van de koppeling besproken.

Bekabeling

Dit onderdeel wordt uitgelegd aan de hand van figuur 4-3 en 4-4. De kabels bevinden zich onder de king-pin en onder het vijfde wiel. Achter de king-pin bevindt zich een box die zich opent wanneer de truck zich aan de trailer koppelt (1). Onder het vijfde wiel bevindt zich een arm die zich in de box schuift (2). Wanneer de arm niet in de buurt van de box is, is de box gesloten (3). Wanneer deze arm zich in de buurt bevindt, opent de box zich (4) en schuift de arm zich in deze box. Wanneer de onderdelen in elkaar zijn geschoven zijn zowel de elektrische als de pneumatische leidingen aangesloten.



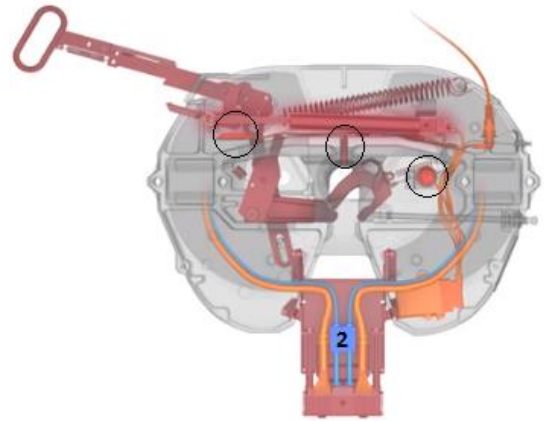
Figuur 4-3 Koppeling Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)



Figuur 4-4 King-pin Jost KKS stils van (JostInternational, 2010)

Koppelen vijfde wiel en king-pin

Door middel van sensoren (figuur 4-5, zwarte cirkels) wordt het vijfde wiel in de goede positie gebracht ten opzichte van de king-pin. Hierdoor zit het vijfde wiel altijd in goede positie. Daarnaast controleren deze sensoren of de koppeling op correcte wijze is gekoppeld. De koppelschotel kan gemakkelijk worden geopend door middel van het pneumatische systeem.



Figuur 4-5 Vijfde wiel Jost KKS
stils van (JostInternational, 2010)



Figuur 4-6 steunpoten Jost KKS
stils van (JostInternational, 2010)

Stempels

De stempels worden automatisch opgedraaid door middel van een elektromotor (figuur 4-6, gele vierkant). Ook hiervoor geldt dat dit volledig automatisch bediend kan worden.

Bediening

Het gehele proces kan worden bediend door middel van een afstandsbediening (figuur 4-7) die zich in de cabine van de chauffeur bevindt. De chauffeur hoeft niet uit de cabine te komen gedurende het gehele aan- en afkoppelen proces.



Figuur 4-7 Afstandsbediening Jost KKS
stils van (JostInternational, 2010)

Conclusie

Het KKS-systeem kan door middel van de afstandsbediening volledig aan- en afkoppelen zonder dat de chauffeur uit de vrachtwagen hoeft te komen. Het KKS-systeem vereist aanpassingen aan zowel de trailer als aan de truck. De exacte prijs van dit systeem is onbekend. De kosten voor het gehele systeem zullen ongeveer 3000 euro bedragen (Wieman, 2006).

4.2.2 Toepassing AGV

Doordat er een heel nieuw systeem wordt aangebracht op de trailer, is het systeem geschikt voor alle soorten trailers. Trailers die beschikken over een KKS-systeem kunnen ook gekoppeld worden door trucks zonder dit systeem (Jost, 2015). Het systeem is zeer veilig en betrouwbaar door de verschillende sensoren.

Het systeem vereist grote aanpassingen aan de trailer. Dit is echter iets dat niet gewenst is vanuit INTRALOG en Rotra. Het systeem kan ook de steunpoten omhoog halen, iets wat met de AGV niet nodig is. De complexiteit van het systeem en de extra mogelijkheden maakt het systeem vrij prijzig.

De kosten van het geheel zijn 3000 euro. Grofweg zullen de kosten per trailer op 1500 euro liggen (exacte kosten zijn niet bekend, maar de kosten voor het apparaat van de truck en de trailer zijn ongeveer gelijk).

4.3 Automatische koppeling in een andere branche

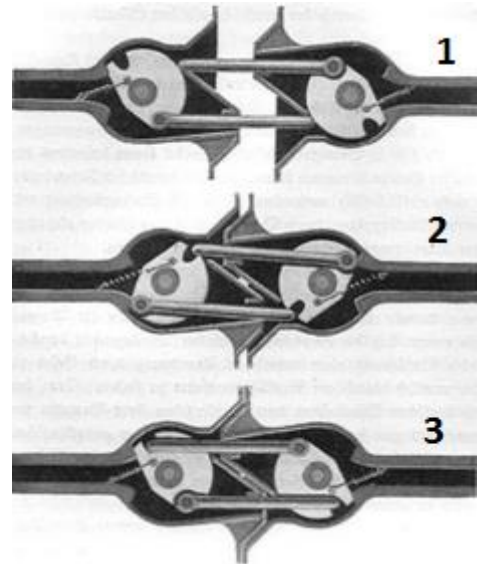
Een andere branche waarin koppelen een rol speelt is op het spoor. Treinen maken meestal gebruik van de Scharfenberg koppeling, deze wordt hieronder besproken.

4.3.1 Scharfenberg koppeling

De Scharfenberg koppeling is een veelgebruikte koppeling op het spoor. De koppeling werkt volledig automatisch. Voor de machinist is het mogelijk om vanuit de cabine, wagons aan en af te koppelen.

De koppeling bestaat uit twee gelijke onderdelen. De onderdelen worden op dezelfde hoogte tegen elkaar aangereden. Wanneer de onderdelen tegen elkaar aankomen klikken de onderdelen in elkaar en zijn de wagons gekoppeld. In figuur 4-8 is de koppeling schematisch weergegeven. Met nummer 1 is de koppeling te zien wanneer deze open is. In nummer 2 is de koppeling bezig met koppelen. Bij nummer 3 is de koppeling gekoppeld.

De Scharfenberg koppeling is geschikt om pneumatische en elektrische onderdelen mee te koppelen. Die gebeurt door aan de buitenkant van de koppeling de leidingen in elkaar te laten klikken. De slijtage en het onderhoud van de onderdelen zijn minimaal, doordat de twee onderdelen geen speling hebben (Split, 2014). Het vervoer is schokvrij en veilig door middel van veren en absorberende onderdelen (Voith, 2016).



Figuur 4-8 Scharfenberg koppeling schematisch (Voith, 2016)

4.3.2 Toepassing AGV

Wanneer de Scharfenberg koppeling toegepast zou worden op trailers zou het king-pin/vijfde wiel systeem volledig vervangen moeten worden. Het is niet gewenst en vrijwel onmogelijk om voor alle trailers een geheel nieuw systeem te maken die alleen door Rotra wordt gebruikt.

Het voordeel van de Scharfenberg koppeling is dat in deze koppeling de elektrische en pneumatische leidingen wel mee koppelen als het systeem wordt aangekoppeld. Echter is dit niet toepasbaar op de huidige koppeling.

De Scharfenberg is geen interessante oplossing voor het vervolg van dit onderzoek, dit komt doordat het systeem en/of onderdelen hiervan niet bruikbaar zullen zijn voor de koppeling van AGV en trailer.

4.4 Gebruik Robot techniek

Doordat er bij Paragraaf 2.6 is geconcludeerd dat het probleem momenteel vooral ligt bij het koppelen van de leidingen, is een oplossing waarbij alleen de leidingen worden gekoppeld een interessante optie. Vandaar dat ervoor is gekozen om te kijken naar robots. Hieronder worden de verschillende opties met betrekking tot robotica besproken.

4.4.1 Imitatierobots

De eerste vorm van robotica die wordt besproken, is een robot die de mens exact vervangt. Hierbij imiteert de robot de functies van de mens. Een voorbeeld hiervan is aangegeven in figuur 4-9, waarbij een robot wordt geleerd te ijshockeyen. Een robot kan op verschillende manieren handelingen leren. “Een mogelijkheid is de handelingen te programmeren of deze te laten ‘leren’ van een persoon. Hierbij reageert de robot zelf niet op de omgeving of nieuwe situaties, maar kan deze alleen wat is geprogrammeerd of is geleerd” (Breazeal & Scassellati, 2002). Het is ook mogelijk om een robot wel te laten anticiperen op nieuwe situaties of omgevingen, deze optie heet ‘leren van demonstratie’. Hierbij laat je de robot zien wat hij moet doen en wat het doel is. Vervolgens verbetert hij zijn prestaties door ‘trail and error’ (Breazeal & Scassellati, 2002). De robot in figuur 4-9 is een voorbeeld van ‘leren van demonstratie’, hij wordt beter in ijshockey door te oefenen.



Figuur 4-9 Zelflerende robot (Breazeal & Scassellati, 2002)



Figuur 4-10 Atlas robot (Dynamics, 2016)

Een onderzoek aan de Universiteit van Zuid-Californië heeft aangetoond dat de daar geteste robot een beweging van de mens beter kan nadoen dan een proefpersonen die de beweging probeert na te doen (Billard & Matér, 2001).

Een ander voorbeeld van een robot is de ‘Atlas’ geproduceerd door Boston Dynamics. Deze robot loopt op twee poten en kan met de handen menselijke handelingen uitvoeren (Dynamics, 2016). Boston Dynamics is een bedrijf dat eigendom is van Google. Ze zijn gespecialiseerd in het produceren van innovatieve machines die ook echt functioneren (Dynamics, 2016). In figuur 4-10 is deze robot weergegeven.

Nog een ander voorbeeld is een robot die is gebouwd door ‘Joint Robotics’ en ‘Airbus Group’. Gedurende dit project genaamd ‘COMANOID’ is een robot gebouwd die functies kan uitvoeren in de luchtvaartindustrie. De robot is geproduceerd zodat de robot de simpele taken kan uitvoeren en de werknemer zich beter kan focussen op de andere taken (Futurism, 2015). In figuur 4-11 is de COMANOID weergegeven.



Figuur 4-11 Comanoid robot (Futurism, 2015)

Conclusie

Uit dit onderzoek naar het gebruik van robots is gebleken dat het waarschijnlijk mogelijk is om een robot de koppelingen te laten aansluiten. Robots kunnen momenteel al veel complexere taken en met een beetje training kunnen robots de leidingen koppelen. Ondanks dat er nergens prijzen zijn aangegeven, is uit dit onderzoek wel duidelijk geworden dat de kosten voor een robot die de mens vervangt enorm hoog zullen zijn. Daarnaast zullen deze robots veel tijd kwijt zijn met lopen naar de verschillende locaties. De mens vervangen door robots is daarom geen goede oplossing.

4.4.2 Robotarm

Een gehele robot is zeer kostbaar en het kan veel tijd en moeite kosten om deze goed te laten functioneren. Doordat er maar 2-3 AGV's zullen komen is een robotarm die bevestigd wordt op de AGV een veel sneller en goedkopere oplossing. Ook is een robotarm gemakkelijker te programmeren. Dit is dus een beter alternatief dan een volledige robot. Wat de mogelijkheden van een robotarm zijn wordt hieronder besproken.

4.4.2.1 Bedrijven

Hieronder worden verschillende bedrijven besproken die bekend zijn in de robotarmen wereld.

Yaskawa

Yaskawa is het bedrijf achter 'Motoman robotics'. "Yaskawa heeft wereldwijd al meer dan 300.000 industriële robots geïnstalleerd. Momenteel heeft Yaskawa Motoman meer dan 150 robot armen in productie" (Yaskawa, 2016). Yaskawa Motoman produceert robotarmen voor zeer veel verschillende doeleinden. De robotarmen die gebruikt worden voor de montage zijn het meeste geschikt om toe te passen op het koppelen van AGV en trailer.

Denso Wave

Denso is al zeer lange tijd bezig met de ontwikkeling en productie van industriële robots. Eerst alleen voor eigen gebruik, maar tegenwoordig leveren ze wereldwijd. Denso produceert een grote variabiliteit aan robots. Momenteel heeft denso meer dan 60.000 robots geïnstalleerd. Tegenwoordig is Denso een van de marktleiders op het gebied van kleine montage robots (Denso, 2015). Denso produceert veel verschillende soorten robots en producten, maar de montage robots zijn wederom het meest geschikt.

TM Robotics

TM Robotics is een groot bedrijf op het gebied van industriële robots. TM Robotics is de verkoop, service en ondersteunings partner voor 'Toshiba Machine Industrial Robots'. TM Robotics streeft ernaar om het gebruik van hun robots zo duidelijk en gemakkelijk mogelijk te maken voor de klant (Robotics, 2014). De robotarmen die verkocht worden door TM Robotics worden in zeer verschillende bedrijfstakken gebruikt, maar ze worden voornamelijk gebruikt op het gebied van montage.

Kawasaki Robotics

"Kawasaki is een van de grotere leveranciers op het gebied van industriële robots en automatiserings systeem. Kawasaki heeft een zeer ruim en veelzijdig aanbod. Kawasaki heeft wereldwijd meer dan 110.000 robots geïnstalleerd. Kawasaki staat bekend om zeer hoge kwaliteit robotarmen" (Kawasaki, 2015). Ook bij Kawasaki geldt dat de montage robots het meest geschikt zijn.

ABB

ABB biedt een groot scala aan robots die de productiviteit, kwaliteit en veiligheid verbeteren. ABB heeft wereldwijd meer dan 250.000 robots geïnstalleerd. "Door ruim 1 miljard dollar per jaar te investeren in onderzoek en ontwikkeling positioneert ABB zich als koploper in het ontwikkelen en verbeteren van producten en systemen" (ABB, 2015). Ook hierbij geldt dat de montage robots het meest geschikt lijken.

4.4.2.2 Soorten robotarmen

Er zijn zeer veel verschillende robotarmen met verschillende specialiteiten. Hieronder worden drie categorieën robotarmen besproken. “Een geschikte robotarm moet 600 millimeter kunnen overbruggen (afstand van achterzijde YT tot voorzijde trailer)” (HAN, 2016). Daarnaast moet een geschikte arm de koppel beweging, zoals besproken in Paragraaf 3.5, kunnen maken.

Delta robots

“Delta robots kunnen op zeer hoge snelheid werken, maar lage productgewichten aan (5-10 kg) en hebben een maximum werkgebied van ongeveer 1,5 meter. De kosten voor een Delta robot liggen relatief laag” (de Bie, 2015).



Figuur 4-12 Delta robot (Maja, 2011)



Figuur 4-13 Scara robot (Adept, 2015)

Scara robots

“Scara robots kunnen op hoge snelheid en met hoge precisie werken. Ze zijn geschikt voor gewichten tot ongeveer 20 kg en hebben een beperkt werkgebied. De kosten voor de Scara robots zijn relatief laag” (de Bie, 2015).

6-assige robots

“6-assige robots werken op een lagere snelheid en kunnen een breed scala aan gewichten aan. Ze hebben een zeer hoge bewegingsvrijheid in een 3 dimensionale ruimte. De kosten voor een 6-assige robot zijn wel aanzienlijk hoger” (de Bie, 2015). De bedrijven genoemd in Paragraaf 4.4.2.1 prijzen de 6-assige robots voor hun grote bewegingsvrijheid, flexibiliteit en vele mogelijkheden. Onder andere Yaskawa en ABB geven aan dat de 6-assige robots menselijke taken goed kunnen imiteren.



Figuur 4-14 6-assige robot (Dero, 2014)

Conclusie

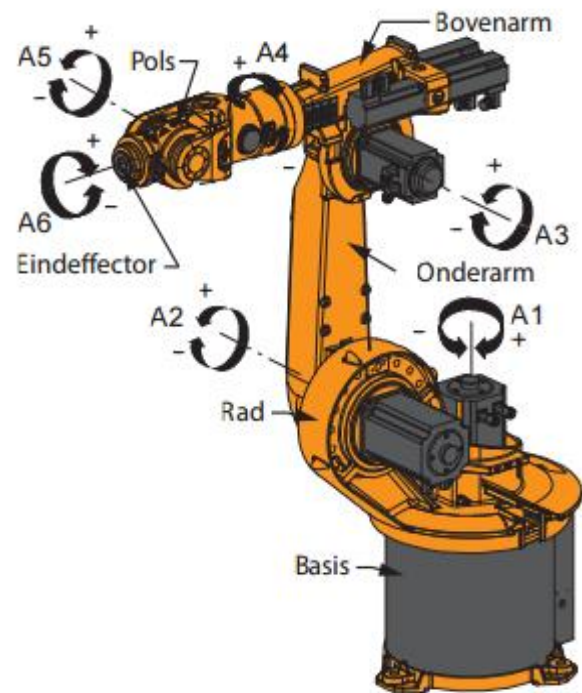
Doordat de Delta robots, door de drie kinematische ketens, productiewerk verrichten wat onder zich bevindt, is deze vooral geschikt voor werkzaamheden die onder de eindeffector bevinden. Hierdoor is de Delta robot niet geschikt voor het koppelen. De scara robot heeft een beperkt werkgebied en ook hiervoor geldt dat deze vooral werkzaamheden onder zijn eindeffector goed kan uitvoeren. Door het beperkte werkgebied en het werkgebied dat vooral onder de eindeffector ligt, is ook de scara robot niet ideaal voor het koppelen.

De 6-assige robot kan zeer goed menselijk handelingen imiteren en heeft een grote bewegingsvrijheid en flexibiliteit. Daarnaast kunnen hiermee werkzaamheden worden uitgevoerd die niet onder de eindeffector bevinden. De 6-assige robot is het meest geschikt om de pneumatische leidingen te koppelen.

4.4.2.3 Werking 6-assige robot

Een 6-assige robot bestaat uit zes assen. Deze verschillende assen kunnen verschillende bewegingen maken. De eerste drie assen bepalen de positie van de zogenoemde robotpols en de laatste drie assen bepalen de positie van de eindeffector. Hieronder worden de verschillende assen besproken:

- A1:** De eerste as bevindt zich op de basis van de robot en laat toe de volledige robotarm te pivoteren rond de basis.
- A2:** De tweede as verbindt het rad met de onderarm en laat toe de arm verder of korter te doen reiken.
- A3:** De derde as verbindt de onderarm met de bovenarm en laat toe de arm omlaag of omhoog te bewegen.
- A4:** De vierde as ligt in de lengte van de bovenarm en brengt samen met A5 de pols in de gewenste richting.
- A5:** De vijfde as verbindt de bovenarm met de pols en brengt samen met A4 de pols in de gewenste richting.
- A6:** De zesde as verbindt de pols met de eindeffector en brengt de eindeffector in de gewenste oriëntatie" (Huysentruyt, 2013).



Figuur 4-15 Werking 6-assige robot (Huysentruyt, 2013)

4.4.2.3 Mogelijk robots

Hieronder worden de drie verschillende geschikte robots besproken worden. De robotarm van Denso wave, Yaskawa en ABB worden behandeld.



Denso Wave

In overleg met Denso Wave is er geconcludeerd dat Denso meerdere robotarmen heeft die het koppelen van de AGV en de trailer zouden kunnen uitvoeren. Uiteindelijk is er voor de 'Denso wave VS-087' gekozen. Dit is een 6-assige robotarm uit de nieuwe VS serie. Deze robotarm kan gewichten van 3-7 kg tillen en verplaatsen en heeft een maximale reikwijdte van 900 millimeter. De robotarm kan zowel rechtop, schuin als op de kop gemonteerd worden. Voor de 'Denso wave VS-087' zijn verschillende opties beschikbaar. Doordat in de buitenlucht vocht en stof voor problemen kunnen zorgen, is de 'protected (IP67)' variant de beste optie. IP staat voor bescherming tegen binnendringen (Ingress Protection), 6 voor totale bescherming tegen stof en 7 voor bescherming tegen vocht tot 1 meter onder water (Aceeca, 2012). Eventueel zou de 'Dust & splash proof' ook voldoende kunnen zijn, maar de 'protected (IP67)' wordt toch aangeraden (Denso, 2015).

Figuur 4-16 Denso robotarm (Denso, 2015)

Yaskawa

Van Yaskawa is de meeste geschikte robotarm de 'Yaskawas MH5LS II'. Deze 6-assige robot heeft een maximaal laadvermogen van 5 kilogram. Deze robotarm heeft een horizontaal bereik van 895 millimeter en een verticaal bereik van 1.560 millimeter. De MH5LS II staat bekend om zijn veelzijdigheid en is geschikt voor kleine simpele taken tot zeer gecompliceerde taken. De MH5LS II is beschikbaar in zowel de standaard variant als in een variant die geschikt is tegen stof en water. Deze robotarm kan de afstand overbruggen en de gevraagde beweging maken en is in theorie dus geschikt om de koppeling tussen AGV en trailer uit te kunnen voeren (Yaskawa, 2016).



Figuur 4-17 Yaskawa robotarm (Yaskawa, 2016)



Figuur 4-18 ABB robotarm (ABB, 2015)

ABB

Van ABB is de meeste geschikte robotarm de nieuwe midden range versie robots 'IRB 2600'. Deze 6-assige robot heeft drie varianten, de meest geschikte variant is de 'IRB 2600-12/1,65'. Dit model kan 12 kilogram tillen en heeft een maximale reikwijdte van 1,65 meter. Er is nog een variant die 20 kilogram kan tillen en een variant die een reikwijdte heeft van 1,85 meter (Löwgren, 2009), maar de 'IRB 2600-12/1,65' is het meeste geschikt. De 'IRB 2600-12/1,65' beschikt standaard over IP67 bescherming en is dus geschikt voor werk in alle weersomstandigheden. Verder heeft deze robotarm als voordeel dat hij op alle manieren gemonteerd kan worden. Deze robotarm is geschikt voor zeer veel verschillende taken en kan allerlei soort bewegingen maken (ABB, 2015).

Merk	Aantal assen	Reikwijdte	Laad-vermogen	Gewicht	Bescherming
Denso	6	905mm	7kg	51kg	IP67
Yaskawa	6	895mm	5kg	29kg	IP67
ABB	6	1653mm	12kg	272kg	IP67

Tabel 4-1 Specificaties robotarm

4.4.3 Toepassing AGV

Robotarmen zijn momenteel in staat om zeer complexe taken van de mens over te nemen. Het koppelen van de leidingen zal dus ook mogelijk moeten zijn. Er zijn veel bedrijven die robots in hun assortiment hebben die geschikt gemaakt kunnen worden om de leidingen van AGV en trailer te koppelen, echter is er op dit moment geen soortgelijke taak bekend en bestaat er dus geen robotarm die direct ingezet zou kunnen worden.

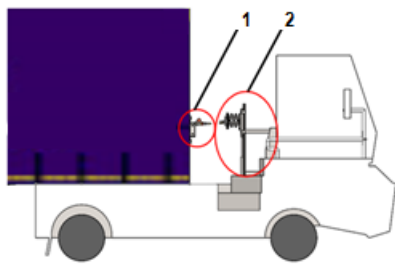
De verschillende robotarmen zouden samen kunnen werken met sensoren om zo de leidingen, die zich op verschillende plaatsen op het kopschot bevinden, te lokaliseren. Meerdere bedrijven geven aan dat dit geen probleem zou moeten zijn, echter is dit nog nergens toegepast. De specificaties van de bovengenoemde robotarmen zijn in tabel 4-1 samengevat. De prijs van de Denso robotarm is 29.830 euro. Hierbij komen nog verschillende kosten voor de elektronica en het aansluiten van de robotarm. De totaalprijs per systeem zal op ongeveer 50.000 euro per robotarm komen te liggen. De kosten voor andere vergelijkbare robotarmen zijn ongeveer gelijk.

4.5 Samenwerking INTRALOG

Binnen INTRALOG zijn er meerdere studenten en bedrijven bezig met verschillende onderdelen van het gehele onderzoek. Zo is er ook een project op de hogeschool van Arnhem/Nijmegen. Dit project wordt hieronder besproken.

4.5.1 Hogeschool Arnhem Nijmegen

Een partner binnen het INTRALOG project is de HAN (hogeschool Arnhem/Nijmegen). Vanuit de HAN is er een project opgestart om een oplossing te ontwerpen voor het koppelingsprobleem van de AGV en de trailer. Dit project is uitgevoerd door tien studenten van de opleiding Automotive Design. Gedurende hun project is er veelvuldig contact geweest om elkaar te ondersteunen. De uiteindelijke oplossing vanuit de HAN wordt hieronder besproken.

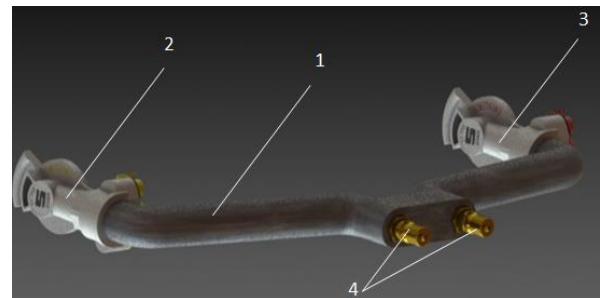


Figuur 4-19 Koppeling HAN (HAN, 2016)

De oplossing die is geproduceerd vanuit de HAN maakt gebruik van een koppelstuk (1), dat op de trailer wordt geplaatst. Vervolgens wordt door middel van sensoren en cilinders de koppelplaat op de AGV (2) in de juiste positie gebracht. Hierna schuiven de pneumatische leidingen van de trailer in het koppelstuk en zijn de aansluiting gekoppeld. De werking van de verschillende onderdelen wordt hieronder uitgelegd.

Koppelstuk

Het koppelstuk wordt aan de trailer bevestigd wanneer de trailer van de truck wordt afgekoppeld. In figuur 4-20 is het koppelstuk weergegeven. Het koppelstuk bestaat uit de huidige luchtkoppelingen (2 en 3), een ontworpen tussenstuk (1) en twee pneumatische snelkoppelingen (4).



Figuur 4-20 Koppelstuk HAN (HAN, 2016)

Wanneer de truck met trailer op het terrein aankomt, bevestigt de chauffeur (van de trailer) het koppelstuk op de luchtaansluitingen van de trailer. Vervolgens kan de AGV automatisch aan- en afkoppelen.

Wanneer de trailer weer kan worden opgehaald, ontkoppelt de bestuurder het koppelstuk en kan hij zijn eigen leidingen weer aankoppelen.

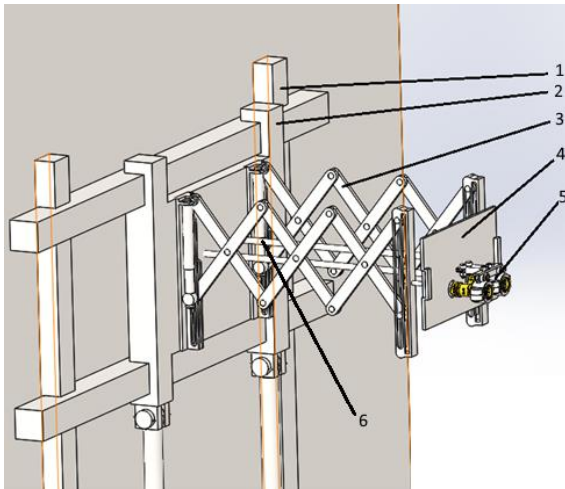
Het is de bedoeling dat de trailers van Rotra en de trailers die regelmatig bij Rotra komen een koppelstuk in hun trailer hebben liggen. Trailers die niet vaak langskomen kunnen een koppelstuk ophalen tijdens het aanmelden.

Het huidige ontwerp is geschikt voor een specifiek kopschot, namelijk het kopschot van Pacton. Echter zou met een paar kleine aanpassingen de breedte van het tussenstuk aanpasbaar gemaakt kunnen worden en zou het koppelstuk bevestigd kunnen worden op alle trailers met een handjes koppeling.

De kosten van het koppelstuk, wanneer besteld in grote aantallen, worden geschat op 75 euro.

Systeem op AGV

De standaard luchtslangen die zich normaal bevinden op het trekkende voertuig zullen worden vervangen door een ander systeem op de AGV. Dit systeem kan automatisch aan het koppelstuk, dat bevestigd is op de trailer, koppelen.



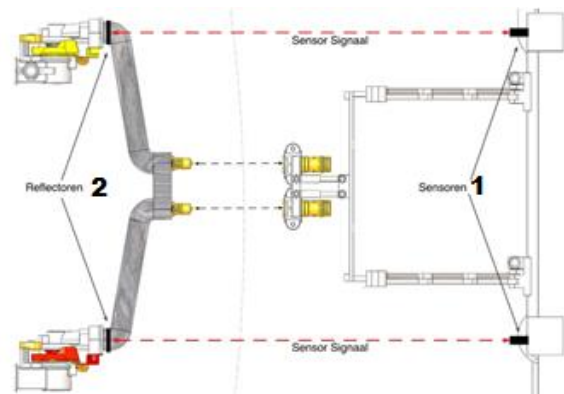
Figuur 4-21 Systeem AGV HAN (HAN, 2016)

Het systeem, dat zich aan de AGV zijde bevindt, is weergegeven in figuur 4-21. Het systeem bestaat uit verticale geleiders (1) en horizontale geleiders (2). Door middel van deze geleiders kan de koppelplaat (4) op de juiste locatie worden gebracht. Wanneer de koppelplaat door middel van de geleiders zich op de juiste locatie bevindt, kan de koppelplaat door middel van het schaar systeem (3) naar het koppelstuk worden toegebracht. Op de koppelplaat bevinden zich twee pneumatische aansluitingen (5) die zich automatisch kunnen aan- en afkoppelen van het koppelstuk. De lucht wordt door middel van twee pneumatische leidingen (6) naar de trailer vervoerd.

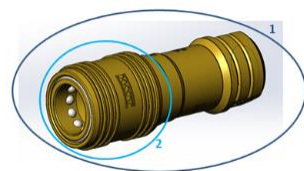
Uitlijnen

Om het systeem op de juiste positie te krijgen, wordt er gebruik gemaakt van sensoren. Er wordt gebruik gemaakt van sensoren waarbij de ontvanger en verzender in één behuizing zitten, hierdoor hoeft het koppelstuk geen sensor te bevatten.

De sensoren bevinden zich aan de uiteinden van het systeem (1). Deze sensoren zenden een signaal uit dat wordt weerkaatst door de reflectoren op het koppelstuk (2). Wanneer het signaal van beide sensoren gereflecteerd wordt en weer wordt opgevangen door de sensoren, zit het systeem in juiste positie. Hierna kan de koppelplaat naar het koppelstuk worden gebracht om te koppelen.



Figuur 4-22 Sensoren Signaal HAN (HAN, 2016)

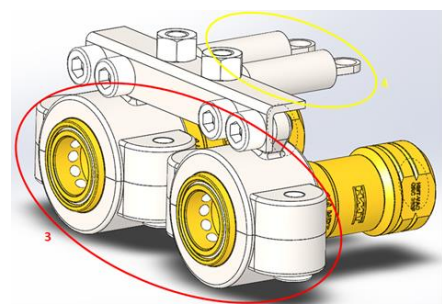


Figuur 4-23 Snelkoppeling HAN (HAN, 2016)

Snelkoppeling

Aan het koppelstuk bevindt zich de 'mannelijke' snelkoppeling en aan de AGV bevindt zich de 'vrouwelijke' zijde van de snelkoppeling (1). Normaal gesproken wordt de koppeling ontkoppeld door de ring (2) naar achteren te bewegen. Om dit te automatiseren is het systeem, dat weergegeven is in figuur 4-24, ontworpen.

Om de ring (2) zijn klemmen gemonteerd (3) die weer aan twee pneumatische cilinders zijn gemonteerd (4). Zodra de koppelingen losgekoppeld moeten worden, zullen de pneumatische cilinders naar achteren bewegen en kan de koppeling eenvoudig uit elkaar gehaald worden door het schaarsysteem naar achteren te bewegen.



Figuur 4-24 Snelkoppeling klem HAN (HAN, 2016)

4.5.2 Toepassingen AGV

Het systeem dat ontwikkelt is door de HAN is speciaal ontwikkelt voor dit specifieke probleem. Hierdoor zitten er geen overbodige functies aan het systeem en is het in theorie direct toepasbaar op de pilot locatie.

Je zou het systeem kunnen scharen onder 'semi-automatisch koppelen'. Dit omdat het systeem automatisch koppelt, maar er wel eerst een koppelstuk geplaatst dient te worden. Doordat de kosten van het koppelstuk op 'slechts' 75 euro wordt geschat, zouden de trailers die regelmatig bij Rotra komen standaard een koppelstuk mee kunnen krijgen. Het gehele systeem dat aan de AGV bevestigd dient te worden wordt geschat op 1000 euro. Dat maakt het systeem prijstechnisch zeer aantrekkelijk.

Het nadeel van het systeem is dat het nog niet in de praktijk getest is. Wanneer ervoor wordt gekozen om dit systeem te gebruiken bij het automatisch koppelen, zal er veel getest moeten worden. Dit testen kost veel tijd en geld.

Daarnaast is het systeem, zoals die nu bestaat, alleen geschikt voor het koppelen van een specifiek kopschot. Dit kan echter met een paar kleine aanpassingen geschikt gemaakt worden voor een breder scala aan kopschotten en is deze een stuk beter geschikt binnen het INTRALOG project.

4.6 Samenvatting

In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan om de deelvraag 'Welke mogelijke oplossingen zijn er voor het automatisch koppelen van AGV en trailer' te kunnen beantwoorden. Uit bovenstaand onderzoek zijn vier mogelijke oplossingen gekomen. Deze vier oplossingen worden hieronder nogmaals besproken.

Niet automatisch koppelen

Niet automatisch koppelen betekent dat het koppelen wordt gedaan door werknemers. Deze werknemers lopen naar de AGV en koppelen de pneumatische leidingen aan of af. Hiervoor zijn ongeveer 15 werknemers nodig, wat uit komt op ongeveer 450.000 euro per jaar. Met deze oplossing lopen er wel werknemers op het terrein.

Jost KKS systeem

Het Jost KKS-systeem is een al verkrijgbare automatische koppelmethode. Dit product wordt geproduceerd door 'Jost International'. Het systeem koppelt zowel de king-pin als de leidingen en kan de steunpoten automatisch omhoog halen. De prijs van dit systeem ligt op ongeveer 3000 euro per systeem, 1500 euro per trailer.

Robotarm

Robotarmen worden door veel bedrijven geproduceerd en zijn te krijgen voor zeer veel verschillende doeleinden. Het gebruik van de 6-assige robotarm lijkt een geschikte manier om de leidingen te koppelen. Er is in de praktijk nog niet getest of deze robotarm daadwerkelijk de leidingen kan koppelen. De prijs van een robotarm met elektronica ligt op ongeveer 50.000 euro.

Koppeling van HAN

De koppeling van de HAN is geproduceerd door een projectgroep van Electrotechniek. Dit systeem maakt gebruik van een koppelstuk. Dit koppelstuk dient op de trailer bevestigd te worden, hierna kan de AGV automatisch aan de trailer koppelen. Het koppelstuk kost ongeveer 75 euro. Het systeem aan de AGV kost rond de 1000 euro.

Hoofdstuk 5 Uitwerking oplossingen

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 4 ‘Aan welke criteria moeten de oplossingen gevonden bij deelvraag 3 voldoen en hoe scoren de verschillende oplossingen hierop?’ behandeld. Eerst worden de gekozen criteria uitgelegd. Hierna worden de criteria van schaal voorzien en gewichten aan deze criteria gegeven. Vervolgens worden de vier mogelijke oplossingen gescoord aan de hand van de criteria. Hieruit volgt een tabel met de uitslag.

5.1 Criteria

Hieronder worden de criteria besproken waarop de oplossingen worden beoordeeld. De criteria zijn ontstaan in overleg met Rotra, de HAN en eigen kennis die is opgedaan gedurende dit onderzoek.

Kosten

Een belangrijk aspect zijn de kosten. Hierbij wordt er gekeken naar wat de kosten zijn van het systeem. Er wordt gekeken naar wat eventuele aanpassingen aan de AGV kost, wat de aanpassingen aan de trailer kosten, wat eventuele koppelstukken kosten en wat het extra personeel kost. Rotra verwacht 2-3 AGV nodig te hebben. De kosten aan de AGV zullen dus keer 2-3 worden gedaan. Rotra beschikt momenteel over ongeveer 300 semi-trailers. Ondanks dat bij Rotra ook zeer veel trailers van andere bedrijven komen, wordt er voor het gemak bij de berekening uitgegaan van 300 trailers die aangepast dienen te worden.

Snelheid

Voor de snelheid wordt er gekeken naar de aan- en afkoppel tijd van het systeem. Hierbij wordt ook gekeken naar eventuele looptijd of tijd dat het plaatsen van een koppelstuk kost. De snelheid zal worden berekend in seconden.

Aanpassingen trailer

Hierbij wordt gekeken of er aanpassingen aan de trailer nodig zijn en of trailers zonder aanpassingen wel gekoppeld kunnen worden. Ten eerste is dit van belang om te zien of alle trailers gekoppeld kunnen worden of alleen de trailers die zijn aangepast door Rotra. Ten tweede kunnen de kosten enorm oplopen, wanneer er aanpassingen vereist zijn.

Betrouwbaarheid

Bij betrouwbaarheid wordt gekeken hoe betrouwbaar het systeem is. Hierbij wordt gekeken naar de kans dat een koppeling goed gaat en of de kans groot is dat het systeem in de praktijk betrouwbaar gaat werken.

Toepasbaarheid

Bij toepasbaarheid wordt gekeken of de koppelingsoplossing in de praktijk werkt. Is het systeem al getest in de praktijk en werkt het systeem. Daarnaast wordt gekeken of het systeem geschikt is binnen het INTRALOG project.

5.2 Criteria van schaal voorzien

In Paragraaf 5.1 zijn de criteria bepaald. “Uiteindelijk wil je straks weten welke optie het beste aan de criteria voldoet. Dan moet je de criteria een score kunnen geven” (Heerkens & van Winden, 2012). Om dit criteria te voorzien van een schaal zal er gebruik worden gemaakt van de algemeen bedrijfskundige probleem aanpak (ABP).

“Per criterium kun je bijvoorbeeld werken met een schaal van 5 punten. Een score van 1 geef je als het gemiddeld brandstofverbruik 1 op 8 of nog minder zuinig is. Tussen de 1 op 8 en 1 op 10 levert dan 2 punten op. Uiteindelijk krijgt de auto die zuiniger dan 1 op 15 rijdt 5 punten op dit criterium.” (Heerkens & van Winden, 2012).

In dit onderzoek wordt er ook gebruik gemaakt van een schaal van 1 tot 5. Hierbij heeft de uitslag ‘zeer slecht’ een score van 1 en de uitslag ‘zeer goed’ een score van 5. Voor het gehele overzicht: zie tabel 5-1. Deze uitslagen zullen worden gebruikt voor het scoren van de oplossingen op alle vijf de criteria.

Uitslag	Score
Zeer slecht	1
Slecht	2
Neutraal	3
Goed	4
Zeer goed	5

Tabel 5-1 Uitslag en score

5.3 Criteria per oplossing

In deze Paragraaf worden de vijf criteria behandeld voor de vier mogelijke oplossingen.

5.3.1 Niet automatisch koppelen

De eerste mogelijke oplossing is ‘niet automatisch koppelen’. Hierbij wordt er gekozen om het koppelen over te laten aan werknemers. Dit systeem is niet automatisch.

Kosten

Uit ‘4.1.3 Toepassing AGV’ is af te lezen dat de kosten ongeveer 450.000 euro per jaar zullen zijn. Deze kosten zullen ieder jaar terugkeren, doordat de werknemers elk jaar opnieuw nodig zijn om de pneumatische leidingen te koppelen.

Snelheid

De snelheid van het koppelen wordt geschat op 45 seconden. Dit is de tijd die de werknemer nodig heeft om op de AGV te stappen, de pneumatische leidingen te koppelen en er weer af te stappen. Echter kan het voorkomen dat de werknemer nog niet op locatie is. De AGV moet in dit geval wachten op deze werknemer en wordt de tijd dus langer. Het afkoppelen kost ongeveer dezelfde tijd.

Aanpassingen trailer

Deze oplossing heeft geen aanpassingen nodig aan de trailer of AGV. De werknemer kan het systeem koppelen zoals de chauffeur dat normaal ook doet.

Betrouwbaarheid

Het systeem wordt gekoppeld door een werknemer, die kan checken of het goed zit. Dit maakt het systeem zeer betrouwbaar. Wanneer iets fout zit, constateert de werknemer dit direct en kan het worden opgelost.

Toepasbaarheid

Deze manier van koppelen is de ‘traditionele’ manier. Echter is het doel van dit onderzoek om een volledig autonoom distributiecentrum te realiseren, deze oplossingen staat hier haaks op. Verder was het oorspronkelijke plan om geen mensen op het autonome terrein te laten en met deze oplossing zal dit wel gebeuren. Dit maakt het toepassen van deze oplossing minder aantrekkelijk.

5.3.2 Jost KKS

De tweede mogelijke oplossing is de 'Jost KKS'. Hierbij wordt er een geheel nieuwe koppelsysteem onder de trailer bevestigd, maar kan er ook nog gekoppeld worden op de traditionele manier. Dit systeem is volledig automatisch.

Kosten

Het gehele Jost KKS-systeem wordt geschat op ongeveer 3000 euro. De kosten van het systeem aan AGV en trailer zullen ongeveer gelijk zijn. Dit betekent dat de kosten voor de aanpassingen aan de AGV op 1500 euro liggen. De kosten van de aanpassingen aan trailer liggen ook op 1500 euro.

Wanneer er 400 trailers per dag aankomen en dit niet elke dag dezelfde 400 trailers zijn, zullen er dus zeer veel trailers aangepast moeten worden. De kosten van 1500 euro per trailers zullen dus zeer snel hoog oplopen. Rotra heeft momenteel ongeveer 300 trailers. Wanneer deze allemaal aangepast dienen te worden, zullen de kosten al 450.000 euro zijn. Daarbij zullen veel partners van Rotra deze aanpassing ook door moeten voeren, wanneer zij gebruik willen maken van het autonome distributiecentrum.

Snelheid

De snelheid van de Jost KKS koppeling ligt relatief hoog. Uit verschillende beelden van Jost blijkt dat het gehele proces van koppelen ongeveer 30 seconden in beslag neemt. In deze 30 seconden koppelt het systeem niet alleen de pneumatische leidingen, maar ook de rest van de leidingen, de king-pin en haalt hij de stempels omhoog. Het afkoppelen met behulp van de Jost KKS kost ook rond de 30 seconden.

Aanpassingen trailer

Zoals besproken bij kosten, zijn er veel aanpassingen nodig aan de trailer. Er moet op zowel de AGV als de trailer een geheel nieuwe systeem komen dat ongeveer 1500 euro per trailer kost. Wel kan er nog steeds op de traditionele manier gekoppeld worden.

Betrouwbaarheid

Het systeem is uitgebreid getest en bleek zeer betrouwbaar te zijn. Volgens dhr. Voogsgerd van Jost Nederland kan het koppelen alleen nog mis gaan wanneer de waarschuwing van het systeem genegeerd worden (Wieman, 2006). Dit bevestigt dus dat het systeem zeer betrouwbaar is.

Toepasbaarheid

Het systeem is uitgebreid getest en al meerdere jaren op de markt. De Jost KKS werkt dus zeker in de praktijk. Echter is het systeem wel uitgebreider dan eigenlijk vereist (doordat de steunpoten ook omhoog gehaald kunnen worden). Daarnaast zullen trailers die niet aangepast zijn niet gekoppeld kunnen worden door een AGV, wat een groot nadeel is.

5.3.3 Robotarm

De derde mogelijke oplossing is de 'robotarm'. Hierbij wordt er een, nog niet bekende, robotarm op de AGV gemonteerd die de leidingen aan de trailer koppelt. Dit bestaat nog niet in de praktijk, maar uit onderzoek blijkt dat dit wel mogelijk is. Ook hiervoor geldt dat dit systeem volledig automatisch kan koppelen.

Kosten

De kosten van de robotarm zijn niet exact bekend, dit is zeer afhankelijk van het type. In contact met Denso gaven zij aan dat een 'kale' 'robotarm vs-087 IP67' 29.830 euro kost, hier komen nog verschillende kosten bij op voor elektronica en montage. De totale prijs zal ongeveer 50.000 euro zijn per AGV. De kosten voor de andere onderzochte robots worden niet prijsgegeven door de desbetreffende bedrijven, maar deze zullen ook rond de 50.000 euro uitkomen. Wanneer je dit keer 2-3 doet komt je uit op 100.000-150.000 euro.

Snelheid

In theorie zou het systeem snel kunnen koppelen. De bewegingen van de robotarm kunnen zeer snel en nauwkeurig zijn, waardoor het koppelen ook zeer snel kan. Echter zal de snelheid een stuk lager liggen, doordat de koppeling vrij ingewikkeld is en nauwkeurig uitgevoerd moet worden. De snelheid van het koppelen kan momenteel nog niet gekwantificeerd worden.

Aanpassingen trailer

Het systeem heeft geen aanpassingen aan de trailer. De robotarm wordt bevestigd op de AGV en zal het koppelen op exact dezelfde wijze uitvoeren als dit normaal wordt gedaan door mensen.

Betrouwbaarheid

Het aankoppelen van de handjes koppeling is een zeer lastig proces. In Paragraaf 3.5 "Koppelen handjes koppeling" is het automatiseren en de moeilijkheden hiervan al besproken. Hieruit is af te lezen dat er vele moeilijkheden zijn bij het koppelen van dit systeem. Het is maar zeer de vraag of een robotarm het koppelen betrouwbaar kan uitvoeren. Wel kan een robotarm al veel en ontwikkeld deze techniek zich snel.

Toepasbaarheid

Wanneer het systeem gerealiseerd is en werkt, is het zeer goed toepasbaar op deze case. Het heeft geen aanpassingen aan de trailer nodig en het kost niemand extra tijd of moeite, een bijna ideaal systeem. Echter is het zeer de vraag in hoeverre het systeem in de nabije toekomst gerealiseerd kan worden. Er zijn vele moeilijkheden bij het koppelen die lastig zijn op te lossen. Vandaar dat de toepasbaarheid toch niet heel hoog is.

5.3.4 HAN-koppeling

De vierde mogelijke oplossing is de 'HAN-koppeling'. Dit systeem is ontworpen door de Hogeschool Arnhem/Nijmegen. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van een koppelstuk die op de trailer bevestigd moet worden. Dit systeem is nog niet ontwikkeld en staat nog in de kinderschoenen.

Kosten

Het systeem dat zich aan de AGV bevindt wordt geschat op 1000 euro, aldus de ontwerpers van dit systeem. Daarnaast kost het produceren van het koppelstuk rond de 75 euro, wanneer deze in grote getalen geproduceerd kan worden. Hierbij geldt dat er veel koppelstukken geproduceerd moeten worden om alle trailers die regelmatig op het distributiecentrum komen te voorzien van een koppelstuk. Echter zullen deze kosten niet enorm oplopen, doordat de prijs van dit koppelstuk relatief laag ligt. Neem hiervoor dezelfde 300 trailers en de kosten zullen op 22.500 euro uitkomen.

Snelheid

Het koppelen van dit systeem wordt geschat op ongeveer 1 minuut. Het in juiste positie brengen van koppelplaat vergt enige tijd, waarna het langzaam in elkaar laten komen van de slangen ook enige tijd kost. Voor het afkoppelen geldt dat dit een stukje sneller kan en de tijd hiervan op ongeveer 40 seconden geschat wordt. Ook kost het de truck bestuurder extra tijd, hij moet namelijk het koppelstuk aankoppelen.

Aanpassingen trailer

Dit is een discutabel onderdeel bij dit systeem. In eerst instantie zijn er geen aanpassingen nodig aan de trailer. Er wordt immers gebruik gemaakt van een koppelstuk die niet op de trailer gemaakt hoeft te worden. Echter hoort dit koppelstuk wel bij de trailer en zal de bestuurder van de truck dit koppelstuk er wel op moeten zetten.

In gesprekken met de ontwerpers van dit systeem is ook gekeken in hoeverre dit systeem wel gemonteerd zou kunnen worden op trailers. Dit zou voor trailers die regelmatig bij Rotra komen een stuk sneller en praktischer zijn. Dit lijkt relatief makkelijk realiseerbaar, echter moet de trailer dan wel aangepast worden.

Betrouwbaarheid

Het systeem is nog niet getest en er bestaat nog geen vergelijkbaar systeem. Dat maakt het systeem momenteel niet betrouwbaar. In theorie lijkt het een goed werkend systeem, maar zolang dit systeem nog niet in de praktijk getest is, kan het niet betrouwbaar worden genoemd.

Toepasbaarheid

Doordat het systeem nog niet is getest in de praktijk, zal het nog veel tijd en geld kosten voordat het systeem daadwerkelijk gebruikt kan worden. Wel is het systeem ontwikkeld voor deze specifieke case en zou het goed toepasbaar moeten zijn in dit project.

5.4 Scoren van oplossingen

Hieronder worden de verschillende oplossingen per criterium besproken. De keuzes zijn gebaseerd op Paragraaf 5.3. Aan de hand van die Paragraaf en in overleg met Rotra is er bepaald hoe de verschillende oplossingen op het gebied van verschillende criteria scoren.

5.4.1 Kosten

De kosten voor het handmatig koppelen zullen het hoogste liggen, mede doordat deze kosten ieder jaar terugkeren. Handmatig koppelen scoort 'zeer slecht' op kosten. De Jost KKS is daarna de duurste oplossing, omdat het aanpassen van elke trailer 1500 euro extra kost. De Jost KKS zal dus ook de score 'zeer slecht' krijgen. Daarna komt de robotarm met de score 'neutraal'. De kosten van de robotarm liggen lager doordat er geen aanpassingen aan trailer nodig zijn, maar ook deze oplossing is prijzig. De goedkoopste oplossing is de oplossing van de HAN. Doordat het systeem maar 1000 euro kost en elk koppelstuk slecht 75 euro kost, is deze verreweg het goedkoopste. Dit systeem krijgt 'zeer goed' als score.

Dit geeft als uitslag: handmatig (1), Jost KKS (1), Robotarm (3), HAN (5).

5.4.2 Snelheid

Voor de snelheid geldt dat de systemen vrij dicht op elkaar liggen. Het handmatige systeem en het systeem van de HAN krijgen allebei 'neutraal'. De snelheid van de robotarm wordt hoger geschat dan de HAN en de handmatige optie. Er is voor gekozen om de robotarm een score 'goed' te geven. De Jost KKS is, mede doordat hij alles koppelt en niet alleen de bekabeling, in het totaal een stuk sneller en scoort hier 'zeer goed'.

Dit geeft als uitslag: HAN (3), handmatig (3), Robotarm (4), Jost KKS (5).

5.4.3 Aanpassing trailer

Voor aanpassingen aan de trailer geldt dat zowel de robotarm als het handmatig koppelen geen aanpassingen vergen aan de trailer. Deze krijgen dus de score 'zeer goed'. Het systeem van de HAN vergt momenteel geen aanpassingen, maar is ook niet geheel aanpassingsvrij en krijgt dus de score 'neutraal'. De Jost KKS vergt grote aanpassingen en wordt dus onder 'zeer slecht' geplaatst.

Dit geeft als uitslag: Jost KKS (1), HAN (3), robotarm (5), handmatig (5).

5.4.4 Betrouwbaarheid

Het meest onbetrouwbare systeem is momenteel de robotarm. Hier is nog maar weinig van bekend en het is maar de vraag of deze gerealiseerd kan worden. Toch zijn robotarmen in de theorie betrouwbaar en dus krijgt de robotarm een 'neutraal'. Het systeem van de HAN lijkt in theorie een betrouwbaar systeem, maar dit is nog niet getest. Dit systeem krijgt daarom het label 'neutraal'. Het systeem van Jost is volgens de makers zeer betrouwbaar, ook handmatig koppelen is zeer betrouwbaar. Daarom is er voor gekozen om zowel de Jost KKS als handmatig onder het kopje 'zeer goed' te plaatsen.

Dit geeft als uitslag: robotarm (3), HAN (3), Jost KKS (5), handmatig (5).

5.4.5 Toepasbaarheid

Bij toepasbaarheid wordt vooral gekeken naar hoe groot de kans is dat het systeem daadwerkelijk kan en gaat werken in de praktijk. Hiernaar gekeken scoort de robotarm 'neutraal'. Ook wordt handmatig onder het kopje 'neutraal' geplaatst. Het is zeker haalbaar om handmatig te gaan koppelen, alleen gaat dit tegen alle ideeën van INTRALOG in en scoort het dus laag op toepasbaarheid. De Jost KKS is een heel goed systeem, maar door de vele aanpassingen aan trailers is het niet de ideale oplossing en scoort deze een 'goed'. Het systeem van de HAN is gemaakt voor INTRALOG en dus zeer goed toepasbaar, maar dit systeem is nog niet getest, is er nog veel onderzoek nodig en is hierbij een koppelstuk nodig. Vandaar is ook hier voor een 'goed' gekozen.

Dit geeft als uitslag: robotarm (3), handmatig (3), Jost KKS (4), HAN (4).

5.5 Gewichten geven aan criteria

“Met de scores die je aan de criteria hebt gegeven, kun je opties gaan vergelijken. Maar dan ben je er nog niet. Niet alle attributen zijn even belangrijk” (Heerkens & van Winden, 2012). Ook voor het geven van de gewichten wordt gebruik gemaakt van de ABP.

De ABP geeft voor het toekennen van gewichten vier mogelijke manieren. Deze vier manieren zijn; ‘Per criterium een cijfer geven, een aantal punten over de criteria verdelen, paarsgewijs wegen of steeds opnieuw kiezen uit een aantal opties’. In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van ‘Paarsgewijs wegen’. Om dit vervolgens te kwantificeren wordt ‘een aantal punten over criteria verdelen’ gebruikt, waarbij het totaal moet uitkomen op 1. Door paarsgewijs wegen krijg je een volgorde van oplossingen en voorkom je dat een minder belangrijke oplossing zwaarder gaat wegen, vandaar dat er is gekozen om eerst paarsgewijs te wegen. Voor het uiteindelijke scoren is het belangrijk dat er punten worden toegekend, vandaar dat er is gekozen om na het paarsgewijs wegen een aantal punten over de criteria te verdelen. Deze punten zullen op totaal 1 uitkomen. Hieronder wordt, aan de hand van een citaat uit het boek ‘geen probleem’, uitgelegd hoe paarsgewijs wegen werkt.

“Paarsgewijs wegen: Maak eerst een keuze tussen criterium 1 en criterium 2: welke is het belangrijkste. Dan een vergelijking tussen criterium 1 en 3. Steeds vergelijk je twee criteria met elkaar en bepaal je welke het belangrijkste is. Je gaat door tot je alle criteria paarsgewijs hebt vergeleken de winnaar van de twee criteria krijgt steeds een punt. Het criterium met de meeste punten is het belangrijkste. Het gaat hier om ordinale gewichten. Je kunt niet zeggen criterium 2 heeft een gewicht van 0,4 en criterium 1 heeft een gewicht van 0,2. Dit probleem kun je oplossen door eerst paarsgewijs te wegen en daarna punten verdelen over de criteria. Daarbij krijgt het ene criterium meer punten dan het andere. De volgorde van belangrijkheid van de criteria van paarsgewijs wegen moet dan natuurlijk niet veranderen” (Heerkens & van Winden, 2012).

Als eerste worden de vijf verschillende criteria paarsgewijs gewogen. Dit is weergegeven in tabel 5-2. Er staan steeds twee criteria tegenover elkaar. De criteria in het groen zijn steeds de ‘belangrijkste’ en de criteria in het rood zijn de minder belangrijke criteria. De keuzes zijn gemaakt aan de hand van eigen kennis en gesprekken met Rotra.

Dit geeft uiteindelijk de volgende uitslag: kosten (4punten), toepasbaarheid (3punten), aanpassingen trailer (2punten), snelheid (1punt) en als laatste betrouwbaarheid (0punten).

Kosten	Snelheid
Kosten	Aanpassingen trailer
Kosten	Betrouwbaarheid
Kosten	Toepasbaarheid
Snelheid	Aanpassingen trailer
Snelheid	Betrouwbaarheid
Snelheid	Toepasbaarheid
Aanpassing trailer	Betrouwbaarheid
Aanpassing trailer	Toepasbaarheid
Betrouwbaarheid	Toepasbaarheid

Tabel 5-2 Paarsgewijs wegen

Waarom deze volgorde er uiteindelijk is uitgekomen wordt hieronder kort besproken.

Kosten is hierbij belangrijker dan alles. Wanneer de kosten te hoog zijn, zal een systeem nooit toegepast worden en is het dus waardeloos. Een systeem dat goed werkt maar te duur is wordt niet toegepast. Vandaar dat kosten op nummer 1 staat.

Als tweede komt **toepasbaarheid**. Doordat het moet worden toegepast binnen INTRALOG is het belangrijk dat het systeem daadwerkelijk goed toepasbaar is. Het kan wel een goed systeem zijn, maar wanneer het niet goed past binnen INTRALOG, is het niet het systeem dat men zoekt. Vandaar dat toepasbaarheid ook hoog scoort.

Als derde is **aanpassingen trailer** gekozen. Dit is vooral de hand van Rotra. Rotra gaf aan dat zij geen aanpassingen aan de trailers wilden. Gedurende onderzoek bleek dit echter bij sommige oplossingen onvermijdelijk. Er is daarom gekozen om dit als een belangrijke eis in het geheel te doen. Echter zijn toepasbaarheid en kosten wel belangrijker. Als het systeem goedkoop aan te brengen is en het goed werkt, zijn eventuele aanpassingen aan trailer te overzien.

Snelheid is een belangrijk criterium, maar bovengenoemde criteria zijn belangrijker. Als het systeem iets minder snel koppelt, maar het systeem beter werkt en goedkoper is, valt hier mee te leven. Daarnaast is het verschil in snelheid per systeem niet heel groot en maakt dit dus minder uit.

Als laagste criteria is voor **betrouwbaarheid** gekozen. Doordat het systeem pas hoeft te werken over een paar jaar is momenteel nog niet heel belangrijk of het systeem betrouwbaar kan werken. In de komende tijd kan de betrouwbaarheid namelijk nog uitgebreid getest en verbeterd worden. Vandaar dat betrouwbaarheid als laagste score uit de bus komt.

Criteria	Gewicht
Kosten	0,30
Toepasbaarheid	0,25
Aanpassing trailer	0,20
Snelheid	0,15
Betrouwbaarheid	0,10

Tabel 5-3 Gewichten toekennen

Om deze uitslag te kwantificeren worden er punten aan de verschillende criteria gehangen. Hierbij blijft de volgorde het zelfde.

Er is gekozen om de gewichten van 0,1 voor 'betrouwbaarheid' steeds met 0,05 op te laten lopen tot uiteindelijk 0,3 voor kosten, zie tabel 5-3 voor de gehele uitslag. Het geheel van gewichten komt uit op 1.

De gewichten uit tabel 5-3 worden gebruikt om de uiteindelijk oplossingen te scoren.

5.5 Uitslag

In Paragraaf 5.4 zijn de oplossingen per criterium gescoord. In Paragraaf 5.5 is bepaald wat de gewichten van de verschillende criteria zijn. Aan de hand van de scores en gewichten kan tabel 5-4 worden ingevuld.

OPTIES / CRITERIA	WEGING	Niet automatisch		Jost KKS		Robotarm		HAN-koppeling	
		SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL
Kosten	0,30	1	0,3	1	0,3	3	0,9	5	1,5
Toepasbaarheid	0,25	3	0,75	5	1,25	3	0,75	4	1,0
Snelheid	0,20	3	0,6	5	1	4	0,8	3	0,6
Aanpassing trailer	0,15	5	0,75	1	0,15	5	0,75	3	0,45
Betrouwbaarheid	0,10	5	0,5	3	0,5	3	0,3	3	0,3
TOTAALSCORE		2,9		3,0		3,5		3,85	

Tabel 5-4 Score oplossingen

Door de gewichten en scores met elkaar te vermenigvuldigen, ontstaat er een totaal voor elke oplossing per criterium. Vervolgens worden deze totalen per oplossing bij elkaar opgeteld om zo tot een totaalscore te komen. Uit deze totaalscore ontstaat een volgorde van oplossingen.

Zoals valt af te lezen in tabel 5-4 is de oplossing die het hoogste scoort de HAN-koppeling. Deze heeft een totaalscore van 4,05. Als tweede komt de robotarm met een totaalscore van 3,5. Als derde met een totaalscore van 2,95 komt de Jost KKS. Niet automatisch koppelen heeft met een totaalscore van 2,5 de laagste score.

5.6 Toepassing

Hieronder worden de verschillende oplossingen nogmaals besproken. Hierbij wordt gekeken in hoeverre de systemen toegepast kunnen worden bij Rotra.

Niet automatisch

Het niet automatisch koppelen gaat tegen het idee van INTRALOG in. Door dit systeem te gebruiken automatiseer je het geheel juist niet. Dit is iets wat Rotra en INTRALOG juist wel willen. De voordelen aan deze oplossing zijn dat ze werken in de praktijk en dat er geen aanpassingen aan de trailer nodig zijn. Door de hoge kosten en doordat er werknemers op het autonome terrein rijden, is dit geen goede oplossing. Dit blijkt ook doordat niet automatische koppelen als laatste eindigt.

Jost KKS

De Jost KKS is een heel goed systeem. Het koppelt automatisch en is zeer veilig. Het systeem is oorspronkelijk ontwikkeld voor de combinatie trailer en truck en vooral wanneer deze combinatie vaak moet koppelen. Doordat het systeem is gemaakt voor één combinatie van trailer en truck is het systeem niet ideaal voor INTRALOG. Het systeem doet meer dan nodig, waardoor de kosten hoger uitkomen dan nodig. Verder heeft het vele aanpassingen nodig aan trailer, iets wat niet handig is wanneer er vele honderden verschillende trailers op het terrein van Rotra komen. Doordat het laag scoort op deze twee onderdelen, is de Jost KKS derde geworden.

Robotarm

Zoals al eerder vermeld, is de robotarm in theorie de ideale oplossing. Het systeem vergt geen aanpassingen of koppelstuk en kan alles koppelen. De prijs is niet laag, maar voor een systeem dat volledig automatisch werkt is het acceptabel. Het systeem scoort vooral laag op toepasbaar en betrouwbaarheid. Gedurende dit onderzoek is ondervonden dat het koppelen van de pneumatisch leidingen zeer lastig te automatiseren is, vandaar dat de robotarm laag scoort op deze onderdelen. Echter wanneer blijkt dat dit systeem wel degelijk de leidingen betrouwbaar kan koppelen en het systeem dus wel toepasbaar wordt, is het systeem zeer geschikt. Dan zou het systeem wel eens de beste oplossing kunnen worden.

HAN koppeling

De koppeling van de HAN heeft het hoogst gescoord. Op geen enkel onderdeel heeft dit systeem onder neutraal gescoord. Wat vooral opvalt is de prijs. Dit systeem kost in vergelijking met de andere systemen bijna niets. Daarnaast is het speciaal voor INTRALOG ontworpen en is het dus zeer toepasbaar in dit onderzoek. Het systeem heeft als nadeel dat het gebruik maakt van een koppelstuk, maar hierdoor hoeven er geen aanpassingen worden gedaan aan de trailer. Verder is het in eerste instantie ontworpen voor een specifieke trailer, maar in gesprek met de ontwerpers gaven zij aan dat het koppelstuk verstelbaar gemaakt kan worden zodat het op alle handjes systemen past. Hierdoor wordt het systeem toepasbaar op bijna alle trailers die bij Rotra binnenkomen en is dit systeem dus zeer geschikt binnen INTRALOG.

5.7 Samenvatting

In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan om antwoord te kunnen geven op de deelvraag *‘Aan welke criteria moeten de oplossingen gevonden bij deelvraag 3 voldoen en hoe scoren de verschillende oplossingen hierop?’* .

Gedurende dit onderzoek zijn er vijf criteria naar voren gekomen. Vervolgens zijn er gewichten aan deze criteria gegeven. De criteria met hun gewichten zijn: kosten (0,30), toepasbaar (0,25), aanpassingen trailer (0,20), snelheid (0,15), betrouwbaarheid (0,10).

Deze oplossingen, die in hoofdstuk 4 naar voren zijn gekomen, zijn vervolgens getoetst op deze vijf criteria. De oplossingen scoorden als volgt op deze criteria:

- Kosten: handmatig (1), Jost KKS (1), robotarm (3), HAN (5).
- Toepasbaarheid: robotarm (3), handmatig (3), Jost KKS (4), HAN (4).
- Aanpassingen trailer: Jost KKS (1), HAN (3), robotarm (5), handmatig (5).
- Snelheid: HAN (3), handmatig (3), robotarm (4), Jost KKS (5).
- Betrouwbaarheid: robotarm (3), HAN (3), Jost KKS (5), handmatig (5).

Hieruit volgt uiteindelijk de volgende uitslag, met de HAN koppeling als hoogste score.

- | | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------|
| - HAN koppeling | (3,85 punt) | - Jost KKS systeem | (3,00 punt) |
| - Robotarm | (3,50 punt) | - Niet automatisch | (2,90 punt) |

Hoofdstuk 6 Conclusie en Advies

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag: *‘Welke mogelijkheden zijn er voor het automatisch koppelen van een automatisch geleid voertuig en een trailer en wat zijn de voor- en nadelen gezien vanuit logistiek en financieel oogpunt’* behandeld. Eerst worden de resultaten uit de voorgaande hoofdstukken besproken. In Paragraaf 6.2 worden er aanbevelingen gedaan aan de hand van de resultaten uit de verschillende hoofdstukken. Vervolgens komt er een paragraaf met de discussie, hierin worden de beperkingen van dit onderzoek besproken. Als laatste paragraaf wordt het bezoek aan Rotra besproken.

6.1 Conclusie

In dit verslag is onderzocht wat de mogelijkheden zijn om een AGV automatisch te laten koppelen met een trailer. Het doel van dit onderzoek is om de mogelijkheden met betrekking tot dit koppelen in kaart te brengen om hiermee een advies te kunnen geven binnen INTRALOG. De pilot locatie voor dit onderzoek wordt aangeboden door Rotra. Hieronder worden de bevindingen per deelvraag behandeld.

Wat is de situatie momenteel en hoe wordt er momenteel gekoppeld?

De pilot locatie is een nieuw te bouwen distributiecentrum in Velp. Deze locatie wordt aangeboden door Rotra. Op dit distributiecentrum komt aan de zuidzijde een autonoom deel waar 2-3 AGV's rondrijden en 75 docks zijn. Op dit autonome deel zullen geen personen komen.

Momenteel wordt er gebruik gemaakt van YT's van Terberg. Dit zijn voertuigen die de trailers kunnen verplaatsen zonder dat de stempels opgedraaid dienen te worden. In deze YT's zit een chauffeur die de YT bestuurt.

De uiteindelijke AGV's moeten semi-trailers kunnen trekken. Er vallen vier 'soorten' onder deze categorie namelijk: huckepack trailers, citytrailers, 3-assige trailers en 2-assige trailers. Deze trailers hebben de king-pin op verschillende posities gepositioneerd en ook het aansluitingspaneel is verschillend. De positie van de king-pin maakt voor de YT niets uit, de YT kan namelijk alle soorten trailers trekken. Het aansluiten van de kabels wordt momenteel gedaan door de YT bestuurder.

Waar liggen de problemen met betrekking tot het koppelen wanneer het vervoer op het distributiecentrum geautomatiseerd zal worden?

Het probleem bij het koppelen ligt vooral bij het aansluiten van de leidingen. Er zijn ook problemen met de besturing van de YT en het automatiseren van het indrukken van knoppen, maar deze vallen buiten mijn scope.

Wanneer er op een afgesloten autonoom terrein wordt gekoppeld, is het niet nodig om de elektrische leidingen en de ABS te koppelen. Alleen de pneumatische leidingen dienen in dit geval gekoppeld te worden.

Er zijn drie bekende pneumatische aansluitingen op een trailer, waarvan de 'handjes' aansluiting veruit het meeste voorkomt. De handjes koppeling koppelt men door de twee koppelingen tegen elkaar aan te duwen en twee maal een kwartslag te draaien. In de praktijk blijkt deze koppeling niet gemakkelijk te koppelen en is het automatiseren hiervan zeer lastig.

Er zijn verschillende eisen voor het distributiecentrum en de trailers, namelijk:

- Distributiecentrum moet zich op een afgesloten terrein bevinden;
- De trailer moet aan de achterzijde gelost kunnen worden;
- De trailer moet van truck afgekoppeld kunnen worden;
- De trailer moet handjes koppeling bevatten:

Welke mogelijke oplossingen zijn er voor het automatisch koppelen van AGV en trailer?

Als eerste mogelijke oplossing is er gekeken of het koppelen handmatig kan blijven gebeuren. Dit zou betekenen dat werknemers alsnog de AGV gaan koppelen. Dit kost ongeveer 15 man extra personeel, wat neer komt op 450.000 euro per jaar. Daarnaast is het koppelen dan niet automatisch en lopen er werknemers op het autonome terrein.

Een tweede eventuele oplossing is de Jost KKS. Dit systeem is geproduceerd door Jost International en is al een tijdje op de markt. Het systeem koppelt volledig automatisch en staat bekend om de hoge veiligheid. Het koppelt de king-pin automatisch aan de truck. Door een systeem onder het vijfde wiel en achter de king-pin, koppelt dit systeem de leidingen ook automatisch. Daarnaast kunnen de steunpoten automatisch worden opgedraaid. Dit systeem is zeer goed toepasbaar, maar vereist veel aanpassingen aan de trailer en is zeer prijzig (3000 euro per systeem).

Een derde mogelijke oplossing is het gebruik van een robotarm. Er zijn meerdere grote bedrijven die robotarmen produceren voor verschillende doeleinden. Deze bedrijven bieden verschillende robotarmen aan die zeer waarschijnlijk geschikt gemaakt kunnen worden om de leidingen van de AGV aan de trailer te koppelen. Een 6-assige robotarm zou deze handelingen uit moeten kunnen voeren, echter is dit in de praktijk nog niet bewezen. De kosten voor dit systeem zullen rond de 50.000 euro per AGV liggen. Er zijn dan geen aanpassingen aan de trailer nodig.

Een vierde mogelijke oplossing is er een die is ontstaan in samenwerking met de HAN. Dit systeem is ontworpen gedurende een project vanaf de HAN. Het systeem maakt gebruik van een koppelstuk die de chauffeur op de trailer dient te maken wanneer hij zijn truck heeft afgekoppeld. Wanneer dit koppelstuk is bevestigd, kan de AGV automatisch aan- en afkoppelen. Dit systeem maakt gebruik van sensoren om op de goede locatie te komen, vervolgens komen de pneumatische leidingen met behulp van een schaar systeem naar het koppelstuk en koppelen deze. De prijs van het koppelstuk ligt op ongeveer 75 euro. Het systeem dat zich aan de AGV bevindt wordt geschat op ongeveer 1000 euro. Bij dit systeem hoeven er geen aanpassingen te worden gedaan aan de trailer, maar er moet wel een koppelstuk worden geplaatst.

Aan welke criteria moeten de oplossingen gevonden bij deelvraag 3 voldoen en hoe scoren de verschillende oplossingen hierop?

De verschillende criteria met bijbehorende gewichten zijn: kosten (0,30), toepasbaarheid (0,25), aanpassingen trailer (0,20), snelheid (0,15), betrouwbaarheid (0,10).

De verschillende criteria zijn gewogen voor de vier bovengenoemde oplossingen. Hierbij is een schaal van 1 tot 5 gebruikt, waarbij 5 het beste is. De verschillende oplossingen scoorden als volgt op de verschillende criteria:

- Kosten: handmatig (1), Jost KKS (1), robotarm (3), HAN (5).
- Toepasbaarheid: robotarm (3), handmatig (3), Jost KKS (4), HAN (4).
- Aanpassingen trailer: Jost KKS (1), HAN (3), robotarm (5), handmatig (5).
- Snelheid: HAN (3), handmatig (3), robotarm (4), Jost KKS (5).
- Betrouwbaarheid: robotarm (3), HAN (3), Jost KKS (5), handmatig (5).

Hieruit volgt uiteindelijk de volgende uitslag, met de HAN koppeling als hoogste score.

- | | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------|
| - HAN koppeling | (3,85 punt) | - Jost KKS systeem | (3,00 punt) |
| - Robotarm | (3,50 punt) | - Niet automatisch | (2,90 punt) |

6.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf worden verschillende aanbevelingen gedaan naar aanleidingen van de bevindingen gedurende dit onderzoek.

6.2.1 Rotra

Dit onderzoek is in eerst instantie uitgevoerd om te worden toegepast op het nieuw te bouwen distributiecentrum van Rotra in Velp. Vandaar dat er aanbevelingen worden gedaan aan Rotra.

Wanneer dit plan wordt doorgezet is het niet automatisch koppelen van de pneumatisch leidingen geen optie. De kosten hiervoor liggen zeer hoog en doordat de werknemers voortdurend tussen de AGV's lopen is dit niet veilig voor de werknemers. Uit dit onderzoek komt dus ook naar voren dat niet automatiseren de slechtste optie is. Wanneer blijkt dat automatisch koppelen niet haalbaar is, zal er serieus gekeken moeten worden of het vervangen van YT's door AGV's wel een verbetering is.

Uit Paragraaf 5.5 komt dat het systeem van de HAN het beste scoort. Dit systeem heeft geen aanpassingen aan trailer en is speciaal gemaakt voor dit specifieke geval. Uit dit onderzoek wordt de aanbeveling gedaan om in samenwerking met de HAN deze optie te kiezen. Dit systeem moet nog wel getest en geproduceerd worden. Vanuit dit onderzoek wordt geadviseerd om contact te houden/op te nemen om deze oplossing goed te bekijken en uit te werken.

Ondanks dat de robotarm niet als beste scoort wordt Rotra toch aanraden hier eens goed naar te kijken. Door de beperkingen in tijd en kennis is er onvoldoende onderzoek kunnen doen naar de robotarm en heeft deze op sommige onderdelen slecht gescoord. Echter duurt het nog jaren voordat het distributiecentrum in Velp in gebruik wordt genomen en kan er in deze tijd nog veel worden gedaan. Wanneer de robotarm geschikt gemaakt kan worden voor het koppelen, zou dit wel eens de ideale oplossing kunnen worden. De robotarm is namelijk het enige volledig automatische systeem zonder aanpassingen aan de trailer of koppelstukken.

Het belangrijkste advies wat naar voren komt uit dit onderzoek is dat er nog veel meer onderzoek nodig is alvorens er een volledig automatisch distributiecentrum in gebruik kan worden genomen. Het probleem van het koppelen heeft nog geen bestaande oplossingen. Dit onderzoek heeft verschillende mogelijkheden uitgewerkt, maar er is nog geen oplossing uitgekomen die morgen al kan worden toegepast.

6.1.2 HAN

Doordat er gedurende dit onderzoek veel kennis is opgedaan met betrekking tot het koppelen en het systeem van de HAN als beste is beoordeeld, wordt er ook advies uitgebracht aan de HAN. Met de hoop dat hun systeem nog beter wordt en dus nog beter kan worden toegepast binnen INTRALOG.

De eerste aanbeveling, die vaker ter sprake is gekomen, is het aanpassen van het koppelstuk. Met een paar kleine aanpassingen kan dit koppelstuk geschikt worden gemaakt voor een veel breder scala aan kopschotten. Hierdoor zou het systeem veel geschikter worden binnen INTRALOG.

Uit dit onderzoek blijkt dat er momenteel geen product op de markt is die dit specifieke probleem goed kan oplossen. Het systeem dat door de HAN is ontwikkeld is in potentie een goede oplossing en is zeer geschikt voor dit probleem. Mijn advies aan de HAN is dus om met deze oplossing door te werken. Door contact te houden met Terberg en Rotra kan het systeem nog beter en bruikbaar worden gemaakt.

6.3 Discussie

Hieronder worden de verschillende onderdelen van het onderzoek bediscussieerd.

6.3.1 Intern onderzoek

Zoals eerder vermeld, is dit onderzoek intern gedaan. Dit betekent dat er voor het grootste gedeelte gewerkt is vanaf de universiteit en er geen dagelijks contact is geweest met de betrokken bedrijven en instellingen. Dit geeft als voordeel dat je verder kan kijken dan de bedrijfsmuren, maar hier zitten ook nadelen aan verbonden.

Een van de nadelen aan een intern onderzoek is dat het verkrijgen van informatie op sommige momenten lastig is. Als je onderzoek bij een bedrijf doet, loop je even langs en vraag je iets. Intern heb je deze mogelijkheid niet en moet je meer zelf uitzoeken. Hierdoor zitten er in de verslag verschillende schattingen en aannames.

Een ander nadeel is dat je minder gebruik kunt maken van de kennis van een bedrijf. Soms is het prettig om even met iemand, die er 'verstand van heeft', te sparren of eventuele ideeën te kunnen delen. Dit is bij een intern onderzoek minder mogelijk, waardoor het af en toe lastig is om een kritische mening van een 'kenner' te krijgen en dit ten nadele kan zijn voor dit onderzoek.

6.3.2 Voorop lopen

INTRALOG is opgezet om stappen te zetten op het gebied van automatiseren op en distributiecentrum. Dit is heel aantrekkelijk en interessant. Binnen dit onderzoek komen er nieuwe dingen aan het licht. Zo is er weinig bekend over het automatisch koppelen en bevindt dit onderzoek zich op een nog niet ontdekt gebied. Ook hiervoor geldt dat er ook nadelen aan zitten.

Een nadeel van het doen van een onderzoek op nog niet ontdekt gebied is dat er weinig literatuur over bekend is. Er is weinig tot niets geschreven over het automatisch koppelen van truck en trailer en er is al helemaal niets geschreven over een AGV die een trailer trekt. Hierdoor is het lastig om nuttige informatie te vinden over dit onderwerp.

Daarnaast zijn er maar weinig mensen die bekend zijn met dit probleem en er ook daadwerkelijk over hebben nagedacht. Wanneer er iets op de markt blijkt te zijn dat het probleem zou kunnen oplossen, is het lastig om hierover met iemand te sparren. Zo was het zeer lastig om in de schatten of de robotarm een geschikte oplossing zou zijn. In contact met meerdere producenten en betrokken mensen binnen INTRALOG kon niemand met zekerheid zeggen dat het zou werken. Dit geldt ook voor andere onderdelen van het onderzoek, waar het soms lastig was te zeggen of het toepasbaar is in de praktijk. Hierdoor kan het zo zijn dat bepaalde onderdelen niet op feiten gebaseerd zijn en er achteraf kan worden gesteld dat er toch iets niet helemaal klopt.

6.3.3. Niet bekend in praktijk

Nadat er oplossingen waren gevonden moesten deze aan de hand van de verschillende criteria een score krijgen. Over het geven van deze score valt op sommige vlakken te discussiëren.

De Jost-KKS en het niet automatisch koppelen zijn in de praktijk getest. De scores die hieraan zijn gegeven komen uit gesprekken, technische specificaties en filmpjes. Deze zijn redelijk betrouwbaar. Bij deze scores valt over de keuze wel te discussiëren, maar de informatie is correct.

Het systeem dat ontwikkeld is vanuit de HAN en het gebruik van een robotarm bestaat echter nog niet in de praktijk. De scores hiervan komen uit gesprekken met mensen die hier kennis over hebben en uit technische informatie die zo is bekeken dat het gebruikt kan worden om er scores aan te geven. Deze zijn niet getest en het kan dus zo zijn dat deze uiteindelijk in de praktijk toch anders uitpakken dan hoe ze in dit verslag staan aangegeven. Over deze scores valt dus wel te discussiëren.

6.3.4 Toekennen scores

Uiteindelijk zijn er gewichten toegekend aan de verschillende criteria en zijn er scores gegeven aan de verschillende oplossingen.

Bij het geven van gewichten aan de criteria is er gebruik gemaakt van paarsgewijs wegen. Deze manier is uit de literatuur gehaald, maar berust uiteindelijk wel op keuzes maken. Deze keuzes zijn wel gemaakt in overleg met partners van INTRALOG. Er is geprobeerd om zo eerlijk mogelijk te wegen. Wel valt er altijd over deze keuzes te twisten. Er valt dus altijd te discussiëren over of deze volgorde en de gegeven gewichten juist zijn.

Er is uiteindelijk bepaald om een score tussen 1 en 5 te geven. Hierdoor kan er gekozen worden hoe goed een bepaalde oplossing scoort. Ook hiervoor geldt dat dit is voorgelegd aan partners van INTRALOG alvorens dit in het verslag is geplaatst. Echter valt ook over deze keuzes te twisten. Waarom geef je een 5 en niet een 4, dit zijn lastige keuzes waarover valt te discussiëren.

Er kan altijd worden gediscussieerd over verschillende scores. Door meer mensen hun mening te vragen, zal de uiteindelijk toegekende score betrouwbaarder zijn. De scores zijn toegekend in overleg met verschillende partners, maar dit kan altijd met meer en beter. Daarnaast kunnen de scores nog betrouwbaarder worden toegekend als alle systemen getest zijn in de praktijk.

6.4 Bezoek Rotra

Nadat de mogelijke oplossingen, de conclusie en de aanbeveling vanuit dit onderzoek bekend waren heeft er een bezoek plaatsgevonden bij Rotra. Bij dit bezoek zijn eerst de belangrijkste onderdelen van dit onderzoek gepresenteerd, hierna heeft er een discussie plaatsgevonden. In deze discussie zijn verschillende onderdelen van dit onderzoek onder de loep genomen. Naar aanleiding van dit bezoek zijn er aanpassingen gemaakt in het verslag. Tijdens dit gesprek waren dhr. Roelofsen en dhr. Nagtegaal van Rotra aanwezig. Vanaf Universiteit Twente waren dhr. Schuur, dhr. Gerrits en dhr. Jansen aanwezig. De belangrijkste onderwerpen en aanbevelingen vanaf Rotra worden hieronder besproken.

Als eerste kwam de koppeling van de HAN aan bod. Rotra was het er mee eens dat deze koppeling geschikt zou kunnen zijn binnen het INTRALOG project. Echter zeiden ze dat een koppelstuk niet ideaal was, doordat bestuurder het koppelstuk vergeten mee te nemen of vergeten te plaatsen. Ze gaven als voorbeeld dat iedere trailer beschikt over voldoende spanbanden, maar dat naar een paar ritjes deze vaak verdwijnen. Een mogelijke oplossing hiervoor is om de trailers van Rotra wel aan te passen, waardoor daar het koppelstuk vast onder bevindt dit werd positief ontvangen, maar hierdoor dient de trailer toch aangepast te worden, iets wat Rotra in eerste instantie geen goed idee vond. Door dit gesprek is er voor gekozen om de HAN koppeling toch iets minder te laten scoren op toepasbaarheid dan in eerste instantie was gedaan.

Verder werd er kort gereageerd op het niet automatisch koppelen. Zij gaven aan, zoals ook al was vermeld in het verslag en tijdens de presentatie, dat niet automatisch koppelen eigenlijk geen optie is. De kosten hiervoor zijn hoger dan niet automatiseren, wanneer het automatiseren niet lukt is het vervangen van de AGV voor een YT dus geen positieve verbetering. Dit betekent dus dat als het automatisch koppelen niet realiseerbaar blijkt, de YT's beter niet vervangen kunnen worden.

Bij de Jost-KKS gaven ze aan dat de kosten voor de aanpassingen aan de trailer te hoog waren. Wel waren ze het er mee eens dat het een mooi systeem was, maar door de hoge kosten niet geschikt voor op het distributiecentrum. Naar aanleidingen van dit gesprek is er voor gekozen om de Jost-KKS lager te laten scoren op kosten dan oorspronkelijk gedaan.

Als laatste kwam de oplossing robotarm aan bod. Ondanks dat er nog weinig bekend is over dit systeem zou het in theorie de beste oplossing kunnen zijn. Rotra zag ook veel in deze oplossingen. Ze waren zeer positief over deze oplossingen en zagen dit als de beste optie voor de toekomst. Een van de problemen die werd ondervonden gedurende dit onderzoek was dat de bewegingen die nodig zijn om de koppeling te koppelen zeer lastig te automatiseren zijn. dhr. Nagtegaal gaf aan dat het ook een optie was om in plaats van de 'lastige beweging' een klembeweging te maken, hierdoor wordt het automatiseren een stuk gemakkelijker. Hierdoor wordt de toepasbaarheid en betrouwbaarheid een stuk beter, ook zal hierdoor de snelheid iets toenemen. Deze zijn naar aanleiding van dit gesprek omhoog bijgesteld. Hierdoor is de robotarm in de totaalscore een stuk hoger geworden, dit is positief omdat in theorie de oplossing heel geschikt is.

Er zijn dus naar aanleidingen van dit gesprek meerdere aanpassingen gedaan in het verslag. Hierdoor veranderde er vooral veel in de uiteindelijke 'score oplossingen' tabel. De aanpassingen in de tabel zijn hieronder aangegeven. Hierbij zijn de aanpassingen aangegeven in rood en groen, waarbij de oorspronkelijke scores zijn aangegeven in het rood en de nieuwe scores zijn aangegeven in het groen. De groene scores zijn uiteindelijk verwerkt in het verslag.

OPTIES / CRITERIA	WEGING	Niet automatisch		Jost KKS		Robotarm		HAN-koppeling	
		SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL	SCORE	TOTAAL
Kosten	0,30	1	0,3	2 1	0,3	3	0,9	5	1,5
Toepasbaarheid	0,25	3	0,75	4	1,0	2 3	0,75	5 4	1,0
Snelheid	0,20	3	0,6	5	1	3 4	0,8	3	0,6
Aanpassing trailer	0,15	5	0,75	1	0,15	5	0,75	3	0,45
Betrouwbaarheid	0,10	5	0,5	5	0,5	1 3	0,3	3	0,3
TOTAALSCORE		2,5		3,3 3,0		2,85 3,5		4,3 3,85	

Tabel 6-1 Aanpassingen score oplossingen

Door deze aanpassingen is de volgorde iets veranderd. Vooral de robotarm heeft een stap omhoog gemaakt. Dit komt doordat Rotra zeer positief is over deze oplossingen en doordat het automatiseren vergemakkelijkt wordt door de informatie vanaf Rotra. Wel blijft de oplossingen van de HAN de beste oplossing.

Geciteerde werken

ABB. (2015). *technical info*.

ABB. (2016). *ABB over ons*. Opgehaald van new.abb: <http://new.abb.com/benelux/over-ons/wie-zijn-wij>

Abloy, A. (2016). *laadhuizen*. Opgehaald van assaabloymentrance: <http://www.assaabloymentrance.nl/nl/aaes/assaabloymentrance/producten/dock-equipment/laadhuizen/>

Aceeca. (2012). *What Does IP Mean?* Opgehaald van Aceeca: <http://aceeca.com/handhelds/ip67>

Adept. (2015). *Adept products*. Opgehaald van direct industry: <http://www.directindustry.com/prod/adept-technology/product-6076-568099.html>

Alibaba. (2015). *het vijfde wiel*. Opgehaald van dutch.alibaba: <http://dutch.alibaba.com/photo-products/price-of-ashok-leyland-images.html>

Billard, A., & Matric, M. (2001). Learning human arm movements by imitation: Evaluation of a biologically inspired connectionist architecture.

Bostrailer. (2016). *bostrailer verhuur*. Opgehaald van bostrailer: <http://www.bostrailer.nl/verhuur.php>

Breazeal, C., & Scassellati, B. (2002). Robots that imitate humans.

Chauffeursforum. (2011). *Engelse koppeling*. Opgehaald van Chauffeurs forum: <http://www.chauffeursforum.nl/index.php/topic/17494-engelse-koppeling/>

de Bie, P. P. (2015). *Welke robot past bij uw automatisering*. Opgehaald van verpakingsprofs: <https://www.verpakingsprofs.nl/kennisbank/welke-robot-past-bij-uw-automatisering#like>

Denso. (2015). *Denso main brochure*.

Denso. (2015). *Denso-Wave Corporate Information*. Opgehaald van denso-wave: <http://www.denso-wave.com/en/about/>

Dero. (2014). *product automatisering*. Opgehaald van DeroBV: <http://www.derobv.nl/robotmetervaring.html>

Dobot. (2016). *About us*. Opgehaald van Dobot: <http://dobot.myshopify.com/pages/about-us>

Dynamics, B. (2016). *Atlas - The Agile Anthropomorphic Robot*. Opgehaald van bostondynamics: http://www.bostondynamics.com/robot_Atlas.html

Futurism. (2015). *New Humanoid Robots to Help on Airbus Planes*. Opgehaald van Futurism: <http://futurism.com/new-humanoid-robots-to-help-on-airbus-planes/>

Gasgoo. (2015). *Product informatie king-pin*. Opgehaald van gasgoo: <http://www.gasgoo.com/showroom/landdamanda/auto-products/1574466.html>

- Gerrits, B. (2016). Multi-agent system design for automated docking of semi-trailers by means of autonomous vehicles.
- Google.maps. (2016). *Google.maps*. Opgehaald van Google: www.google.nl/maps
- HAN. (2016). *Eindrapport INTRALOG HAN*. hogeschool Arnhem/Nijmegen.
- Heerkens, H., & van Winden, A. (2012). *Geen Probleem, Een aanpak voor alle bedrijfskunde vragen en mysteries*.
- Huysentruyt, S. (2013). Aansturen en afregelen van een 6-assige robot.
- International, J. (Regisseur). (2010). *Jost KKS System* [Film].
- INTRALOG. (2015).
- Jost. (2015). *catalogues jost-world*. Opgehaald van Jost-world: <http://catalogues.jost-world.com/en/jost-truck-trailer/systems-sensor-system-and-lubetronic/kks-automatic-coupling-system/kks.html>
- JostInternational. (2010). *Jost KKS system*. Opgehaald van Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=xM_vMXThvHQ
- Kawasaki. (2015). *Kawasaki Robotics*. Opgehaald van global.kawasaki: <http://global.kawasaki.com/en/corp/index.html>
- Knapen. (2015). *Transport of loaded moving floor trailers via rail*. Opgehaald van knapen-trailers: <http://www.knapen-trailers.eu/actueel/nieuws/transport-of-loaded-moving-floor-trailers-via-rail>
- Löwgren, P. (2009). The extended-reach robot.
- Maja. (2011). *Delta robots in hygienic design*. Opgehaald van <http://www.maja.de/en/hot-topics/deltaroboter-im-hygienic-design>
- Makezine. (2015). *5 Robot Arms You Can Buy Soon*. Opgehaald van Makezine: <http://makezine.com/2015/09/18/robot-arms-you-can-buy-soon/>
- Mascus. (2015). *Fruehauf citytrailer*. Opgehaald van mascus: <http://www.mascus.com/transportation/used-city-trailers/fruehauf-citytrailer-cityliner-starka-billiga/cugl7pdo.html>
- Remmers. (2008). *Distributiecentrum TNT*. Opgehaald van Remmers bouwgroep: <http://remmersbouwgroep.nl/projecten/distributiecentrum-bergen-zoom>
- Robberecht, C. (2015). *1 trekker oplegger aankoppelen*. Opgehaald van youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=I5Dhf4uoBy0>
- Robohub. (2015). *Dobot's robot arm: Industrial precision at low cost*. Opgehaald van Robohub: <http://robohub.org/dobots-robot-arm-industrial-precision-at-low-cost/>

- Robotics, T. (2014). *About TM Robotics*. Opgehaald van tmrobotics: <http://tmrobotics.co.uk/>
- Selectoo. (2016). *Parkeerplaats afmetingen in breedte en lengte*. Opgehaald van selectoo: <http://selectoo.nl/parkeerplaats-afmetingen-breedte-lengte.html>
- Split, N. (2014). *Langs de rails*. Opgehaald van Koppelingen: http://www.nicospilt.com/index_koppeling.htm
- Terberg. (2016). *Over TERBERG BENSCHOP*. Opgehaald van terbergbenshop.
- TexelSigns. (2015). *Vrachtwagen*. Opgehaald van TexelSigns: <http://www.texelsigns.nl/webshop/prod/62/vrachtwagen/>
- Transport-online. (2015). *Rotra neemt twee nieuwe LZV's*. Opgehaald van <http://www.transport-online.nl/site/60749/rotra-neemt-twee-nieuwe-lzvs-in-gebruik/>
- Truck-parts. (2015). *truck-parts*. Opgehaald van truck-parts: <http://www.truck-parts.nu/321-koppelingskopjes>
- TTM. (2011). *Rotra-dochter Gillemot koopt twintig DAF's*. Opgehaald van TTM: <http://www.ttm.nl/nieuws/rotra-dochter-gillemot-koopt-twintig-dafs/35497/>
- TTM. (2014). *51 nieuwe trailers voor Rotra*. Opgehaald van TTM: <http://www.ttm.nl/nieuws/51-nieuwe-trailers-voor-rotra/65014/>
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2005). *Het ontwerpen van een onderzoek*.
- Voith. (2016). *The Scharfenberg Operating Principle*. Opgehaald van Voith: <http://voith.com/en/products-services/power-transmission/scharfenberg-couplers/the-scharfenberg-operating-principle-13784.html>
- Wabco. (2015). *Wabco Duomatic*. Opgehaald van Wabco: <http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/01/78/01/45280x.pdf>
- Wiemann, P. (2006). Veiligheidssystemen voorkomen veel narigheid, Verliezen van trailers komt écht voor. *ttm*, 2.
- Yaskawa. (2016). *MH5LS II*.
- Yaskawa. (2016). *Yaskawa motoman*. Opgehaald van Yaskawa: <http://www.motoman.com/index.php>

Bijlage A: Onderzoeksontwerp

Hieronder staan de onderdelen van het onderzoeksontwerp die niet in hoofdstuk 1 zijn behandeld.

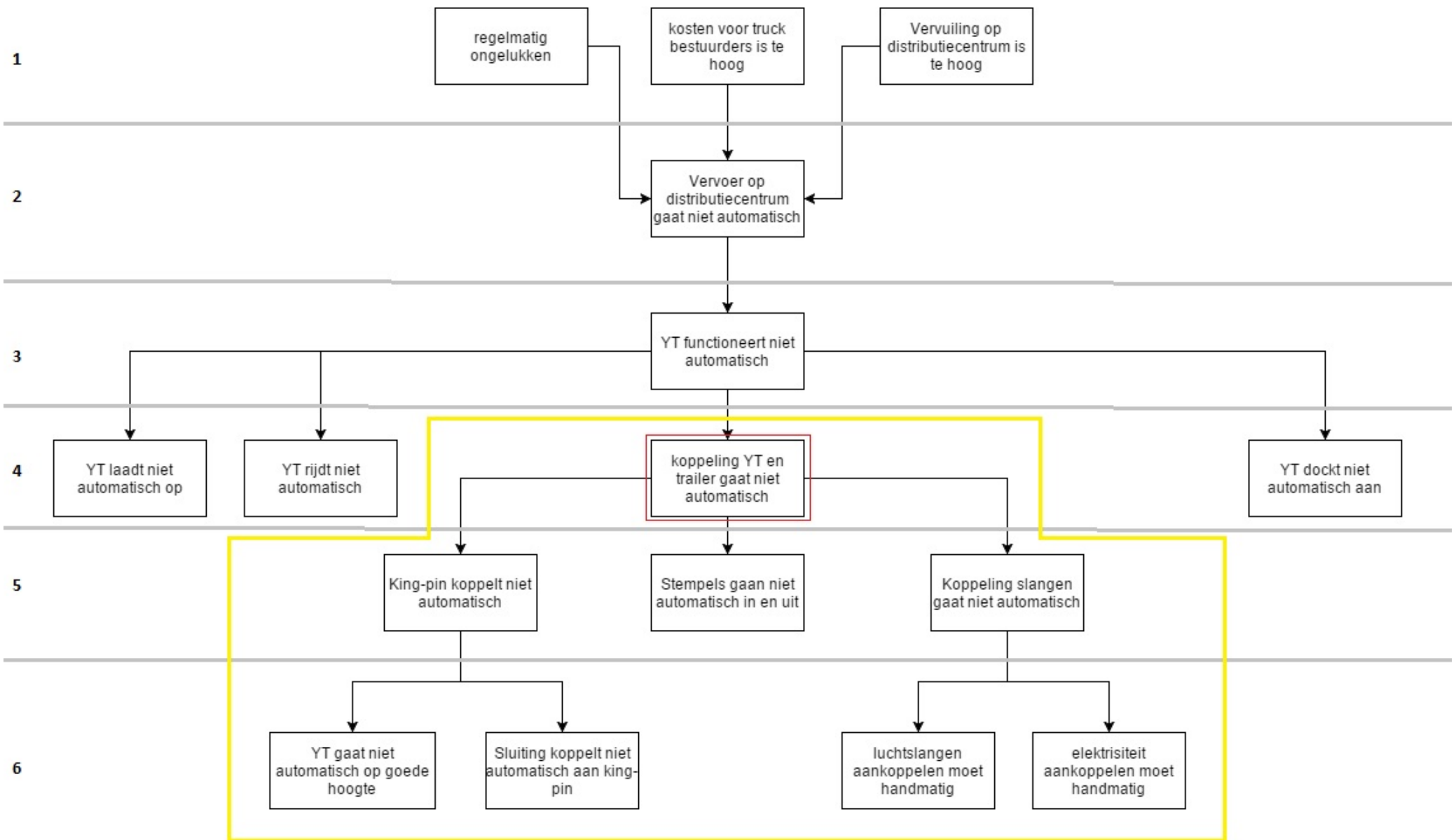
Probleemkluwen

Van INTRALOG kwam de opdracht om uit te zoeken wat de mogelijkheden zijn met betrekking tot het aan- en afkoppelen van de AGV en trailer. Dit onderdeel is in het figuur hieronder aangegeven in het rood. In het gele vlak zijn de onderdelen van de probleemkluwen waar deze bachelor opdracht over zal gaan aangegeven. Hieronder worden de verschillende onderdelen van de probleemkluwen behandeld.

1. De bovenliggende problemen waarom er wordt gekeken naar de mogelijkheden van een automatisch distributiecentrum zijn: regelmatig ongelukken, hoge kosten truckbestuurders en de vervuiling op het distributiecentrum is hoog. De regelmatige ongelukken komen doordat er steeds verschillende truckers aanwezig zijn op het distributiecentrum, deze kennen het distributiecentrum niet en hierdoor worden er vaker fouten gemaakt wat leidt tot ongelukken. Daarnaast rijden er YT's rond waar bestuurders op zitten en mensen maken fouten. Het tweede probleem is dat de truckers betaald krijgen zolang de motor van hun truck draait. Momenteel moeten zij op het distributiecentrum rijden en draait dus de motor, hierdoor krijgen ze doorbetaald terwijl ze geen kilometers maken. De laatste reden komt doordat zowel de YT's als de trucks die rondrijden op het distributiecentrum op diesel rijden en geen optimale route rijden, dit doordat het door mensen wordt gedaan en hiervoor geen optimaal schema bestaat.
2. Het probleem dat aan deze drie problemen ten grondslag ligt is dat het vervoer op distributiecentrum niet automatisch gaat. Doordat dit vervoer nog niet automatisch gaat, houd je de bovenstaand genoemde problemen.
3. De reden dat het vervoer op het distributiecentrum nog niet automatisch gaat is dat deze YT's niet automatisch functioneren. Wanneer deze YT's automatisch zouden functioneren, zal het vervoer op het distributiecentrum geautomatiseerd kunnen worden en los je dus deze problemen op.
4. Er zijn momenteel vier redenen waarom deze YT's niet automatisch functioneren. De eerste reden is dat een YT niet automatisch over het terrein kan rijden. De tweede reden is dat een YT niet automatisch kan koppelen met de truck en de derde reden is dat de YT niet automatisch kan aandocken bij een dockdeur. De vierde reden is dat de YT niet automatisch kan opladen/tanken.

Vanaf hier zal de focus liggen op het onderdeel 'koppelen'. Dit omdat dit onderzoek hierover zal gaan.

5. Er zijn ook weer redenen waarom een YT niet automatisch kan aankoppelen. De eerste reden is dat de king-pin niet automatisch kan worden aangekoppeld. De tweede reden is dat de stempels momenteel nog automatisch moeten worden opgedraaid (dit is niet nodig wanneer de trailer aan een YT gekoppeld wordt). De derde reden is dat de bekabeling handmatig moet worden aan- en afgekoppeld.
6. Ook zijn er weer twee redenen waarom de king-pin niet automatisch kan worden aangekoppeld. Ten eerste moeten de truck en de YT op goede hoogte worden gebracht. Dit gebeurt momenteel nog handmatig. Verder moet de bestuurder momenteel zelf achteruit rijden om te koppelen. Dit gebeurt momenteel dus ook nog handmatig.
Ook voor het koppelen van de bekabeling zijn weer twee redenen. De eerste reden is dat de luchtslang handmatig moet worden gekoppeld. De tweede reden is dat de elektriciteitskabels nog handmatig moeten worden gekoppeld.



Scope

Zoals vermeld in de probleemkluwen zal ik mij bezig houden met de koppeling tussen YT en trailer. Hierbij zal de YT uiteindelijk een AGV worden. Het onderzoek zal binnen het INTRALOG onderzoek gehouden worden, wat betekent dat het intern zal worden uitgevoerd. Ik zal dus gedurende mijn onderzoek de meeste tijd doorbrengen op de Universiteit.

Het onderwerp van dit onderzoek speelt zich in eerst instantie af op het nieuw te bouwen distributiecentrum van Rotra. Er zal dus gefocust worden op dit nieuw te bouwen distributiecentrum.

Dit betekent dat er gefocust zal worden op de trailers die aanwezig zijn op het terrein van Rotra. De yard trekkers die momenteel in gebruik zijn bij Rotra zijn van Terberg, deze YT's zal dus op gefocust worden.

Doordat dit intern zal worden uitgevoerd, krijg ik wel de mogelijkheid verder te kijken dan de bedrijven binnen INTRALOG. Ik zal van deze mogelijkheid zeker gebruik maken. Ook heb ik het voordeel dat ik geen bedrijf heb dat een verplichte onderzoeksrichting geeft. Ik kan dus zelf op onderzoek uitgaan naar goede oplossingen.

Het koppelen begint wanneer de AGV in goede positie staat (recht voor de trailer). Er zal dus niet gefocust worden op het rijden van de AGV, alleen naar het aan- en afkoppelen. Waarbij het dus gaat om de koppeling van zowel de kabels als de king-pin. Ook vallen eventuele gemakkelijk te automatiseren processen buiten mijn scope, doordat dit onderzoek zich niet verdiept in het softwarematige deel van het automatiseren.

Identificatie van kern probleem

Het probleem waar ik mij mee bezig ga houden is dat de koppeling tussen de YT en trailer niet automatisch gaat. Momenteel is dit nog een YT, maar deze YT zal uiteindelijk vervangen moeten worden voor een AGV, waarbij deze AGV dan volledig autonoom moet kunnen koppelen aan de trailer. Dit probleem kan weer worden onderverdeeld in twee verschillende delen. Aan de ene kant zit het koppelen van de king-pin en alles wat hierbij komt kijken, zoals het op goede hoogte brengen van de AGV en het sluiten van het vijfde wiel. Aan de andere kant zitten de leidingen, waarbij dit kan worden onderverdeeld in elektrische en pneumatische leidingen

Het kern probleem is dus dat het koppelen van AGV (momenteel YT) met trailer niet automatisch gaat.

Probleemaanpak

De probleemaanpak is onderverdeeld in drie onderdelen. De eerste fase is de probleemanalyse, hierbij wordt gekeken wat er moet gebeuren om het probleem goed in kaart te brengen en alle informatie er omheen duidelijk te krijgen. Vervolgens komt de oplossingsfase, hierbij wordt gekeken wat er moet gebeuren om naar oplossingen te werken. Als laatste onderdeel staat de beslissing, hierbij wordt gekeken wat er moet gebeuren om een goede beslissing of aanbeveling te kunnen doen.

Probleemanalyse

Het kernprobleem is nu bekend. Het probleem is ontstaan/ontstaat, doordat er momenteel nog werknemers op de YT zitten. Deze werknemers koppelen de trailer af en aan. Echter zal op de AGV geen werknemer meer aanwezig zijn en dus ook niemand meer om te koppelen, hierdoor zal er dus een andere oplossingen moeten komen dan een werknemer die de koppelingen bedient.

Oplossing

Er is nu bekend hoe het probleem is ontstaan. Nu kan er naar oplossingen toegewerkt worden. Hierbij zijn er verschillende richtingen waarin een oplossing kan worden gezocht. Zo zou het kunnen zijn dat er in andere branches al oplossingen zijn voor hetzelfde soort probleem, maar het kan ook zo zijn dat er al iets op de markt is dat het probleem oplost. Hierbij moet ook gekeken worden naar de eisen en gewichten worden toegekend aan deze eisen.

Beslissing

Uiteindelijk komen er verschillende oplossingen voor het koppelingsprobleem. Ook de eisen worden hier bekeken. Hierna kan er gekeken worden naar welke voor- en nadelen de verschillende oplossingen hebben en welke consequenties ze met zich meebrengen. Uiteindelijk zal aan de hand hiervan een duidelijk overzicht gemaakt kunnen worden en een advies gegeven worden.

Relevantie van onderwerp

Voor het gehele INTRALOG onderzoek wordt er gekeken naar de mogelijkheden om een volledig automatisch functionerend distributiecentrum te realiseren. Om dit mogelijk te maken moeten er verschillende onderdelen geautomatiseerd worden. De onderdelen die geautomatiseerd moeten worden met betrekking tot de AGV zijn te vinden bij onderdeel vier van de probleemkluwen. Wanneer uiteindelijk blijkt dat een van de onderdelen niet geautomatiseerd kan worden moeten er dus toch medewerkers aan te pas komen. Het is zeer de vraag of het nog wel de moeite waard is om de andere onderdelen dan nog wel te automatiseren. Het is dus van belang dat alle onderdelen bekeken en onderzocht worden.

Stakeholders

De bacheloropdracht wordt aangeboden door INTRALOG, de contactpersoon vanuit INTRALOG op de Universiteit is Peter Schuur.

De betrokken bedrijven in dit onderzoek zijn: DAF, Port of Rotterdam, Rotra en Terberg. Verder zijn de Universiteit Twente, Technisch Universiteit Eindhoven, Hogeschool Arnhem en Hogeschool Nijmegen en Hogeschool Rotterdam betrokken bij INTRALOG. Gedurende dit onderzoek zal contact worden gezocht en gehouden met deze verschillende partners.

Het onderdeel waarmee ik me bezig ga houden ‘het automatisch koppelen van AGV en trailer’ wordt in eerst instantie onderzocht om toe te passen op het nieuw te bouwen distributiecentrum van Rotra. Een belangrijke partner gedurende mijn opdracht zal dus Rotra zijn, aangezien het voor hen van direct belang is. Verder zal er in eerst instantie gekeken worden naar de YT's van Terberg en zullen deze bedrijven ook vrij direct betrokken zijn bij dit onderzoek. Op de Hogeschool Arnhem/Nijmegen is men momenteel ook bezig met een onderzoek naar automatisch koppelen, in Arnhem wordt er meer naar de daadwerkelijke realisatie gekeken, zij zullen een oplossing gaan produceren. Met hen zal ik veelvuldig contact hebben gedurende mijn bacheloropdracht, om kennis te delen en elkaar te ondersteunen.

Bijlage B: Reflectie

Ter afronding van de bachelor technische bedrijfskunde wordt er naast een bachelor verslag ook een reflectieverslag geschreven. In dit reflectieverslag zal worden teruggekeken naar de afgelopen periode waarin ik de voorbereiding en het daadwerkelijke verslag heb geschreven. Er zal begonnen worden met een kleine inleiding. Hierna zal ik mijn persoonlijke ervaring beschrijven, wat vond ik er zelf van om deze opdracht uit te voeren. Hierna zal er worden teruggekomen op de gestelde leerdoelen. Deze leerdoelen zijn gesteld gedurende het schrijven van het projectplan. Als laatste zal er een conclusie geschreven worden.

Inleiding

Zoals hierboven vermeld ben ik de afgelopen maanden bezig geweest met het doen van een onderzoek ter afsluiting van mijn opleiding. Dit onderzoek is uitgevoerd binnen een groter onderzoek genaamd INTRALOG. Dit betekende voor mij dat ik het onderzoek intern heb uitgevoerd en dus niet dagelijks bij een bedrijf aanwezig was.

Gedurende mijn studie heb ik meerdere projecten en opdrachten uitgevoerd, maar deze waren vaak in groepen of het waren relatief kleine opdrachten. Het was voor mij nieuw om een groot project uit te voeren en dan ook nog alleen. Doordat de opdracht intern uitgevoerd diende te worden, was je heel erg op jezelf aangewezen.

Persoonlijke ervaring

Ik vind persoonlijk dat ik met tevredenheid kan terugkijken op de afgelopen maanden. Ik heb de afgelopen maanden zeer veel geleerd en vind dat ik een goed verslag heb kunnen afleveren.

In het begin was het wennen om op jezelf aangewezen te zijn. Binnen TOM ben je heel erg gewend dat alles goed is uitgewerkt en er niet veel initiatief vanuit jezelf nodig is. Dit is in de laatste twee modules heel anders. In de laatste twee modules moest alles vanuit jezelf komen. Dit was in het begin even wennen, maar gedurende de tijd leerde ik hier goed mee omgaan. Bij het maken van mijn projectplan ging het plannen niet altijd even goed, maar ik heb mijzelf gedurende de bacheloropdracht goed gerevancheerd. De planning ging stukken beter en heb me aan mijn persoonlijke en andere deadlines kunnen houden. Voor mij was het heel goed om een keer op mijzelf aangewezen te zijn en geen tussentijdse deadlines te hebben (vanaf de Universiteit). Ik heb het idee dat ik hierdoor nog een stuk zelfstandiger ben geworden en hier veel van heb geleerd.

Na een kleine zoektocht ben ik uiteindelijk op deze opdracht gestuit. In eerste instantie heb ik een gesprek met dhr. Gerrits gehad over het onderwerp van deze opdracht. Het idee van een onderzoek doen binnen en groter geheel sprak mij direct al aan, ook het intern onderzoek uitvoeren leek mij prettig. Doordat het onderzoek intern was kreeg ik de mogelijkheid om in contact te komen met een zeer groot scala aan bedrijven en instellingen in plaats van één bedrijf. Dankzij dhr. Gerrits ben ik al vrij snel in contact gekomen met verschillende bedrijven en hebben we gesprekken kunnen plannen met Rotra en de HAN. Hierdoor had ik deze belangrijke contacten al vanaf het begin.

Het was voor mij zeer interessant om in contact te komen met de HAN. Zij zaten ook in het INTRALOG project, maar meer aan de praktische kant. Gedurende mijn bachelor heb ik veelvuldig contact met hen kunnen hebben om zo mijn theorie te kunnen combineren met hun praktijk. Wat heeft geresulteerd in vanaf hun kant een zeer mooi ontwerp en mijn verslag werd hierdoor technisch sterker. Dit was nog een voordeel van het doen van een onderzoek binnen een groter geheel.

Gedurende mijn opdracht heb ik veel geleerd met betrekking tot trucks, trailers, distributiecentrum en automatisering. Dit klinkt misschien zeer specifiek, maar veel van deze kennis is ook te gebruiken op andere momenten in mijn leven. Daarnaast heb ik geleerd zelfstandig te werken en contacten te leggen met bedrijven en andere studenten.

Ook heb ik ervaren dat contact met bedrijven soms lastig te krijgen is en veel tijd kost. Voor mijn onderzoek heb ik veel bedrijven moeten mailen met specifieke vragen. Deze antwoorden lieten vaak lang op zich wachten of er kwam helemaal geen reactie. Hierdoor kwam ik op sommige punten voor een lange tijd niet verder.

Leerdoelen

In mijn projectplan heb ik gesproken over leerdoelen. Ik heb hierbij aangegeven dat academische schrijven, presenteren, communicatie en zelfstudie van mij wordt verwacht.

Voor het communiceren en zelfstudie heb ik geen specifiek doel gesteld, maar heb hierbij wel aangegeven dat dit getest en verbeterd zal worden gedurende de bacheloropdracht. Doordat ik veelvuldig contact heb gehad met verschillende mensen, heb ik veel dingen geleerd op het gebied van communiceren. Communicatief vind ik mijzelf niet zwak, maar ik had weinig ervaring met zakelijk communiceren. Door deze opdracht heb ik met verschillende mensen gesproken en heb hier veel ervaring door opgedaan. Daarnaast moest ik deze module voor het eerst één grote opdracht uitvoeren, dit was ook nieuw voor mij. Doordat in module 11 dit al een keer naar voren was gekomen, had ik al iets meer ervaring, maar er werd nog meer verwacht in deze bacheloropdracht. Ik ben zeer tevreden over mijn planning, alles liep eigenlijk goed en loopt op schema.

Twee onderdelen waarbij ik wel leerdoelen heb gesteld zijn academische schrijven en presenteren.

Voor academisch schrijven heb ik gezegd dat ik een goede bacheloropdracht wil afleveren. Ik heb meerdere oud bachelor verslagen gelezen, hierdoor heb ik veel geleerd over hoe je een bacheloropdracht schrijft. Verder heb ik mijn eigen verslag meerdere malen kritisch doorgelezen om zo het niveau omhoog te brengen. Ook heb ik mijn verslag aan anderen voorgelegd en gevraagd om deze te beoordelen en aan te geven waar nog verbeteringen te halen zijn. Hierdoor heb ik geleerd hoe een bachelor verslag er uit hoort te zien en waar ik zelf nog kan verbeteren.

Voor presenteren heb ik gezegd dat ik een goed colloquium wil kunnen geven ter afronding van mijn bachelor. Deze presentatie heb ik momenteel nog niet gehouden, maar heb er vertrouwen in dat dit goed gaat komen. Ik heb meerdere colloquia bezocht en zo gezien wat goed en minder goed is. Daarnaast heb ik al verschillende presentaties over mijn onderzoek moeten geven.

Conclusie

Ik mag met een zeer positieve gedachte terugkijken op de afgelopen maanden. Ik heb zeer veel geleerd van de voorbereiding en het onderzoek zelf. Ik heb veel nieuwe dingen geleerd en verschillende interessante mensen ontmoet. Ik denk dat ik de kennis die ik heb opgedaan goed kan gebruiken gedurende de rest van mijn studie, maar vooral buiten mijn studie. Op persoonlijk vlak heb ik misschien nog wel meer geleerd.

De uiteindelijke beoordeling moet nog komen, maar ik kan alvast concluderen dat het hele vruchtbare maanden voor mij zijn geweest. Ik kan met zeer veel voldoening terugkijken op mijn bacheloropdracht.