



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

De rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen

Victor Diepvens

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Kris BRAEKERS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt

Campus Hasselt:

Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt

Campus Diepenbeek:

Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2024
2025



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

De rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen

Victor Diepvens

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Kris BRAEKERS

Woord vooraf

Met trots presenteer ik deze masterproef over de rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen. Dit werk vormt het sluitstuk van mijn master Handelswetenschappen, afstudeerrichting Supply Chain Management aan de Universiteit Hasselt. Als inwoner van Paal, gelegen in het logistieke hart van Europa, zag ik steeds meer bedrijven de stap naar automatisering zetten. Dit wekte mijn belangstelling om niet alleen de achterliggende motieven te onderzoeken, maar ook de rol van de mens tijdens zulke implementaties grondig te analyseren. Het onderwerp sluit bovendien nauw aan bij mijn academische achtergrond en persoonlijke affiniteit met logistieke innovatie, wat de keuze voor dit thema vanzelfsprekend maakte.

Het succesvol afronden van deze masterproef was niet mogelijk geweest zonder de steun van enkele belangrijke personen. In de eerste plaats wil ik mijn promotor, prof. dr. Kris Braekers, bedanken voor zijn begeleiding, korte communicatielijnen en waardevolle feedback. Daarnaast gaat mijn oprechte dank uit naar de respondenten: zonder hun medewerking was het niet mogelijk om de praktijkinzichten te koppelen aan de academische literatuur. Tot slot wil ik mijn familie, vrienden en klasgenoten bedanken voor hun aanmoediging en steun gedurende deze intensieve periode.

Diepvens Victor

Paal, juni 2025

Samenvatting

De aanhoudende groei van e-commerce resulteert in een exponentiële toename van het aantal te verwerken orders in magazijnomgevingen. Hierdoor komen bedrijven niet alleen onder toenemende capaciteitsdruk te staan, maar ervaren zij ook moeilijkheden bij het aantrekken van voldoende personeel om repetitieve taken zoals orderpicking uit te voeren. Als reactie op deze uitdagingen worden automatiseringen zoals Automated Guided Vehicles (AGV's), Autonomous Mobile Robots (AMR's) en AutoStore-systemen, steeds vaker geïmplementeerd om problemen zoals krapte op de arbeidsmarkt, beperkte opslagcapaciteit en efficiëntieverlies aan te pakken.

Hoewel dergelijke automatiseringen de operationele prestaties kunnen verbeteren, blijft het menselijke aspect vaak onderbelicht. In de praktijk leidt dit tot weerstand van de werknemers en implementaties die hun volledig potentieel niet benutten. Zowel vanuit wetenschappelijk als praktisch oogpunt is er nood aan een duidelijker begrip van de wisselwerking tussen mensen en de implementatie en werking van geautomatiseerde systemen. Deze masterproef speelt in op deze leemte door ervaringen van logistieke managers en experts te koppelen aan theoretische inzichten. De centrale onderzoeksvraag luidt dan ook: *"Welke rol spelen orderpickers in geautomatiseerde magazijnomgevingen, en hoe ervaren zij de samenwerking met geautomatiseerde systemen?"*

De masterproef bestaat uit twee delen. In het eerste deel, *de literatuurstudie*, worden vier fundamentele aspecten behandeld: (1) Het orderpickingproces, (2) de motieven voor magazijnautomatisering, (3) soorten automatiseringen, en (4) de samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen. Het tweede deel, *de empirische studie*, bestaat uit vijf semigestructureerde interviews met logistieke managers en experts uit Europese distributiecentra en de e-commercesector. Zij waren betrokken bij de beslissing, implementatie en opvolging van automatiseringsprojecten, wat de relevantie van hun deelname benadrukt. De kwalitatieve analyse is gebaseerd op de methodiek van Grounded Theory en resulteerde in een thematische datastructuur. Kerninzichten uit de interviews werden samengebracht in tabellen en gekoppeld aan vijf centrale thema's uit het datastructuurmodel.

Literatuurstudie:

Kostenreductie, een hoger service level en een tekort aan arbeidskrachten vormen de voornaamste *motieven voor magazijnautomatisering*. De literatuur bespreekt diverse *soorten automatiseringen*, met onder andere de nadruk op automatisering in *parts-to-picker systemen*, waarbij goederen naar de orderpicker worden gebracht of intern transport wordt geautomatiseerd. Toegepaste systemen zijn onder meer AGV's, AMR's, Automated Storage and Retrieval systems (AS/RS) waaronder Vertical Lift Module (VLM) en AutoStore maar ook cobots. Doelstellingen zoals het reduceren van reistijd, het optimaliseren van opslagcapaciteit en het verlagen van operationele kosten vormen daarbij de kern van veel implementaties. In tegenstelling tot een volledig geautomatiseerd proces waar er voor het ophalen van de producten geen menselijke interactie vereist is, bespreekt de literatuur ook automatiseringen in *picker-to-parts systemen*. Binnen dit onderdeel is AGV of AMR-assisted picking erg van belang. Deze hybride systemen, ook aangeduid als Hybrid Orderpicking Systems (HOPS), combineren manuele pickactiviteiten zoals het picken van goederen uit opslagrekken, met geautomatiseerd intern transport. Hoewel de literatuur HOPS als veelbelovend beschrijft, suggereren

de resultaten van het empirisch onderzoek dat er aanzienlijke obstakels bestaan voor de praktische implementatie van dergelijke systemen.

De samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen wordt besproken aan de hand van drie pijlers: (1) mens-machine interactie, (2) human factors in orderpicking en (3) perceptie en houding van orderpickers. *Mens-machine interactie*, ook wel human-machine interaction (HMI) genoemd, wordt gekenmerkt door de communicatie en samenwerking tussen mensen en machines binnen gedeelde werkruimtes. Binnen dit kader vormen ook human-robot interaction (HRI) en human-robot collaboration (HRC) belangrijke begrippen. HRI verwijst naar alle vormen van interactie tussen mens en robot, terwijl HRC een stap verder gaat en betrekking heeft op situaties waarin mens en robot gelijktijdig samenwerken aan één gedeelde taak. Dit onderscheid is essentieel om hybride systemen zoals AMR-assisted picking te begrijpen, waarin de mate van samenwerking invloed heeft op zowel efficiëntie als werkbeleving. Deze benadering weerspiegelt de bredere overgang van Industry 4.0, met de focus op technologische efficiëntie, naar Industry 5.0, waarin menselijke waarden, samenwerking en welzijn centraal staan.

Human factors in orderpicking worden op basis van een conceptueel kader uit onderzoek van Grosse et al. (2014) in vier factoren opgedeeld. Deze vier factoren (perceptuele, mentaal, fysiek, psychosociaal) hebben impact op prestatie, kwaliteit en de gezondheid van de werknemers tijdens het orderpickingproces. Tot slot wordt de *perceptie en houding van orderpickers* vertaald in actiepunten voor het management. Literatuur toont aan dat de angst voor jobverlies kan worden vermeden door transparante communicatie over de voordelen, risico's en impact van automatiseringen. Autonomie kan worden vermeden door taakvariatie en jobrotatie. Bijkomend wordt er aangetoond dat het voorzien van uitgebreide opleidings- en trainingsmogelijkheden een positieve invloed kan hebben op de acceptatie van de automatisering en bijgevolg de weerstand tot gebruik verminderd.

Empirische studie:

De literatuurstudie vormt de basis voor de interviewleidraad van de empirische studie, die resulteerde in een datastructuurmodel met vijf hoofdthema's: (1) motieven voor automatisering, (2) soorten automatisering, (3) interactie, (4) human factors & perceptie (met subthema's jobrotatie en kritische succesfactoren), en (5) de blijvende rol van de mens.

De voornaamste *motieven voor automatisering*: kostenreductie, verhoging van het service level en een tekort aan werknemers stemmen overeen met de literatuur. Echter blijken *veiligheid* en *ergonomie* ook doorslaggevende factoren. Opmerkelijk is dat het empirisch onderzoek twee tegengestelde visies blootlegt: waar sommige bedrijven automatisering inzetten om het personeelsbestand te verkleinen en kosten te reduceren, gebruiken anderen dezelfde toepassing om met een gelijkblijvend personeelsbestand grotere volumes te verwerken.

Hoewel AGV's en AutoStore in de literatuur vaak als efficiënte oplossing worden besproken, blijken in de praktijk *randvoorwaarden* zoals infrastructuur (greenfield vs. brownfield), SKU-diversiteit en voorspelbaarheid van processen bepalend. Vooral bij *AMR-assisted picking* kwamen problemen aan het licht zoals *congestie* en *beperkte productiviteitswinst*. Dit maakt dat twee respondenten die een AMR-assisted picking pilotprogramma hadden getest, de verdere implementatie annuleerde.

De combinatie van het geringe aantal bedrijven waar HOPS worden toegepast en de stopzetting van meerdere AMR-assisted picking pilotprogramma's wijst op een kloof tussen het theoretisch potentieel en de operationele haalbaarheid van deze systemen.

Ook het vierde onderdeel, *human factors en perceptie*, biedt waardevolle inzichten. Werknemerservaring gelinkt aan automatisering blijkt sterk te variëren. *Angst voor jobverlies* en vermindering van *autonomie* kwamen regelmatig terug. Toch toonden interviews aan dat deze bezorgdheden kunnen worden gemilderd via *duidelijke communicatie, jobrotatie, betrokkenheid* tijdens het implementatieproces en het voorzien van *opleidingen* afgestemd op de eindgebruiker. In omgevingen waarin de voorwaarden vervuld werden, ervoeren werknemers de komst van automatiseringen doorgaans positief. In organisaties met een sterke focus op efficiëntie, beperkte inspraak en de verschuiving van job inhoud naar een vaste pickpositie (parts-to-picker) ontstond er een gevoel van *monotonie*, wat in bepaald gevallen leidde tot personeelsverloop. De respondenten bevestigen dat doordacht *change management* een cruciale rol speelt. Ten slotte benadrukken zij dat *de rol van de mens*, omwille van *flexibiliteit* en *aanpassingsvermogen*, een onderscheidende factor blijft binnen het orderpickingproces. Flexibiliteit is bovendien essentieel bij het omgaan met een grote variatie in *productomvang* binnen magazijnomgevingen. Waar systemen zoals AutoStore enkel goederen verwerken en opslaan met beperkte afmetingen en gewichten, kunnen orderpickers vlotter omgaan met producten die niet aan deze vereisten voldoen.

Deze masterproef verrijkt de bestaande literatuur over magazijnautomatiseringen met praktijkinzichten van logistieke managers en experts. Door theoretische kaders zoals HRI, HRC en HOPS te vergelijken met de operationele realiteit, biedt het onderzoek bijkomende waardevolle inzichten. Bovendien benadrukt het werk de actuele relevantie van een *mensgerichte aanpak* binnen de context van *Industry 5.0*. Afsluitend levert de studie concrete aanbevelingen voor het management bij de implementatie van automatisering, met aandacht voor werkervaring en acceptatie van de eindgebruiker.

Kritische bemerkingen en toekomstig onderzoek

Concluderend zijn er enkele kritische bemerkingen en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek. Ten eerste kon er geen vergelijking worden gemaakt tussen succesvolle en niet-succesvolle toepassingen van HOPS, aangezien er binnen het empirisch luik geen case werd gevonden waarin AMR-assisted picking succesvol werd uitgerold. Dit beperkt de mogelijkheid tot genuanceerde toetsing van de literatuur. Ten tweede werden uitsluitend interviews afgenomen met managers en logistieke experts, waardoor de stem van orderpickers - de doelgroep die het meest rechtstreeks wordt beïnvloed door magazijnautomatisering - onderbelicht bleef. Een inclusie van hun perspectief had bijgedragen aan een vollediger beeld over de perceptie en samenwerking met geautomatiseerde systemen. Ten derde hanteerde deze masterproef een brede thematische scope, waarin zowel automatiseringen als menselijke aspecten werden opgenomen. Hoewel deze brede benadering waardevolle inzichten heeft opgeleverd, ging dit deels ten koste van de mogelijkheid om diepgaander te focussen op specifieke automatisering of perceptie-ervaringen. Deze beperkingen onderstrepen het belang van toekomst onderzoek naar de rol van mensen binnen geautomatiseerde logistieke processen, met bijzondere aandacht voor de ervaringen van orderpickers in een meer specifiek afgebakende context.

Inhoudsopgave

Woord vooraf

Samenvatting	1
Lijst met afkortingen	7
Lijst van figuren	8
Lijst van tabellen	9
1. Probleemstelling	10
1.1 Praktijkproblemen en situering van het onderwerp	10
1.1.1 Afbakening	12
1.1.2 Praktijkprobleem	13
1.1.3 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen	14
1.2 Methodologie	15
1.2.1 Literatuurstudie	15
1.2.2 Empirische studie	16
1.2.2.1 Selectie respondenten	16
1.2.2.2 Codering	17
2. Literatuurstudie	18
2.1 Orderpickingproces	18
2.2 Waarom automatiseren bedrijven?	19
2.3 Soorten automatisering	20
2.3.1 Soorten automatisering in parts-to-picker systemen	21
2.3.1.1 Automated guided vehicles (AGV's)	21
2.3.1.2 Autonomous mobile robots (AMR's)	22
Robotic Mobile Fulfillment System (RMF's)	23
2.3.1.3 Automated storage and retrieval systems (AS/RS)	24
Vertical Lift Module (VLM)	25
AutoStore-systeem	25
2.3.1.4 Cobots	27
2.3.1.4 Conclusie automatisering in het parts-to-picker systemen	28
2.3.2 Soorten automatisering in picker-to-parts systemen	29
2.3.2.1 Pick-by-technology	29
2.3.2.2 AGV of AMR-assisted picking	30

2.3.2.3 Conclusie automatisering in picker-to-parts systemen.....	32
2.4 Samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen	33
2.4.1 Mens-machine interactie.....	33
2.4.1.1 Overgang van Industry 4.0 naar Industry 5.0	35
2.4.1.2 Conclusie mens-machine interactie.....	37
2.4.2 Human factors in order picking.....	38
2.4.2.1 De impact van automatisering op human factors	39
Picker-to-parts.....	39
Parts-to-picker	40
2.4.3 Perceptie en houding van orderpickers	41
2.4.3.1 De perceptie van de orderpicker.....	41
2.4.3.2 Actiepunten voor het management.....	41
2.4.4 Conclusie samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen	43
3. Empirische studie	44
3.1 Motieven automatisering	45
3.1.1 Kostenbesparing.....	45
3.1.2 Capaciteitsdruk en schaalbaarheid	46
3.1.3 Krapte op de arbeidsmarkt.....	46
3.1.4 Overige motieven	47
3.2 Soorten automatiseringen	48
3.2.1 AGV's.....	48
3.2.2 AMR's.....	49
3.2.3 AutoStore	50
3.2.4 AGV of AMR-assisted picking	51
3.3 Interactie	53
3.4 Human Factors & perceptie.....	54
3.4.1 Jobrotatie	54
3.4.1.1 Autonomie	55
3.4.2 Kritische succesfactoren bij implementatie	56
3.4.2.1 Communicatie en betrokkenheid	56
3.4.2.2 Opleiding & opdeling gebruikers.....	57
3.4.2.3 Angst voor jobverlies en werkzekerheid	58
3.5 De blijvende rol van de mens.....	59

3.5.1 Productomvang	59
3.5.2 Strategische en menselijke waarde	60
4. Conclusie.....	61
4.1 Beantwoording van de onderzoeksvraag	61
4.2 Bijdrage, beperkingen en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	62
Bibliografie	65
Bijlagen	72
Bijlage A - Interviewleidraad	72
Bijlage B - Respondent B	74
Bijlage C - Respondent C	84
Bijlage D - Respondent D.....	91
Bijlage E - Respondent E	98
Bijlage F - Respondent F.....	123

Lijst met afkortingen

Afkorting	Definitie
AGV	Automated Guided Vehicle
AMR	Autonomous Mobile Robot
AS/RS	Automated Storage and Retrieval Systems
GDP	Gross Domestic Product
FTE	Full-time Equivalent
HF	Human Factors
HMI	Human-Machine interaction
HOPS	Hybrid Orderpicking Systems
HRC	Human-Robot Collaboration
HRI	Human-Robot Interaction
KPI	Key Performance Indicator
MSD	Musculoskeletal Disorders
ROI	Return on Investment
SKU	Stock Keeping Unit
SLAM	Simultaneous Localization and Mapping
TAM	Technology Acceptance Model
TMS	Transport Management System
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
VLM	Vertical Lift Module
WMS	Warehouse Management System

Lijst van figuren

Figuur 1: Omzet van de e-commercemarkt in België van 2017 tot 2029 (Belgium: E-commerce Revenue 2029 Statista, 2024).	10
Figuur 2: Marktgrootte van magazijnautomatisering 2023-2033 (Zoting, 2024)	11
Figuur 3: Marktgrootte van logistieke robotica 2023-2033 (Aditi, 2024)	11
Figuur 4: Functies en flows binnen een magazijn (De Koster et al., 2006).....	20
Figuur 5: Diverse soorten AGV's (AGV's SSI SCHAEFER, 2024)	21
Figuur 6: Samenwerking tussen AMR & orderpicker (Today, 2014).....	23
Figuur 7: Verschil AMR en AGV (Hy-Tek Intralogistics, 2023).....	23
Figuur 8: Bovenaanzicht RMF's (Lamballais et al., 2016).....	24
Figuur 9: Bovenaanzicht pickstation (Lamballais et al., 2016)	24
Figuur 10: AMR met pod (Da Costa Barros et al., 2021).	24
Figuur 11: AS/RS (De Koster et al., 2015)	25
Figuur 12: Vertical Lift Module (Pinto et al., 2023)	25
Figuur 13: AutoStore (Ha, 2024)	26
Figuur 14: ABC classificatie binnen AutoStore (AutoStore AS, 2025)	26
Figuur 15: Cobot plaats dozen op een pallet (Packon, 2025)	28
Figuur 16: Robots aan een productielijn (De Jong, 2021).....	28
Figuur 17: Overzicht picking tools.....	30
Figuur 18: Level van automatisering en orderpicking taken (Vijayakumar & Sgarbossa, 2021)	31
Figuur 19: Samenwerking tussen AMR en orderpicker (OLogic, Inc., 2024)	31
Figuur 20: Operationele magazijn activiteiten (Lorson et al., 2022)	34
Figuur 21: Orderpicker en AMR in een gedeelde werkruimte (Magazino GmbH, 2025)	34
Figuur 22: Kernwaarden van Industry 5.0 (Zizic et al., 2022).....	36
Figuur 23: Industry 4.0 vs Industry 5.0	37
Figuur 24: Conceptueel kader voor het integreren van HF in orderpicking (Grosse et al., 2014)...	38
Figuur 25: Datastructuur hoofdstuk 3	44

Lijst van tabellen

Tabel 1: Respondenten

Tabel 2: Kostenbesparing

Tabel 3: Capaciteitsdruk en schaalbaarheid

Tabel 4: Krapte op de arbeidsmarkt

Tabel 5: Overige motieven

Tabel 6: AGV's

Tabel 7: AMR's

Tabel 8: AutoStore

Tabel 9: AGV of AMR-assisted picking

Tabel 10: Interactie

Tabel 11: Jobrotatie

Tabel 12: Autonomie

Tabel 13: Communicatie en betrokkenheid

Tabel 14: Opleiding & opdeling gebruikers

Tabel 15: Angst voor jobverlies en werkzekerheid

Tabel 16: Productomvang

Tabel 17: Strategische en menselijke waarde

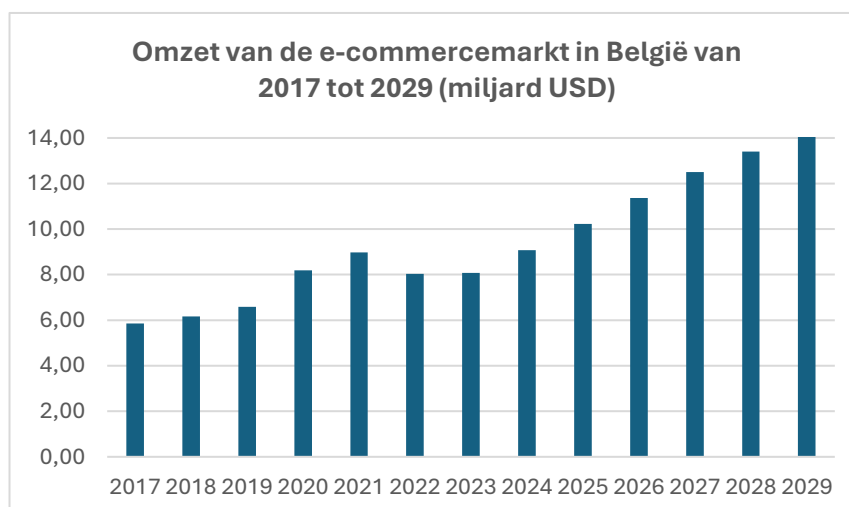
1. Probleemstelling

Het eerste hoofdstuk is opgedeeld in twee delen: sectie 1 omschrijft en situeert het praktijkprobleem dat in deze masterproef behandeld wordt, sectie 1.2 licht de gebruikte methodologie toe.

1.1 Praktijkproblemen en situering van het onderwerp

E-commerce is uitgegroeid tot een onmisbaar onderdeel van het dagelijks leven. Consumenten kiezen in toenemende mate voor het gemak van online winkelen, wat heeft geleid tot een aanzienlijke toename van het aantal te verwerken orders. Onderzoekers van Statista voorspellen dat de Belgische e-commercemarkt zal groeien van 6,1 miljard Amerikaanse dollar in 2017 tot 14 miljard dollar in 2029 (Belgium: E-commerce Revenue 2029 | Statista, 2024). Deze stijging weerspiegelt niet enkel het toenemende belang van e-commerce binnen België, maar onderstreept tevens de noodzaak voor efficiënte en schaalbare logistieke processen. Daarnaast stellen consumenten steeds hogere eisen op het vlak van leversnelheid en gebruiksgemak, wat bijkomende druk legt op de performantie van logistieke systemen (Pernestål et al., 2020).

De logistieke sector speelt een cruciale rol in Vlaanderen en genereerde in 2021 een toegevoegde waarde van 12 miljard euro, goed voor 4,5% van de totale toegevoegde waarde in Vlaanderen (Statistiek Vlaanderen, 2024). Binnen deze sector nemen magazijnen een centrale plaats in, aangezien zij instaan voor de opslag, verwerking en distributie van goederen. In deze magazijnen is het orderpickingproces vaak de meest arbeidsintensieve activiteit. Orderpickers vertegenwoordigen alleen al 55% van de operationele kosten (De Koster et al., 2006), wat hen tot een cruciale kostendrijver maakt binnen magazijn-operaties. Tegelijkertijd ervaren bedrijven toenemende moeilijkheden om voldoende personeel aan te trekken en te behouden, mede door het repetitieve en fysiek belastende karakter van het werk (Azadeh et al., 2019). Deze uitdaging wordt verder versterkt door de stijgende ordervolumes die gepaard gaan met de groei van e-commerce (zie Figuur 1), waardoor de druk op bestaande magazijnmedewerkers toeneemt. Dit creëert bijkomende complexiteit in het streven naar performante en schaalbare magazijnoperaties.

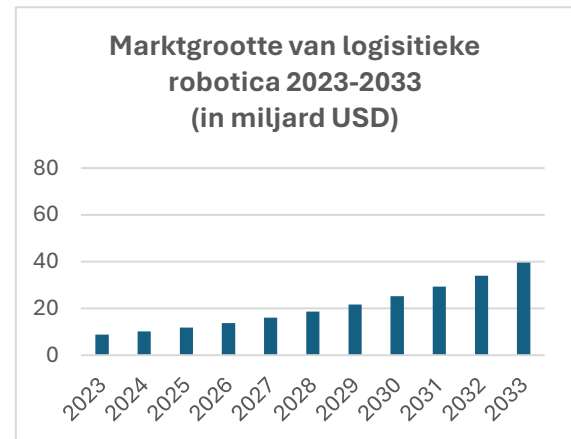


Figuur 1: Omzet van de e-commercemarkt in België van 2017 tot 2029 (Belgium: E-commerce Revenue 2029 | Statista, 2024).

Om aan deze uitdagingen te voldoen, bieden automatisering en robotisering mogelijke oplossingen. Technologieën zoals Automated Guided Vehicles (AGV's), cobots en geavanceerde opslag- en ophaalsystemen verhogen de efficiëntie, verlagen de kosten en minimaliseren foutenmarges (Azadeh et al., 2019). Dit sluit aan bij de sterke verwachte groei binnen de wereldwijde markt voor warehouse-automatisering en logistieke robotica. Volgens Precedence Research zal het aandeel van warehouse-automatisering groeien met een gewogen gemiddeld groeipercentage van 15,9% per jaar Zoting (2024), terwijl de markt voor logistieke robots naar verwachting jaarlijks met 16,24% Aditi (2024) zal toenemen.



Figuur 2: Marktgrootte van magazijnautomatisering 2023-2033 (Zoting, 2024)



Figuur 3: Marktgrootte van logistieke robotica 2023-2033 (Aditi, 2024)

Ook in België vertaalt deze wereldwijde trend zich in een sterk stijgend investeringsvolume. In de eerste helft van 2024 werd een recordbedrag van €898 miljoen geïnvesteerd in logistieke en semi-industriële magazijnen (CBRE RESEARCH, 2024). Logistieke magazijnen richten zich primair op de opslag en distributie van goederen (zoals bij Kuehne + Nagel), terwijl semi-industriële magazijnen ook lichte productie of assemblageactiviteiten omvatten (bijvoorbeeld bij DAF Trucks in Westerlo). De combinatie van een groeiende e-commercemarkt, technologische vooruitgang en toegenomen investeringsvolumes onderstreept het belang van onderzoek naar de impact en implementatie van automatisering in dergelijke omgevingen.

Technologische innovatie in magazijnomgevingen wordt doorgaans gekaderd binnen het concept van Industry 4.0, dat gericht is op digitalisering en efficiëntieverhoging binnen productie- en logistieke processen. Deze technologische paradigmaverschuiving leidt tot een toenemend gebruik van autonome systemen, met belangrijke implicaties voor organisatiestructuren en arbeidsinhoud. Industry 5.0 bouwt hierop voort door, naast efficiëntie, ook duurzaamheid, veerkracht en mensgerichtheid centraal te stellen (Xu et al., 2021). Binnen dit kader onderzoekt deze masterproef hoe verschillende automatiseringsvormen worden toegepast in orderpickomgevingen, en in welke mate deze implementaties de rol van werknemers beïnvloeden. Daarbij ligt de nadruk niet enkel op de menselijke beleving, maar op de bredere wisselwerking tussen technologische keuzes en de organisatie van het werk. Beide concepten worden verder toegelicht in de literatuurstudie.

1.1.1 Afbakening

Deze masterproef richt zich op de toepassing van automatisering in magazijnomgevingen, en onderzoekt daarbij in welke mate automatiseringskeuzes de rol en werkomstandigheden van orderpickers beïnvloeden. Vooraleer dieper wordt ingegaan op de inhoudelijke analyse, is het essentieel om enkele kernbegrippen af te bakenen.

Een warehouse, of magazijn, is een centraal knooppunt binnen het logistieke proces waar goederen tijdelijk worden opgeslagen en gedistribueerd met het oog op een tijdige en accurate levering (Grosse et al., 2016). Binnen deze omgevingen vormt **orderpicking** een cruciale activiteit. Dit proces omvat het verzamelen van producten uit opslaglocaties ter voorbereiding van klantorders. In deze studie worden zowel interne magazijnen van bedrijven als die van third-party logistics (3PL)-providers onderzocht. 3PL-providers zijn externe logistieke dienstverleners die magazijn- en transportdiensten aanbieden aan andere bedrijven (Introduction to Logistics, 2017).

Binnen deze masterproef wordt de term mensen specifiek gedefinieerd als **orderpickers**. Orderpicking kan op twee manieren worden uitgevoerd: picker-to-parts en parts-to-picker. Picker-to-parts, ook wel man-to-goods genoemd, is een methode waarbij orderpickers met een pick-cart verschillende goederen verzamelen uit opslaglocaties en deze afleveren aan het depotstation (Pasparakis et al., 2023). Parts-to-picker, ook wel goods-to-man genoemd, verwijst daarentegen naar systemen waarbij producten automatisch naar de orderpicker worden gebracht, vaak met behulp van geautomatiseerde systemen zoals automated storage and retrieval systems (AS/RS) (Azadeh et al., 2019). Een diepgaandere bespreking van zowel picker-to-parts als parts-to-picker volgt in sectie 2.1 van de literatuurstudie.

Als laatst wordt de term **automatisering** omschreven als het gebruik van machines en technologieën om taken uit te voeren die traditioneel door mensen werden uitgevoerd. Dit omvat zowel ondersteunende als vervangende toepassingen, met als doel de efficiëntie, nauwkeurigheid en ergonomie van logistieke processen te verbeteren (Parasuraman & Riley, 1997). De focus van deze studie ligt voornamelijk op vormen van automatisering die een directe impact hebben op het orderpickingproces, zoals AGV's, AMR's, AS/RS en AutoStore-systemen. Binnen een magazijnomgeving bestaan er daarnaast ook meer geavanceerde technologieën, zoals Artificial Intelligence (AI), Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) en het Internet of Things (IoT). Deze worden niet alleen ingezet om menselijke arbeid te vervangen, maar ook om werkprocessen te optimaliseren, fouten te verminderen en ergonomische voordelen te bieden voor orderpickers (Goldberg, 2011). Het bespreken van deze technologieën valt echter buiten de scope van deze masterproef, aangezien een diepgaande analyse ervan de focus en afbakening van het onderzoek zou overschrijden.

1.1.2 Praktijkprobleem

Nu de context en kernbegrippen zijn toegelicht, kunnen de voornaamste praktijkproblemen worden besproken die de aanleiding vormen voor dit onderzoek. De logistieke sector kampt met een aanhoudende stijging in de vraag naar diensten, mede door de groei van e-commerce, terwijl het tekort aan arbeidskrachten verder toeneemt. Het vinden van voldoende en geschikte magazijnmedewerkers blijkt in de praktijk een steeds grotere uitdaging (Baccichetto et al., 2024). Het orderpickingproces is bovendien een arbeidsintensieve, kostelijke en repetitieve activiteit (Azadeh et al., 2019), waardoor het moeilijk is om werknemers langdurig aan te trekken en te motiveren, zeker bij werk in shiften. Deze combinatie van operationele druk en personeelskrapte stimuleert bedrijven om automatisering in te zetten als structurele oplossing.

Hoewel automatisering aanzienlijke efficiëntievoordelen kan opleveren, zijn er in de praktijk ook beperkingen. Zo blijft menselijke tussenkomst vaak noodzakelijk, bijvoorbeeld omwille van ordercomplexiteit, productvariatie of seizoenspieken zoals Black Friday (Lorson et al., 2022). Werknemers bieden hier meer flexibiliteit dan robots, die doorgaans op een vaste capaciteit opereren. Daarnaast blijven bepaalde logistieke taken, zoals value-added services (VAS) – waaronder personalisatie, etikettering of op maat verpakken – moeilijk te automatiseren. Automatisering wordt dus zelden als volledige vervanging geïmplementeerd, maar eerder in combinatie met menselijke arbeid. Dit wordt ook bevestigd in het concept van Hybrid Orderpicking Systems (HOPS), waarbij manuele picking structureel gecombineerd wordt met geautomatiseerde processen om zowel prestaties als flexibiliteit te optimaliseren (Winkelhaus et al., 2022). Dit roept de vraag op hoe dit evenwicht tussen mens en automatisering optimaal kan worden georganiseerd.

Daarnaast heeft automatisering een directe invloed op de werkbeleving van medewerkers. Volgens Dinalog (2024) en Pasparakis et al. (2023) kunnen repetitieve taken worden verlicht en de fysieke belasting worden verminderd, maar roept de introductie van geautomatiseerde systemen vaak ook vragen op over rolzekerheid, betrokkenheid en autonomie. Deze samenwerking tussen geautomatiseerde systemen en orderpickers wordt in sectie 2.4.1 verder toegelicht aan de hand van het begrip Human-Machine Interaction zoals omschreven door Riso & Adascalitei (2024). De samenwerking en interacties tussen mens en machine blijken in het orderpickingproces niet alleen invloed te hebben op de efficiëntie, maar ook op het welzijn van werknemers (Pasparakis et al., 2023). De effectiviteit van automatisering hangt dan ook sterk af van de manier waarop mens en machine met elkaar samenwerken. Zowel Dinalog (2024) als Pasparakis et al. (2023) onderstrepen dat een efficiënte afstemming tussen menselijke en geautomatiseerde capaciteiten geen vanzelfsprekendheid is. Dit brengt de vraag met zich mee hoe deze samenwerking optimaal vorm kan krijgen. Deze masterproef onderzoekt daarom de impact van verschillende vormen van automatisering op het orderpickingproces, en in welke mate deze automatiseringskeuzes samenhangen met de rol en beleving van werknemers.

1.1.3 Centrale onderzoeksvraag en deelvragen

In deze masterproef wordt gezocht naar een antwoord op de volgende centrale onderzoeksvraag:

Welke rol spelen orderpickers in geautomatiseerde magazijnomgevingen, en hoe ervaren zij de samenwerking met geautomatiseerde systemen?

Het doel is om te achterhalen in welke mate automatisering invloed heeft op de taakinhoud, werkbeleving en samenwerking van orderpickers. Hierbij wordt onderzocht hoe bedrijven automatisering inzetten, welke soorten systemen het meest relevant zijn in warehouseomgevingen, en welke factoren bepalend zijn voor een positieve ervaring van werknemers. Om een gestructureerd antwoord te formuleren op de centrale onderzoeksvraag, wordt gezocht naar een antwoord op volgende deelvragen:

Deelvraag 1: Waarom automatiseren bedrijven?

Automatisering is de laatste jaren steeds populairder geworden. Dit roept vragen op over de drijfveren achter deze ontwikkeling. Wordt automatisering vooral ingezet om efficiëntie te verhogen en daarmee kosten te verlagen, of om andere strategische redenen? Hierdoor is het, voordat er dieper wordt ingegaan op de soorten automatisering, belangrijk om de redenen achter automatisering te begrijpen.

Deelvraag 2: Welke soorten automatisering bestaan er in een warehouseomgeving, en wat zijn de voor- en nadelen van elke soort?

Automatisering kent diverse toepassingen. In deze deelvraag wordt onderzocht welke systemen relevant zijn binnen het orderpickproces, met aandacht voor hun kenmerken, voordelen en beperkingen.

Deelvraag 3: Hoe ervaren orderpickers de samenwerking met geautomatiseerde systemen?

De implementatie van automatisering verandert de werkcontext van orderpickers fundamenteel. Deze deelvraag onderzoekt hoe werknemers hun samenwerking met automatiseringen beleven, welke factoren hierbij een rol spelen en hoe dit hun jobtevredenheid beïnvloedt. Aandacht gaat daarbij niet enkel naar percepties rond automatisering, maar ook naar de fysieke, mentale en psychosociale impact van geautomatiseerde systemen in het dagelijkse werk. Door deze factoren in kaart te brengen, kan worden nagegaan onder welke voorwaarden automatisering positief wordt ervaren en hoe organisaties hier best op inspelen.

Deelvraag 4: Wat is Industry 4.0 en hoe kan de overgang naar Industry 5.0 bijdragen aan jobtevredenheid van orderpickers?

De evolutie van Industry 4.0 naar Industry 5.0 weerspiegelt een verschuiving van hoe technologie en automatiseringen worden ingezet binnen logistieke processen. Waar Industry 4.0 vooral gericht is op efficiëntie en automatisering, plaatst Industry 5.0 ook menselijke waarden en welzijn centraal. Deze ontwikkeling is relevant om te begrijpen op welke manier toekomstige automatiseringstrajecten kunnen inspelen op jobtevredenheid en duurzame inzetbaarheid van orderpickers in geautomatiseerde magazijnen.

1.2 Methodologie

Om een antwoord te geven op de centrale onderzoeksvraag en deelvragen, zal deze masterproef bestaan uit twee onderdelen. Ten eerste, is het cruciaal om de nodige theoretische kennis van dit onderwerp te verwerven. Deze kennis zal worden gewaarborgd door een grondige literatuurstudie. Vervolgens zal de verworven kennis worden getoetst aan de praktijk door middel van een empirische studie. De combinatie van deze twee benaderingen zorgt ervoor dat zowel theoretische inzichten als praktijkervaringen bijdragen aan het beantwoorden van de onderzoeksvraag en deelvragen.

1.2.1 Literatuurstudie

Om de kwaliteit van de literatuurstudie te garanderen wordt er gebruik gemaakt van de onderwezen theorie uit het vak 'Inleiding onderzoeksmethoden', behandeld in de eerste bachelor Handelswetenschappen van de UHasselt. Het bijhorende handboek 'Methoden en technieken van onderzoek' van Saunders et al. (2024) vormt de rode draad voor de theoretische benadering van de literatuurstudie. Bijgevolg komen toegepaste technieken en methoden binnen de literatuurstudie en empirische studie hieruit.

Voor het vinden van waardevolle publicaties die als basis van de literatuurstudie zullen dienen wordt er gewerkt met specifieke zoekwoorden. Deze zijn onderverdeeld in twee hoofdcategorieën:

- 1) Context-specifieke zoektermen:
 - Warehous*, logistic*, orderpicking
- 2) Onderwerp-specifieke zoektermen:
 - Automation, robot*, cobot*, human factor*, human-robot interaction, human-machine interaction

Deze zoektermen worden gecombineerd tot zoekstrings, zodat efficiënter gezocht kan worden. In plaats van afzonderlijke combinaties te maken, kan een uitgebreide zoekstring worden gebruikt, bijvoorbeeld: (warehouse OR logistics OR order picking) AND (automation OR robot OR human-machine interaction).

Deze combinaties worden ingegeven in wetenschappelijke databanken zoals Scopus, ScienceDirect en de elektronische bibliotheek van UHasselt. Daarnaast is het van belang om na te gaan of de gevonden publicaties peer reviewed zijn. Peer review waarborgt de kwaliteit van wetenschappelijke publicaties doordat collega-onderzoekers de inhoud, relevantie en nauwkeurigheid beoordelen alvorens de publicatie. Naast deze databanken wordt Google Scholar als aanvullende bron gebruikt. Omdat deze databank breder is en mogelijk niet-peer-reviewed publicaties bevat, wordt bij artikelen van Google Scholar extra aandacht besteed aan de wetenschappelijke betrouwbaarheid en publicatiecontext.

Verder wordt de snowballing-methode toegepast om aanvullende literatuur te identificeren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van forward en backward snowballing. Forward snowballing analyseert welke publicaties verwijzen naar een reeds geselecteerd artikel, terwijl backward snowballing de referentielijsten van deze publicaties onderzoekt (Badampudi et al., 2015). Deze methode zorgt

ervoor dat waardevolle artikelen, die anders mogelijk gemist worden, alsnog worden opgenomen in de literatuurstudie.

Tijdens het selectieproces wordt de relevantie van het artikel in eerste instantie beoordeeld aan de hand van de titel en het abstract. Artikelen waarvan de titel en het abstract aansluiten bij het onderwerp en relevant lijken, worden inhoudelijk verder gelezen en geanalyseerd. De uiteindelijke selectie van publicaties wordt gebaseerd op hun taal (Engels of Nederlands), academische kwaliteit en hun relevantie voor het onderzoeksdomein. Door deze gestructureerde aanpak en de toepassing van snowballing wordt een uitgebreide en waardevolle literatuurlijst samengesteld die als basis voor de literatuurstudie dient.

1.2.2 Empirische studie

Na een grondige analyse van de literatuur kan het tweede onderdeel van deze masterproef, namelijk het empirisch onderzoek, van start gaan. Binnen dit kwalitatief onderzoek worden semigestructureerde interviews met managers en logistieke experts die werkzaam zijn binnen een magazijnomgeving afgenomen. In totaal werden vijf respondenten geïnterviewd.

1.2.2.1 Selectie respondenten

Voor het selecteren van de respondenten werd gebruik gemaakt van e-mail, LinkedIn en het persoonlijk netwerk van de auteur. Een belangrijke voorwaarde was dat de respondent direct betrokken was bij de implementatie of het beheer van geautomatiseerde processen binnen een magazijncontext. Binnen deze interviews lag de focus niet alleen op de keuze voor een bepaald type automatisering, maar ook op de mate waarin rekening werd gehouden met menselijke factoren tijdens het implementatieproces.

De initiële intentie was om zowel orderpickers als managers te interviewen. In de praktijk bleek het echter bijzonder moeilijk om toegang te verkrijgen tot orderpickers voor kwalitatieve interviews. Eerst en vooral zijn er in Vlaanderen een beperkt aantal bedrijven waar de besproken automatiseringen zijn toegepast, daarnaast zijn orderpickers een essentiële schakel in het orderpickingproces waardoor dit in veel gevallen niet onderbroken kon worden voor een interview. Hierdoor werd er uiteindelijk gekozen om enkel logistieke managers en experts te interviewen. Zij bieden niet alleen een strategisch overzicht van het automatiseringsproces, maar hebben doorgaans ook frequent en direct contact met de magazijnmedewerkers. Dit maakt dat ook zij inzicht hebben in de ervaring, percepties en bezorgdheden van de orderpickers zelf.

Bedrijf	Functie	Automatisering	Interview
B	Supply Chain & Service Manager	AGV	Fysiek
C	Cluster Director	AMR, AGV, AutoStore	Online
D	Project Lead	AGV	Fysiek
E	Principal Distribution Solutions Delivery	AGV, AMR	Fysiek
F	Warehouse Engineer	AutoStore	Online

Tabel 1: Respondenten

Tabel 1 geeft een overzicht van de geïnterviewde respondenten. De bedrijfsnamen zijn geanonimiseerd op verzoek van één van de deelnemers. De interviews vonden zowel fysiek, bij het desbetreffende magazijn, als online plaats. In twee gevallen werd de werking van het magazijn ook geobserveerd tijdens een rondleiding op de werkvloer, wat bijkomende inzichten opleverde voor de koppeling tussen theorie en praktijk. De interviews werden telkens afgenomen aan de hand van een semigestructureerde interviewleidraad, terug te vinden in bijlage A.

1.2.2.2 Coding

De getranscribeerde versies van de interviews zijn opgenomen in bijlagen B, C, D, E en F. De transcripties werden gegenereerd met behulp van de AI-tool TurboScribe (2025), en nadien handmatig nagelezen en gecorrigeerd. Aan de hand van een systematisch coderingsproces werd de data afkomstig uit de interviews verwerkt in het empirische gedeelte van deze masterproef. Hierbij werd gebruikgemaakt van coderingsstrategieën geïnspireerd op de analysemethodiek van Grounded Theory (Moghaddam, 2006), waarbij data op een inductieve manier wordt geanalyseerd om thema's en patronen te identificeren.

2. Literatuurstudie

Het doel van dit literatuuronderzoek is om bestaand onderzoek rond automatisering en robotisering binnen een magazijnomgeving systematisch in kaart te brengen. De literatuurstudie is onderverdeeld in vier hoofdonderdelen. Eerst wordt ingegaan op de basisactiviteit van een magazijn, namelijk het orderpickingproces. Vervolgens wordt onderzocht waarom bedrijven kiezen voor automatisering, met nadruk op de economische en strategische voordelen. Hierna worden verschillende soorten automatisering besproken, inclusief hun voordelen en nadelen. Tot slot wordt onderzocht hoe orderpickers de samenwerking met geautomatiseerde systemen en robots ervaren en hoe de overgang van Industry 4.0 naar Industry 5.0 kan bijdragen aan hun werktevredenheid.

2.1 Orderpickingproces

Om de groeiende populariteit van automatisering beter te begrijpen, is het essentieel om eerst een overzicht te geven van de huidige orderpickingprocessen. Orderpicking wordt gedefinieerd als het proces waarbij producten uit de magazijnopslag worden verzameld om een klantorder te vervullen. Dit proces vormt een essentieel onderdeel van de meeste magazijnactiviteiten (Grosse et al., 2016). Volgens De Koster et al. (2006) kunnen orderpickingsystemen worden onderverdeeld in twee hoofdcategorieën: picker-to-parts en parts-to-picker.

Bij het **picker-to-parts** systeem ontvangt de orderpicker informatie over een order op een picklijst (wanneer er geen sprake is van automatisatie). Deze informatie bevat onder andere artikelidentificaties, de vereiste hoeveelheden en de volgorde waarin de artikelen moeten worden verzameld. Vervolgens begeeft de orderpicker zich naar de opslaglocaties, verzamelt de benodigde artikelen en keert terug naar het depot om de bestelling af te leveren. Hierna worden de verzamelde artikelen verpakt en verzonden naar interne of externe klanten. Dit systeem is flexibel en minder kapitaalintensief dan parts-to-picker, maar brengt een hoger risico op menselijke fouten met zich mee en leidt tot langere verwerkingstijden (De Koster et al., 2006; Roodbergen & Vis, 2009)

Parts-to-picker staat daarentegen bekend om technologieën die artikelen automatisch of semi-automatisch naar de orderpicker brengt. Dit systeem maakt gebruik van geautomatiseerde opslag- en ophalingstechnologieën (zoals bv. AS/RS), waarbij één of meerdere orderpickers het benodigde artikel picken en hier een handeling op uitvoeren (Henn & Wäscher, 2012). Parts-to-picker biedt aanzienlijke voordelen op het gebied van snelheid en efficiëntie, wat vooral in sectoren zoals e-commerce van groot belang is (Roodbergen & Vis, 2009). Echter vereist het een hoge initiële investering en complexe planning, wat het minder geschikt maakt voor kleinere magazijnen.

2.2 Waarom automatiseren bedrijven?

Magazijnautomatisering biedt bedrijven strategische en operationele voordelen die hen in staat stellen om competitief te blijven in een steeds veranderende markt.

De voornaamste reden waarom bedrijven automatiseren is **kostenbesparing**. Orderpicking wordt geïdentificeerd als het meest arbeidsintensieve en kostelijke proces binnen een magazijn. De orderpickingkosten kunnen oplopen tot 55% van de totale operationele kosten (De Koster et al., 2006). Om deze kosten te verminderen hebben onderzoekers reeds diverse strategieën doorlopen zoals het optimaliseren van de magazijnlayout, routing methodes en zoning. Echter wordt er de laatste jaren meer aandacht besteed aan automatisering van orderpickingprocessen om op die manier kosten te minimaliseren. Daarnaast draagt automatisering bij aan het verlagen van diverse overheadkosten, waaronder kosten voor veiligheid, arbeid, materiaal en onderhoud (Dhaliwal, 2020).

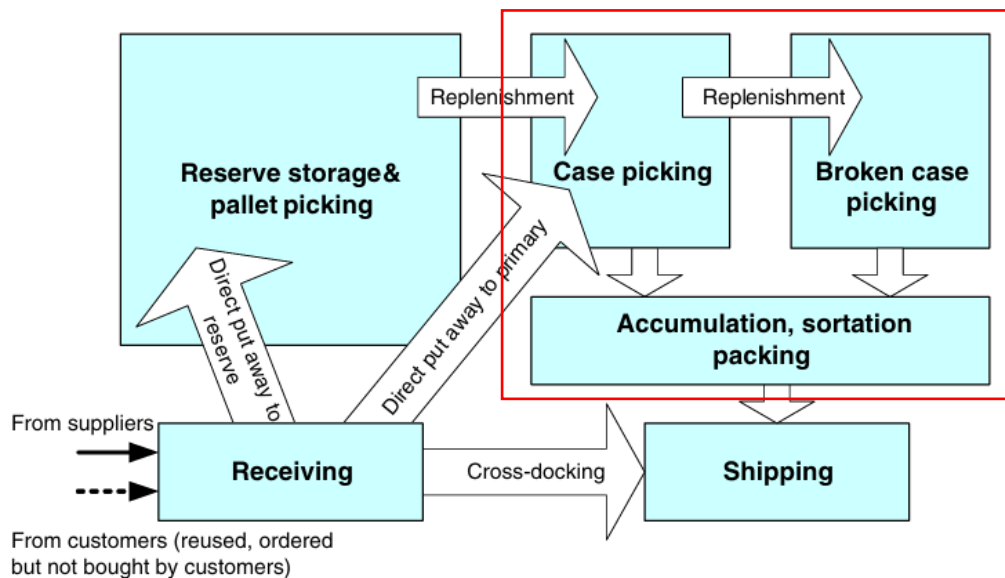
Naast kostenbesparing is een **hogere service level** een tweede belangrijke reden. In de e-commerce sector verwachten klanten steeds snellere en nauwkeurigere leveringen, waardoor bedrijven onder druk staan om grotere volumes te verwerken, de productiviteit te verhogen en tegelijkertijd de kosten te beheersen. Bovendien is de hedendaagse consument steeds veeleisender geworden, waardoor 'next-day delivery' de standaard is binnen de sector (Dhaliwal, 2020). Automatisering speelt hierin een cruciale rol, aangezien het kan leiden tot hogere efficiëntie en snellere orderverwerking, wat bijdraagt aan een verbeterde klanttevredenheid. Daarnaast helpt automatisering bij het minimaliseren van retourkosten, aangezien foutenmarges lager liggen door een hogere nauwkeurigheid in het pickproces (Custodio & Machado, 2019).

Een derde reden waarom bedrijven automatiseren is om het **tekort aan werknemers** aan te pakken. Momenteel is er in regio's zoals België een tekort aan arbeidskrachten door onder andere vergrijzing van de beroepsbevolking (Riso et al., 2024). Door fysiek belastende en repetitieve taken te automatiseren, kunnen bedrijven hun afhankelijkheid van manuele arbeid verminderen en continuïteit naar de klant garanderen, zelfs in tijden van personeelstekorten (Bogue, 2016).

Naast de drie hoofdfactoren biedt automatisering bijkomende voordelen. Duurzaamheid wordt verbeterd doordat geautomatiseerde systemen het ruimtegebruik optimaliseren, waardoor minder magazijnoppervlakte nodig is en natuurbehoud wordt ondersteund. Hogere productkwaliteit wordt bereikt door nauwkeurigere orderverzameling en verpakking, wat schade aan goederen minimaliseert en consistentie in eindproducten verhoogt (Azadeh et al., 2019; Custodio & Machado, 2019; Dhaliwal, 2020). Hoewel automatisering aanzienlijke voordelen biedt, brengt het ook nadelen met zich mee. De impact hiervan verschilt per type automatisering en wordt in de volgende secties geanalyseerd.

2.3 Soorten automatisering

Alvorens de verschillende vormen van automatisering besproken worden, is het belangrijk om de goederenstroom binnen een magazijn in kaart te brengen. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 4, gebaseerd op het model van De Koster et al. (2006). De kernactiviteiten binnen een magazijn omvatten: ontvangen, overbrengen en wegzetten, orderverzamen/selecteren, accumuleren/sorteren, cross-docking en verzending. Deze masterproef richt zich specifiek op de activiteiten binnen de rode kader van figuur 4. Eerst en vooral het orderpickingproces, dat kan worden onderverdeeld in *case picking*, waarbij volledige dozen worden verzameld, en *broken case picking*, waarbij kleinere individuele eenheden worden gepickt. Dit proces gaat over in *accumuleren*, *sorteren* en *verpakken*, waarna goederen worden verzonden naar klanten.



Figuur 4: Functies en flows binnen een magazijn (De Koster et al., 2006)

Afhankelijk van het niveau van automatisering kan orderpicking op verschillende manieren worden uitgevoerd. In sommige magazijnen wordt het transport van goederen binnen het orderpickingproces volledig geautomatiseerd. Machines of robots brengen de benodigde items tot bij de orderpicker, zonder menselijke tussenkomst in dit deel van het proces (**sectie 2.3.1**). Het daadwerkelijk picken van de goederen gebeurt in de meeste gevallen nog steeds door een orderpicker die zich op een vaste pickpositie bevindt.

De meeste bedrijven kiezen er dan ook voor om orderpickers fysiek in het magazijn te blijven inzetten bij de uitvoering van het orderpickingproces (De Koster et al., 2006). Dit proces kan worden geoptimaliseerd door het inzetten van verschillende technologieën en automatiseringsniveaus, waarbij een gecombineerde aanpak wordt onderzocht (**sectie 2.3.2**). Binnen deze sectie werken mens en machine samen om zowel efficiëntie als flexibiliteit te maximaliseren.

2.3.1 Soorten automatisering in parts-to-picker systemen

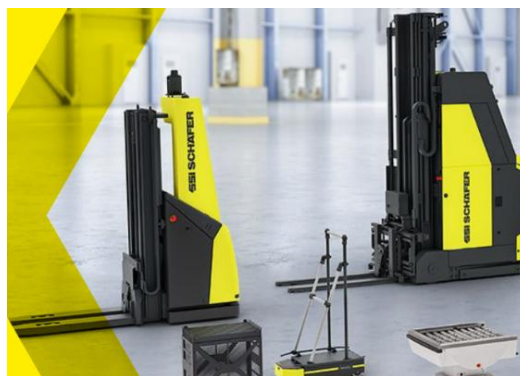
2.3.1.1 Automated guided vehicles (AGV's)

Automated guided vehicles (AGV's) zijn autonome voertuigen die worden gebruikt voor interne logistieke processen, zoals het transport van goederen binnen magazijnen en distributiecentra (Vis, 2004). Deze voertuigen volgen vooraf gedefinieerde paden geleid door magnetische strips, reflectoren of sensoren (Custodio & Machado, 2019). AGV's worden toegepast in diverse magazijnomgevingen en dragen bij aan het stroomlijnen van logistieke processen door repetitieve transporttaken over te nemen.

Een belangrijk **voordeel** van AGV's is hun vermogen om de reistijd, die 50% van een orderpicker zijn tijd inneemt en dus een hoge operationele kost bedraagt, te elimineren (De Koster et al., 2006). Een tweede voordeel van AGV's is hun precisie. Waar menselijke heftruckchauffeurs door vermoeidheid of onoplettendheid botsingen kunnen veroorzaken bieden AGV's een consistentere en veiliger alternatief. Bovendien hebben AGV's, in tegenstelling tot klassieke orderpickingmethoden waarbij gebruik wordt gemaakt van vorkheftrucks, minder ruimte nodig tussen de gangpaden, wat resulteert in een hogere opslagdichtheid binnen het magazijn (Custodio & Machado, 2019). AGV's zijn daarnaast schaalbaar, waardoor extra voertuigen eenvoudig kunnen worden toegevoegd wanneer de operationele behoeften toenemen.

Tegenover deze voordelen staan ook enkele **nadelen**. Eerst en vooral zijn de initiële investeringskosten hoog. Deze kosten omvatten niet alleen de aanschaf van de voertuigen, maar ook de implementatie van ondersteunende infrastructuur, zoals sensoren en software (Dhaliwal, 2020). Daarnaast zijn AGV's minder flexibel dan bijvoorbeeld AMR's (sectie 2.3.1.2) doordat ze via vooraf gedefinieerde routes rijden wat kan leiden tot verkeersproblemen zoals congestie of deadlocks (Vis, 2004).

Figuur 5 toont verschillende AGV's van het merk SSI Schaeffer (AGV's | SSI SCHAEFER, 2025). Links en rechtsboven worden vorkheftruck-AGV's weergegeven, ontworpen om pallets op te tillen en te verplaatsen in warehouses met hoge rekken. Rechtsonder is een platform AGV afgebeeld. Dit soort AGV's zijn ontwikkeld voor het transporten van bakken en kleine goederen. Het type warehouse, de afmetingen en het gewicht van de goederen, evenals de productvariatie, beïnvloeden doorgaans de keuze voor een specifieke type AGV (Custodio & Machado, 2019).



Figuur 5: Diverse soorten AGV's (AGV's | SSI SCHAEFER, 2024)

2.3.1.2 Autonomous mobile robots (AMR's)

Autonomous mobile robots (AMR's) vertegenwoordigen een nieuwe generatie autonome voertuigen binnen magazijnomgevingen. In tegenstelling tot AGV's hebben AMR's geen vooraf gedefinieerde routes nodig. Dankzij sensoren, artificiële intelligentie (AI) en geavanceerde software kunnen ze zelfstandig beslissingen nemen en obstakels vermijden, wat hun flexibiliteit aanzienlijk vergroot (Keith et al., 2024).

Net als AGV's bieden AMR's **voordelen** op het vlak van precisie en schaalbaarheid, maar hun onderscheidend vermogen ligt voornamelijk in hun flexibiliteit. Deze flexibiliteit komt vooral tot uiting in AMR-toepassingen waarbij robots zich vrij bewegen in een gedeelde werkruimte met mensen. In dergelijke omgevingen maken AMR's gebruik van SLAM-technologie (Simultaneous Localization and Mapping), waarmee ze in real time hun positie bepalen, obstakels ontwijken en routes optimaliseren (Keith et al., 2024). Deze technologie is vooral relevant in AMR-assisted picking systemen, waar menselijke samenwerking en onverwachte obstakels frequenter zijn. Deze specifieke toepassing wordt verder besproken in sectie 2.3.2.2.

Bepaalde AMR-implementaties, zoals het bekende systeem van Kiva Robots (AMR's tewerkgesteld in magazijnen van Amazon), maken gebruik van een eenvoudiger navigatiesysteem op basis van QR-codes op de vloer. De robots ontvangen instructies van een centrale computer en gebruiken de QR-codes om zich door het magazijn te oriënteren en botsingen te vermijden. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat deze systemen worden toegepast in gestructureerde en afgesloten omgevingen waar de dynamiek beperkt is.

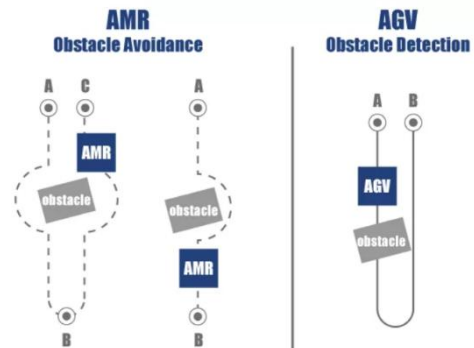
Daarnaast kunnen AMR's worden ingezet om operationele kosten te verlagen, bijvoorbeeld door loopafstanden te reduceren of door manuele taken te automatiseren. Volgens Bogue (2016) realiseerde Amazon met de Kiva Robots een kostenverlaging van ongeveer 20%. Door het automatiseren van picktaken kunnen gangpaden versmald worden, wat resulteert in een hogere opslagcapaciteit en efficiënter ruimtegebruik. Azadeh et al. (2019) benadrukken dat dit vooral relevant is gezien de toenemende schaarste aan magazijnruimte nabij stedelijke distributiepunten.

Ondanks deze voordelen kennen AMR's ook enkele nadelen. Net zoals bij AGV's liggen de initiële investeringskosten hoog (Keith et al., 2024). Bovendien vereist de integratie met bestaande warehouse management systemen (WMS) extra technische expertise. Tot slot moeten AMR's regelmatig worden opgeladen, wat een bijkomende logistieke uitdaging vormt binnen continue processen.

Figuur 6 toont een operationeel voorbeeld van meerdere AMR's van het merk Kiva Robots in een magazijn van Amazon. De AMR's transporteren opslagrekken met producten naar een orderpicker, waarna de orderpicker een bestelling samenstelt. Vermits de AMR's naar de orderpicker komen, kan dit worden ondergebracht in het parts-to-picker systeem.



Figuur 6: Samenwerking tussen AMR & orderpicker (Today, 2014)



Figuur 7: Verschil AMR en AGV (Hy-Tek Intralogistics, 2023)

Het grote **verschil** tussen **AGV's** en **AMR's** wordt in figuur 7 weergegeven: AMR's (met SLAM-technologie) kunnen rond obstakels bewegen terwijl AGV's dit niet kunnen.

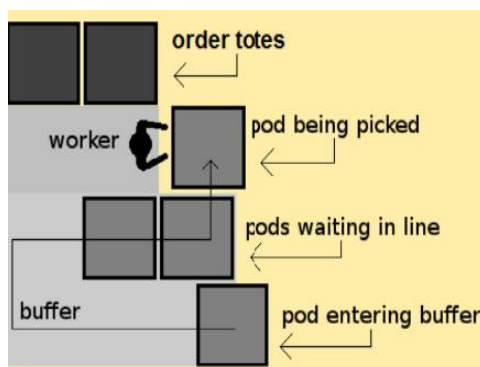
Robotic Mobile Fulfillment System (RMF's)

De inzet van mobiele robots voor geautomatiseerde goederenverplaatsing binnen magazijnen wordt in de literatuur omschreven als Robotic Mobile Fulfillment System (RMF's) (Da Costa Barros et al., 2021). RMF's zijn geavanceerde parts-to-picker implementaties waarbij AMR's worden ingezet om opslagrekken, ook wel pods genoemd, van de opslagzone naar de pickstations te transporteren. De goederenverplaatsing wordt volledig geautomatiseerd, waardoor de orderpicker en de AMR niet in dezelfde werkruimte actief zijn; de enige interactie tussen beiden vindt plaats aan het pickstation (Winkelhaus et al., 2022). De pods hebben geen vaste locatie maar worden strategisch geherpositioneerd op basis van operationele parameters zoals beschikbaarheid en vraagfrequentie. Hierdoor kan een Stock Keeping Unit (SKU) over meerdere pods worden verdeeld, wat de kans verhoogt dat een geschikte pod zich dicht bij een pickstation bevindt (Lamballais et al., 2016).

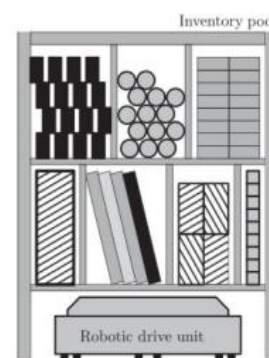
Figuur 8 uit het onderzoek van Lamballais et al. (2016) geeft een overzicht van de essentiële componenten binnen een RMF-systeem: AMR's, een compact ingerichte opslagzone, mobiele opslagrekken (pods), en vaste pickstations waar orderpickers actief zijn. De AMR's bewegen autonoom onder de pods, tillen deze op en transporteren ze naar het toegewezen pickstation. Daar haalt de orderpicker manueel de gevraagde items uit de pod en plaatst deze in orderbakken (order totes). Nadien brengt de robot de pod automatisch terug naar een beschikbare locatie in de opslagzone (aangeduid als grijze vakken in figuur 8). De *opslagzone* zelf bestaat uit meerdere blokken met opslagplaatsen, gescheiden door gangpaden die ontworpen zijn voor éénrichtingsverkeer om congestie te vermijden. Om een continue flow te garanderen, verzamelen de AMR's zich na het ophalen van een pod in een bufferzone nabij het *pickstation*. Hier wachten ze in een wachtrij tot ze aan de beurt zijn, wat zorgt voor een maximale benutting van de orderpicker.



Figuur 8: Bovenaanzicht RMF's (Lamballais et al., 2016)



Figuur 9: Bovenaanzicht pickstation (Lamballais et al., 2016)



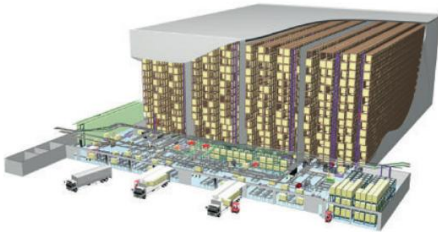
Figuur 10: AMR met pod (Da Costa Barros et al., 2021).

2.3.1.3 Automated storage and retrieval systems (AS/RS)

Een derde soort automatisering binnen het parts-to-picker systeem zijn automated storage and retrieval systems (AS/RS). AS/RS zijn opslagsystemen die gebruik maken van opslag- en ophaalmachines met vaste routes. Deze machines bewegen over één of meerdere rails tussen vaste rijen van opslagrekken. De componenten van AS/RS zijn doorgaans rekken, kranen, gangen, in- /outputpunten (I/O-punt) en pickposities. *Rekken* zijn metalen constructies die ladingen (bijvoorbeeld pallets) kunnen bevatten die opgeslagen moeten worden. *Kranen* zijn volledig geautomatiseerde opslag- en ophaalmachines die autonoom kunnen bewegen, ladingen oppakken en afleveren. *Gangen* zijn lege ruimtes tussen de rekken waarin de kranen zich kunnen verplaatsen. Een *I/O-punt* is een locatie waar de opgehaalde ladingen worden afgeleverd en inkomende ladingen worden opgepikt voor opslag. *Pickposities* zijn plekken waar mensen werken om individuele items uit een opgehaalde lading te halen voordat de lading terug in het systeem wordt geplaatst (Roodbergen & Vis, 2008).

Een van de belangrijkste **voordelen** van AS/RS is hun potentieel om arbeidskosten en foutenmarges aanzienlijk te verlagen. Bovendien optimaliseren ze ruimtegebruik door verticale opslag (30 tot 40 meter hoge rekken) te maximaliseren, wat essentieel is in magazijnen waar ruimte schaars en duur is (Roodbergen & Vis, 2008; Custodio & Machado, 2019).

Toch zijn er ook enkele **nadelen**, de hoge initiële investeringskosten voor de aanschaf van hardware, software en de infrastructuur vormen een grote drempel voor veel bedrijven. De prijs van een 'single aisle AS/RS kan oplopen tot \$634 000 (Roodbergen & Vis, 2008). Verder kunnen deze systemen minder goed omgaan met diversiteit in producttypen en wisselende orders. Ook kan een defect van één van de kranen zorgen voor een beperkte beschikbaarheid van de goederen (Winkelhaus et al., 2022)



Figuur 11: AS/RS (De Koster et al., 2015)



Figuur 12: Vertical Lift Module (Pinto et al., 2023)

Vertical Lift Module (VLM)

Hoewel conventionele AS/RS-systemen met kranen geschikt zijn voor grootschalige magazijnen, bestaan er binnen het parts-to-picker-principe ook compactere en flexibelere alternatieven. Een van deze alternatieven is de Vertical Lift Module (VLM). VLM wordt in de literatuur beschouwd als een specifiek type AS/RS dat zich onderscheidt door zijn gebruiksgemak, modulaire opbouw en geschiktheid voor omgevingen met kleinere ordervolumes en productvariatie (Azadeh et al., 2019; Ellithy et al., 2024).

Een VLM is een gesloten, geautomatiseerd opslagsysteem waarbij goederen automatisch via een liftstelsel naar een vaste pickpositie worden gebracht. Aangezien een VLM een vorm van AS/RS is, delen beide systemen verschillende **voordelen**. In tegenstelling tot het klassieke orderpickingproces, waar goederen op verschillende hoogtes worden gepickt, zorgt een vaste pickpositie voor minder ergonomische klachten (De Lombaert et al., 2024). Bovendien kan de orderpicker, terwijl de VLM in werking is, andere taken uitvoeren zoals verpakken of labelen, waardoor meerdere VLM's gelijktijdig bediend kunnen worden (Azadeh et al., 2019). Een **nadeel** van VLM-systemen is dat ze minder geschikt zijn voor de opslag van grote of zware items (Pinto et al., 2023). Daarnaast vereist het manueel aanvullen van stock nog steeds menselijke tussenkomst (Azadeh et al., 2019). Figuur 12 toont een VLM-opstelling waarbij een lift de leggers, met groene en blauwe bakken, verticaal beweegt. Op basis van de vraagfrequentie worden de leggers geoptimaliseerd aangeboden.

AutoStore-systeem

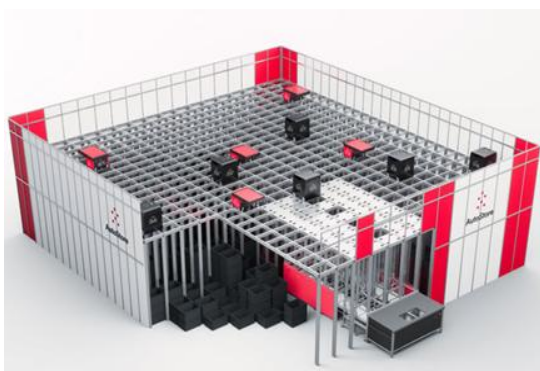
Een geavanceerd type AS/RS systeem is het AutoStore-systeem ook wel Cube storage genoemd. In tegenstelling tot een klassiek AS/RS (kranen, gangen,...), maakt AutoStore gebruik van een rasterstructuur waarbij opslagbakken verticaal worden gestapeld en robots zich verplaatsen over de rasters om goederen op te halen. Vervolgens worden de goederen afgeleverd aan de rand van het systeem, waar de orderpicker de vereiste handelingen uitvoert en de goederen pickt (Azadeh et al., 2019; W. Y. Ha & Jiang, 2023).

Binnen dit systeem wordt gebruikgemaakt van ABC-classificatie, waarbij goederen op basis van hun vraagfrequentie, worden onderverdeeld in A,B of C-categorieën. A-artikelen, die het vaakst worden gepickt, bevinden zich idealiter bovenaan in de grid, terwijl minder frequente C-artikelen zich lager bevinden (Bremer et al., 2024). Wanneer een C-artikel nodig is, moeten bovenliggende bakken eerst worden verplaatst voordat de gewenste bak bereikt kan worden.

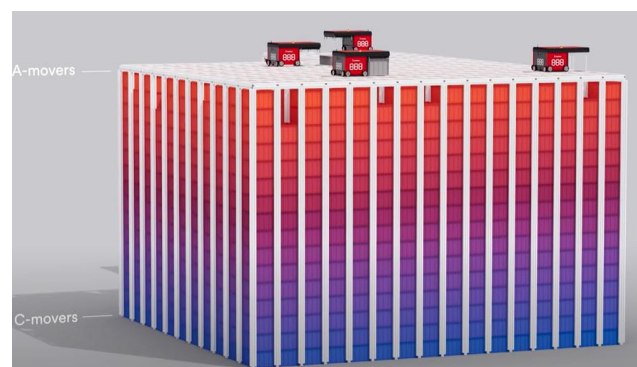
Net zoals bij klassieke AS/RS-systemen is het belangrijkste **voordeel** van AutoStore de efficiënte ruimtebenutting. Het systeem haalt een hoge opslagdichtheid van 60 tot 75%, tegenover slechts 22 tot 27% in conventionele magazijnen. Hierdoor kan een AutoStore-installatie vier tot vijf keer meer goederen opslaan binnen dezelfde oppervlakte (Ha et al, 2021). Daarnaast is het systeem, dankzij regeneratief remmen, bijzonder energie-efficiënt. Verder biedt AutoStore operationele flexibiliteit: in piekperiodes kunnen bedrijven extra robots toevoegen of het systeem uitbreiden met extra bakken, zonder hun fysieke magazijnstructuur te moeten aanpassen.

Echter zijn er ook **nadelen**. Vermits de bakken gestapeld zijn, moeten bovenliggende bakken worden verplaatst om toegang te krijgen tot een specifieke bak. Dit proces ook wel 'reshuffling' genoemd kan, vooral wanneer het systeem een minder gunstige vraagverdeling kent of er veel C-artikelen gepickt moeten worden, de doorlooptijd verlengen (Bremer et al., 2024). Hier ontstaat een spanningsveld waar het bedrijf interne afwegingen moet maken tussen doorlooptijd en ruimtegebruik: hoe hoger de verticale opslag, hoe hoger de kans op verplaatsingen, en dus langere wachttijden. Als het bedrijf de wachttijden wilt verlagen dan kunnen ze, mits beschikbare ruimte, extra grids aan de huidige AutoStore toevoegen. Daarnaast vereist het systeem regelmatige technische ondersteuning en performante software die communiceert met het WMS (Bremer et al., 2024; Ha & Jiang, 2023). Hoewel het systeem gepaard gaat met een aanzienlijke implementatiekost, biedt AutoStore een overtuigende combinatie van hoge opslagcapaciteit, energiezuinigheid en schaalbaarheid.

Figuur 13 toont een algemene weergave van een AutoStore-systeem waarbij duidelijk wordt hoe de robots zich bovenop de grid verplaatsen en bakken ophalen (Ha, 2024). Figuur 14 illustreert hoe de opslagbakken in de grid geordend worden op basis van ABC-classificatie. Artikelen met een hoge vraagfrequentie bevinden zich bovenaan, waardoor ze sneller bereikbaar zijn. Artikelen met een lage rotatie bevinden zich onderaan.



Figuur 13: AutoStore (Ha, 2024)



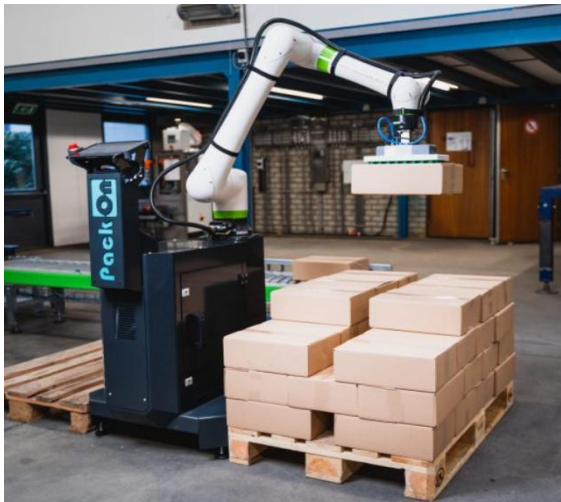
Figuur 14: ABC classificatie binnen AutoStore (AutoStore AS, 2025)

2.3.1.4 Cobots

Collaborative robots (cobots) is een term die binnen de literatuur regelmatig wordt gebruikt wanneer het gaat over een samenwerking tussen mens en machine. Een cobot is een type robot die speciaal is ontworpen om veilig samen te werken met mensen in een gedeelde werkomgeving. In tegenstelling tot traditionele industriële robots, die vaak zwaar en vast opgesteld zijn in geautomatiseerde productieprocessen, zijn cobots lichter, flexibeler en uitgerust met sensoren die deze interactie met mensen mogelijk maken (Evjemo et al., 2020). Dit laatste, de samenwerking met de menselijke werknemer, is dan ook het voornaamste verschil tussen een robot en een cobot. Industriële robots worden doorgaans ingezet in afgeschermdes omgevingen, zoals in de auto-industrie, waar menselijke interactie minimaal is. Cobots zijn daarentegen ontworpen om zonder fysieke barrières naast mensen te werken en hen te ondersteunen bij repetitieve of fysiek belastende taken.

Binnen magazijnomgevingen worden cobots ingezet voor uiteenlopende taken, zoals transport, sorteren, verpakken en voorraadbeheer (Smith, 2024). Volgens de International Organisation for Standardization (2016) zijn cobots ontworpen om 'de repetitieve prestaties van robots te combineren met individuele vaardigheden en het vermogen van mensen'. Toepassingen zoals transport, sorteren, verpakken en orderpicking tonen aan dat de term cobot in wetenschappelijke literatuur niet strikt verwijst naar één specifiek type robot, maar eerder een bredere categorie van automatisering omvat waarin mens en machine nauw samenwerken. Zo kunnen cobots variëren van robotarmen die producten verplaatsen tot mobiele robots die orderpickers ondersteunen bij het transporteren van goederen (AGV's of AMR's) binnen een magazijn (Smith, 2024). In deze masterproef wordt de term cobot dan ook als een overkoepelende benaming gebruikt voor alle vormen van samenwerking tussen mens en machine binnen een magazijnomgeving. Hierdoor vallen niet alleen specifieke robottypes, zoals robotarmen uit onderzoek van Bamigbala et al. (2022), onder de definitie cobots, maar ook andere semi-geautomatiseerde systemen die in 2.3.2.2 zullen worden besproken.

Figuur 15 toont een cobot die dozen palletiseert met behulp van een vacuümgrepper, wat een voorbeeld is van hoe cobots repetitieve en fysiek belastende taken ondersteunen. Figuur 16 toont daarentegen industriële robots in een geautomatiseerde productielijn van DAF Trucks Westerlo, waar menselijke interactie geminimaliseerd is en de robots volledig autonoom opereren. Dit benadrukt het fundamentele verschil: cobots ondersteunen menselijke taken terwijl robots zelfstandig in afgeschermdes omgevingen opereren.



Figuur 15: Cobot plaats dozen op een pallet (Packon, 2025)



Figuur 16: Robots aan een productielijn (De Jong, 2021)

Cobots bieden verschillende **voordelen**, waardoor ze aantrekkelijk zijn voor bedrijven die een balans zoeken tussen automatisering en menselijke flexibiliteit. Volgens onderzoek van Gambao et al. (2023) zijn enkele van deze voordelen lage operationele kost, hoge mobiliteit en ruimtebesparing vermits cobots meestal klein en compact zijn. Daarnaast zijn cobots eenvoudig te installeren en te programmeren, waardoor bedrijven sneller kunnen inspelen op veranderende operationele behoeften zonder ingrijpende aanpassingen aan de infrastructuur. Doordat ze naast mensen kunnen werken zonder veiligheidskooien, vergroten ze de flexibiliteit van magazijnprocessen en maken ze een dynamische samenwerking mogelijk.

2.3.1.4 Conclusie automatisering in het parts-to-picker systemen

Zoals besproken in onderzoek van Azadeh et al. (2019) bestaan er binnen het *parts-to-picker*-principe diverse vormen van automatisering, elk met hun eigen toepassingsgebied, voordelen en beperkingen. AGV's en AMR's automatiseren voornamelijk transportprocessen. RMF-systemen, die AMR's combineren met mobiele opslagrekken, integreren transport en opslag met een hoge benuttingsgraad. AS/RS-oplossingen, inclusief VLM en AutoStore, richten zich op verticale opslag en minimaliseren arbeidsinzet en fouten. AutoStore onderscheidt zich bovendien door uitzonderlijke opslagdichtheid en schaalbaarheid. Cobots vormen ten slotte een brug tussen mens en machine en maken samenwerking mogelijk zonder fysieke barrières.

Hoewel systemen sterk variëren, blijft het verlagen van operationele kosten een gemeenschappelijke drijfveer voor automatisering. De hoge initiële investeringskost vormt echter een belangrijke drempel. Dit wordt bevestigd door De Koster et al. (2006), die stelden dat klassieke of semi-geautomatiseerde *picker-to-parts*-systemen in 80% van de West-Europese warehouses de standaard vormden. Hoewel deze cijfers enigszins gedateerd zijn, wijzen ze op een structurele realiteit waarbij traditionele systemen, ondanks technologische vooruitgang, blijven domineren.

In de volgende sectie (2.3.2) worden alternatieve technologieën besproken die inzetbaar zijn wanneer bedrijven ervoor kiezen om operationele processen te blijven uitvoeren met orderpickers die zich fysiek door het magazijn verplaatsen.

2.3.2 Soorten automatisering in picker-to-parts systemen

2.3.2.1 Pick-by-technology

Voordat er dieper wordt ingegaan op werkelijke automatiseringen van het picker-to-parts systeem worden er vier technologieën besproken die orderpickers helpen bij het picken van goederen.

Een eerste technologie is **pick by light** (PBL), PBL is een veelgebruikte technologie waarbij lichtsignalen en displays de picker begeleiden. Lichtjes bij de opslaglocatie geven aan welke producten gepickt moeten worden en in welke hoeveelheden (Guo et al., 2014). Nadat de picker het product heeft gepakt, bevestigt hij dit meestal door op een knop naast de display te drukken, waarna het systeem een volgende locatie aanwijst (De Vries et al., 2016). Voordelen van deze technologie zijn onder andere een hogere snelheid en nauwkeurigheid in het pickproces. Echter zijn de initiële installatiekosten hoog en kan het systeem complex zijn om te onderhouden, vooral in magazijnen met een hoog aantal stock keeping units (SKU's) (Trojanowska et al., 2023).

Een tweede technologie is **pick by scan**, ook wel RF (radio frequency) – terminal picking genoemd. Dit systeem vervangt papieren picklijsten door een draadloze RF-terminal, die continu communiceert met het desbetreffende WMS (Asghar et al., 2018). Orderpickers gebruiken een barcodescanner om locaties en producten te identificeren, wat fouten minimaliseert en de nauwkeurigheid verhoogt (De Vries et al., 2016). Het voornaamste nadeel bij deze technologie is dat orderpickers niet handsfree kunnen werken, wat de ergonomie mogelijks beperkt (Bottani & Montanari, 2013).

Een derde technologie is **pick by voice**. Deze technologie begeleidt orderpickers aan de hand van spraakbesturing. Pickers dragen een headset die verbonden is met een terminal aan een riem. Deze terminal communiceert draadloos met het WMS en geeft de picker instructies over de picklocaties en het aantal te verzamelen items (De Vries et al., 2016). Door handsfree te ondersteunen, verhoogt pick by voice de productiviteit en de ergonomie, met name in omgevingen met hoge pickvolumes (Dujmešić et al., 2018). Echter is de technologie sterk afhankelijk van spraakherkenning, wat moeilijkheden met zich mee kan brengen in een luide magazijnomgeving (Asghar et al., 2018). Werknemers die niet gewend zijn aan zulke systemen hebben meer tijd nodig om de technologie onder de knie te krijgen, wat de efficiëntie kan verlagen (Berger & Ludwig, 2007). Bovendien kan het langdurig dragen van een headset als ongemakkelijk of storend worden ervaren, wat een negatieve invloed kan hebben op het comfort van de orderpicker.

Een vierde en laatste technologie is **pick by vision**, deze opkomende technologie maakt gebruik van augmented reality (AR). Via een head-monted display (HMD) ontvangen orderpickers visuele informatie over picklocaties, optimale routes en andere relevante gegevens direct in hun gezichtsveld (Reif & Günthner, 2009). Hoewel het zoals de andere technologieën aanzienlijke voordelen biedt zoals verbeterde efficiëntie en veiligheid heeft het ook beperkingen. Naast een hoge initiële investeringskost zitten de HMD's ongemakkelijk bij langdurig gebruik (Reif & Günthner, 2009).

Hoewel de bespreking van bovenstaande technologieën beknopt is gebleven, is er een duidelijk gemeenschappelijk doel: het orderpickingproces versnellen, nauwkeuriger maken en de ergonomie verbeteren. Pick by light en pick by scan worden vaak gebruikt in traditionele magazijnomgevingen vanwege hun eenvoud en betrouwbaarheid. Pick by voice en pick by vision bieden geavanceerdere mogelijkheden, maar vereisen hogere investeringen en zijn daarom geschikter voor grote magazijnen met een hoog pickvolume. De keuze voor een specifieke technologie hangt af van de aard van de magazijnactiviteiten, het beschikbare budget en de behoefte aan flexibiliteit en schaalbaarheid.



Figuur 17: Overzicht picking tools

2.3.2.2 AGV of AMR-assisted picking

In sectie 2.3.1 werden AGV's en AMR's besproken in de context van volledige automatisering van het picken en transporteren van goederen. Binnen deze context zijn orderpickers uitsluitend actief aan het pickstation, waar goederen worden gesorteerd en verpakt. Binnen het picker-to-parts systeem kunnen AGV's en AMR's echter ook in een hybride model worden ingezet, waarbij ze repetitieve en fysiek belastende taken ondersteunen zonder de menselijke factor volledig uit te sluiten. Het belangrijkste verschil tussen klassieke AGV en AMR-systemen, zoals deze van Kiva Robots, en AGV of AMR-assisted picking, is dat bij de laatstgenoemden wél sprake is van directe interactie tussen mens en robot, terwijl die interactie bij klassieke systemen ontbreekt.

Vijayakumar en Sgarbossa (2021) onderscheiden vier fasen in de automatisering van het orderpickingproces: een volledig manueel systeem, paperless picking, AGV-assisted picking, en volledig geautomatiseerde pick and transport robots (figuur 18). In deze figuur worden de taken per fase weergegeven met de aanduidingen M (manual/manueel), A (automated/automatisch) en A/M (gedeeltelijk geautomatiseerd of gecombineerd). In een AGV-assisted picking-systeem nemen AGV's het transport over, terwijl orderpickers zich richten op het effectief picken van producten. Dit verkleint de reistijd, vermindert fysieke belasting en behoudt de flexibiliteit van het orderpickingproces (Zhang et al., 2023).

Table 1: Level of automation and OP tasks

OP Tasks	Solutions for picker-to-parts OP			
	Manual	Paperless picking	AGV assisted picking	Pick and transport robot
Setup	M	A/M	A/M	A
Travel	M	M	A	A
Search	M	A/M	M	A
Pick	M	M	M	A

Figuur 18: Level van automatisering en orderpicking taken (Vijayakumar & Sgarbossa, 2021)



Figuur 19: Samenwerking tussen AMR en orderpicker (OLogic, Inc., 2024)

In het onderzoek van Pasparakis et al. (2023) wordt een onderscheid gemaakt tussen 2 methoden van AGV-assisted picking. In de eerste methode leidt de orderpicker de AGV en volgt de AGV de orderpicker doorheen het magazijn. In de tweede methode is dit omgekeerd en volgt de orderpicker de AGV doorheen het magazijn. Deze verschillende benadering zal invloed hebben op de jobtevredenheid van de orderpicker, wat verder in sectie 2.4 besproken zal worden.

In tegenstelling tot de uitleg rond AGV-assisted picking in de vorige paragraaf toont figuur 19 AMR-assisted picking waar de cobots geen vooraf gedefinieerde paden volgen. Op deze figuur is het zichtbaar hoe een AMR van het merk Locus Robotics naar orderpickers toe rijdt, de orderpicker de benodigde goederen pickt en deze in de bakken van de AMR legt. Wanneer de AMR gevuld is worden de goederen naar een pickstation vervoerd en biedt een nieuwe AMR zich aan om andere goederen te transporteren. Door deze automatisering wordt het meest tijdrovende proces binnen picker-to-parts, namelijk transporttijd, aanzienlijk verminderd. In het manuele systeem neemt transporttijd 50% in van de orderpicker zijn tijd (De Koster et al., 2006). Door de implementatie van onder andere AMR's wordt deze tijd aanzienlijk gereduceerd en kan de orderpicker zich bezighouden met andere primaire taken zoals het zoeken en picken van goederen. Volgens Zhang et al. (2023) kunnen picking robots de kost per pick met tot 40% verlagen ten opzichte van manuele picking, wat de economische aantrekkelijkheid van hybride picking-systemen aanzienlijk versterkt.

Winkelhaus et al. (2022) bespreken AGV- en AMR-assisted picking onder de bredere noemer Hybrid Orderpicking Systems (HOPS). In dergelijke systemen worden manuele picking activiteiten van orderpickers structureel gecombineerd met geautomatiseerde processen zoals het interne transport van goederen. Het doel is om onproductieve tijd, voornamelijk gerelateerd aan verplaatsing, te reduceren en de pickfrequentie te verhogen. Daarnaast benadrukken de auteurs dat de effectiviteit van HOPS afhangt van sectorspecifieke kenmerken. Zo vereisen e-commercemagazijnen, die worden gekenmerkt door sterk wisselende werklasten, diverse omvang van goederen en een breed productassortiment een hoge mate van flexibiliteit. Dergelijke omgevingen kennen andere technologievereisten dan bijvoorbeeld groothandels- of productiegerichte magazijnen. Binnen hun onderzoek wordt dan ook benadrukt dat een afweging tussen menselijk werk en automatisering essentieel is. Waar deze systemen een hogere gemiddelde prestatie hebben, blijft de orderpicker zich

onderscheiden op zaken als flexibiliteit, aanpasbaarheid en prestaties bij een stijgende vraag. Samenvattend tonen HOPS aan dat de optimale verhouding tussen menselijke inzet en automatisering niet universeel is, maar afhankelijk is van prestatievereisten binnen een logistieke context.

2.3.2.3 Conclusie automatisering in picker-to-parts systemen

Binnen picker-to-parts systemen bestaan er uiteenlopende oplossingen om het orderpickingproces te ondersteunen of deels te automatiseren. Waar pick-by-technologieën zoals light, scan, voice en vision gericht zijn op het verhogen van snelheid, nauwkeurigheid en ergonomie, leggen AGV- en AMR-assisted picking de nadruk op het reduceren van transporttijd en fysieke belasting. Het combineren van menselijke flexibiliteit met de voordelen van automatisering (HOPS) maakt AGV- en AMR-assisted picking mogelijk interessant binnen bepaalde orderpickingprocessen.

2.4 Samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen

Uit de voorgaande secties is gebleken waarom bedrijven automatiseren en welke soorten automatiseringen in magazijnomgevingen worden toegepast. Hoewel automatisering aanzienlijke voordelen biedt, blijft de menselijke factor een essentieel onderdeel van logistieke processen (Klumpp & Ruiner, 2022). Volledige automatisering is vaak niet altijd haalbaar of wenselijk, waardoor de interactie tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen een cruciale rol speelt in moderne magazijnen. Echter blijft onderzoek naar deze samenwerking beperkt (Lorson et al., 2022).

In deze sectie wordt dieper ingegaan op hoe deze samenwerking tussen mens en machine in magazijnomgevingen vorm krijgt. Eerst wordt in **2.4.1 Mens-machine interactie** een overzicht gegeven van de relevante theoretische begrippen en modellen rond interactie tussen mens en technologie, inclusief de evolutie van Industry 4.0 naar Industry 5.0. Hierna legt **2.4.2 Human Factors in orderpicking** de focus op fysieke, mentale en psychosociale factoren die de werkervaring van orderpickers beïnvloeden in (semi-) geautomatiseerde omgevingen. Tot slot wordt in **2.4.3 Perceptie en houding van orderpickers** onderzocht hoe orderpickers zelf de samenwerking met technologie ervaren, met in 2.4.3.2 aandacht voor concrete actiepunten voor het management.

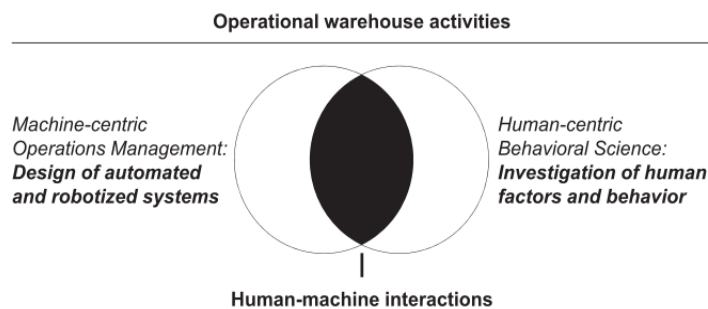
2.4.1 Mens-machine interactie

Mens-machine interactie ofwel human-machine interaction (HMI), verwijst naar de communicatie en samenwerking tussen mensen en machines binnen gedeelde werkruimtes (Riso & Adascalitei, 2024). Naast HMI wordt in de literatuur ook gesproken over human-robot interaction (HRI), wat specifiek focust op de interactie tussen mensen en fysieke robots zoals cobots (Ferreira & Reis, 2023). Hoewel HMI een breder overkoepelend concept is dat ook digitale interfaces zoals schermen of software omvat, ligt de nadruk in deze masterproef op HRI en human-robot collaboration (HRC). Deze vormen van interactie zijn het meest relevant binnen geautomatiseerde magazijnomgevingen, omdat ze betrekking hebben op de samenwerking tussen orderpickers en robots bij operationele taken zoals orderpicking.

De literatuur onderscheidt verschillende vormen van HRI op basis van de mate van samenwerking, gedeelde doelen en fysieke nabijheid tussen mens en robot. Zacharaki et al. (2020) definiëren vier gradaties van interactie: *co-existentie*, waarbij mens en robot zich in dezelfde ruimte bevinden zonder directe interactie; *synchronisatie*, waarbij hun bewegingen op elkaar worden afgestemd; *coöperatie*, waarbij beide partijen afzonderlijke maar gerelateerde taken uitvoeren; en *collaboratie*, de meest intensieve vorm, waarbij mens en robot gelijktijdig samenwerken aan één gedeelde taak. Deze classificatie maakt duidelijk dat HRC een specifieke, intensieve vorm van HRI is. In die context verwijst HRC naar situaties waarin mens en robot actief samenwerken aan gedeelde doelen, met een hoge graad van taakverdeling en simultane uitvoering (Jacob et al., 2023; Pasparakis et al., 2023).

Naast deze vierledige indeling onderscheiden sommige auteurs, zoals Hentout et al. (2019), ook fysieke en niet-fysieke vormen van samenwerking, afhankelijk van de aard van het menselijk contact. Zo kan interactie plaatsvinden via direct fysiek contact zoals bijvoorbeeld bij gezamenlijke grijptaken, of via indirecte communicatiekanalen zoals spraakherkenning.

Hoewel deze masterproef focust op HRI en de meer intensieve vorm HRC, biedt het bredere kader van HMI een waardevol conceptueel vertrekpunt. HMI laat toe om zowel technologische als menselijke componenten in geautomatiseerde magazijnomgevingen op een geïntegreerde wijze te analyseren.



Figuur 20: Operationele magazijn activiteiten (Lorson et al., 2022)



Figuur 21: Orderpicker en AMR in een gedeelde werkruimte (Magazino GmbH, 2025)

Daarom wordt in figuur 20 het HMI-model uit onderzoek van Lorson et al. (2022) weergegeven, om de context en complexiteit van mens-machine interactie in logistieke context beter te begrijpen. Volgens de auteurs is HMI een combinatie van *machine-centric Operations Management* (OM) en *human-centric Behavioral Science* (BS). *Machine-centric OM*, ofwel 'machinegericht operationeel beheer', richt zich op het ontwerpen en beheren van geautomatiseerde en gerobotiseerde systemen met als doel de efficiëntie te maximaliseren. Deze systemen zijn eerder in sectie 2.3 toegelicht. De andere zijde van het model, *human-centric BS*, legt de nadruk op het begrijpen van menselijke factoren en gedragingen van magazijnmedewerkers die de effectiviteit van geautomatiseerde processen beïnvloeden. Dit aspect, ook wel *human factors* genoemd, wordt verder besproken in sectie 2.4.2.

Het belang van HMI ligt in de complementariteit van beide perspectieven: mensen bieden flexibiliteit, creativiteit en cognitieve vaardigheden, terwijl machines uitblinken in snelheid, precisie en voorspelbaarheid (Gambao et al., 2023). Door deze sterktes te combineren, kunnen organisaties profiteren van verhoogde productiviteit, lagere foutenmarges en verbeterd welzijn van werknemers. Jacob et al. (2023) benadrukken dat mensen, ondanks de verdere opmars van automatisering, een essentiële rol blijven spelen in magazijnen dankzij hun unieke vaardigheden. De toenemende interactie tussen mens en robot onderstreept de noodzaak om meer aandacht te besteden aan het menselijke aspect binnen het automatiseringsproces (Lorson et al., 2022; Pasparakis et al., 2023).

Figuur 21 toont een concreet voorbeeld van HRI in een magazijnomgeving. De afbeelding toont een werkcontext bij Zalando waar een orderpicker en een AMR simultaan picktaken uitvoeren in dezelfde gangpaden. De getoonde robot een TORU ontwikkeld door Magazino (Magazino GmbH, 2025), werd ontworpen om het repetitieve en ergonomisch belastende karakter van orderpicking over te nemen (De Lombaert et al., 2024). De TORU-robot is in staat om autonoom door het magazijn te navigeren,

individuele producten op rekken te herkennen met behulp van 3D-cameratechnologie en sensoren, deze via een grijpsysteem te picken en vervolgens naar een verzamelpunt te transporteren. In termen van HRI betreft dit een vorm van *co-existentie*, waarbij de robot autonoom pickt en transporteert terwijl de orderpicker gelijktijdig andere taken kan uitvoeren (Zacharaki et al., 2020). De toepassing van Locus Robotics (figuur 19) daarentegen valt volgens Zacharaki et al. (2020) onder *coöperatie*, aangezien hierbij wel een taakverdeling bestaat tussen mens en robot, maar zonder dat beiden simultaan aan dezelfde subtaken werken. Dit illustreert het verschil tussen systemen waarbij mens en robot parallel taken uitvoeren (zoals bij TORU) en systemen waarbij ze functioneel op elkaar zijn afgestemd, zoals bij Locus Robotics. In het geval van volledig geautomatiseerde AMR-systemen die opereren binnen een vooraf gedefinieerde ruimte, zoals de goods-to-person oplossingen waarbij robots de goederen naar vaste werkposten brengen, is de menselijke interactie beperkt tot de pickposities. Enkel daar vindt HMI plaats, aangezien de rest van het proces autonoom wordt uitgevoerd zonder directe betrokkenheid van de orderpicker.

Het is belangrijk om hierbij het onderscheid te maken tussen HRI en HRC. Waar HRI verwijst naar elke vorm van interactie tussen mens en robot, impliceert HRC een meer vergaande samenwerking waarbij beide partijen simultaan aan één gedeelde taak werken met onderlinge taakafstemming. De TORU-opstelling valt dus niet onder HRC, aangezien er geen sprake is van gezamenlijke taakuitvoering, maar van parallelle activiteit zonder directe samenwerking. Het onderscheid tussen HRI en HRC is echter niet eenduidig in de literatuur. Volgens Zhang et al. (2023) ontbreekt momenteel een universele definitie van human-robot collaboration in orderpicking, waardoor interpretaties tussen studies sterk kunnen variëren. In deze masterproef wordt daarom de indeling van Zacharaki et al. (2020) gevolgd, waarbij systemen zoals Locus Robotics en de TORU van Magazino worden beschouwd als toepassingen van HRI. De toenemende interactie tussen mens en robot kadert binnen bredere technologische evoluties, zoals de overgang van Industry 4.0 naar Industry 5.0, waarbij naast efficiëntie ook menselijke waarden en welzijn centraal komen te staan. Sectie 2.4.1.1 gaat hier verder op in.

2.4.1.1 Overgang van Industry 4.0 naar Industry 5.0

Technologische innovatie binnen magazijnomgevingen wordt vaak gekoppeld aan het concept Industry 4.0. Het concept ontstond als drijfveer voor nieuwe economische ontwikkelingen, waarbij moderne technologieën werden geïntroduceerd en de complexiteit van producten en productiesystemen toenam (Zizic et al., 2022; Xu et al., 2021). Industry 4.0 wordt gekenmerkt door smart logistics, waarbij cyber-fysieke systemen zorgen voor realtime communicatie en interactie tussen verschillende onderdelen van de (logistieke) keten. In logistieke contexten vertaalt dit zich naar geavanceerde toepassingen zoals geautomatiseerde transportsystemen (AGV's, AMR's), orderpickingrobots (zoals de TORU van Magazino), geavanceerde transportmanagementsystemen (TMS) en warehouse management systemen (WMS) om processen te stroomlijnen (Barreto et al., 2017). Bijkomende belangrijke technologische pijlers zijn onder andere Internet of Things (IoT) en artificiële intelligentie (AI).

Het doel van Industry 4.0 is om via digitalisering en automatisering een hoger niveau van efficiëntie, flexibiliteit en intelligentie in operationele processen te bereiken. Hoewel deze innovaties aanzienlijke efficiëntiewinsten opleveren, kwam er ook kritiek op het technologiegedreven karakter waarin de

menselijke rol onderbelicht bleef (Zizic et al., 2022; Xu et al., 2021). De focus lag op het vervangen van menselijke arbeid in plaats van het aanvullen of versterken van menselijke capaciteiten. Daarnaast werd gewezen op andere beperkingen, zoals een onvoldoende focus op bredere maatschappelijke doelstellingen, waaronder de Europese Green Deal en de Sustainable Development Goals, evenals het risico op technologische monopolievorming. Deze kritieken vormden aanleiding tot een herziening van het oorspronkelijke Industry 4.0-concept (Xu et al., 2021).

Als reactie op deze beperkingen ontstond Industry 5.0 als complementair concept dat de technologische focus van Industry 4.0 uitbreidt naar sociale en ecologische waarden. De Europese Commissie introduceerde Industry 5.0 in 2021, met als doel industriële systemen niet enkel efficiënter, maar ook duurzamer, veerkrachtiger en mensgerichter te maken (Xu et al., 2021). In plaats van technologie te benaderen als vervanging voor menselijke arbeid, verschuift Industry 5.0 de focus naar technologie die menselijke capaciteiten aanvult en versterkt (Zizic et al., 2022).

De kenmerken van Industry 5.0 kunnen verder worden toegelicht aan de hand van figuur 22 uit onderzoek van Zizic et al. (2022) en theoretisch verder onderbouwd door Xu et al. (2021). Volgens de auteurs kan de essentie van Industry 5.0 worden ondergebracht in drie geconnecteerde waarden: human-centricity, sustainability en resilience.



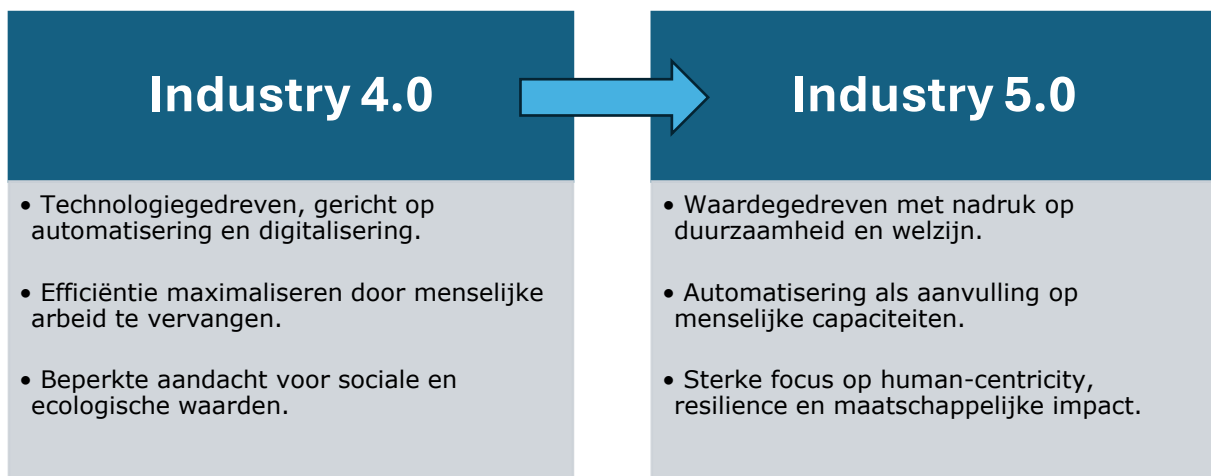
Figuur 22: Kernwaarden van Industry 5.0 (Zizic et al., 2022)

Human-centricity, kortweg het centraal stellen van de mens, verwijst naar een benadering waarin werknemers niet langer gezien worden als vervangbare schakels maar als centraal en actief onderdeel van het warehouse- of productieproces. Automatisering wordt daarbij niet louter ingezet ter vervanging, maar ter ondersteuning van de mens, met als doel om fysieke belasting te verlagen en werkprocessen te vergemakkelijken. Een bijkomend aspect binnen human-centricity is het prioritair maken van de fysieke en mentale gezondheid van werknemers en het algemeen welzijn binnen de werkomgeving.

Een tweede waarde, **sustainability**, legt de nadruk op milieu gerelateerde doelstellingen. Binnen Industry 5.0 ligt de nadruk op reverse logistics, circulaire economie en de ontwikkeling van duurzame waardeketens. De focus ligt zowel op milieubescherming via duurzame producten en logistieke systemen, als op de implementatie van milieuvriendelijke productieprocessen, zoals het gebruik van hernieuwbare grondstoffen. Deze benadering streeft naar zero waste-doelstellingen, met behoud van economische levensvatbaarheid op lange termijn.

Een derde en laatste kernwaarde van Industry 5.0 is **resilience** (veerkracht). Resilience omvat het vermogen van industriële systemen en magazijnen om flexibel en robuust te reageren op onverwachte verstoringen in de vraag. Anno 2025 zijn grondstoffenschaarste en geopolitieke crisissen hier sprekende voorbeelden van. In de context van productie en logistiek betekent dit dat systemen voldoende aanpassingsvermogen moeten bevatten om ook onder druk stabiel te blijven presteren. De samenwerking tussen mens en robot speelt hierbij een cruciale rol: het flexibele karakter van de mens Lorson et al. (2022) in samenwerking met de snelheid en de constante prestaties van machines creëert veerkracht binnen in tijden van snel veranderende omstandigheden.

Figuur 23 biedt een visuele ondersteuning om het verschil tussen Industry 4.0 en Industry 5.0 in één oogopslag duidelijk te maken.



Figuur 23: Industry 4.0 vs Industry 5.0

2.4.1.2 Conclusie mens-machine interactie

HMI vormt het overkoepelend kader om interactie tussen mens en technologie in magazijnomgevingen te analyseren. Binnen deze masterproef ligt de nadruk op HRI en HRC, die specifiek focussen op de samenwerking tussen orderpickers en fysieke robots. Uit de literatuur blijkt dat deze samenwerking in verschillende vormen kan voorkomen, gaande van co-existentie tot collaboratie. Hoewel het onderscheid tussen HRI en HRC niet altijd eenduidig is, wordt in deze masterproef de indeling van Zacharaki et al. (2020) gevolgd, om consistentie te garanderen.

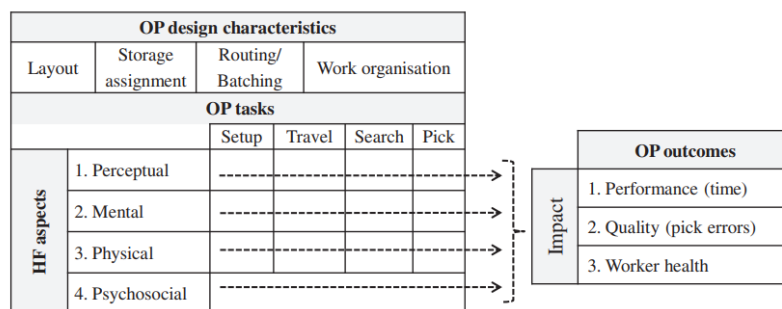
Waar Industry 4.0 vooral technologie gedreven is, benadrukt Industry 5.0 de rol van de mens als actieve actor binnen het proces. Human-centricity, sustainability en resilience vormen hierbij de kernwaarden. Technologie, in het bijzonder automatisering, wordt niet langer louter ingezet om menselijke arbeid te vervangen, maar juist om deze te ondersteunen, flexibiliteit te behouden en welzijn te bevorderen.

De interactie tussen mens en robot is dus geen doel op zich, maar een hefboom voor duurzame, veerkrachtige en mensgerichte magazijnprocessen. In de volgende sectie wordt verder onderzocht hoe Human Factors (HF) de perceptie en aanvaarding van automatisering door orderpickers mee beïnvloeden.

2.4.2 Human factors in order picking

Human factors (HF), ofwel menselijke factoren in orderpicking verwijzen naar de fysieke, mentale, perceptuele en psychosociale kenmerken van de mens die invloed hebben op de interactie met logistieke systemen, de werkprestatie en het welzijn van werknemers. Deze factoren zijn van cruciaal belang in de context van geautomatiseerde warehouses, waar technologische veranderingen directe gevolgen kunnen hebben voor de werkbeleving van orderpickers (Zhang et al., 2023).

Uit onderzoek van Zhang et al. (2023) blijkt dat menselijke factoren binnen het orderpickingproces vaak onderbelicht blijven in design en planningsmodellen. Tijdens het ontwerpen van een proces, zoals bijvoorbeeld ABC-classificatie, zoning of batchingstrategieën, ligt de focus voornamelijk op (kosten) efficiëntie en worden belangrijke menselijke factoren genegeerd. Grosse et al. (2014) stellen dat het negeren van deze menselijke dimensies niet alleen kan leiden tot verminderde prestaties, maar ook tot verhoogde fysieke belasting, werkstress en weerstand tegen technologische veranderingen. Een conceptueel kader om deze problematiek te begrijpen is weergegeven in figuur 24 (Grosse et al., 2014). Deze figuur toont hoe verschillende ontwerpbeslissingen binnen een magazijn, zoals layout en opslaglocatietoewijzing, directe invloed hebben op de menselijke factoren tijdens de vier kernfasen van orderpicking: setup, travel, search en pick. Zoals eerder aangehaald binnen sectie 2.3.2.2 AGV of AMR-assisted picking, heeft de specifieke pickfase (setup, travel, search, pick) aanzienlijke invloed op de mate van automatisering. De verschillende ontwerpbeslissingen en orderpickingtaken beïnvloeden de menselijke factoren die op hun beurt impact hebben op de uitkomst van het orderpickingproces. Deze uitkomst kan worden onderverdeeld in drie aspecten: prestatie (tijd), kwaliteit (pickfouten) en de gezondheid van werknemers.



Figuur 24: Conceptueel kader voor het integreren van HF in orderpicking (Grosse et al., 2014)

De vier dimensies van human factors uit onderzoek van Grosse et al. (2014) kunnen als volgt worden toegelicht:

1. Perceptuele factoren hebben betrekking op de visuele waarneming van informatie, zoals picklijsten of schermen. Onderzoek toont aan dat optimale lettergroottes en lichtsterkte pickfouten en vermoeidheid verminderen (Grosse et al., 2014). **2. Mentale belasting** ontstaat door het verwerken van informatie zoals pickroutes en productlocaties. Herhaling en consistente opslagpatronen kunnen deze cognitieve belasting verlagen. Bijkomend is het leren omgaan met automatiseringen en het trainen van de magazijnmedewerkers van essentieel belang binnen deze factor. **3. Fysieke factoren**, zoals tillen en langdurig wandelen, verhogen het risico op

musculoskeletale aandoeningen, ook wel musculoskeletal disorders (MSD) genoemd, en zorgen voor meer dan 52% van de werk gerelateerde aandoeningen in de EU. Automatiseringen zoals AutoStore en VLM (zie 2.3.1.3) beperken deze belasting, terwijl cobots en AGV's in hybride omgevingen repetitieve taken kunnen overnemen. **4. Psychosociale factoren**, waaronder motivatie en vertrouwen in technologie, beïnvloeden de acceptatie van automatisering. Door in te zetten op technologie die menselijke beperkingen ondersteunt en niet vervangt, kunnen bedrijven zowel prestaties verbeteren als het welzijn van orderpickers waarborgen (Pasparakis et al., 2023).

Aanvullend op bovenstaande sectie is het belangrijk om het werk van Lambrechts et al. (2021) in acht te nemen. Waar Grosse et al. (2014) vooral de impact van design en planningsmodellen op menselijke factoren beschrijft, focussen Lambrechts et al. (2021) hun op menselijke factoren tijdens het implementatieproces van *cobots*. Binnen dit onderzoek identificeren ze vier cruciale elementen: *weerstand tegen verandering*, *organisatiecultuur*, *communicatie rond verandering* en *leiderschap*. Het onderzoek toont aan dat een gebrekkige communicatie en beperkte betrokkenheid van teamleiders kunnen leiden tot wantrouwen en lagere acceptatie. Omgekeerd zorgen duidelijke communicatie en sterk leiderschap voor meer draagvlak bij medewerkers. Dit benadrukt dat de succesvolle invoering van cobots niet alleen afhangt van de technologie, maar vooral van hoe medewerkers worden meegenomen in het implementatietraject.

2.4.2.1 De impact van automatisering op human factors

Om de theoretische inzichten rond human factors te illustreren bespreekt deze sectie de link tussen human factors en besproken automatiseringen uit de literatuur.

Picker-to-parts

Zoals eerder besproken in sectie 2.3.2.2, verplaatst de orderpicker zich bij AGV of AMR-assisted picking nog steeds actief door het magazijn, terwijl een cobot zoals deze van Locus Robotics (figuur 19) instaat voor het transport van goederen. Deze vorm van HRI beïnvloedt meerdere menselijke factoren. De *fysieke belasting* vermindert aanzienlijk doordat werknemers geen karren meer hoeven te duwen of lange afstanden af te leggen. Bij Amazon werd de loopafstand van werknemers, die voordien tot 18 km wandelden, met 40 tot 70% gereduceerd (Lambrechts et al., 2021). Dit verlaagt het risico op musculoskeletale aandoeningen, wat volgens Grosse et al. (2014) een positieve invloed heeft op zowel de prestatie als de gezondheid van medewerkers. Op *mentaal vlak* worden orderpickers uitgedaagd om nieuwe vaardigheden te ontwikkelen, zoals het interpreteren van robotgedrag of het reageren op foutmeldingen. Met de juiste begeleiding kan deze cognitieve belasting resulteren in verhoogde efficiëntie (Lambrechts et al., 2021).

Ten slotte spelen ook *psychosociale factoren* een belangrijke rol. Werknemers kunnen aanvankelijk terughoudend zijn om samen te werken met AGV's of AMR's, vooral wanneer communicatie of opleiding tekortschiet. Vertrouwen en motivatie zijn nauw verbonden met hoe het implementatieproces wordt aangepakt. Zoals weergegeven in figuur 24 (Integratie HF in orderpicking), beïnvloeden deze psychosociale factoren de kwaliteit (bv. pickfouten) en de algemene prestaties van de orderpicker. Bijkomend toont onderzoek van Pasparakis et al. (2023) aan dat jobtevredenheid in sterke mate samenhangt met de ervaren mate van autonomie en betrokkenheid.

Wanneer medewerkers het gevoel hebben dat ze controle behouden over hun werk, stijgt hun motivatie en tevredenheid.

Tegelijkertijd vermeld onderzoek van De Lombaert et al. (2024) dat de herverdeling van fysiek belastende taken naar robots ertoe kan leiden dat menselijke werknemers slechts een beperkt en repetitief takenpakket overhouden, met zeer uniforme kenmerken. Dit kan monotone werkomstandigheden creëren, wat mogelijk schadelijk is voor het psychologisch welzijn. Door deze monotonie ervaren werknemers minder autonomie in hun functie, wat een negatief effect kan hebben op hun motivatie en jobtevredenheid.

Om dergelijke negatieve effecten te beperken, wordt in de literatuur verwezen naar jobrotatie als organisatorische maatregel. Jobrotatie houdt in dat werknemers op regelmatige basis wisselen van taak of werkpost, met als doel de blootstelling aan repetitieve belasting te verminderen en de mentale afwisseling te verhogen. Dit kan bijdragen aan een hogere werktevredenheid, doordat het stress vermindert, variatie in de werkdag brengt en het gevoel van autonomie versterkt (Diego-Mas, 2020; Grosse et al., 2014). Daarnaast kan de manier waarop de orderpicker en de robot samenwerken een bijkomende invloed hebben op jobtevredenheid. De jobtevredenheid ligt doorgaans hoger wanneer een orderpicker de robot volgt in plaats van deze aan te sturen (Pasparakis et al., 2023).

Parts-to-picker

Binnen het parts-to-picker systeem blijft de orderpicker op een vaste pickpositie, terwijl AMR's of systemen zoals AutoStore de benodigde goederen automatisch aanleveren. Net zoals bij AGV of AMR-assisted picking wordt hiermee het meest tijdrovende aspect van het orderpicking, namelijk het interne transport van goederen, volledig geautomatiseerd (De Koster et al., 2006). Hoewel dit type automatisering de fysieke belasting van medewerkers aanzienlijk reduceert, kan het tegelijkertijd aanleiding geven tot *psychosociale uitdagingen*. In eerste instantie leidt de vaste werkpositie tot minder fysieke belasting en een lager risico op musculoskeletale aandoeningen, maar de repetitieve aard van de handelingen verhoogt het risico op mentale monotonie wat de prestaties van de orderpicker negatief kan beïnvloeden (Lorson et al., 2022).

Concluderend blijkt dat automatisering binnen orderpicking zowel opportuniteiten als aandachtspunten creëert op het vlak van human factors. In lijn met de visie van Industry 5.0 is een human-centric benadering bij de implementatie van automatiseringen essentieel om zowel prestaties als welzijn van de orderpickers te waarborgen.

2.4.3 Perceptie en houding van orderpickers

2.4.3.1 De perceptie van de orderpicker

Zoals in vorige secties reeds besproken, heeft de implementatie van automatiseringen zoals cobots een invloed op de manier waarop orderpickers hun werk beleven. Deze beleving beïnvloedt uiteindelijk de efficiëntie van het gehele orderpickingproces en is dus essentieel binnen dit onderzoek. Uit onderzoek van Wagner en Włochowicz (2021), waarin de houding van werknemers tegenover automatisering in magazijnen wordt onderzocht, blijkt dat magazijnmedewerkers over het algemeen een gematigd positieve attitude vertonen. Zo beschouwt 61% van de ondervraagden automatisering als wenselijk binnen de magazijncontext. Toch is de acceptatie ervan niet vanzelfsprekend en wordt deze beïnvloed door diverse organisatorische en psychologische factoren.

Eerst en vooral speelt de **angst voor jobverlies** een belangrijke rol. Zo beschouwt 29% van de medewerkers robots als concurrentie (Lambrechts et al., 2021). Deze angst is vooral aanwezig bij oudere werknemers, die vaker moeite hebben met het aanleren van nieuwe technologieën (Wagner & Włochowicz, 2021). Anderzijds tonen Jacob et al. (2023) aan dat de intentie tot gebruik van cobots positief beïnvloed wordt door de verwachte prestatieverbetering. Wanneer medewerkers geloven dat cobots hun prestaties verhogen, stijgt ook de acceptatiegraad. Dit is relevant voor oudere werknemers, van wie de productiviteit vaak afneemt: indien cobots hen hierbij ondersteunen, kan dit net een positief effect hebben op hun bereidheid tot samenwerking. Bovendien is de acceptatie van automatisering doorgaans hoger bij vaste medewerkers dan bij tijdelijke arbeidskrachten, zoals seizoenarbeiders (Lambrechts et al., 2021).

Een tweede belangrijke factor is **autonomie**. Orderpickers ervaren hun werk als zinvoller wanneer zij voldoende keuzeruimte hebben en zich niet volledig afhankelijk voelen van technologie. Wanneer de prestaties van medewerkers te sterk afhangen van het functioneren van robots, kan dit leiden tot frustratie en stress (Jacob et al., 2023). In hybride omgevingen is het daarom cruciaal dat technologie ondersteunend werkt, eerder dan bepalend.

Ook **communicatie en voorbereiding** spelen een grote rol in de perceptie van automatisering. Werknemers verzetten zich vaak tegen samenwerking met robots wanneer zij onvoldoende geïnformeerd of opgeleid worden (Lambrechts et al., 2021). Een gebrek aan ervaring met automatisering versterkt deze weerstand. Teamleiders vervullen hierin een sleutelrol, aangezien zij verantwoordelijk zijn voor het begeleiden en motiveren van medewerkers tijdens transitieprocessen. Daarnaast leeft bij werknemers de bezorgdheid dat systeemstoringen binnen geautomatiseerde omgevingen een grotere impact hebben dan bij traditionele methoden (Wagner & Włochowicz, 2021). Tot slot toont onderzoek van Wagner en Włochowicz (2021) aan dat werknemers openstaan voor automatisering wanneer deze inspeelt op repetitieve en fysieke taken, maar tegelijk bezorgd blijven over de flexibiliteit van technologieën bij variabele productgroottes en complexe werkomgevingen.

2.4.3.2 Actiepunten voor het management

Om technologie en dus automatiseringen succesvol te integreren, moeten organisaties verder kijken dan louter technische implementatie. Verschillende randvoorwaarden kunnen de houding van orderpickers ten opzichte van automatiseringen positief beïnvloeden.

Allereerst is **transparante communicatie** essentieel. Wanneer werknemers goed geïnformeerd worden over de voordelen, risico's en impact van nieuwe systemen voelen zij zich gerespecteerd en betrokken (Lambrechts et al., 2021). Dit vereist open communicatie over doelen, processen, verwachte veranderingen en mogelijke uitdagingen (Jacob et al., 2023). Duidelijke communicatie helpt om acceptatieproblemen te voorkomen en bevordert samenwerking. Het is belangrijk dat deze communicatie plaatsvindt op alle niveaus van de organisatie met bijzondere aandacht voor leidinggevenden en teamleaders als sleutelrol binnen het proces. Daarnaast wordt aanbevolen om eventuele zorgen of angsten van medewerkers, zoals psychologische weerstand of onzekerheid bij technische storingen, al in een vroeg stadium bespreekbaar te maken, bijvoorbeeld via risicoanalyses of psychosociale evaluaties (Lambrechts et al., 2021). Als werknemers zich betrokken voelen en hun verantwoordelijkheden herkennen in het implementatieproces, versterkt dit hun acceptatie van technologie (Jacob et al., 2023). Onderzoek van Winkler en Zinsmeister (2019) bevestigt bovendien het belang van communicatie: uit hun bevraging blijkt dat 68,2% van de respondenten communicatie tussen teamleden aanduidt als cruciale succesfactor bij digitaliseringsprojecten in intralogistieke processen.

Een tweede belangrijke voorwaarde is het voorzien van uitgebreide **opleidings- en trainingsmogelijkheden**. Hierdoor wordt niet alleen het vertrouwen versterkt, maar ook de weerstand verminderd (Lambrechts et al., 2021). Medewerkers hebben nood aan begeleiding, zowel technisch als psychologisch. Het belang van opleiding wordt ook onderstreept binnen theoretische modellen zoals het technology acceptance model (TAM) en het Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). Binnen het TAM is 'performance expectancy', de mate waarin iemand gelooft dat het gebruik van technologie zijn werkprestaties zal verbeteren, de sterkste voorspeller van intentie tot gebruik. Goed gestructureerde en praktijkgerichte training verhoogt deze 'performance expectancy' doordat medewerkers het nut en de voordelen van nieuwe technologieën beter gaan inschatten. Daarnaast helpt opleiding ook om de 'effort expectancy' te verlagen, namelijk de ervaren moeite die nodig is om het systeem te gebruiken (Venkatesh et al., 2003). Jacob et al. (2023) kozen er in hun onderzoek bewust voor om het UTAUT-model toe te passen, omdat het naast de bovengenoemde factoren ook aandacht schenkt aan sociale invloed en randvoorwaarden die het gebruik faciliteren. Dit maakt het bijzonder relevant voor de magazijncontext, waarin teamdynamiek, leidinggevende ondersteuning en technische infrastructuur een grote rol spelen in de acceptatie van cobots. Opleiding kan zo niet alleen het gebruiksgemak en de gepercipieerde voordelen vergroten, maar ook de sociale normen en de ervaren ondersteuning positief beïnvloeden — alle vier centrale determinanten binnen het UTAUT-model (Venkatesh et al., 2003; Jacob et al., 2023). Het belang van opleidings- en trainingsinitiatieven wordt wederom bevestigd in het onderzoek van Winkler en Zinsmeister (2019): 61,1% van de respondenten beschouwt opleiding als een essentiële succesfactor bij digitaliseringstrajecten in intralogistieke processen. Deze bevinding onderstreept het belang van opleiding als randvoorwaarde voor technologieacceptatie en het succesvol implementeren van nieuwe systemen in magazijnomgevingen.

Verder dient het management aandacht te besteden aan **werkautonomie en taakvariatie**. Zoals besproken in sectie 2.4.2.1 bevorderen jobrotatie en actieve participatie in veranderprocessen de betrokkenheid en motivatie van medewerkers (Grosse et al., 2014; Pasparakis et al., 2023). Automatisering kan bepaalde repetitieve en fysieke taken verlichten, maar dreigt tegelijk de variatie

en zelfstandigheid van het werk te beperken, wat negatieve effecten kan hebben op motivatie en welzijn (Lorson et al., 2022). Een illustratief voorbeeld hiervan is het reeds besproken AutoStore-systeem, waarbij medewerkers de hele dag statisch aan een pickstation staan en uitsluitend inkomende bakken verwerken. Zonder taakvariatie of afwisseling kan dit leiden tot fysieke en mentale vermoeidheid. Maatregelen zoals jobrotatie, waar de orderpicker niet enkel orders pickt maar bijvoorbeeld ook inpakt of kwaliteitscontrole uitvoert, vergroten het gevoel van controle en autonomie bij werknemers. Dit draagt bij aan een hogere werktevredenheid en bevordert de duurzame inzetbaarheid van medewerkers binnen geautomatiseerde omgevingen (Pasparakis et al., 2023; Jacob et al., 2023).

Samengevat, hoewel orderpickers over het algemeen positief staan tegenover automatisering, zijn factoren zoals communicatie, opleiding, werkzekerheid en autonomie bepalend voor een succesvolle en duurzame acceptatie. Door hier actief op in te zetten, kunnen organisaties niet alleen de efficiëntie verhogen, maar ook het welzijn en de betrokkenheid van hun werknemers versterken.

2.4.4 Conclusie samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen

De samenwerking tussen orderpickers en geautomatiseerde systemen vormt een essentieel aandachtspunt binnen moderne magazijnomgevingen, waarin volledige automatisering niet altijd haalbaar of wenselijk is (Klumpp & Ruiner, 2022). Deze samenwerking komt tot uiting via diverse vormen van mens-machine interactie (HMI), met specifieke aandacht voor human-robot interaction (HRI) en human-robot collaboration (HRC) (Zacharaki et al., 2020). Binnen deze interacties blijkt het combineren van menselijke flexibiliteit en technologische efficiëntie een sleutel tot succes, zeker in het licht van Industry 5.0, waar naast productiviteit ook mensgerichtheid en duurzaamheid centraal staan (Zizic et al., 2022; Xu et al., 2021).

Een belangrijk aspect bij deze samenwerking zijn de human factors, die de fysieke, mentale en psychosociale impact van automatisering op werknemers beschrijven (Zhang et al., 2023; Grosse et al., 2014). Zowel bij picker-to-parts als bij parts-to-picker systemen blijkt dat automatisering opportuniteiten biedt voor het reduceren van fysieke belasting en het verhogen van efficiëntie (De Koster et al., 2006; Lambrechts et al., 2021), maar dat dit tegelijk gepaard kan gaan met uitdagingen zoals monotonie, stress of verminderde autonomie (Lorson et al., 2022). De manier waarop technologie wordt geïmplementeerd en gecommuniceerd speelt hierbij een cruciale rol (Pasparakis et al., 2023).

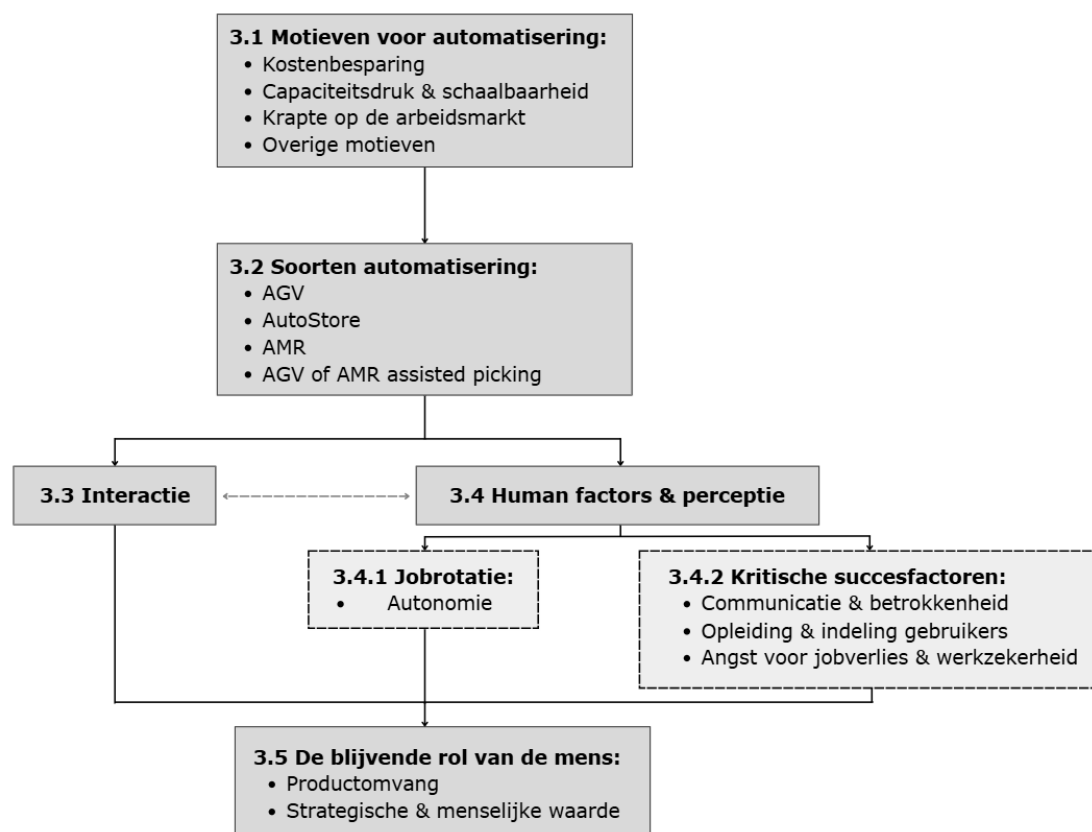
Tot slot werd duidelijk dat de perceptie van orderpickers ten aanzien van automatisering sterk afhankelijk is van communicatie, opleiding en betrokkenheid (Jacob et al., 2023; Wagner & Włochowicz, 2021). Managementactiepunten zoals het waarborgen van transparante communicatie het aanbieden van training en het voorzien van taakvariatie kunnen hierbij helpen om weerstand te verminderen en het draagvlak voor automatisering te versterken (Lambrechts et al., 2021; Winkler & Zinsmeister, 2019). Door de mens niet als vervangbaar, maar als versterkend onderdeel van het systeem te beschouwen, kunnen organisaties toewerken naar duurzame en performante magazijnprocessen (Xu et al., 2021).

3. Empirische studie

Zoals toegelicht in sectie 1.2.2 werden vijf interviews afgenomen op basis van een semigestructureerde leidraad (bijlage A), waarbij de volledige transcripties terug te vinden zijn in bijlagen B tot en met F. Het doel van deze analyse is inzicht te krijgen in de rol van mensen binnen geautomatiseerde logistieke processen. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de redenen van automatisering, maar ook de soorten automatisering, de impact op werknemers, hun perceptie en de samenwerking tussen mens en automatisering. De bedrijfsnamen en respondenten zijn geanonimiseerd om de vertrouwelijkheid van de deelnemers te waarborgen.

Om de resultaten overzichtelijk weer te geven, werd een datastructuurmodel opgesteld (figuur 25). Dit groepeert de bevindingen uit het coderingsproces in vijf centrale thema's: motieven voor automatisering, soorten automatisering, interactie, human factors & perceptie en de blijvende rol van de mens.

Deze hoofdthema's werden bepaald op basis van de literatuurstudie (Hoofdstuk 2) en de interviewleidraad (Bijlage A). Dit biedt de mogelijkheid om empirische inzichten rechtstreeks te koppelen aan de theoretische kaders van het onderzoek. Binnen elk hoofdthema zijn subthema's gedefinieerd, die worden besproken aan de hand van relevante citaten uit de interviews. In elk onderdeel wordt gestreefd naar een integratie van inzichten van verschillende respondenten, om zo een breed en representatief beeld te schetsen van de praktijk.



Figuur 25: Datastructuur hoofdstuk 3

3.1 Motieven automatisering

In dit onderdeel worden de belangrijkste redenen besproken waarom bedrijven kiezen voor magazijnautomatisering. Uit de interviews blijkt dat deze beslissing meestal het gevolg is van een combinatie van factoren zoals kostenbesparing, capaciteitsdruk en krapte op de arbeidsmarkt. Daarnaast worden ook ergonomie en veiligheid regelmatig als aanvullende motieven genoemd.

3.1.1 Kostenbesparing

Een belangrijke reden voor het implementeren van automatisering in magazijnomgevingen is kostenbesparing. Dit motief werd door bijna alle respondenten genoemd. Zij verwijzen vooral naar het besparen van arbeidskosten maar ook de verhoging van zowel productiviteit als ruimtegebruik. Zo worden bijvoorbeeld minder werknemers nodig geacht voor processen die geen waarden toevoegen. Een voorbeeld van een niet waarde toevoegend proces is volgens respondent E het transporteren van goederen binnen een magazijnomgeving. Dit sluit aan bij de bevindingen uit de literatuur, waar kostenreductie als één van de belangrijkste drijfveren voor magazijnautomatiseringen wordt benoemd (De Koster et al., 2006; Dhaliwal, 2020). Ook respondent F bevestigt dit en kijkt naar verdere automatiseringen voor niet waarde toevoegende processen.

Respondent	Quote
B	"Er zit een stukje kostenbesparing aan, deze drie AGV's doen ongeveer het werk wat normaal twee man zouden doen."
C	"Dus we besparen daar een man mee. Een man die normaal met die trein zou rondrijden. Dat is een man per ploeg dat je bespaart. Dus dat is wel een mooie besparing. Zo verdienen je die AGV's dan ook terug."
D	"Bij de AutoStore is er sowieso een business case gebouwd waarin de stijging in productiviteit, verpicking en het minder gebruik van vierkante meters, dat is een dense opslag, moet zorgen voor een snelle terugbetaling. Een korte ROI, zoals men dat noemt."
E	"En een ervan was van, wat heeft toegevoegde waarden en wat heeft geen toegevoegde waarden."
F	"We hebben eigenlijk ook heel wat bewegingen in het magazijn die niet per se waarde toevoegen. Dus om van die dode bewegingen zeg maar, of te gaan automatiseren, dat is zeker iets wat we nog kunnen bekijken in de toekomst."
F	"Dus ik denk dat, hoe snel kan het zich ook terugverdienen? Ik ken niet veel bedrijven die zonder een goede payback zo'n grote investeringen gaan doen."

Tabel 2: Kostenbesparing

3.1.2 Capaciteitsdruk en schaalbaarheid

Verschillende respondenten geven aan dat automatisering noodzakelijk is om de stijgende vraag en dus de toenemende werklast aan te kunnen zonder het tewerkstellen van extra personeel. Volgens respondent F bemoeilijkt het werken tegen de capaciteitsgrenzen de efficiëntie. Ook respondent E benadrukt het belang van automatisering om stijgende volumes op te vangen. Dit sluit aan bij de literatuur, waarin automatisering wordt gezien als oplossing voor hogere service-eisen en capaciteitsdruk binnen e-commerce (Dhaliwal, 2020; Custodio & Machado, 2019).

Respondent	Quote
B	"Het is uiteindelijk met dezelfde aantal mensen meer werk kunnen doen, en dat is ook gelukt."
D	"En dan als we naar AutoStore kijken. Hebben we gezocht naar een automatisatie die, hoe moet ik het zeggen? Klant agnostisch is en schaalbaar."
E	"Hoe vangen we de vermeerdering van het werk op, om de kosten onder controle te houden?"
F	"We blijven groei ervaren en we zien dat we eigenlijk een beetje tegen het maximum van onze capaciteit beginnen te werken. Dat is heel vervelend, want hoe korter je tegen capaciteit werkt, hoe minder efficiënt je ook kunt gaan werken, omdat uiteindelijk iedereen onder mekaar voeten loopt en je krijgt die goederen nergens meer kwijt."

Tabel 3: Capaciteitsdruk en schaalbaarheid

3.1.3 Krapte op de arbeidsmarkt

Een derde en vaak terugkomend motief voor automatisering is de structurele krapte op de arbeidsmarkt, zeker in regio's als België waar de beroepsbevolking vergrijst (Risso et al., 2024). Fysiek belastende en repetitieve taken worden daarom steeds vaker geautomatiseerd om de continuïteit te waarborgen (Bogue, 2016). Respondenten B, D en F geven aan dat het moeilijk is om voldoende logistieke profielen aan te trekken, en dat automatisering noodzakelijk is om verdere groei te ondersteunen. Enkel respondent E geeft aan dat zijn organisatie, dankzij schaalgrootte en interne flexibiliteit over meerdere distributiecentra, weinig tot geen hinder ondervindt van de schaarste op de arbeidsmarkt.

Respondent	Quote
B	"Het is heel moeilijk om capabele nieuwe mensen te vinden. De arbeidsmarkt hier in de regio, de populatie vergrijst, dus dat is best lastig. Vandaar dat wij dan toch echt inzetten op automatisering."
D	"De angst was altijd dat we niet genoeg mensen zouden vinden. En dat we met hetzelfde aantal mensen, het is nu iets minder, maar dat we meer volumes zouden kunnen doen."
E	"Ja maar we hebben hier het voordeel dat we eigenlijk 5 dc's hebben dus we kunnen ook mensen over DC's verplaatsen. We hebben 5 sites en eigenlijk hebben we 25 unieke entiteiten want elk DC werkt 5 shiften."

F	"En anderzijds voelen we ook dat de arbeidsmarkt niet meer de arbeidsmarkt van 20 jaar geleden is. Dat wij die logistieke profielen heel moeilijk krijgen ingevuld, die arbeidersposities. Dus dat komt mondjesmaat binnen, maar niet genoeg om onze groei te counteren. Dus wij hopen eigenlijk dat we met die automatisatie meer gaan kunnen doen met op zijn minst dezelfde mensen."
----------	---

Tabel 4: Krapte op de arbeidsmarkt

3.1.4 Overige motieven

Naast kostenbesparing, schaalbaarheid en krapte op de arbeidsmarkt worden in meerdere interviews ook veiligheid en ergonomie naar voren geschoven als bijkomende motieven voor automatisering. Respondenten geven aan dat AGV's in vergelijking met heftrucks als veiliger worden ervaren, onder meer omdat ze automatisch vertragen bij obstakels en geen menselijke bestuurder nodig hebben die "ook een keer een slechte dag hebben," aldus respondent B. Deze ervaring wordt bevestigd in de literatuur: Custodio en Machado (2019) beschrijven dat AGV's een veilig en voorspelbaar alternatief vormen voor palletbeheer, waarbij menselijke fouten grotendeels worden uitgesloten. Voor respondent C was de verhoogde veiligheid dan ook een doorslaggevende reden om te kiezen voor een heftruckvrije productieomgeving, waarin AGV's de taken van heftruckbestuurders overnemen.

Daarnaast wordt ook ergonomie als een belangrijke drijfveer genoemd. Zo verwijst respondent C naar het voormalige proces, waarin medewerkers zware karren manueel moesten verplaatsen, wat leidde tot aanzienlijke fysieke belasting. Door de inzet van AGV's wordt deze belasting grotendeels weggenomen. Hoewel De Lombaert et al. (2024) het fysiek belastende karakter van orderpicking in een warehousecontext benadrukken, kan deze bevinding ook gelinkt worden aan de situatie van respondent C. In beide gevallen toont automatisering zich als een relevante oplossing om fysieke belasting bij repetitieve of zware handelingen te verminderen.

Een bijkomende vaststelling die uit de interviews naar voor kwam is het verschil tussen een greenfield- en brownfieldomgeving bij het implementeren van automatisering. Respondenten E en F geven aan dat automatiseringskeuzes sterk afhangen van de context: in een greenfieldomgeving, waarbij men volledig van nul kan opbouwen, zijn er meer mogelijkheden om automatisering efficiënt te integreren in de lay-out en processen. Daarentegen kunnen in bestaande magazijnen (brownfield) structurele beperkingen van bestaande processen de keuze voor een bepaald type automatisering beperken.

Respondent	Quote
B	"Ik ben ervan overtuigd dat als je weet hoe een AGV reageert op situaties, we hebben deze nu twee jaar, dat weten onze mensen tegenwoordig, dan is het veiliger dan een heftruckchauffeur, want die kan ook een keer een slechte dag hebben, afgeleid zijn, dat soort zaken."
C	"En de ergonomie is dan natuurlijk een heel belangrijke drijfveer hierin geweest. Al dan niet de belangrijkste drijfveer. In die fabriek hebben we echt gefocust voor zo weinig mogelijk oranje, laat staan, rode werkplekken. Dat is een AWS-score, een ergonomiescore. Daar houden wij hier enorm rekening mee. Zeker

	bij die nieuwe fabriek. Alles groen proberen te krijgen, maximaal. Dus zo weinig mogelijk echt zware belastingen voor de werknemers.”
C	“Ik denk veiligheid. Dat dat ook wel. Want die AGV's. Dat kun je draaien of keren als je wilt. Maar die zijn echt wel veilig. Die scannen heel de vloer af. Vanaf het moment dat die iets in hun gezichtsveld zien, beginnen die al te vertragen op voorhand. Hoe dichter dat object of persoon komt, hoe meer hij zal vertragen. Totdat die op een bepaald moment stilstaan. Dus dat is iets wat we hier ook wel zien. Qua persoon veiligheid is dat gewoon heel goed. Want een heftruck vinden we heel onveilig.”
E	“Plus dat er een verschil tussen een brownfield en een greenfield is hier. Als je vanaf nul kunt beginnen, is dat altijd iets gemakkelijker.”
F	“Wat maakt dat je eigenlijk een automatisatie kan plaatsen in het greenfield. Dus je hebt alles nog te kiezen, dat is een stuk makkelijker dan iets proberen in een bestaande bouw te doen”

Tabel 5: Overige motieven

3.2 Soorten automatiseringen

3.2.1 AGV's

Drie van de vijf respondenten geven aan dat zij voor AGV's hebben gekozen als automatiseringsoplossing binnen hun proces. Zoals besproken in de literatuurstudie vormt de reductie van reistijd van orderpickers een belangrijke drijfveer voor de implementatie van AGV's (De Koster et al., 2006). Deze reductie komt vooral tot zijn recht bij langere afstanden. Uit de interviews blijkt echter dat de implementatiemotieven per organisatie verschillen, afhankelijk van de aard van het magazijn en de specifieke logistieke noden.

Overeenkomend met de literatuur gebruiken respondenten B en E vorkheftruck-AGV's, zoals deze van (AGV's | SSI SCHAEFER, 2024), om lange interne afstanden te overbruggen. In deze context worden AGV's ingezet om repetitieve transporttaken te automatiseren, waardoor manuele heftruckritten grotendeels worden uitgesloten. Respondent C legt daarentegen de nadruk op ergonomie en veiligheid als voornaamste drijfveren. Door het gebruik van AGV's worden zware en onhandige ladingen automatisch verplaatst, wat niet alleen de fysieke belasting vermindert, maar ook het risico op arbeidsongevallen beperkt.

Respondent	Quote
B	“Wat die AGV's hebben bewerkstelligd, is dat we eigenlijk amper nog maar heftrucks nodig hebben voor dat werk, maar die verplaatsing volledig door drie AGV's laten uitvoeren. [...] Dat klopt, het transport hebben we eigenlijk zo goed als uitgesloten, dat daar mensen mee bezig moeten zijn.”
C	“Maar eigenlijk kwam het erop neer dat je enkel met de AGV's echt je ergonomie volledig gaat oplossen.
E	“Stel, ik heb een punt waar de paletten uit productie komen. En 400 meter verder moeten die klaargezet worden voor te verschepen. [...] Als je een

	obstakel krijgt, wacht hij gewoon, wat hij aan het doen is, hij rijdt tijdens een locatie binnen. En je zegt van oké, ik geef je route 1. Je zet dat palet zelf naar boven. Je start op route 1, die gaat dat automatisch brengen, die zet dat af, die zakt terug in en komt terug naar zijn home-positie. [...] Dus daar proberen we de brug tussen te maken. Dus lange transport voor repetitieve activiteiten.”
--	--

Tabel 6: AGV's

3.2.2 AMR's

Respondent D heeft binnen zijn magazijnomgeving diverse vormen van automatisering, waaronder AMR's van het merk Hikvision. Deze installatie, waarbij mobiele robots rekken (pods) verplaatsen richting vaste pickstations, vertoont sterke gelijkenissen met Robotic Mobile Fulfillment Systems (RMF), zoals het bekende systeem van Kiva Robots, besproken in de literatuurstudie (Lamballais et al., 2016; Da Costa Barros et al., 2021). Hoewel dit type automatisering volgens de literatuur onder de noemer AMR valt, verwijst de respondent zelf naar AGV's, omdat de robots “niet zo zelfstandig zijn als je zou denken.” Toch wordt deze automatisering binnen deze masterproef gecategoriseerd onder AMR's.

Uit het interview blijkt dat de AMR's voornamelijk worden ingezet voor een specifiek proces, namelijk put-away en returns. In dit proces is het moeilijk om producten opnieuw correct te lokaliseren in het magazijn. Door het toepassen van een parts-to-picker-principe, waarbij de rekken naar de stations worden gebracht, wordt het proces aanzienlijk gestroomlijnd en worden overbodige wandelafstanden vermeden. Net zoals bij AGV's blijkt ook hier het beperken van wandelafstanden een belangrijke drijfveer te zijn.

Een opvallende kanttekening is dat de respondent de technologie als “verouderd” beschouwt, vanwege de beperkte autonomie van de robots. Zo blijven de voertuigen bijvoorbeeld stilstaan wanneer een QR-code ontbreekt of een deur openstaat. Dit staat in contrast met de recentere AMR-technologieën zoals besproken in de literatuur (Keith et al., 2024), waar robots dankzij SLAM-technologie zelfstandig obstakels kunnen vermijden en routes dynamisch aanpassen. In tegenstelling tot dergelijke systemen opereren de Hikvision-robots bij respondent D in een gesloten en volledig afgebakende ruimte, zonder interactie met menselijke orderpickers.

Respondent	Quote
D	“We hebben de AGV's, de Guided's. Van Hikvision hebben we een installatie staan met 24 robots. Dat is moving shelves, goods to person. Waardat de robots, de rekken naar de pick & pack stations worden getransporteerd.”
D	“Voor mij zijn dat AGV's, omdat die niet zo zelfstandig zijn als je zou denken. [...] Zodra er iemand is en de deur open gaat, valt de hele installatie stil. Vandaar is dat voor mij ondertussen een redelijk verouderde technologie.”
D	“De AGV is gekozen op basis van een specifiek proces. Dat was put away van returns. [...] Dus al die wandelafstanden zijn meteen weg”

Tabel 7: AMR's

3.2.3 AutoStore

Binnen de interviews wordt ook AutoStore benoemd als een interessante oplossing vanwege zijn schaalbaarheid, betrouwbaarheid en hoge opslagdichtheid. Volgens respondent D maakt de schaalbaarheid van het systeem het mogelijk om stapsgewijs op te schalen, wat relevant is bij veranderende klantbehoeften. Ook respondent F benadrukt de flexibiliteit van AutoStore, bijvoorbeeld door eenvoudig extra robots toe te voegen of het grid uit te breiden. Deze praktijkinzichten sluiten aan bij de literatuur, waar AutoStore wordt omschreven als een systeem met hoge opslagdichtheid en operationele flexibiliteit (Ha & Jiang, 2023). Tegelijkertijd komt ook een kanttekening aan bod: de initiële investeringskosten en beperkingen bij het herpositioneren van minder frequente artikelen blijven aandachtspunten (Bremer et al., 2024).

Respondent	Quote
D	"En dan als we naar AutoStore kijken. Hebben we gezocht naar een automatisatie die, hoe moet ik het zeggen? Klant agnostisch is en schaalbaar. [...] Dan was AutoStore de meest geschikte voor de producten waarmee wij werken. En dan de schaalbaarheid is ook een vrij belangrijke, hoe groeien? [...] We hadden begonnen met 25.000 bakken. En dan verder opgebouwd naar 100.000. Ook in twee stappen dus."
D	"Bij de AutoStore is er sowieso een business case gebouwd waarin de stijging in productiviteit, verpicking en het minder gebruik van vierkante meters, dat is een dense opslag, moet zorgen voor een snelle terugbetaling."
F	"We zijn gaan kijken naar flexibiliteit en daar won AutoStore wel, dat is eigenlijk gewoon een kubus die je neerzet en je kunt gewoon robotjes bijplaatsen of stukjes van dat grid bijplaatsen."
F	"Je kunt eigenlijk heel dense stockeren, het is redelijk betrouwbaar, je kunt eigenlijk altijd nog goed aan je goederen, mits dat hier en daar iets uitvalt. En het is een bewezen technologie."

Tabel 8: AutoStore

3.2.4 AGV of AMR-assisted picking

In tegenstelling tot de voorgaande subsecties, waarin succesvolle implementaties van AGV's, AMR's en AutoStore werden besproken, gaat deze sectie in op een systeem dat wel potentieel toont, maar door de respondenten na pilotprogramma's niet is geïmplementeerd. Zowel respondent D als E werkten met AMR-assisted picking, waarbij autonome robots samenwerken met orderpickers. Dit principe, uitgebreid besproken in de literatuur als Hybrid Orderpicking Systems (HOPS) of als 'assisted picking', benadrukt verlaagde fysieke belasting en kortere transportafstanden (Winkelhaus et al., 2022; Zhang et al., 2023). Ook werd de werking van het Locus-systeem toegelicht, wat effectief getest is door respondent E.

Om het overzicht binnen hoofdstuk 3 te bewaren, werd in deze masterproef doorgaans gekozen voor beknopte citaten uit de interviews. In het geval van AMR-assisted picking is echter bewust afgeweken van deze aanpak. Door de complexiteit van de automatisering en de uiteenlopende ervaringen van de respondenten is het essentieel om voldoende context te bieden, waardoor er in deze sectie langere quotes zijn opgenomen.

De praktijk leert echter dat de implementatie van deze systemen sterk contextafhankelijk is. Waar de literatuur vaak voordelen benadrukt (De Koster et al., 2006; Custodio & Machado, 2019), blijken er in de realiteit diverse obstakels. Zo merkt respondent E op dat het systeem enkel doeltreffend functioneert in "gecontroleerde omstandigheden" met een beperkt aantal SKU's. In hun standaard business met 130.000 unieke artikels, seizoenspieken en grote volumes per order leidde AMR-assisted picking tot inefficiëntie en congestie in de gangpaden. Bovendien wijst respondent E op de nood aan een ondersteunende 'helpchain', die vaak wordt onderschat. Vooral het vinden van technisch onderlegde profielen die willen werken in een omgeving met permanente operationele beschikbaarheid (24/7) vormt een structurele uitdaging. Deze bevindingen lijken haaks te staan op de literatuur, waarin automatisering juist wordt gepositioneerd als oplossing voor krapte op de arbeidsmarkt (Riso et al., 2024). Respondent D vult aan dat de implementatie, ondanks het theoretische voordeel van verminderde loopafstanden, niet rendabel bleek vanwege het hoge kostenplaatje en een productiviteitswinst van slechts 5%. Ook dit staat in contrast met het onderzoek van Zhang et al. (2023), waarin gesteld wordt dat pickingrobots de kost per pick tot 40% kunnen verlagen.

De cases van beide respondenten tonen aan dat de effectiviteit van AMR-assisted picking niet universeel toepasbaar is. SLAM-gebaseerde systemen zoals Locus Robotics worden in de literatuur vaak aangehaald als succesvol voorbeeld van samenwerking tussen mens en robot. In de praktijk blijkt echter dat een mismatch met het operationeel profiel, zoals SKU-diversiteit, behoefte aan flexibiliteit of gebrek aan stabiele pickingpatronen, de schaalbaarheid en economische haalbaarheid belemmert. Hierdoor besloten beide bedrijven om deze automatisering niet verder door te voeren.

Respondent	Quote
D	"We hebben testen gedaan, twee jaar, met AMR's. Dat ging over autonome mobiele robots. [...] Het principe was dat de mens in zijn bepaalde zone blijft, dat de robots naar bepaalde zones komen en in die zone samen hun taken afronden. De mens gaat naar de volgende robot en de robot gaat naar de volgende mens, in de volgende zone. Dat hebben we getest. Maar dat was voor ons financieel niet interessant. In de zin dat we de business case vooral gebouwd hadden op put away. Omdat onze picking productiviteit al redelijk hoog was. Dus daar hebben we weinig gewonnen, 5% misschien. [...] Dus veel redenen om dat niet te doen. Ale, veel redenen om het wel te doen maar het was financieel niet haalbaar."
E	"Wat is het grote nadeel van de Locus? Je hebt nog altijd iemand nodig. Die de karton gaat afvullen. [...] Dan heb je op een gegeven moment 400 robotten nodig. En we hebben dat hier getest maar dat is dus echt een robotinfarct want die willen allemaal dezelfde gang in, die kunnen daar niet in en dan beginnen die allemaal rond te draaien want ze hebben doos per doos bij. Ze proberen dan via een andere gang, via een andere gang, via een andere gang. Maar er is altijd een operator nodig, die die robotten één voor één moet wegsturen. [...] Maar de reden waarom wij geen sequencing systeem gebruiken, of geen dynamic buffer systeem gebruiken, is gewoon omdat wij de meerderheid van de volume, pikken wij gewoon in één gang. Waar al die verschillende producten samen staan. Dus het heeft geen zin om daar die automatisatie toe te passen, want met een operator moet er toch een bij staan om die af te vullen."
E	"Die robotten gaan ook heel dikwijls in idle time staan. Want wij zitten in een fluctuerende business. Soms veel, soms weinig, soms dit, soms dat. Dus die robotten zijn niet constant in bedrijf."
E	"En dat is wat heel dikwijls in onze industrie onderschat wordt. Dat is de helpchain die je nodig hebt. En vooral 24-7. Het moet werken, want als het niet werkt, stopt alles. En dat was een beetje waarom dat locus misgegaan is."
E	"Locus in isolatie, dat werkt. We hebben een locus getest met twee gangen ofzo. [...] Maar je begrijpt ook wel, als je er dan 400 rondrijden hebt, en die willen allemaal dezelfde gangen, en die moeten wachten totdat er een eerste terug weg is, dat is dus heel inefficiënt. [...] En de reden is gewoon, wij hebben zo'n grote ruimte, we moesten karton per karton werken, wat voor ons niet interessant is, maar wij hebben geen standaard business."
E	Nu, wat was het probleem met Magazino? Wij stockeren dubbel-diep. Dat ging niet. Wij zetten zes paar schoenen op elkaar. Die kan er maar drie op elkaar. Dus eigenlijk moest je je magazijn volledig ombouwen en in plaats van 130.000 verschillende artikelen kon je er maar 60.000 meer zetten. In plaats van 1,5 miljoen paar schoenen op de shelf kon je er misschien nog 500.000 zetten."

Tabel 9: AGV of AMR-assisted picking

3.3 Interactie

Zoals besproken in de probleemstelling voorspellen onderzoeksbureaus een sterke groei van magazijnautomatisering in de komende jaren. Hierdoor neemt de samenwerking tussen mensen en geautomatiseerde systemen steeds een prominentere plaats in binnen deze magazijnomgevingen. In elk van de vijf interviews werd een vorm van human-machine interaction (HMI) vastgesteld. HMI verwijst naar de communicatie en interactie tussen mens en technologie (Riso & Adascalitei, 2024). Binnen deze masterproef ligt de nadruk specifiek op human-robot interaction (HRI), en in theorie ook op human-robot collaboration (HRC), waarbij fysieke robots zoals AGV's en AMR's direct interageren met orderpickers in operationele magazijnomgevingen (Riso & Adascalitei, 2024; Zacharaki et al., 2020).

Uit de interviews blijkt dat deze interactie zich in de praktijk meestal voordoet als co-existentie of synchronisatie. Zo beschrijven respondenten B, C en E situaties waarbij AGV's autonoom opereren maar wel de fysieke ruimte delen met mensen, zoals het delen van paden met heftrucks of wandelroutes. In dergelijke gevallen worden bewegingen van mens en machine op elkaar afgestemd waardoor er sprake is van synchronisatie binnen het HRI concept (Zacharaki et al., 2020). Bij respondent D en E was er binnen het pilot-programma sprake van coöperatie, waarbij zowel robot als orderpicker actief zijn binnen een gedeeld pickingproces, elk met eigen, aan elkaar gerelateerde deeltaken. Zo beschrijft respondent D hoe mensen en robots zich per zone organiseren en elk hun eigen taak uitvoeren binnen een AMR-assisted picking programma, waarbij de orderpicker de goederen pickt en de AMR instaat voor het transport.

Hoewel de interviews een duidelijk beeld geven van hoe HRI zich in de praktijk manifesteert, blijft human-robot collaboration (HRC) onderbelicht. Het vinden van bedrijven waar AMR-assisted picking operationeel is, en niet louter in een pilootfase werd getest, bleek bijzonder moeilijk. Dit bevestigt dat cobots in orderpicking zich nog in een vroeg stadium bevinden. Deze bevinding sluit aan bij de aanbevelingen van Jacob et al. (2023) en Pasparakis et al. (2023), die het belang onderstrepen van verder onderzoek naar de effectieve integratie van HRC in magazijnomgevingen.

Respondent	Quote
B	"We hebben een rijpad door de hallen heen, en daar rijden heftrucks en daar rijden AGV's door elkaar. En daar kunnen ook mensen lopen, maar wel alleen mensen die weten wat ze daar te zoeken hebben."
C	"De mensen wandelen overal door en er rijden ook treinen door. Bezoekerstreinen, vuilophalingstreinen."
D	"Het principe was dat de mens in zijn bepaalde zone blijft, dat de robots naar bepaalde zones komen en in die zone samen hun taken afronden. De mens gaat naar de volgende robot en de robot gaat naar de volgende mens, in de volgende zone."
E	"We hebben een locus getest met twee gangen ofzo. Dat werkt perfect. Je robot komt naar hier, ik vul je, je rijdt terug weg."
E	"Die rijden tussen heftrucks."

Tabel 10: Interactie

3.4 Human Factors & perceptie

3.4.1 Jobrotatie

Binnen geautomatiseerde magazijnomgevingen wordt jobrotatie vaak ingezet om de negatieve effecten van repetitief werk te vermijden. Volgens de respondenten is jobrotatie essentieel voor het behouden van flexibiliteit, waarbij medewerkers inzetbaar blijven voor diverse taken zoals picking, lossen of het rijden met heftrucks.

Respondent F wijst op het risico van mentale monotonie bij statische werkposten zoals AutoStore en benadrukt het belang van taakafwisseling om zowel fysieke belasting als verveling tegen te gaan: "Dat werk is veel te statisch, ook voor een lichaam, om zo lang stil te staan." Dit sluit aan bij Diego-Mas (2020) en Grosse et al. (2014), die jobrotatie omschrijven als een manier om repetitieve belasting te beperken en mentale afwisseling te stimuleren via regelmatige taakwisseling.

Ook De Lombaert et al. (2024) waarschuwen dat de verschuiving van fysiek zware taken naar automatisering kan leiden tot repetitieve resttaken met identieke kenmerken. Deze vorm van monotonie is potentieel schadelijk voor het psychologisch welzijn van werknemers, zeker wanneer autonomie en variatie ontbreken.

Daarnaast benadrukt respondent D het belang van taakvariatie voor motivatie en betrokkenheid. Opvallend is dat bepaalde medewerkers het bedrijf verlieten nadat zij gedurende langere tijd uitsluitend aan een vaste machine werkten, in plaats van zich vrij door het magazijn te kunnen bewegen. Deze observatie wijst erop dat niet enkel fysieke belasting, maar ook het gebrek aan afwisseling en bewegingsvrijheid een rol speelt in de tevredenheid van medewerkers.

Deze bevindingen sluiten aan bij het werk van Grosse et al. (2014), die stellen dat repetitieve taken in een statische omgeving kunnen leiden tot verhoogde fysieke en mentale belasting, wat negatieve gevolgen heeft voor het welzijn en de prestaties van werknemers. Ook Zhang et al. (2023) onderstrepen het belang van human factors, zoals taakvariatie en autonomie, in het ontwerp van orderpickingsystemen. Samenvattend tonen de interviews aan dat jobrotatie niet enkel fysieke en mentale belasting kan verminderen, maar ook essentieel is voor het behoud van motivatie, betrokkenheid en flexibiliteit.

Respondent	Quote
B	"Maar het is wel de bedoeling dat iedereen in het magazijn alles kan. Dus je moet kunnen pikken, je moet kunnen lossen... Je moet heftruck kunnen rijden" [...] We proberen weer het juiste af te wisselen, dat iedereen het kan. Om zo ook zo flexibel mogelijk te zijn."
D	"Jobrotatie zat er altijd al in. Een stuk van die flexibiliteit is eigenlijk onze business. Dus mensen verwachten toch wel dat ze een aantal verschillende jobs kunnen. [...] Eigenlijk verwachten we van mensen die bij ons werken dat ze verschillende taken, verschillende processen beheersen. Dus in die zin is dat een process dat erbij komt. Wat voor veel mensen plezant is."

D	"Waardoor we toch ook wel merken dat voor een aantal een andere instelling vraagt om aan een machine te staan dan in plaats van rond te lopen in een magazijn. Ja, hierdoor zijn mensen eigenlijk een stuk zelf gaan vertrekken."
E	"We hebben wel gemerkt dat afwisseling geen onbelangrijke factor is om iets te doen. Ik zal maar zeggen, sommige mensen houden ervan om repetitief werk te doen. Andere mensen niet. Maar het groot verschil is, dat is ook nog een belangrijke component aan flexibiliteit."
F	"[...] want je staat aan een poort, dus dat is wel heel statisch werk, dat is heel saai werk, daar vrezen mensen ook wel een beetje voor, nu kan men nog rondrijden en doen, maar de afspraak die wel gemaakt is, of hoe wij het zien, is, er gaat nooit iemand acht uur op een dag aan zo'n autostoppoort moeten staan. Dat werk is veel te statisch, ook voor een lichaam, om zo lang stil te staan, dus de exacte uren van rotatie en dergelijke, daar zijn we nog niet, maar we hebben wel voor ogen dat we een hogere mate van jobrotatie moeten gaan doorvoeren, om iedereen eigenlijk ook tevreden te houden."

Tabel 11: Jobrotatie

3.4.1.1 Autonomie

De interviews tonen aan dat automatisering invloed heeft op hoe medewerkers hun autonomie ervaren. Volgens respondent D is de eigen inbreng vaak beperkt, omdat men vooral moet reageren op wat de machine dicteert. Bijkomend merkt respondent D ook op dat medewerkers in een manuele werkomgeving doorgaans meer het gevoel hadden dat ze invloed konden uitoefenen op hun taken. Daarnaast wijst respondent E op het belang van 'zinnig werk', waarbij het gevoel van 'ownership' en dus impact over het werk essentieel is. Deze uitspraken sluiten aan bij de literatuur over human factors (Zhang et al., 2023; Pasparakis et al., 2023), waar autonomie wordt gezien als een sleutelcomponent voor motivatie, werktevredenheid en het slagen van de implementatie van automatiseringen.

Respondent	Quote
D	"Ja, sommige mensen omdat je eigenlijk een ander soort alertheid hebt. Je moet ook een stukje doen wat de machine zegt. Hun eigen inbreng is zeker in het begin niet zo heel groot."
D	"In de manuele situatie hadden veel mensen meer het gevoel dat ze meer impact hadden op hetgeen dat ze wilden. Terwijl dat niet helemaal klopt. Ook in de automatisatie hangt het af van hoe mensen zichzelf organiseren."
E	"Sowieso, omdat mensen zinvol werk willen doen. En in zinvol werk is ook heel dikwijls zin van, als je ownership van iets krijgt, dat is heel belangrijk."

Tabel 12: Autonomie

3.4.2 Kritische succesfactoren bij implementatie

3.4.2.1 Communicatie en betrokkenheid

Uit de interviews blijkt dat duidelijke communicatie en vroege betrokkenheid van medewerkers essentieel zijn bij de implementatie van automatisering. Zowel respondent B als E vermelden dat medewerkers niet alleen geïnformeerd werden over de verandering, maar ook actief werden betrokken bij het ontwerp van processen en systemen.

Dit komt overeen met de bevindingen van Lambrechts et al. (2021) en Jacob et al. (2023), die aangeven dat gebrekkige communicatie kan leiden tot wantrouwen. Omgekeerd zorgen transparantie en duidelijkheid over het doel, de gevolgen en de voordelen van de automatisering voor meer draagvlak onder werknemers. Ook Winkler & Zinsmeister (2019) bevestigen dat goede communicatie een doorslaggevende succesfactor is in digitaliseringstrajecten.

Naast communicatie speelt ook psychologische veiligheid, gelinkt aan onderzoek van Grosse et al. (2014), een belangrijke rol bij de acceptatie van automatisering. Werknemers ervaren verandering vaak als bedreigend; uit de interviews blijkt dat het actief betrekken van teamcoaches of leidinggevendenden bij het veranderproces helpt om weerstand te verminderen. Teamcoaches fungeren als schakelfiguur tussen management en uitvoerend personeel, waarbij hun houding en betrokkenheid mee bepaalt hoe werknemers de verandering ervaren. Volgens de respondenten kan goed georganiseerde change management hierbij een cruciale rol spelen. Dit bevestigt ook het werk van Lambrechts et al. (2021), waarin het belang van leiderschap en begeleiding tijdens technologische transitie wordt onderstreept als voorwaarde voor acceptatie.

Respondent	Quote
B	"Bij het ontwerp van het plan, al voordat we hadden geselecteerd wie het ging doen, hebben we ze al betrokken. En dat is het allerbelangrijkste hierbij. [...] Om een voorbeeld te geven, we hebben op een gegeven moment ons WMS aangepast. En we hebben alle pickers meegedacht over hoe het scherm voor hun pickpost eruit moet zien. Dus we proberen altijd de dingen met z'n allen te bedenken. Ze mee te nemen van kop tot staart. Zodat het ook echt geaccepteerd wordt. Dat hebben we bij de AGV's ook gedaan.
D	"Ik denk dat we dat change management vrij goed aangepakt hebben."
E	"Wij proberen ook altijd de operator te betrekken in de development van het toestel. En dat is heel belangrijk."
F	"Ja, dus dat is eigenlijk bij de start van het project ook duidelijk gecommuniceerd. Het is zeker niet om mensen buiten te werken."
F	"Die teamcoaches, dat zijn eigenlijk onze, als we die niet mee hebben in het verhaal, dan gaan we alle arbeiders daaronder ook niet mee hebben in het verhaal, want die gaan zien, als mijn teamcoach al niet tevreden is, waarom zou ik dan tevreden zijn met wat hier gaat komen. Nu, uiteraard, verandering maakt mensen altijd zenuwachtig, mensen hebben niet graag verandering, dus het change management en hoe je dat aanpakt is wel een belangrijke succesfactor. [...] Echt zo de operationele feel, daar hebben we workshops voor

	met onze eigen teamcoaches, die kennen het operationele proces nog altijd het allerbeste, dus die betrekken we mee in die workshops en zij geven aan wat voor hun makkelijk werkt.”
--	---

Tabel 13: Communicatie en betrokkenheid

3.4.2.2 Opleiding & opdeling gebruikers

Andere succesfactoren bij een implementatie van automatisering is het doelgericht opleiden van werknemers. Respondenten B, C en F geven aan dat hun organisatie bij de introductie bewust verschillende gebruikerscategorieën onderscheidde, zoals users en super-users. Deze aanpak sluit aan bij het werk van Lambrechts et al. (2021), die stellen dat goed opgezette opleidingen de weerstand tegen technologie verlagen en de acceptatie verhogen. Ook in de literatuur over human factors onderstrepen Grosse et al. (2014) het belang van opleiding, vooral bij mentale belasting: door medewerkers goed te trainen in het omgaan met nieuwe systemen, wordt cognitieve overbelasting voorkomen.

Daarnaast kan deze sectie verder theoretisch worden onderbouwd via het Technology Acceptance Model (TAM) en de UTAUT-theorie. Volgens Venkatesh et al. (2003) en Jacob et al. (2023) verhoogt gerichte training de performance expectancy (de verwachte prestatieverbetering) en verlaagt het de effort expectancy (de waargenomen gebruiksmoeite). Door praktische en doelgerichte opleidingen gaan medewerkers de voordelen van automatisering sneller inzien en kan er minder weerstand zijn tot gebruik. Dit wordt bevestigd door respondent E, die aangeeft dat heftruckchauffeurs de komst van AGV's interessant vinden omdat ze begrijpen dat dit 'onlogisch werk' automatiseert.

Ook binnen het kader van human-robot collaboration (HRC) toont onderzoek van Jacob et al. (2023) aan dat performance expectancy een cruciale rol speelt in de aanvaarding van technologie. Werknemers blijken meer open te staan voor samenwerking met technologie wanneer zij geloven dat dit hun prestaties, efficiëntie of werkkwaliteit verbetert. Hoewel deze bevindingen specifiek betrekking hebben op HRC, sluiten ze nauw aan bij dit onderzoek, waarin respondenten aangeven dat het gevoel van toegevoegde waarde bepalend is voor hun houding ten opzichte van automatisering.

Respondent	Quote
B	“Toen dat werkelijk de introductie is geweest, hebben we alle mensen, eigenlijk alle 130 mensen, in categorieën ingedeeld. Je hebt super-users. Dat zijn de mensen die een AGV-story kunnen oplossen, die weten hoe het systeem werkt. En die ook kunnen bijstaan met het onderhoud. Dan heb je users. Dat zijn alle mensen die in de omgeving werken waar een AGV rijdt. En dan heb je medebewoners, voorbijgangers, ik heb er geen term voor. De mensen van het kantoor die af en toe in het magazijn moeten zijn. En afhankelijk van het niveau van betrokkenheid bij de AGV, heeft iedereen in het hele bedrijf een voorlichting gehad over wat deze dingen doen en wat ze niet doen.”
C	“Ja, we hebben hier heel veel opleidingen voor gegeven. Voor de operators zijn er beperktere opleidingen, tot de absolute noodzaak. [...] Zo, teambegeleiders en werknemers krijgen dan een uitgebreidere opleiding. [...] En de technische

	dienst heeft dan nog een grotere opleiding gekregen. Om echt onderhoud te gaan doen. En zwaardere storingen te verhelpen.
E	"Ja, die vonden dat redelijk interessant. Waarom? Omdat, zij weten zelf ook wel wat dat natuurlijk onlogisch werk is."
F	"Misschien over die opleiding [...] superuser die eigenlijk een diepgaande opleiding krijgt over de automatisatie en die eigenlijk snel operationele problemen kan oplossen. En dan heb je natuurlijk de training van al uw arbeiders."

Tabel 14: Opleiding & opdeling gebruikers

3.4.2.3 Angst voor jobverlies en werkzekerheid

Hoewel automatisering vaak wordt voorgesteld als een middel om fysieke belasting te verlagen en processen efficiënter te maken, leeft bij werknemers regelmatig de vrees dat dit ten koste gaat van hun werkzekerheid (Lambrechts et al., 2021). Ondanks er binnen dit onderzoek geen orderpickers zijn geïnterviewd, geven de bevraagde logistieke managers en experts een duidelijke visie op dit onderwerp. Zo benadrukt respondent B expliciet dat automatisering niet wordt ingezet om personeel te vervangen, maar om het werk anders te organiseren. Ook respondent E geeft aan dat medewerkers zich na de invoering van AGV's meer kunnen toeleggen op waarde toevoegende taken, zoals inventarisatie en labelcontrole. Dit wijst op een verschuiving in jobinhoud, zonder dat dit gepaard gaat met verlies van jobs.

In tegenstelling tot deze visie geven respondenten C en D aan dat er in hun organisaties wel sprake is van een inkrimping van het personeelsbestand. Zo wijst respondent D op een afname van het aantal orderpickers na de invoering van systemen zoals AutoStore en AMR's, terwijl respondent C aangeeft dat er na de AGV-implementatie een werkkraft minder nodig is. Deze uiteenlopende ervaringen worden bevestigd in het onderzoek van Jacob et al. (2023), waarin wordt gesteld dat toekomstig onderzoek moet nagaan in welke mate jobs worden geschrapt, verplaatst of inhoudelijk gewijzigd als gevolg van human-robot collaboration (HRC). Hoewel binnen deze interviews geen expliciete sprake is van HRC, wordt in deze bredere HRI-context vastgesteld dat er bij twee bedrijven jobs verdwijnen, en bij twee bedrijven de jobinhoud wijzigt.

Aanvullend vermeldt dit onderzoek dat duidelijke communicatie over deze gevolgen (zie ook 3.4.2.1) een belangrijke rol speelt in het verminderen van angst en aversie bij werknemers.

Respondent	Quote
B	"Maar we hebben niet automatisering geïmplementeerd en daarna mensen ontslagen, dat is nooit de insteek."
C	"Ja, mensen denken niet vaak in die richting. Die denken vaak van, oh ja, dat is fijn dat we dat niet meer moeten doen. Die zware handeling. [...] Uiteindelijk, wij zorgen wel dat uw werklust even hoog blijft. Dus op een gegeven moment gaat er wel iemand tussenuit moeten."
D	"Ik denk niet dat mensen dat echt als een bedreiging gezien hebben. [...] Het aantal orderpickers is inderdaad afgenomen, anders heeft het weinig zin."

E	"En dan kunnen die mensen nog meer tijd spenderen aan inventarisering. Andere zaken nachecken. Want we hebben natuurlijk nog andere dingen dan kartonnen. Labels. Kleine accessoires. Noem het maar op. Dus dan kunnen die eigenlijk hun werk beter verdelen."
F	"Het is zeker niet om mensen buiten te werken, het is eerder van we komen er niet, en de werkdruk op onze huidige mensen is ook gewoon erg hoog, omdat het blijft groeien en het is echt om hen te ondersteunen en samen ver te groeien."

Tabel 15: Angst voor jobverlies en werkzekerheid

De bevindingen in bovenstaande drie subsecties tonen aan dat succesvolle automatisering meer vraagt dan technologische aanpassingen: ook communicatie, opleiding en werkzekerheid zijn cruciaal. Dit sluit aan bij de principes van Industry 5.0, waarin de mens centraal staat en technologie ondersteunend werkt in plaats van vervangend (Zizic et al., 2022; Xu et al., 2021).

3.5 De blijvende rol van de mens

Hoewel automatisering steeds meer taken overneemt, blijft de rol van de mens in een magazijn essentieel. Zoals blijkt uit voorgaande secties, vraagt een succesvolle automatisering niet alleen om technologische integratie, maar ook om menselijke flexibiliteit en probleemoplossend vermogen. Deze sectie gaat dieper in op de redenen waarom manuele processen blijven bestaan en hoe de menselijke rol verschuift naar nieuwe vormen van ondersteuning binnen een meer geautomatiseerde magazijnomgeving.

3.5.1 Productomvang

Een belangrijke reden waarom manuele processen blijven bestaan, is de grote variatie in productomvang binnen de magazijnen. Uit de interviews blijkt dat niet alle goederen geschikt zijn voor geautomatiseerde verwerking. Respondent B verwijst naar producten zoals podiumdelen, spiegelballen en kabels, die door hun vorm, gewicht of vereiste handling niet automatisch verwerkt kunnen worden. Ook respondent F benadrukt dat hun magazijn zowel kleine als grote producten verwerkt, van schroefjes tot pompen, waardoor manuele picking efficiënter blijft.

Respondent D benoemt productomvang als een beperking voor AutoStore: producten die in de bins passen, moeten een beperkte afmeting en gewicht hebben. Dit wordt bevestigd door respondent F, die aangeeft dat elk individueel item niet zwaarder mag zijn dan 30 kilogram. Ook respondent E gaat in op de beperkingen van productomvang. Volgens hem is automatisering enkel haalbaar wanneer producten verpakt zijn in standaard kartonnen dozen of voldoen aan uniforme afmetingen. Voor producten met afwijkende vormen of maten blijft manuele orderpicking noodzakelijk.

Deze praktijkbevindingen worden ondersteund door literatuur. Zo wijzen Pinto et al. (2023) erop dat VLM-systemen minder geschikt zijn voor de opslag van grote of zware items. Deze bevinding kan worden gelinkt aan andere automatiseringsvormen zoals AutoStore of bepaalde AMR-oplossingen, waar eveneens beperkingen gelden op vlak van productafmetingen. Kortom is het automatiseren van processen vooral interessant bij een beperkt aantal SKU's en een uniforme productomvang.

Respondent	Quote
B	"Dat is een hal met producten die logistiek gezien niet ideaal zijn. Zoals trussen, podiumdelen, spiegelballen van 2 meter, kabels. Dat zijn allemaal de rare afwijkende producten. [...] Ja, de omvang, het gewicht, het feit dat het van een kabel afgerold en geknipt moet worden, zijn dingen die niet automatisch kunnen gebeuren."
D	"We hebben zeker nog een manueel orderpickingproces. Eerst en vooral omdat niet elk orderprofiel geschikt is voor een automatisatie. In de tweede plaats omdat niet elk product geschikt is voor een automatisatie of past in de bins van bijvoorbeeld een AutoStore"
E	"Dan komt er een doosje aan, met twee lagertjes in. Dan een doosje met een rondel en dan komt er kunstgras van 6 meter lang aan. Ja, daar kan je geen standaard oplossingen op bouwen. Als wij zeggen: een gemiddelde karton. Die is ongeveer 60x40x40, daar kunnen we al iets rond bouwen".
F	"Maar echt binnen de magazijnactiviteit is er gewoon heel veel manueel werk. En dat is ook een beetje gerelateerd bij ons aan het feit dat wij van hele kleine schroefjes tot hele grote pompen verschepen."

Tabel 16: Productomvang

3.5.2 Strategische en menselijke waarde

In drie van de vijf interviews werd expliciet gevraagd of de mens ook in de toekomst een essentiële rol zal blijven spelen binnen een (semi) geautomatiseerde warehouseomgeving. Respondenten B en E bevestigen dit: hoewel automatisering repetitieve taken reduceert en bepaalde rollen doet verschuiven, blijft de mens een noodzakelijke schakel binnen het logistieke proces. De rol verandert, maar verdwijnt niet. Deze bevindingen sluiten aan bij de literatuur rond human-centricity binnen Industry 5.0 (Zizic et al., 2022; Xu et al., 2021) en de blijvende relevantie van menselijke factoren zoals flexibiliteit en aanpassingsvermogen (Grosse et al., 2014). In sectie 3.4.1 werd bovendien al aangegeven dat medewerkers steeds vaker een rol opnemen als ondersteunende schakels met probleemoplossend vermogen.

Respondent B benadrukt dat een automatisering als AGV's in storing kan raken en dat menselijke tussenkomst hierbij onmisbaar blijft. Respondent E verwijst naar het feit dat know-how en flexibiliteit van mensen hun magazijnen onderscheiden van puur geautomatiseerde systemen

Respondent	Quote
B	"Een AGV kan in storing raken. Dan moet toch iemand dat aanpakken. Dus de rol van de mens kan wel anders worden. Maar het zal nooit helemaal zonder mensen gaan. (V:) De rol gaat inderdaad verschuiven van pure picken naar probleemoplossend denken en die zaken. (H:) Ja inderdaad."
E	"Het is redelijk moeilijk om de mens te verslagen. [...] En daarom moeten we weten van, wil ik mijn flexibiliteit opgeven? [...] Maar het is de know-how van de mensen die het redelijk uniek maken."

Tabel 17: Strategische en menselijke waarde

4. Conclusie

Deze masterproef onderzocht de evoluerende rol van orderpickers in geautomatiseerde magazijnomgevingen, met bijzondere aandacht voor de wisselwerking tussen deze automatiseringen en menselijke factoren. Op basis van een grondige literatuurstudie en vijf semigestructureerde interviews met praktijkexperten werd de centrale onderzoeksvraag: *“Welke rol spelen orderpickers in geautomatiseerde magazijnen en hoe ervaren zij de samenwerking met geautomatiseerde systemen?”* beantwoord.

4.1 Beantwoording van de onderzoeksvraag

De literatuur wijst kostenreductie, het verhogen van het service level en het structurele tekort aan arbeidskrachten aan als de voornaamste drijfveren achter magazijnautomatisering (Azadeh et al., 2019; Baccichetto et al., 2024). Deze motieven werden bevestigd in het empirisch onderzoek, waarin respondenten bovendien veiligheid en ergonomie benoemden als bijkomende, en in sommige gevallen zelfs doorslaggevende redenen om te investeren in geautomatiseerde systemen zoals AGV's. Verder kwam naar voren dat automatisering ook wordt ingezet als structureel antwoord op de toenemende capaciteitsdruk in de logistieke sector. Door de stijgende vraag en bijbehorende volumetoename, ontstaat er volgens de respondenten een structureel capaciteitsprobleem. Aangezien het aantrekken van bijkomend personeel bemoeilijkt wordt door de aanhoudende krapte op de arbeidsmarkt, wordt automatisering beschouwd als het meest haalbare alternatief.

Opmerkelijk is dat het empirisch onderzoek twee tegengestelde visies blootlegde: waar sommige bedrijven automatisering inzetten om het personeelsbestand te verkleinen en kosten te reduceren, gebruiken anderen dezelfde toepassing om met een gelijkblijvend personeelsbestand grotere volumes te verwerken.

Hoewel De Koster et al. (2006) onderscheid maken tussen picker-to-parts- en parts-to-picker-systemen, toont het empirisch onderzoek aan dat het succes van automatiseringen zoals AGV's of AutoStore nauw samenhangt met de operationele randvoorwaarden. Elementen zoals de infrastructuur (greenfield vs. brownfield), SKU-diversiteit en procesvoorspelbaarheid blijken doorslaggevend voor de effectiviteit van dergelijke systemen. Vooral AGV of AMR-assisted picking, wat volgens onderzoek van Pasparakis et al. (2023) kan leiden tot het verhogen van jobtevredenheid bij orderpickers, blijkt in de praktijk operationele problemen met zich mee te brengen. Congestieproblemen en een gebrek aan productiviteitswinst waren de voornaamste redenen waarom twee respondenten besloten om deze automatisering niet verder te implementeren. Dit bevestigt dat theoretische voordelen kritisch moeten worden afgetoetst aan de realiteit op de werkvloer.

Een ander belangrijk aandachtspunt is de manier waarop orderpickers de samenwerking met geautomatiseerde systemen ervaren. Zowel de literatuur (Jacob et al., 2023; Lorson et al., 2022) als de empirische studie beklemtonen het belang van mens-machine interactie, al bleek de invulling daarvan in de praktijk vaak beperkt. Waar academische kaders zoals Human-robot Interaction (HRI) en Human-robot collaboration (HRC) uitgaan van synergetische samenwerking, bleek er in de meeste gevallen slechts sprake te zijn van co-existentie of beperkte synchronisatie. De respondenten en de

bijhorende AMR-assisted pilotprogramma's toonden aan dat volledige samenwerking, zoals HRC, moeilijk te realiseren is, wat wijst op een kloof tussen HOPS en operationele haalbaarheid.

In tegenstelling tot het beperkt aanbod van Human-Robot Collaboration (HRC) in de praktijk, kwamen human factors opvallend sterk naar voren. Empirisch onderzoek laat zien dat er geen eenduidig beeld bestaat over hoe werknemers automatisering ervaren. Angst voor jobverlies, monotonie of verminderde autonomie bleken reële bezorgdheden die de acceptatiegraad negatief kunnen beïnvloeden. Tegelijkertijd waren er ook positieve voorbeelden waarbij automatisering leidde tot verlichting van fysieke belasting en meer taakondersteuning. Werkervaringen verschilden echter aanzienlijk, afhankelijk van de mate van opleiding, inspraak en taakvariatie. In bedrijven waar duidelijke communicatie, jobrotatie en betrokkenheid tijdens het implementatieproces werden voorzien, werd automatisering als versterkend ervaren. In organisaties met een sterke focus op efficiëntie, beperkte inspraak en de verschuiving van jobinhoud naar een vaste pickpositie (parts-to-picker) ontstond er een gevoel van monotonie, wat in bepaald gevallen leidde tot personeelsverloop. Managers rapporteerden dat het succes van automatiseringstrajecten dus niet enkel afhangt van de technologische geschiktheid, maar evenzeer van de mate waarin werknemers actief betrokken worden tijdens de ontwerp- en implementatiefase. Doordacht changemanagement speelt hierin een cruciale rol.

Ten slotte toont het empirisch onderzoek aan dat de flexibiliteit en het aanpassingsvermogen van mensen onmisbare troeven blijven, vooral in uitzonderlijke situaties of bij onvoorspelbare verstoringen. Dit verklaart waarom bedrijven frequenter kiezen voor manuele processen met technologische ondersteuning, zoals pick-by-voice, in plaats van volledige automatisatie. In het verlengde van deze flexibiliteit geven respondenten aan dat de variatie in productomvang in veel gevallen een beperking vormt voor volledige automatisering, waardoor manuele picking binnen veel magazijnen noodzakelijk blijft. Tussen deze twee uitersten verwijst het onderzoek van Winkelhaus et al. (2022) naar Hybrid Orderpicking Systems (HOPS), zoals AGV en AMR-assisted picking, die de voordelen van manuele systemen en geautomatiseerde systemen trachten te combineren. Hoewel het concept veelbelovend is, tonen zowel het onderzoek als de praktijk aan dat de implementatie vandaag nog vaak moeizaam verloopt. Deze bevindingen sluiten aan bij de benadering van Industry 5.0, dat pleit voor een meer mensgerichte aanpak van technologische innovatie. Waar Industry 4.0 voornamelijk gericht was op efficiëntie en automatisering, benadrukt Industry 5.0 het belang van welzijn, autonomie en zinvol werk. De combinatie van technologische vooruitgang met aandacht voor menselijke capaciteiten blijkt essentieel om automatisering duurzaam en aanvaardbaar te implementeren in magazijnomgevingen.

4.2 Bijdrage, beperkingen en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Deze masterproef vormt een praktijkgerichte *bijdrage* op de bestaande literatuur over de rol van mensen in magazijnautomatiseringen door de inzichten van logistieke managers en experts te belichten. Dit onderzoek biedt een empirische toetsing omtrent de operationele werking van diverse soorten automatiseringen. Daarnaast worden theoretische kaders uit de literatuur zoals HRI, HRC en HOPS afgewogen tegenover een werkelijk operationele context. Aanvullend onderstreept deze masterproef de actuele relevantie van een mensgerichte benadering van automatisering in lijn met

Industry 5.0. Tot slot draagt deze studie bij aan het formuleren van concrete managementinzichten en aanbevelingen voor de implementatie van automatiseringen in magazijnomgevingen.

Tegelijkertijd kent dit onderzoek enkele belangrijke *beperkingen*. Een eerste beperking betreft het gebrek aan eenduidigheid in de definitie en interpretatie van AMR's. Hoewel de literatuur doorgaans een onderscheid maakt tussen AMR's die actief zijn binnen HOPS en AMR's die opereren binnen een afgebakende zone, blijkt dit onderscheid in de praktijk niet altijd helder. Zo gaf respondent C expliciet aan dat de AMR's die binnen een vaste zone functioneren volgens hem eerder als AGV's moeten worden geclassificeerd, en dus niet onder de noemer AMR's vallen. Deze discrepantie onderstreept de noodzaak tot verdere standaardisering van terminologie en classificatie in zowel wetenschappelijke als praktijkgerichte contexten.

Hoewel de academische belangstelling voor het concept HRC de afgelopen jaren is toegenomen (Jacob et al., 2023; Lambrechts et al., 2021; Pasparakis et al., 2023), blijft het aantal empirische toepassingen en praktijkgerichte studies voorlopig beperkt. Twee respondenten gaven aan zich te hebben teruggetrokken uit een AMR-assisted picking pilotprogramma waarin HRC centraal stond, en er werden geen andere bedrijven geïdentificeerd waar deze vorm van samenwerking structureel is ingebed. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat HOPS in veel organisaties nog in een testfase verkeert. Daardoor was het niet mogelijk om een vergelijking te maken tussen geslaagde en niet-geslaagde implementaties, wat een genuanceerde toetsing aan de literatuur bemoeilijkt.

Een derde beperking van dit onderzoek is dat de interviews uitsluitend werden afgenomen met managers en logistieke experts, waardoor de stem van orderpickers - de doelgroep die het meest rechtstreeks wordt beïnvloed door magazijnautomatisering - onderbelicht bleef. Hierdoor kon geen direct inzicht worden verkregen in hoe deze werknemers de samenwerking met geautomatiseerde systemen daadwerkelijk ervaren. Bovendien is het mogelijk dat percepties van het management afwijken van die van uitvoerende medewerkers. Dit creëert het risico op bevestigingsbias, waarbij respondenten hun eigen beslissingen onbewust positief evalueren. Een bijkomende methodologische beperking is de relatief kleine steekproefgrootte van vijf respondenten. De beperkte responsgraad (ongeveer 20%) kan deels verklaard worden door het feit dat bepaalde automatiseringstoepassingen zich nog in een testfase bevinden en bedrijven terughoudend zijn om strategische keuzes en interne doelstellingen te delen.

Tot slot kan worden opgemerkt dat dit onderzoek een brede thematische scope hanteerde, waarbij zowel verschillende vormen van magazijnautomatisering als diverse menselijke aspecten (zoals perceptie, autonomie en samenwerking) werden onderzocht. Hoewel deze brede benadering waardevolle inzichten heeft opgeleverd, ging dit deels ten koste van de mogelijkheid om diepgaander te focussen op specifieke automatisering of werkervaringen.

Op basis van de vastgestelde beperkingen kunnen enkele aanbevelingen worden geformuleerd voor *toekomstig onderzoek*. In de eerste plaats zou vervolgonderzoek gebaat zijn bij een uitbreiding van de doelgroep, waarbij ook orderpickers zowel kwalitatief als kwantitatief worden bevraagd. Hun directe ervaringen en percepties kunnen een waardevolle aanvulling vormen op het huidige, meer beleidsmatige perspectief van managers. Daarnaast is er nood aan praktijkstudies die geslaagde implementaties van HRC in kaart brengen. Aangezien deze automatisering zich momenteel

hoofdzakelijk in de testfase bevindt, kan longitudinaal onderzoek meer inzicht bieden in succesfactoren op langere termijn. Ten slotte zou toekomstig onderzoek er baat bij hebben om zich te verdiepen in één specifieke technologie of samenwerkingstype, om op die manier meer diepgang te bieden dan binnen de brede opzet van dit onderzoek mogelijk was.

Bibliografie

- Aditi. (2024, 14 maart). *Logistics Robotics Market Size to Surpass USD 39.55 Bn by 2033*. <https://www.precedenceresearch.com/logistics-robotics-market>
- AGV's | SSI SCHAEFER. (2024). Geraadpleegd op 27 januari 2024, van <https://www.ssi-schaefer.com/en-au/products/conveying-transport/automated-guided-vehicles>
- AutoStore AS. (2025). *World's Fastest AS/RS | 4x Space and 99.7% Uptime | AutoStore*. <https://www.AutoStoresystem.com/>
- Azadeh, K., De Koster, R., & Roy, D. (2019). Robotized and Automated Warehouse Systems: Review and Recent Developments. *Transportation Science*, 53(4), 917–945. <https://doi.org/10.1287/trsc.2018.0873>
- Baccichetto, T., Drulea, A., & Nae, A. (2024). Balancing act: Fostering employee well-being during labour shortages in e-commerce logistics. *E3S Web Of Conferences*, 585, 06008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458506008>
- Badampudi, D., Wohlin, C., & Petersen, K. (2015). Experiences from using snowballing and database searches in systematic literature studies. *EASE* '15. <https://doi.org/10.1145/2745802.2745818>
- Bamigbala, T., Safonova, I., Onkamo, M., & Rahman, T. (2022). Towards Adoption of Autonomous Mobile Cobots in Intralogistics Picking Process: Review of Current Development. In *LUT School Of Engineering Science* (p. 43) [Research]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13001.01127>
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>
- Belgium: e-commerce revenue 2029 | Statista. (2024, 21 juni). Statista. <https://www.statista.com/forecasts/1415183/e-commerce-revenue-belgium>
- Berger, S. M., & Ludwig, T. D. (2007). Reducing warehouse employee errors using Voice-Assisted technology that provided immediate feedback. *Journal Of Organizational Behavior Management*, 27(1), 1–31. https://doi.org/10.1300/j075v27n01_01
- Bogue, R. (2016). Growth in e-commerce boosts innovation in the warehouse robot market. *Industrial Robot The International Journal Of Robotics Research And Application*, 43(6), 583–587. <https://doi.org/10.1108/ir-07-2016-0194>
- Bremer, P., Beer, J., & Tsai, K. (2024). A Systems Theory Approach to the Performance Analysis of Robotic Compact Storage and Retrieval Systems: An AutoStoretm Case Study. *Symposium On Logistics*, 177. <https://shorturl.at/PSy8r>
- CBRE RESEARCH. (2024). LOGISTICS & SEMI-INDUSTRIAL. In *LOGISTICS & SEMI-INDUSTRIAL* [Report].
- Custodio, L., & Machado, R. (2019). Flexible automated warehouse: a literature review and an innovative framework. In *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology* (Vols. 106–533, pp. 533–558) [Journal-article]. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-04588-z>
- Da Costa Barros, Í. R., da, Nascimento, T. P., N., & Laboratory of Systems Engineering and Robotics (LASER), Department of Computer Systems, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brazil. (2021). Robotic Mobile Fulfillment Systems: A survey on recent developments

- and research opportunities. In *Robotics And Autonomous Systems* (Vol. 137, p. 103729). <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103729>
- De Jong, T. (2021, 28 juli). *Paccar moest uitlevering van 6500 trucks uitstellen*. Aftersales Truck. <https://aftersalestruck.nl/nieuws/algemeen/paccar-moest-uitlevering-van-6500-trucks-uitstellen/>
- De Koster, R., Erasmus Research Institute of Management, Rotterdam School of Management, Erasmus University, & Erasmus Research Institute of Management - ERIM. (2015). *Past and Future Perspectives on Material Handling* [Thesis]. Erasmus Research Institute of Management. <https://repub.eur.nl/pub/79094/Erim-15-jubileum-de-Koster13nov-FINAL.pdf>
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K. J., & RSM Erasmus University. (2006). Design and control of warehouse order picking: A literature review. In *European Journal Of Operational Research* (Vol. 182, pp. 481–501) [Journal-article]. <https://www.elsevier.com/locate/ejor>
- De Lombaert, T., Braekers, K., De Koster, R., & Ramaekers, K. (2022). In pursuit of humanised orderpickingplanning: methodological review, literature classification and input from practice. *International Journal Of Production Research*, 61(10), 3300–3330. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2079437>
- De Lombaert, T., Braekers, K., De Koster, R., & Ramaekers, K. (2024). What makes orderpickingsso physically demanding? – Ergonomic evidence from a large-scale lab experiment using subjective metrics. *IFAC-PapersOnLine*, 58(19), 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2024.09.139>
- De Vries, J., De Koster, R., & Stam, D. (2016). Exploring the role of picker personality in predicting picking performance with pick by voice, pick to light and RF-terminal picking. *International Journal Of Production Research*, 54(8), 2260–2274. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1064184>
- Dhaliwal, A. (2020). The Rise of Automation and Robotics in Warehouse Management. In *CRC Press eBooks* (pp. 63–72). <https://doi.org/10.1201/9781003032410-5>
- Diego-Mas, J. A. (2020). Designing Cyclic Job Rotations to Reduce the Exposure to Ergonomics Risk Factors. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(3), 1073. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031073>
- Dinalog. (2024, 20 september). *Harmonie tussen mens en machine - TKI Dinalog*. TKI Dinalog. <https://www.dinalog.nl/harmonie-tussen-mens-en-machine/>
- Dujmešić, N., Bajor, I., & Rožić, T. (2018). Warehouse Processes Improvement by Pick by Voice Technology. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 25(4). <https://doi.org/10.17559/tv-20160829152732>
- Ellithy, K., Salah, M., Fahim, I. S., Shalaby, R., & The Author(s). (2024). AGV and Industry 4.0 in warehouses: a comprehensive analysis of existing literature and an innovative framework for flexible automation. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 134–134, 15–38. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14127-0>
- Evjemo, L. D., Gjerstad, T., Grøtli, E. I., & Sziebig, G. (2020). Trends in Smart Manufacturing: Role of Humans and Industrial Robots in Smart Factories. *Current Robotics Reports*, 1(2), 35–41. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00006-5>
- Ferreira, B., & Reis, J. (2023). A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics. *Logistics*, 7(4), 80. <https://doi.org/10.3390/logistics7040080>

- Gambao, E., Panel for the Future of Science and Technology, European Parliamentary Research Service, & Scientific Foresight Unit (STOA). (2023). Analysis exploring risks and opportunities linked to the use of collaborative industrial robots in Europe. In *STOA | Panel For The Future Of Science And Technology* (Analysis PE 740.259; p. III). European Union. <https://doi.org/10.2861/021129>
- Goldberg, K. (2011). What is automation? *IEEE Transactions On Automation Science And Engineering*, 9(1), 1–2. <https://doi.org/10.1109/tase.2011.2178910>
- Grosse, E. H., Glock, C. H., Jaber, M. Y., Neumann, W. P., Carlo and Karin Giersch Endowed Chair "Business Management: Industrial Management", Technische Universität Darmstadt, & Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, Toronto. (2014). Incorporating human factors in orderpickingplanning models: framework and research opportunities. In *International Journal Of Production Research* (Vols. 53–53, pp. 695–717) [Journal-article]. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.919424>
- Grosse, E. H., Glock, C. H., & Neumann, W. P. (2016). Human factors in order picking: a content analysis of the literature. *International Journal Of Production Research*, 55(5), 1260–1276. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1186296>
- Guo, A., Raghu, S., Xie, X., Ismail, S., Luo, X., Simoneau, J., Gilliland, S., Baumann, H., Southern, C., & Starner, T. (2014). A comparison of orderpickingassisted by head-up display (HUD), cart-mounted display (CMD), light, and paper pick list. *Association For Computing Machinery*, 71–78. <https://doi.org/10.1145/2634317.2634321>
- Ha, W. Y. (2024). The Characteristics of Cube Storage: AutoStore System. *2022 13th International Conference On Information And Communication Technology Convergence (ICTC)*, 391–394. <https://doi.org/10.1109/ictc62082.2024.10826700>
- Ha, W. Y., Cui, L., & Jiang, Z. (2021). A Warehouse Scheduling Using Genetic Algorithm and Collision Index. *2021 20th International Conference On Advanced Robotics (ICAR)*, 318–323. <https://doi.org/10.1109/icar53236.2021.9659439>
- Ha, W. Y., & Jiang, Z. (2023). Optimization of Cube Storage Warehouse Scheduling Using Genetic Algorithms. *2022 IEEE 18th International Conference On Automation Science And Engineering (CASE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/case56687.2023.10260388>
- Henn, S., & Wäscher, G. (2012). Tabu search heuristics for the order batching problem in manual orderpickingsystems. *European Journal Of Operational Research*, 222(3), 484–494. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.05.049>
- Hentout, A., Aouache, M., Maoudj, A., & Akli, I. (2019). Human-robot interaction in industrial collaborative robotics: a literature review of the decade 2008–2017. *Advanced Robotics*, 33(15–16), 764–799. <https://doi.org/10.1080/01691864.2019.1636714>
- Hy-Tek Intralogistics. (2023, 23 november). Hy-Tek Intralogistics. <https://hy-tek.com/resources/whats-the-difference-between-amr-and-agv/>
- Industry 5.0. (2024, 25 juli). Research And Innovation. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en
- International Organization for Standardization. (2016). Iso.org. <https://www.iso.org/standard/62996.html>
- Introduction to logistics. (2017). Wiley Custom.

- Jacob, F., Grosse, E. H., Stefan Morana, & Cornelius J. König. (2023). Picking with a robot colleague: A systematic literature review and evaluation of technology acceptance in human–robot collaborative warehouses. In *Computers & Industrial Engineering* (Vol. 180, p. 109262). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109262>
- Jefroy, N., Azarian, M., & Yu, H. (2022). Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics? *Logistics*, 6, 26. <https://doi.org/10.3390/logistics6020026>
- Keith, R., La, H. M., & Advanced Robotics and Automation (ARA) Lab, University of Nevada, Reno. (2024). Review of Autonomous Mobile Robots for the Warehouse Environment [Journal-article]. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2406.08333v1>
- Klumpp, M., & Ruiner, C. (2022). Artificial intelligence, robotics, and logistics employment: The human factor in digital logistics. *Journal Of Business Logistics*, 43(3), 297–301. <https://doi.org/10.1111/jbl.12314>
- Lamballais, T., a, Roy, D., De Koster, M. B. M., Rotterdam School of Management, Erasmus University, & Production and Quantitative Methods Area, Indian Institute of Management. (2016). Estimating performance in a Robotic Mobile Fulfillment System. In *European Journal Of Operational Research* (Vol. 256, pp. 976–990). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.063>
- Lamballais, T., Roy, D., De Koster, R. B. M., Technology and Operations Management, Rotterdam School of Management, Rotterdam, The Netherlands, Operations Management, Indian Institute of Management Ahmedabad, Ahmedabad, India, & Rotterdam School of Management, Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands. (2018). Inventory allocation in robotic mobile fulfillment systems. *IIE Transactions*. <https://doi.org/10.1080/24725854.2018.1560517>
- Lambrechts, W., Klaver, J. S., Koudijzer, L., & Semeijn, J. (2021). Human Factors Influencing the Implementation of Cobots in High Volume Distribution Centres. *Logistics*, 5, 32. <https://doi.org/10.3390/logistics5020032>
- Lavender, S. A., Marras, W. S., Ferguson, S. A., Splittstoesser, R. E., & Yang, G. (2012). Developing Physical Exposure-Based Back Injury Risk Models Applicable to Manual Handling Jobs in Distribution Centers. *Journal Of Occupational And Environmental Hygiene*, 9(7), 450–459. <https://doi.org/10.1080/15459624.2012.688464>
- Lorson, F., Fügner, A., & Hübner, A. (2022). New team mates in the warehouse: Human interactions with automated and robotized systems. *IIE Transactions*, 55(5), 536–553. <https://doi.org/10.1080/24725854.2022.2072545>
- Magazino GmbH. (2025, 12 maart). *Autonomous logistics robotics for material flow automation* | Magazino GmbH. <https://www.magazino.eu/en/>
- Moghaddam, A. (2006). *IIE 16: Moghaddam - coding issues in grounded theory*. <https://iier.org.au/iier16/moghaddam.html>
- OLogic, Inc. (2024, 12 maart). *Locus Robotics Autonomous Warehouse Robots* | OLogic, Inc. OLogic. <https://ologicinc.com/portfolio/locus-robotics/>
- Omzet via e-commerce bij ondernemingen. (z.d.). Vlaanderen. <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/digitale-economie/omzet-via-e-commerce-bij-ondernemingen>

- Packon. (2025, 2 april). *Cobot Inpakker, voor het Inpakken van producten in dozen / kratten*. Your Partner in Robot Solutions. <https://www.packon.nl/inpak-cobot/>
- Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors The Journal Of The Human Factors And Ergonomics Society*, 39(2), 230–253. <https://doi.org/10.1518/001872097778543886>
- Pasparakis, A., De Vries, J., & De Koster, R. (2023). Assessing the impact of human–robot collaborative orderpickingsystems on warehouse workers. *International Journal Of Production Research*, 61(22), 7776–7790. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2183343>
- Pernestål, A., Engholm, A., Bemler, M., & Gidofalvi, G. (2020). How will digitalization change road freight transport? Scenarios tested in Sweden. *Sustainability*, 13(1), 304. <https://doi.org/10.3390/su13010304>
- Pinto, A. R. F., Nagano, M. S., & Boz, E. (2023). A classification approach to orderpickingsystems and policies: Integrating automation and optimization for future research. *Results in Control And Optimization*, 12, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.rico.2023.100281>
- Prologis. (2021, 21 juli). *Europe's most desirable logistics locations*. <https://www.prologis.com/insights/global-insights-research/europes-most-desirable-logistics-locations>
- Reif, R., & Günthner, W. A. (2009). Pick-by-vision: augmented reality supported order picking. *The Visual Computer*, 25(5–7), 461–467. <https://doi.org/10.1007/s00371-009-0348-y>
- Riso, S., Adascalitei, D., & Eurofound. (2024). Human–robot interaction: What changes in the workplace? In VVA–Open Evidence consortium, European Commission, International Labour Organization, European Agency for Safety and Health at Work, Joint Research Centre, Open Evidence, I. Anyfantis, M. Curtarelli, I. G. Vázquez, & E. Fernández-Macías, *European Foundation For The Improvement Of Living And Working Conditions*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2806/601796>
- Roodbergen, K. J., & Vis, I. (2008). A survey of literature on Automated storage and retrieval systems. *Elsevier.com*. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221708001598?casa_token=WWE4AiaaerkAAAAA:2wcXEMKch7cgSqPMmznP9I_wR7UWNvRU0AYn3wH801o6vUnajuRSlaKKBWJNqBnw1_BDE0CFcQ
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2024). *Methoden en technieken van onderzoek* (8ste editie). Pearson Benelux bv, Amsterdam.
- Schots, L. (2024, 20 juni). *Familiebedrijf Distrilog speelt pioniersrol in automatisatie met zelfrijdende vorkheftrucks*. Made In. <https://www.made-in.be/mechelen/familiebedrijf-distrilog-speelt-pioniersrol-in-automatisatie-met-zelfrijdende-vorkheftrucks/>
- Smith, H. K. (2024). Impact of Collaborative Robots (Cobots) on E-supply Chain Coordination and Warehouse Performance. *ResearchGate*.
- Statista. (2023, 11 juli). *E-commerce as share of total GDP in Belgium 2017-2021*. <https://www.statista.com/statistics/1320147/ecommerce-share-gdp-belgium/>
- Statistiek Vlaanderen. (2024, 1 maart). Vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/mobiliteit/toegevoegde-waarde-van-logistieke-sector>

- Today, E. W. U. (2014, 2 december). 15,000 robots usher in Amazon's Cyber Monday. *USAToday*.
<https://eu.usatoday.com/story/tech/2014/12/01/robots-amazon-kiva-fulfillment-centers-cyber-monday/19725229/>
- Trojanowska, J., Husár, J., Hrehova, S., & Knapčíková, L. (2023). Poka Yoke in Smart Production Systems with Pick-to-Light Implementation to Increase Efficiency. *Applied Sciences*, 13(21), 11715. <https://doi.org/10.3390/app132111715>
- TurboScribe. (2025). TurboScribe. <https://turboscribe.ai/dashboard>
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User acceptance of information Technology: toward a unified view. *JSTOR*.
https://www.jstor.org/stable/pdf/30036540.pdf?refreqid=fastly-default%3Af45f856dac3eddf94208896f560568ce&ab_segments=&initiator=&acceptTC=1
- Vijayakumar, V., & Sgarbossa, F. (2021). A literature review on the level of automation in picker-to-parts orderpickingsystem: research opportunities. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 438–443. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.050>
- Vis, I. F. A. (2004). Survey of research in the design and control of automated guided vehicle systems. In *European Journal Of Operational Research* (Vol. 170, pp. 677–709) [Journal-article]. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.09.020>
- Wagner, N., & Włochowicz, P. (2021). Attitude of employees towards emerging technologies used in intralogistics. *Procedia Computer Science*, 192, 3184–3193. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.091>
- Winkelhaus, S., Zhang, M., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2022). Hybrid order picking: A simulation model of a joint manual and autonomous orderpickingsystem. *Computers & Industrial Engineering*, 167, 107981. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107981>
- Winkler, H., & Zinsmeister, L. (2019). Trends in digitalization of intralogistics and the critical success factors of its implementation. *Brazilian Journal Of Operations & Production Management*, 16(3), 537–549. <https://doi.org/10.14488/bjopm.2019.v16.n3.a15>
- Xu, Lu, Vogel-Heuser, & Wang. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal Of Manufacturing Systems*, 530–535. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612521002119>
- Zacharaki, A., Kostavelis, I., Gasteratos, A., Dokas, I., Democritus University of Thrace, & Democritus University of Thrace. (2020). Safety bounds in human robot interaction: A survey. In *Safety Science* (p. 104667) [Journal-article]. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104667>
- Zaerpour, N., Yu, Y., & De Koster, R. B. (2016). Optimal two-class-based storage in a live-cube compact storage system. *IIE Transactions*, 49(7), 653–668. <https://doi.org/10.1080/24725854.2016.1273564>
- Zhang, M., Grosse, E. H., Juniorprofessorship of Digital Transformation in Operations Management, Saarland University, & Institute of Production and Supply Chain Management, Technical University of Darmstadt. (2023). Ergonomic and economic evaluation of a collaborative hybrid orderpickingsystem. In *International Journal Of Production Economics* (Vol. 258, p. 108774) [Journal-article]. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108774>

- Zizic, M. C., Mladineo, M., Gjeldum, N., & Celent, L. (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies*, 15(14), 5221. <https://doi.org/10.3390/en15145221>
- Zoting, S. (2024, 26 september). *Warehouse automation market size to hit USD 95.45 bN by 2034*. <https://www.precedenceresearch.com/warehouse-automation-market>

Bijlagen

Bijlage A - Interviewleidraad

1. Introductie

Algemene informatie:

- Mezelf voorstellen
- Uitleg over het onderzoek + duur interview (30 – 45 minuten)
- Toestemming vragen voor audio-opname
- Vermelden dat alle informatie vertrouwelijk behandeld wordt en enkel gebruikt wordt voor academisch onderzoek

Opties bij online publicatie van de masterproef:

- De masterproef wordt als vertrouwelijk aangeduid en niet publiek beschikbaar gemaakt.
- De naam van het bedrijf wordt weggelaten bij online publicatie.
- De naam van het bedrijf blijft behouden bij online publicatie.

Feitelijke gegevens:

- Voorstelling respondent
 - Huidige functie + inhoud functie
 - Hoe lang actief bij de organisatie
 - Eerdere functies of ervaringen in een magazijncontext, rond automatisering
- Voorstelling organisatie
 - Kernactiviteiten, voornaamste productcategorieën
 - Belang magazijn, logistieke activiteiten

2. Orderpickingproces en automatisering

- Hoe ziet jullie huidige orderpickingproces eruit?
- Kunt u kort toelichten welke taken zijn geautomatiseerd?
- Welke rol spelen (soort automatisering) binnen het magazijn?
- Welke taken nemen (soort automatisering) precies over?

3. Redenen automatisering

- Wat was de voornaamste reden om (soort automatisering) te implementeren?
- Voor welk merk, type (soort automatisering) hebben jullie gekozen, waarom?
- Zijn er specifieke KPI's of doelstellingen gekoppeld aan de automatisering?

4. Human factor bij de implementatie

- Hoe reageerden medewerkers op de komst van (soort automatisering) ? Zagen ze dit als een bedreiging?
- Heeft u weerstand ervaren van medewerkers? Waar lag dit aan?

- In welke mate werden medewerkers betrokken bij het proces?
- Werd er specifieke opleiding voorzien?

5. Samenwerking mens (soort automatisering)

- Zijn er situaties waarbij mensen en (soort automatisering) zich in dezelfde ruimte bewegen?
- Hoe wordt de veiligheid hierbij gegarandeerd?
- Ziet u een verandering in de werkverdeling of jobinhoud van de orderpickers?

6. Evaluatie van de implementatie

- Bent u tevreden met de resultaten van de implementatie? Wat zijn de resultaten (besparen FTE, ROI,...)
- Wat zijn de succesfactoren van automatisering binnen een magazijnomgeving?
- Wat is volgens u goed verlopen?
- Wat had u liever anders aangepakt?
- Zijn er functies, jobs veranderd of verdwenen sinds de komst van (soort automatisering)?
- Ziet u verdere mogelijkheden voor automatisering in het magazijn?

7. Afronding

- Heeft u zelf nog aanvullingen of bedenkingen over dit onderwerp?
- Bedanking

Bijlage B - Respondent B

Interviewer: Victor Diepvens (V)

Datum: 11 april 2025 om 13:30

V: Dus nogmaals goedemiddag en bedankt voor het vrijmaken van uw tijd. Ik heb een interview-leidraad uitgewerkt en dan kunnen we daar eens doorgaan.

B: Komt helemaal goed.

V: Super. Ik had al voorgesteld dat ik handelswetenschappen studeer aan de universiteit Hasselt. En nu voor mijn masterproef onderzoek ik de rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen. Hier was het voorbeeld van de AGV's hier wel heel relevant. En daarmee het opzet van het interview. Ik had toestemming gekregen voor de audio-opname, ik wil wel graag nog benadrukken dat de informatie uiteraard vertrouwelijk wordt behandeld. Voor de publicatie van deze masterproef zijn er eigenlijk twee opties. De masterproef als vertrouwelijk bestempelen, dat het niet online wordt gepubliceerd. Ofwel kan ik de naam van bedrijf B en uw naam gewoon persoon X noemen en dan mag het wel online gepubliceerd worden.

B: Ik zou graag lezen wat er uitkomt. Sowieso altijd interessant om dit rapport te lezen. Maar als daar geen gekke dingen in staan is het geen probleem om de naam van bedrijf B erin te betrekken.

V: Nee, nee, nee. Zeker niet. Maar ik ga de masterproef eens hij klaar is ook doorsturen naar u.

Dat kan ook altijd interessant zijn om eens te lezen hoe het er bij andere bedrijven aan toe gaat en hoe zij tegenover automatisering staan.

B: U weet het nooit hè.

V: Inderdaad. Super. En dan mocht je jezelf eens kort voorstellen. Uw huidige functie en wat deze allemaal inhoudt eigenlijk.

B: Ja, ik ben B. Ik ben Service & Supply Chain Manager bij bedrijf B. Dat houdt in dat ik verantwoordelijk ben voor alles wat te maken heeft met supply chain en service. Dus dat is supply chain, magazijn, technische dienst, quality control, after sales, transport, douane, compliance. Eigenlijk alles wat in onze organisatie service wordt genoemd. Dat heet service omdat we eigenlijk een handelsorganisatie zijn. En alle afdelingen die ondersteunend zijn aan de verkoop noemen wij service. Als je kijkt naar het aantal mensen wat hier werkt zijn dit er een 130 tal. En de helft daarvan, iets meer, valt onder het service terug. En valt dus onder mij. Dat doe ik nu 7 jaar. Daarvoor 10 jaar UPS Supply Chain Solutions. En nog bij Ewals Cargo Care. Dus verschillende rollen in de logistiek en transport.

V: Oké, interessant dat je alle aspecten en facetten al een beetje kunt bekijken.

B: Ja, zo breed mogelijk.

V: En is dit het interessantste? Dit is het leukste. Oké.

B: Ja, en zeker voor het feit dat we een familiebedrijf zijn. We zijn 30 jaar. En als ik zie wat voor magazijn en automatisering we hier hebben staan. Dan is dat een speeltuin voor iemand met logistieke en supply chain passie.

V: Ja, dat begrijp ik uiteraard. Hoe lang was u actief in een logistieke context?

B: Ja, 17 jaar.

V: En dan nu bedrijf B, wat doen jullie exact?

B: Wij verkopen, zoals we dat dan noemen, show elektronica technologie. En eigenlijk zijn wij een one-stop-shop voor alles wat te maken heeft met evenementen, concerten, festivals en dat soort zaken. En dan heb je het over. Aan de ene kant hebben we de rental-branch. Dus bedrijven die onze spullen kopen en die dan de techniek op hun evenementen verzorgen. Daarnaast hebben we ook installation. Dat zijn discotheken, kantoorpanden, winkels die voorzien worden van licht, geluid, podiumdelen, ledschermen, dat soort zaken. En we hebben de groothandels. Zoals BAX, die doen we nu even niet. Maar we doen muziekstores en dat soort bedrijven. Die dan aan de eindkant leven. We zijn met name B2B georiënteerd. Al doen we middels dropshipping ook wel wat B2C-activiteiten.

V: Uiteraard is een magazijn dan heel belangrijk. En de logistieke activiteiten ook. Komen de goederen van China of Taiwan?

B: Het grootste deel, met name de elektronica, komt uit China. En we hebben wat volumineuzere producten, zoals trussen, wat je achter je ziet. Of een flightcase ofzo, die komen vaak uit Oosthoek. Maar 70% van de producten komt eigenlijk uit China.

V: Oké, goed. Dat is dan ook al duidelijk. En hoe ziet het huidige orderpickingproces eruit? Want ik denk dat jullie ook verschillende magazijnen hebben?

B: Ja, we hebben vier verschillende hallen. De eerste hal is onze Highbay georganiseerd. Daar ligt onze bulk storage. Dat is een geautomatiseerd palletmagazijn. Dat is waar met name de goederen ontvangst plaatsvindt. En waar de bulk opgeslagen wordt. Vanuit die hal replenishen wij naar de pickhal, de B-hal noemen we dat. Daar hebben we smalle gangen, met smalle gangentrucks over een inductielijn en een miniloot. Daar doen we de meeste picking. En vooraan de Highbay ook. Dan hebben we nog de Uglyhal. Dat is een hal met producten die logistiek gezien niet ideaal zijn. Zoals trussen, podiumdelen, spiegelballen van 2 meter, kabels. Dat zijn allemaal de rare afwijkende producten. Al die pickstromen, dus we hebben er vier. Highbay, smalle gangen, miniloot en uglyhal komen bij elkaar in het midden in de consolidatie. En daar worden de orders klaargemaakt voor verzending. Eigenlijk hebben wij ons volledige proces waar mogelijk goods to men georganiseerd. Dus er is niemand die naar een product toe hoeft te lopen en het hoeft te verplaatsen. In de smalle gangen op een picktruck, maar voor de rest is het allemaal geautomatiseerd.

V: Ik wou nog vragen, kunt u kort toelichten welke taken zijn geautomatiseerd? Maar vooral het transport dan?

R: Het verplaatsen van pallets naar een picklocatie, het verplaatsen van bakken naar een picklocatie. Het verplaatsen van gepickte pallets naar de consolidatie, behalve voor de uglyhal. De rest is alles met AGV's en conveyors, highbay kranen, miniloot kranen geautomatiseerd.

Een stukje wat semi geautomatiseerd is, dus de smalle gangen. Daar zit een pilot assist op. Als een picker een opdracht krijgt, hoeft hij alleen maar naar voren of naar achter te gaan. En dan gaat de picktruck automatisch naar de juiste locatie waar het product gepickt moet worden. Dus dat hebben we dan semi geautomatiseerd.

V: En dan moet hij de handeling wel nog uitvoeren?

B: Ja, dat zijn dan pallets waar je niet zomaar uit de doos moet gaan picken. Dus dat kan je niet automatiseren.

V: En in de uglyhal is dan eigenlijk de omvang van de goederen de reden waarom er geen automatisering is?

B: Ja, de omvang, het gewicht, het feit dat het van een kabel afgehangen en geknipt moet worden, zijn dingen die niet automatisch kunnen gebeuren.

V: En dan had ik een volgende vraag: welke rol speelde AGV's dan? Omdat het binnen mijn onderzoek vooral over de AGV's gaat gaan binnen het magazijn.

B: Wij hadden ons pickproces al geautomatiseerd. Alleen vanaf het picken naar, ik wil eigenlijk zo zeggen, als wij in een doos picken, dan ging de doos over een conveyor naar onze consolidatie toe. Maar als we naar een pallet toe pickten, dan werd het nog met heftrucks omgereden. Daar komt bij dat wij in de highbay veel producten hebben liggen die soms door de technische dienst gecontroleerd moeten worden, door quality control, die uitgevraagd moeten worden. Dat waren allemaal manuele handelingen en allemaal ongestuurde handelingen. Dat was gewoon een paar heftruckschauffeurs die keken of er wat stond en het dan ergens anders heen zetten. Wat die AGV's hebben bewerkstelligd, is dat we eigenlijk amper nog maar heftrucks nodig hebben voor dat werk, maar die verplaatsing volledig door drie AGV's laten uitvoeren. Om een voorbeeld te geven, een medewerker van quality control, dat is de ruimte die je daar met de grijze dingen ziet, die kan in het systeem een pallet uitvragen. Dan hebben wij op de achtergrond een material flow control systeem, die zorgt ervoor dat de kraan de pallet uit de highbay pakt, met de conveyor naar een locatie brengt. Daar komt de AGV hem ophalen en de AGV brengt hem weer naar een locatie waar de TDR het product kan halen. Daar komt geen mens aan te passen. Als je hem daarna weer in wil ruimen, gaat het ook volledig zonder menselijke tussenkomsten.

V: Binnen de literatuur zien we dan ook dat het grootste of het meest time-consuming deel van het order-picking proces het transport is.

B: Dat klopt, het transport hebben we eigenlijk zo goed als uitgesloten, dat daar mensen mee bezig moeten zijn. Ik wil niet zeggen dat je geen mensen met spullen door het magazijn ziet rijden, want er zijn altijd dingen die buiten het normale proces om moeten gebeuren. Maar de standaardprocessen gaan eigenlijk allemaal naar de automatisering.

V: Oké, en dan de plaats waar de AGV's rijden, kunnen daar ook nog gewone vorkheftrucks rondrijden en mensen wandelen?

B: Ja, ze gaan volledig door elkaar heen.

V: Oké, dus er is geen afgeschermd zone?

B: We hebben een rijpad door de hallen heen, en daar rijden heftrucks en daar rijden AGV's door elkaar. En daar kunnen ook mensen lopen, maar wel alleen mensen die weten wat ze daar te zoeken hebben.

V: Ja, tuurlijk.

B: Daarnaast is er een looppad, daar kunnen de kantoorpersoneel en dat soort dingen.

V: Oké, en als er bijvoorbeeld een mens voor een AGV gaat komen of dergelijke, dan stopt hij automatisch?

B: Een belangrijk onderdeel van de selectie van de AGV waren de veiligheidssensoren die erop zaten. Als je bij een AGV kijkt, dan zie je dat er aan de voorkant twee sensoren zitten die naar voren kijken en aan de achteren. En dan zit er nog eentje bovenop die schuin naar beneden kijkt. Daarmee dekt hij het hele veld, zowel overstekende delen als mensen die in de buurt komen, af. Als een AGV rechtdoor rijdt, dan kan hij op volle snelheid langs het looppad rijden. Maar zo gauw hij ziet dat er ook maar iemand in zijn zichtveld komt, dan remt hij al af.

En als er iemand oversteekt, dan doet hij een noodrem. Natuurlijk, als je er meteen voor springt, dat is net als met een auto. Ik ben ervan overtuigd dat als je weet hoe een AGV reageert op situaties, we hebben deze nu twee jaar, dat weten onze mensen tegenwoordig, dan is het veiliger dan een heftruckchauffeur, want die kan ook een keer een slechte dag hebben, afgeleid zijn, dat soort zaken.

V: Oké, super. En waarom is er specifiek voor AGV's gekozen, en niet voor een andere soort automatisering?

B: Omdat dit stuk dat we met de AGV's geautomatiseerd hebben, zoveel verschillende routes bevatten dat je dat niet met conveyers kan opvangen, zonder dat je je hele magazijn dichtgooit. Het voordeel van een AGV is dat je hem ook uit kan zetten en het nog met de hand kan doen. Dus eigenlijk is het gewoon een heftruck, zonder dat er iemand op zit.

V: Ja, oké, super.

V: En de redenen, daar heb ik ook al gehoord, voornamelijk de reden om AGV's te implementeren.

B: Een aantal redenen, ten eerste hebben wij een HR-strategie hier dat wij geen uitzendkrachten aannemen, dat wil zeggen dat wij met een vaste groep medewerkers werken, dat wil zeggen dat we pieken en dalen moeten kunnen opvangen, en dat lukt ons heel goed door onze automatisering. Als die stil staat, dan staat hij er, maar dan is het niet dat hij uit zijn neus staat te eten, dan staat de automatisering even stil. Het is heel moeilijk om capabele nieuwe mensen te vinden. De arbeidsmarkt hier in de regio, de populatie vergrijst, dus dat is best lastig. Vandaar dat wij dan toch echt inzetten op automatisering. Er zit een stukje kostenbesparing aan, deze drie AGV's doen ongeveer het werk wat normaal twee man zouden doen. Het is niet dat ik twee man heb ontslagen, die doen andere dingen, of die zijn via natuurlijk verloop gewoon niet vervangen, maar we hebben niet automatisering geïmplementeerd en daarna mensen ontslagen, dat is nooit de insteek. Het is uiteindelijk met dezelfde aantal mensen meer werk kunnen doen, en dat is ook gelukt.

V: Oké, fijn. Er zijn een hele boel en AGV merken op de markt, waarom heeft u specifiek Toyota gekozen?

B: Voor de coronatijd zijn we ons al een beetje gaan oriënteren, hebben we bij Logistica gekeken, hebben we met een aantal partijen gekeken. Er zijn een aantal soorten AGV's, je hebt een AGV die alleen maar vloerhoogte kan rijden, maar wij hebben een conveyorbaan die ongeveer 80 centimeter hoog is, en die AGV moest daarvan af kunnen picken, dus het was belangrijk dat die kon liften. Dus daardoor viel er al een aantal af. Dan hebben wij naast het proces wat ik net zei, doen we met de AGV ook de replenishment van de pallets naar de smalle gangen. En dat is op drie niveaus, en de hoogste is rond de 4,5 meter moet die een pallet weg kunnen zetten. Dus het moest niet eens zomaar een stapelaar zijn, het moest toch wel eentje kunnen zijn die met een triple mast flink de hoogte in komt. Dan ga je het al heel erg beperken, en uiteindelijk hadden we twee partijen, Toyota en Stihl. Beide hadden wij ook al in huis, speelt natuurlijk ook mee, zowel MAE van Stihl als van Toyota. Met beide zijn we ook in gesprek gegaan, zijn we op locatie gaan kijken, hebben we demos gehad, hebben we kostenbegroting gedaan, en heeft uiteindelijk de manier waarop we ook voor de andere producten met de partijen samenwerken, dus doorslag gegeven natuurlijk. Dus de kosten waren vergelijkbaar, maar het gevoel en de manier van samenwerken, en het service, en de servicemonteur die hier al 20 jaar komt, zijn weg weet, dat onderhoud ook bij ging doen, gaf ons het meeste vertrouwen. En dat heeft uiteindelijk de doorslag gegeven.

V: Ik heb dat YouTube filmpje van u bekeken, het WMS was ook afgestemd op dat van de klanten, had ik gezien, klopt dat? Als er bijvoorbeeld een order binnenkomt, hoe ver loopt dat net?

R: Ons hele WMS is gebaseerd op orders die binnenkomen, en die gaan we picken. Als een klant voor twee uur besteld, wordt het vandaag nog uitgestuurd. Voor een ander klant een half vier besteld, wordt het vandaag nog uitgestuurd. Maar dat is de basis van een WMS, voor wat wij doen.

V: Zijn er specifieke KPIs of doelstellingen gekoppeld aan jullie automatisering?

B: Nee, het is heel bijzonder, maar wij werken in principe niet met KPIs, onze orders moeten gewoon de deur uit. Volgens wat ik net zei, de tijdslijnen. En dat doen we zo goed en efficiënt mogelijk. En we doen dat met z'n allen, en als het klaar is, zijn we klaar. Dus ik heb geen KPIs op productiviteit of dat soort dingen vastgesteld. Natuurlijk kijken we wel naar hoe snel de AGV rijdt, staat die vaak stil en dat soort zaken, maar het is niet dat ik zit te meten en zeg van nu is het niet goed, nu is het wel goed. Het werk moet gewoon af, dat is eigenlijk onze instelling.

V: En u had het net zo over seizoenseffecten en pieken en dalen. Kunnen die AGV's dat dan altijd aan? Of stel dat, ik ken de evenementenperiode dus niet zo goed.

B: Nou, we hebben twee pieken in het jaar. Dat is eind april, begin mei, juni, het festivalseizoen. En dan heb je het einde, zo oktober, november, dan heb je de jaarafsluitingen en dat soort dingen.

En Black Friday, afhankelijk van de branche. Dat zijn wel onze grootste pieken. We hebben de AGV's zo ingeregeld dat ze die pieken aan kunnen. Maar mocht het nou echt spaaklopen, dat er ook mensen op hun heftruck kunnen springen en kunnen bijspringen. En andersom, een AGV bedient een aantal processen. Hij bedient de quality control, hij bedient de modificatie en hij bedient ons pickproces. Als wij merken dat het te druk wordt, dan zeggen we tegen quality control en modificatie, even

wachten. Orders hebben voorhang. Orders hebben altijd voorhang. En die orders kunnen wij op een normale dag ook met twee AGV's verdienen. Maar door alle andere processen erbij, zijn de AGV's wel continu aan het rijden. Dus het heeft puur te maken met het stroomlijnenprioritiseren van de taken die je uiteindelijk aan maakt.

V: En nu een beetje over de menselijke factor. Hoe reageerden de medewerkers erop?

B: Bij het ontwerp van het plan, al voordat we hadden geselecteerd wie het ging doen, hebben we ze al betrokken. En dat is het allerbelangrijkste hierbij. En dat doen wij bij veel dingen. Om een voorbeeld te geven, we hebben op een gegeven moment ons WMS aangepast. En we hebben alle pickers meegedacht over hoe het scherm voor hun pickpost eruit moet zien. Dus we hebben ze allemaal een blaadje gegeven, teken maar uit. Dus we proberen altijd de dingen met z'n allen te bedenken. Ze mee te nemen van kop tot staart. Zodat het ook echt geaccepteerd wordt. Dat hebben we bij de AGV's ook gedaan. We hebben gewoon eens gepraat, van deze bewegingen, hoe zien jullie dat? Op een gegeven moment hebben wij een selectie gemaakt van de AGV. En hebben we eigenlijk in drie fases daar ook een soort van marketingcampagne aan gegaan. Dus we hebben begonnen met een poster, coming soon. Met een foto van die AGV, helemaal met lasers, het ging door het hele gebouw. Dus we wisten mensen al wat er ging gebeuren. En dat creëert wat nieuwsgierigheid. Toen werd de eerste AGV geleverd rond de kerst. En in de kantine stond een grote kerstboom, helemaal onder de kerstboom gezet. Dan staat daar een AGV in de kantine, bij de kerstboom. Dan gaan mensen kijken, voelen, zien, van wat doet het nou? En dan krijgen we zelf vragen en nieuwsgierigheid. Kort daarop hebben wij een poster opgehangen en gedeeld met de mensen over de routes die de AGV gaat rijden. En de veiligheidssensoren en hoe die werken. Dus om de mensen op gerust te stellen, dit gaat die doen. En het is veilig. Toen dat werkelijk de introductie is geweest, hebben we alle mensen, eigenlijk alle 130 mensen, in categorieën ingedeeld. Je hebt super-users. Dat zijn de mensen die een AGV-story kunnen oplossen, die weten hoe het systeem werkt. En die ook kunnen bijstaan met het onderhoud. Dan heb je users. Dat zijn alle mensen die in de omgeving werken waar een AGV rijdt. En dan heb je medebewoners, voorbijgangers, ik heb er geen term voor. De mensen van het kantoor die af en toe in het magazijn moeten zijn. En afhankelijk van het niveau van betrokkenheid bij de AGV, heeft iedereen in het hele bedrijf een voorlichting gehad over wat deze dingen doen en wat ze niet doen. Wat je er wel en niet van kan verwachten en wat jij moet doen in een bepaalde situatie. Dus er zijn ook mensen die hebben wel training gehad van, dit doet het ding. Maar als hij in storing zit, blijft hij ervan af er zijn andere mensen op getraind. En een verkoper is eruit gelegd, kom je met een klant, leg ze uit dat ze op de looppaden blijven. Dan kan er eigenlijk niks gebeuren, hele basale dingen. En door het hele traject hebben we ook altijd benadrukt. We gaan dit doen om meer werk met z'n allen aan te kunnen. En niet om dadelijk mensen naar huis te sturen. Natuurlijk, er veranderen werkzaamheden van mensen die alleen maar heftruck rijden. Die moeten misschien wat anders gaan doen. Maar er is niemand, niet ten koste van iemand gegaan. En door iedereen ervan voort of achter en ook op die manier bij te betrekken, creëer je eigenlijk bewustwording. En al voordat de eerste AGV rijdt, weet iedereen eigenlijk wel wat hij kan verwachten. Ik wil niet zeggen dat het dan meteen soepel gaat. De eerste persoon die op een picktruck zat en die kwam die AGV aanrijden en die remde wat laat voor zijn gevoel, die reed bijna met z'n picktruck zo de wc in. Die schrok. Je moet eraan wennen. Maar nu is het voor iedereen zo normaal. Het is niet eens meer gek.

V: Oké. Heel duidelijk. Dus eigenlijk, was er weerstand van de medewerkers?

B: Ja, natuurlijk wel. Er zijn altijd mensen die sceptisch zijn bij verandering, bij technologie. En we hebben geprobeerd om.. We weten ook wel wie dat zijn. En we merken aan de reacties en wie dan iets meer te betrekken. En bij de ene ebt het dan wel weg, bij de ander moet je iets meer moeite erin steken. Dat moet je ook een beetje aanvoelen. Je moet je mensen ook kennen. En omdat wij niet... Kijk, als ik hier nou een magazijn had met alleen maar uitzonderkrachten, dat ik elke maand andere mensen had, dan denk ik dat ik wel ongelukken had gehad. Maar nu heb ik dus een groep mensen die hiermee opgroeien eigenlijk. En die onderdeel zijn van dit proces. Dat komt de veiligheid zo op te groeien.

V: Oké, heel duidelijk. En dan heeft u eigenlijk heel het stuk hier al beantwoord. Medewerkers werden heel goed betrokken. En dan werden er per categorie van users ook opleidingen voorzien

B: Waarvan de superusers echt door Toyota zelf getraind zijn.

V: Oké. En dan had ik nog een onderdeel tussen samenwerking met mensen en de AGV. Blijkbaar zijn er dus ruimtes dat de mensen en de AGV's gewoon langs elkaar kunnen werken.

B: En er zijn afspraken over dat in principe de AGV altijd voorhang heeft. Als je op een heftruck zit, zo min mogelijk die AGV inhalen. Iets langzamer rijden is niet erg. Je werk komt wel af. En dat is moeilijk voor mensen. Je ziet toch wel dat ze dan achter rijden en dan langs willen en dan sneller voorbij. Maar je hoeft hem niet zo hard te rijden. Dat denkt iedereen, maar dat is helemaal niet moeilijk. Er zijn ook echt wel een keer aanrijdingen geweest. Nooit superveel schade ofzo. Met name wat we een beetje onderschat hebben is, als je met de picktruck uit de smalle gangen rijdt en daar kruist. En dan reageert het daar over het later. Dan hebben wij ook een aanpassing gedaan in de smalle gangen. Dat je alleen nog maar in hoeft te rijden. Maar het gangen wisselen doe je helemaal aan de achterkant van. Dus daar hebben we uiteindelijk ook wel van geleerd. En de situatie bepaald.

V: Ja, heel mooi. Ik had ook nog iets over veiligheid. Hoe wordt de veiligheid hier gegarandeerd? Maar ook uit zo'n situatie. Zelfs een kleine botsing leren jullie dan?

B: Ja, dat. Je bespreekt het met mensen. Je maakt afspraken. En nogmaals, het feit dat dit mensen zijn die hiermee opgegroeid zijn en niet elke maand andere mensen, helpt enorm.

V: En de mensen die dan voordien, gewoon het transport van de goederen deden. Hebben zij een andere taak toegewezen gekregen? Was er bijvoorbeeld een voorbeeld van?

B: Ja, van het omrijden. In principe is onze strategie... Wij runnen dit magazijn. We hebben twintig man in het magazijn. Totaal, alles bij elkaar. Dat is best weinig als je 300 tot 400 orders per dag doet. Maar het is wel de bedoeling dat iedereen in het magazijn alles kan. Dus je moet kunnen picken, je moet kunnen lossen... Je moet heftruck kunnen rijden. Je moet alle aspecten in het magazijn... Moet in iemand zijn takenpakket zitten, uiteindelijk. Dus het was heel makkelijk om die mensen ergens anders op in te zetten. Het is gewoon je planning aanpassen. Vindt iedereen dat het leukst? Sommigen vinden het, het allerleukst om de hele dag op een heftruck rond te rijden. Dat is dat leven niet meer zo. Dat is het leven. Dingen veranderen.

V: Inderdaad. Interessant, want in veel magazijnen zijn er gewoon orderpickers. Zij picken de hele dag. Maar hier moeten ze meerdere zaken.

B: Eerst doe je de ene week picken, de andere week pakken. Dan gaan we aan de mini-load, dan zijn we in de highbay. Dan ben je in de container aan het lossen. We proberen weer het juiste af te wisselen, dat iedereen het kan. Om zo ook zo flexibel mogelijk te zijn. Dat moet je ook doen als je maar met twintig man bent.

V: Ik denk ook dat de jobtevredenheid op lange termijn te goede komt. Om verveling tegen te gaan.

B: En als je een taak hebt die je echt niet leuk vindt, dan weet je, die doe ik een week, volgende week heb ik wel wat anders. Dan kom je wel weer doorheen.

V: Heel mooi. Dan had ik nog een evaluatie van de implementatie. Bent u tevreden met de resultaten van de AGV implementatie? En wat zijn de resultaten ervan?

B: Buiten het stukje dat we meer kunnen doen met minder mensen. Heeft het een aantal processen gestroomlijnd. Het voorbeeld wat ik noemde van de technische dienst.

Die zaten ooit een uur tot anderhalf uur te wachten tot ze hun producten hadden. Nu die AGV'er gaat rijden, die zet hem neer. Dat gaat heel soepel. We hebben ook wat locaties uitgebreid vanwege het succes. Dat het gewoon veel gebruikt wordt. En het AGV's die door je pand rijden, dwingen jou om je operatie netjes te houden. Want als er een obstakel op een pad staat, dan rijden die AGV niet door. Dan staat je proces stil. Dus het heeft ons ook gedwongen om een nog netter georganiseerde operatie te zijn als we al waren. En dat zie je gewoon. Dat zie je in ons magazijn. Die AGV's dwingen ons daartoe. Op een rijpad mag gewoon niks staan. Het pad moet ook schoon zijn. Dus je krijgt een veel georganiseerde operatie. Heel tevreden over.

V: Oké, super. Zijn er bepaalde zaken die u misschien anders had aangepakt? Als je terugkijkt op de periode. Of is alles eigenlijk goed verlopen?

B: Nee, ik kan zo hier geen... We hebben later het wisselen van de gangen met de smalle gangentrucks aangepast. Daar kan je dan van denken, dat hadden we misschien anders moeten doen. Maar goed, dat is voortschrijdend inzicht. Voor de rest, nee. Ik ben eigenlijk heel tevreden over hoe we het hebben aangepakt. Over de partner die we geselecteerd hebben. En hoe we daarmee samenwerken.

V: Heel mooi. En ziet u ook nog andere soorten automatiseringen in de toekomst? In het magazijn?

B: Ja, we hebben alle bewegingen al wel geautomatiseerd. En voor mij is eigenlijk de volgende stap het packproces. Met name een doos op maat, automatisch dozen sluiten. Dat soort zaken. Dat is wel de toekomst. Dan moet je ook aan een half miljoen investeringen of zo denken. Ja, goed. Dat binnen nu in vijf jaar, weet ik niet, zou zomaar kunnen. Dat we dan naar dat traject gaan kijken.

V: Interessant. Een vraag die niet in mijn leidraad staat. Maar in de literatuur zien we ook dat er 80% of zelfs meer van de magazijnen nog allemaal manuele handelingen doen. Waarom denk je dat ze toch bij de mens blijven en niet voor automatiseringen zoals AGV's gaan?

B: Omdat je niet bang moet zijn om te investeren. Kijk, we hebben het voordeel dat we een familiebedrijf zijn van een privé-eigenaar. Ik heb zelf hiervoor tien jaar bij UPS contract logistics gedaan. Daar moet je je investeringen afschrijven op een contractperiode van twee jaar, drie jaar. De meeste automatiseringen die wij hier hebben, zijn niet in twee jaar terug te verdienen. De AGV's wel, denk ik. Maar bijvoorbeeld een High Bay, een Miniload, niet. Dus je moet een iets langere termijnvisie hebben. Je moet er ook gewoon gevoel bij hebben en een passie voor hebben. Het is ook een stukje show natuurlijk, zo'n AGV. Dat is ook wel iets om te laten zien. En dat is onze branche. Je moet, en dat is denk ik wel de sleutel ook bij ons, een flexibele IT-organisatie hebben. Ons WMS draait op Navision. We hebben in huis een eigen Navision-programmeur die ook de hele module die schakelt met de automatisering zelf heeft ontwikkeld. En als ik zeg, we moeten dit gaan doen, dan plannen we dat in en dan hebben we dat binnen een maand geregeld. En ik weet van een grote multinational, daar moet je door zoveel schuiven. Eerder dat je daar doorheen bent en de goedkeuring hebt, is je tweejarige contract daardoor afgelopen. Dus je moet vooral een lange termijnvisie hebben. En je moet een beetje durven en een beetje passie voor hebben.

V: Dat is ook zeker die korte beslissingslijn hier.

B: Ja, zeker. Dat is het. En het heeft even geduurd voordat we de knoop doorhakten. Dat kwam ook door de coronacrisis. Onze branche vond eigenlijk helemaal stil. Op een gegeven moment zeiden wij, het lijkt de goede kant op te gaan. Nu moeten we gas geven op een aantal projecten die ons wendbaarder maken als we eigenlijk een markt aantrekken. Toen hebben we gezegd, gaan we beginnen met die AGV's en binnen een half jaar stond het.

V: Oké, cool. Heel interessant. Dan zijn we eigenlijk al bij het einde gekomen van mijn vragen. Zijn er zelf nog aanvullingen of bedenkingen over dit onderwerp naar de toekomst toe of zaken van...

B: Nee, ik denk dat de sleutel, als je het succesvol wil implementeren, is de mensen erbij betrekken. Ik heb tijdens het referentiebezoek bij een aantal partijen gekeken waar je gewoon zag dat de mensen eigenlijk niet stonden te wachten op die AGV's. En als ze dan een storing schieten, dat ze ze gewoon laten staan. Als je de betrokkenheid niet creëert, dan wordt het ook geen succesvol verhaal. De mens is toch echt gewoon de sleutel. En die blijft ook onmisbaar.

V: Ja. Dus je ziet voor bedrijf B niet dat een heel warehouse helemaal automatisch zou.

B: We hebben zes, zevenduizend actieve artikelen, van een klein plugje tot een groot trus. Er zijn zoveel variaties. Picken, natuurlijk zijn er al technieken met zuignappen. Maar door de variatie aan producten die wij hebben, krijg je dat nooit allemaal. Het zegt nooit nooit, maar zie ik ons dat niet binnen nu en 10 jaar allemaal automatiseren. Zo divers het product is ons productassortiment opgemaakt.

V: Ja, dus de mens blijft essentieel.

B: Ja, in een highbay kan er altijd een doosje in zakken. Dan moet toch iemand het probleem oplossen. Een AGV kan in storing raken. Dan moet toch iemand dat aanpakken. Dus de rol van de mens kan wel anders worden. Maar het zal nooit helemaal zonder mensen gaan.

V: Nee, inderdaad. De rol gaat inderdaad verschuiven van pure picken naar probleemoplossend denken en die zaken.

B: Ja inderdaad.

V: Oke super, dan wil ik u bedanken voor uw tijd en wandel ik graag eens door het magazijn om de AGV's aan het werk te zien.

B: Graag gedaan, dat gaan we zeker doen.

Bijlage C - Respondent C

Interviewer: Victor Diepvens (V)

Datum: 16 april 2025 om 10:00

V: Goedemiddag. Dus zoals ik al zei, ik studeer handelswetenschap supply chain management aan de U Hasselt. En mijn masterproef gaat eigenlijk over de rol van de mens in geautomatiseerde logistieke processen binnen een warehouseomgeving of in dit geval een beetje meer productieomgeving. En daarvoor ben ik een literatuurstudie aan het uitvoeren. Maar wil ik ook interviews doen om te kijken hoe het er in de praktijk aan toe gaat en hoe er in het implementatieproces toch wel rekening wordt gehouden met de mens het menselijke aspect. Toestemming heb ik gekregen voor de opname, mezelf ook voorgesteld. En ja, alle informatie wordt gewoon vertrouwelijk behandeld, dus dat komt in orde. En dat wordt dan ook in mijn eindwerk, zoals altijd gedaan, opgenomen. Dan stel ik voor dat u uzelf eens voorstelt. Je huidige functie en wat dat allemaal inhoudt.

C: Ik ben respondent C. Ik werk nu zeven jaar en een half bij bedrijf C. Ik ben hier begonnen als production engineer. Toen als projectleider van onze nieuwe trimming. Dus een nieuwe fabriek hebben we hier geplaatst waar de AGV's rondrijden. En dat was dus een deelprojectje van mij voor die AGV's. En dan sinds één jaar ben ik groepshoofd, supervisor, voor de projectingenieurs. En voor de productingenieurs, dat zijn de mensen die meer bezig zijn met het product. In dit geval is het product de cabine van de vrachtwagen. Dus we zitten nu in de cabinefabriek. We hebben hier ook een assenfabriek. En Eindhoven is de volledige truckfabriek. Daar wordt alles geassembleerd en we rollen de complete trucks van de baan af. Dus dat is nu mijn huidige functie.

V: Oké. En ja, voorstelling van de organisatie. Het is eigenlijk gewoon duidelijk wat jullie maken.

Er is een opsplitsing tussen hier en Eindhoven dan. Waar in Eindhoven alles samen wordt gebracht en alles in elkaar wordt gezet?

C: Klopt.

V: Hoe belangrijk is een magazijn of zijn er logistieke activiteiten binnen jullie keten?

C: Superbelangrijk.

V: Ja, inderdaad.

C: Als dat er niet zou zijn dan zouden wij gewoon niks kunnen produceren. Dus gigantisch belangrijk. En dat is ook bij de opstart van onze nieuwe fabriek een heel groot struikelpunt geweest in het begin. Voor uw logistieke processen, voor die flows allemaal. Om die goed te krijgen, afgestemd op uw productie. Dat was toch een gigantische uitdaging. En dat laat nog maar eens de meerwaarde zien. Als dat niet goed op punt staat, heel die logistieke flows, dan kun je de modernste machines en uitrusting hebben, als uw logistiek niet volgt, draait er niks.

V: Ja. Want als ik het goed voorheb uit het bedrijfsbezoek toen, is het magazijn ergens vanachter daar apart?

C: We hebben daar een magazijn, inderdaad. Dat is een apart stukje magazijn. Maar we hebben ook een externe magazijn, TML is dat voor ons. Die doen dat voor ons. Dat is een externe partner, en zij leveren ook het grootste deel aan de fabriek hier rechtstreeks. Aan de logistieke luifels die aan de fabriek vasthangen.

V: Oké. En die komen dan binnen hier, en daar worden de AGV's ingezet. Daar gaan we zelfs nog wel wat verder op in. Want de vraag was ook, hoe ziet het huidige orderpickingproces eruit? Dat is meer voor het magazijn dan, maar waar de AGV's te werk zijn gesteld, is dat wel in de productieomgeving.

C: Ja. De AGV's vormen hier de verbinding tussen de logistieke luifel, waar je uw vrachtwagens laadt en lost. Dus daar is uw logistieke luifel. En daar gaat dan een AGV het overnemen richting productie. Dat stukje van de luifel naar de productie. Dus niet het laden en lossen van de vrachtwagens. Dat hebben we nog niet geautomatiseerd. Maar het stukje naar erna.

V: Dus het laden en lossen wordt wel nog manueel gedaan. Ja. Dan worden de goederen klaargezet om te laden, zodat een AGV hem kan opladen en dan gaan ze naar de productie.

C: We hebben daar nu gekozen om eerst nog een automatische conveyer tussen te zetten. Zodat die AGV telkens maar de eerstvolgende emballage is.

De eerstvolgende die we in productie nodig hebben. En het is die heftrucker die dan de conveyor belaaft. Die zet hij in de juiste volgorde. Want dit is de eerstvolgende. Overeenkomend met de cabines die over de lijn komen. Die hebben allemaal een unieke transportnummer, die emballages. Daar zitten bedden in, dit geval de bedden voor de chauffeur in de cabine. Die worden dan in de juiste volgorde ook erop gezet. Die AGV neemt de eerstvolgende, die rijdt naar de lijn. En dan halen ze daar alles uit. De operatoren. En dan vertrekt die AGV terug en zet die lege kooi terug op een lege conveyor.

V: Oké. Super. Dus welke taken neemt de AGV precies over? Transport. En dat wordt voor het team allemaal manueel gedaan met gewone heftrucks?

C: In dit proces heb ik ervoor gegaan met mijn team om meteen al met AGV's te gaan werken, in deze nieuwe fabriek. Omdat in de oude fabriek, waar we onze vorige generatie cabines maken, daar werden ze aangeleverd met een trein. In de logistieke luifel werden die emballages op karren gezet door een heftrucker. Die karren stonden dan in de juiste volgorde klaar. Dan kwam er een treintje binnen gereden met een persoon op, niks geautomatiseerde. En die persoon ging dan die karren met die zware emballages, dat is een C4 container, dat is 2 meter 40 op 1 meter 20. Die moest hij dan eerst eruit gaan halen uit zijn trein. Dan ging hij de volle emballages met die volle bedden nog terug op zijn trein steken. En dan reed hij terug uit de luifel, reed hij naar productie. Daar stopte hij, duwde die volle containers uit zijn treintje en zette die in de juiste volgorde aan de productielijn. Hij nam terug drie lege containers mee. Dus duwde hij terug op zijn trein, reed terug naar de luifel, loste weer die drie lege containers, nam hier drie volle mee en reed terug naar productie. Dus dat was zijn taak. Dat was een taak waardoor je s'avonds niet meer naar de fitness moest gaan. Dat ging niet meer als je die taak had mogen doen die dag. Dus dat was bij ons wel een job, een paar sterke mannen deden dat wel graag omdat ze dan hun fitness hadden, maar voor de rest konden we dat

bijna niemand geven omdat dat gewoon te zwaar was, zo'n job voor de hele tijd te doen. Dus hebben we daarvoor gestreden en verdedigd. We moeten dat hebben, die AGV's ginder. Dan hebben we dat project ook mogen doen. En die neemt dus die rol exact op zich. Dus nu wordt het door de heftrucker in de luifel niet meer op karren gezet, maar die zet dat dan op die conveyor. Die AGV komt dat halen van die conveyor, rijdt automatisch naar de productielijn, rijdt langs de productielijn ook, want over drie verschillende werkstations moeten ze het materiaal eruit gaan nemen. En daarna rijdt die terug naar de luifel om die container af te zetten. Dus we besparen daar een man mee. Een man die normaal met die trein zou rondrijden. Dat is een man per ploeg dat je bespaart. Dus dat is wel een mooie besparing. Zo verdiend je die AGV's dan ook terug. En de ergonomie is dan natuurlijk een heel belangrijke drijfveer hierin geweest. Al dan niet de belangrijkste drijfveer. In die fabriek hebben we echt gefocust voor zo weinig mogelijk oranje, laat staan, rode werkplekken. Dat is een AWS-score, een ergonomiescore. Daar houden wij hier enorm rekening mee. Zeker bij die nieuwe fabriek. Alles groen proberen te krijgen, maximaal. Dus zo weinig mogelijk echt zware belastingen voor de werknemers.

V: Oké, super. Waren er nog andere opties buiten AGV's die jullie hebben overwogen in dat proces? Of was het enkel focus hierop en dan eens vergelijken welke AGV's gepast zijn?

C: We hebben toen van alles bekeken inderdaad. Maar eigenlijk kwam het erop neer dat je enkel met de AGV's echt je ergonomie volledig gaat oplossen. Het andere stuk is, dan moet je met heftrucks, dat hebben we ook gekeken, dat we met heftrucks de gang zouden overbrengen, productie zouden binnenbrengen. En vandaar dan met een geautomatiseerde rollenbaan zouden gaan werken langs productie. En dat de heftruck dan enkel de gang zou moeten oversteken. Enkel hebben wij gekozen om een heftruckvrije fabriek te hebben hier. In onze nieuwe fabriek. Omdat heftrucks gevaarlijk zijn. Dus viel die keuze ook wat weg. En dan, het is toch rap, we hebben Movex. Ik weet niet of je dat kent. Movex, dat zijn zo van die karretjes die je vastneemt en die kun je bedienen zelf als operator. En zo pak je dan een zware kooi vast. En dat karretje heeft dan een motor en een batterij. En daarmee kun je dan dat karretje gaan manipuleren, verplaatsen. Waardoor je ook veel ergonomischer werkt. Enkel verdien je die investering bijna niet terug. Omdat je nog altijd je mannetje nodig hebt. Dus je mannetje gaat nog altijd achter dat karretje moeten aanlopen. En van hier naar hier. Plus ook, dan heb je het logistieke stuk. Dan heb je ook nog het stuk in productie. Ik zei net dat ze aan drie werkstations hadden moeten werken. Dus die moesten in productie ook telkens die zware kar een station verder duwen. Voor de volgende mensen. Dat die het materiaal eruit konden halen. En dan moesten die die terug in het station verder duwen. En als die dan leeg was, moesten die die lege erachter duwen. Maar je kent dat ook. Als je daar geen lege achter hebt staan, dan is dat goed. Maar als je daar al twee, drie lege kooien achter hebt staan. Dan moet je al die lege kooien beginnen verder duwen. En voor ergonomie zou je dan zeggen. Pak eerst die achterste kooi en zet die twee meter verder. En dan pak je die tweede kooi en zet je die. Zodat je zo weinig mogelijk gewicht hebt.

Maar in de praktijk, zo weinig mogelijk tijd verspillen. Dus dan duwen ze drie, vier kooien tegelijk naar achter. Dus uiteindelijk. Met heel dat verhaal kwam het voor ons. Dat AGV's hier gewoon de slimste keuze zijn.

V: Wat was de voornaamste reden om AGV's te implementeren? En dat is duidelijk geworden. Vooral ergonomie en ook kostenbesparing. Omdat je de mankracht kunt uitsparen. Nog aanvullingen daarop? Of zijn dat de voornaamste twee?

C: Ik denk veiligheid. Dat dat ook wel. Want die AGV's. Dat kun je draaien of keren als je wilt. Maar die zijn echt wel veilig. Die scannen heel de vloer af. Vanaf het moment dat die iets in hun gezichtsveld zien, beginnen die al te vertragen op voorhand. Hoe dichters dat object of persoon komt, hoe meer hij zal vertragen. Totdat die op een bepaald moment stilstaan. Dus dat is iets wat we hier ook wel zien. Qua persoon veiligheid is dat gewoon heel goed. Want een heftruck vinden we heel onveilig. Een trein, daar ben je nog altijd afhankelijk van. Van die man die erop zit. Die je wel of niet gezien heeft. Als je ergens oversteekt, of plots tussen een rek uitloopt. En voor je de trein inspringt. Maar zo'n AGV. Dat is iedere milliseconde aan het rondkijken. Dus als je daarvoor inspringt. Die reageert per direct. Die gooit alles dicht ook. Volledige noodstop. Dus daar speel je ook wel mee.

V: Als ik dat mag vragen. Welk merk AGV's hebben jullie?

C: DS Automotion. Ken je die?

V: Nee. Ik was bij een vorige bedrijf. En ze hadden dat van Toyota. Maar er zijn heel veel verschillende soorten AGV's.

C: Dit is een Oostenrijks bedrijf. Die heel veel ervaring hebben. Ook in de automotive, Toyota had toen nog niet zoveel ervaring. Zeker niet bij die. Dit zijn lage AGV's. Die zitten onder de emballage in. Toyota was volgens mij toen meer met heftruck AGV's aan de slag. Ja.

V: Want inderdaad. In dat vorige interview. Kunt je als AGV. Kunt je ook nog manueel de AGV aansturen.

C: Dat is zo'n automatisch transpalet?

V: Maar die rijden dan autonoom ook rond. Oké. Ik had dat beeld ook hier voor mij. Nee. Dus ze komen echt onder de goederen in?

C: Ja. Want het ding was. Als wij met die grote bak langs onze emballage nog moesten gaan werken. Dus de besturing eenheid. En de batterijen. Zoals je net zei, er langs zou staan nog. Dan is onze emballage niet 2 meter 40 lang. Maar dan wordt die al 3 meter. Meer dan 3 meter en een half lang. En dan kwamen we in de problemen. Met ook mobiliteit een beetje. Maar ook aan de productielijn, dat daar alles vol staat. Omdat die AGV's dan zo groot zijn. Je moet een minimaal veiligheidsafstand hebben tussen die AGV's. Dan passen er al geen 3 op die 3 werkstations langs elkaar. Dus daar moesten we ook allemaal wat in doen.

V: En zijn er specifieke KPI's of doelstellingen gekoppeld aan jullie project?

C: Ja. De belangrijkste is dat zij de takt tijd kunnen halen. Dus we hebben hier een takt tijd van maximale snelheid. 3 minuten per takt. Ik weet niet of je daar bekend mee bent met takt tijd. Iedere 3 minuten rolt hier een cabine van de band af. Een vrachtwagencabine. Maar dat wil zeggen. We hebben 1 emballage per cabine, specifiek voor die transportnummer. Iedere 3 minuten moet er zo'n kooi aan de lijn komen en afgevoerd worden. Want je hebt 1 lege iedere 3 minuten. En je hebt 1

nieuwe volle nodig. Dus dat is onze grootste KPI geweest natuurlijk. Dat de AGV's altijd op tijd moeten zijn voor hun volgende emballage. Dat is een KPI. Een andere KPI is Safety. Die moet je perfect voldoen aan alle veiligheid. Ergonomie is ook een KPI. En waar hebben we daar op moeten letten. Dat is de ideale uitneemhoogte. Dus we hebben die emballages. Die staan op die AGV's. En daar moesten we dan gaan kijken. Wat is nu voor de mensen gemiddeld gezien, een goede uitneemhoogte voor materiaal uit die emballage te gaan nemen. Want dat mag niet te laag zijn, dan moet je te veel buiken en dat is te belastend voor je rug. Maar als je te hoog gaat, dan kunnen kleinere mensen die al boven schouderhoogte gaan heffen. Dat is ook weer niet goed. Dus daar hebben we ook naar gekeken.

V: En hoe stonden de medewerkers tegenover de komst van de AGV's? Vonden ze dat vernieuwend en nice? Of was er eerder zo een beetje een terughoudend gevoel?

C: Nee, vernieuwend en nice toch wel. Alleen is dat in het begin natuurlijk. De eerste keer ooit AGV's hier. We hadden dan toch wel een iets complexer systeem met die conveyors. Ook vooral omdat wat we hier serieus aan de levende lijden hebben moeten ondervinden. Is dat als je in een logistieke omgeving werkt met heftrucks. Dan beschadig je alles. Met heftrucks rijdt je alles kapot. Je muren, je vrachtwagens. Maar ook je emballages. De heftrucks zelf. Alles wordt kapot gereden. Je kijkt zo met ogen.

V: Ik heb er zelf nog niet mee gewerkt. Maar ik kan me er wel iets bij voorstellen.

C: Die mensen doen dat dag in, dag uit. Die doen dat sneller en sneller en sneller. Dat is gelijk als jij bij je thuis uit de garage rijdt en de oprit af rijdt. Dat doe je sneller en sneller. Als ik dat de eerste keer zou doen, zou je dat voor mij even, ik zou goed kijken en zo. Maar hoe meer je dat doet, hoe verder je de hoeken wat afsnijdt. Want je weet, dan gaat het toch. Dat doen ze hier ook, dat is menselijk. Maar om de duur gaat dat dan mis. En dan gaat dat nog eens mis. En bij iemand anders nog eens mis. Dat is wat we dan gezien hebben. Met die conveyor, die automatische transportband. Die C4-emballages die we hadden. Die liepen heel vaak vast. Op die automatische conveyor. Gewoon omdat er een onderlat weg was. Gewoon volledig weg. Kapot gereden, eraf gereden door een heftruck. Andere keer stond die volledig krom. En dit zorgde dan dat ons systeem niet meer werkte. Want die conveyor, die kooien, die konden daar niet door. Dus die AGV kreeg geen nieuwe kooi meer. En dan lag productie stil. Oh, en die AGV is dit, die AGV is dat. En dat was in het begin wel even... Ik moet het zeker aan iedereen uitleggen: dat komt omdat die emballages zo kapot gereden zijn. Dat die gewoon niet meer door dat systeem behandeld kunnen worden. En dan heb je natuurlijk wel die reacties van... Oh, die AGV's. En dat is zogezegd wel slim en nieuwe technologie. Maar ziet het werk toch maar half zijn dingen. Maar dan zijn we dus die emballages op punt beginnen te zetten. Oké, we moeten hier echt onderhoud op gaan doen. En de slechte er even allemaal tussenuit filteren. En sindsdien is dat heel goed. Want nu hoor ik er nooit iets meer van. Dat bouwt gewoon heel goed. Heel betrouwbaar, super betrouwbaar. En daar zijn de mensen ook heel blij mee.

V: Dus ze zagen het niet als een bedreiging dat ze hun job konden overnemen?

C: Ja, mensen denken niet vaak in die richting. Die denken vaak van, oh ja, dat is fijn dat we dat niet meer moeten doen. Die zware handeling. En dan hebben we minder werk, denken ze dan vooral. Maar ze staan er niet meteen bij stil. Uiteindelijk, wij zorgen wel dat uw werklust even hoog blijft.

Dus op een gegeven moment gaat er wel iemand tussenuit moeten. Omdat dat werk gewoon niet meer moet gebeuren. Maar daar staan ze niet zo rap bij stil.

V: Oké, duidelijk. En werden er dan nog specifieke opleidingen of trainingen voorzien?

C: Ja, we hebben hier heel veel opleidingen voor gegeven. Voor de operators zijn er beperktere opleidingen, tot de absolute noodzaak. Want zij moeten op een vrijgaveknop duwen met hun voet. En wat kunnen zij zien aan die AGV's? En wat kan er gebeuren? Waar moeten ze op letten? Zo, teambegeleiders en werknemers krijgen dan een uitgebreidere opleiding. Als dit aan de hand is, dan zou je op die manier kunnen ingrijpen of kijken wat er aan de hand is. En de technische dienst heeft dan nog een grotere opleiding gekregen. Om echt onderhoud te gaan doen. En zwaardere storingen te verhelpen.

V: Oké, super. En werken de AGV's in een aparte ruimte waar geen mensen mogen wandelen? Of is er interactie tussen de AGV's en de mens?

C: De mensen wandelen overal door en er rijden ook treinen door. Bezoekerstreinen, vuilophalingstreinen. Met treinen bedoel ik, kleine logistieke treintjes. Nee, dus alles gaat daar door elkaar.

V: Oké, interessant. En zijn daar soms problemen mee? Zoals opstoppen bijvoorbeeld.

C: Opstoppen? Vroeger in het begin wel. Bijvoorbeeld dat een logistieke medewerker met zijn treintje aankomt gereden. En hij is ter hoogte van waar die AGV's ook rijden. Dan moet hij iets lossen van het materiaal. Dus gaan afleveren in een productie. En dan stopt hij zijn treintje en zet hij dit gewoon, boenk, stil. Dit is voor mij het efficiëntste of het handigste. En dan was dat juist in het spoor van die AGV. En wij hebben gekozen voor AGV's die hem vast route volgen. In dit geval is dat een beetje less is more. Hoe simpeler en eenvoudiger de vaste route is, hoe minder storingen je erop gaat hebben. En dat die vast zouden lopen. Dus die AGV stopt dan. Die ziet, een halve meter voor mij is die trein. Ik moet hier wel naar rechts, maar je zit in mijn safety bereik. Dus daar hebben we toen, maar dat is snel geregeld natuurlijk. Oké, dit zijn de vaste stopzondes voor de treinen vanaf nu. Je moet met die treintje tot daar rijden. En dan ben je uit dat veiligheidsgebied van die AGV. En dan was dat in orde. Een andere zaak was twee richtingsverkeer van treinen. Je moet met stoplichten gaan werken voor je treinen. Om tegen te houden op het moment dat die AGV komt. Want die AGV die rijdt gewoon rechtdoor. Die gaat niet achteruit gaan. Maar je trein ook niet. Dus als je op een bepaald moment een AGV en een trein hebt die in tegenovergestelde richting op elkaar afrijden, dan staan ze daar. Met een trein kun je niet achteruit rijden, een halve meter misschien. Maar dan knikken al die trailers die erachter hangen volledig. En die AGV is er niet voor gemaakt. Die moet je manueel gaan loskoppelen. Dus dat zijn zo wat dingen, dat we zagen van, oh hier moet je wel goed duidelijke regels en afspraken maken. Stopstrepen, haaitanden, verkeerslichten. En eenmaal dat dat gemaakt was en ingebed was en de logistieke operators allemaal wisten van: zo redeneren die AGV's en zo werken die AGV's. Dan was alles in orde.

V: Super. Ja, dan had ik ook nog... Wat is voor u zo goed verlopen? Wat had u liever anders aangepakt? Dat is eigenlijk ook al deels beantwoord. En ziet u momenteel nog verdere mogelijkheden qua automatisering binnen de processen hier?

C: Zeker.

V: En waar denkt u dan momenteel een beetje aan?

C: We bekijken ook voor in de logistieke magazijnen. Voor daar iets meer te gaan automatiseren. Zo die pickingen die je daar gaat doen uit je rekken. Voor daar automatisch te gaan werken. Dus dat is een onderzoekje dat loopt.

V: Dat zou dan AGV-assisted-picking zijn? Dat de ouderpicker pickt op de AGV's dat een nieuwe zich aanbiedt?

C: Dat is een mogelijkheid. Maar daar bekijken we ook opnieuw de meerdere mogelijkheden. Want enerzijds kun je een AGV gaan nemen die echt de verpakkingen uit de rek neemt. En dan ervan voorbereid wordt dat die verzameld wordt op een pallet of op een locatie. En dat je dat van daar in de vrachtwagen zet. Een andere is inderdaad wat je zegt van wat de assistent neemt. Dat is een onderzoek waar we nog alle mogelijkheden op bekijken. Dus dat is eentje. En dan in onze body-and-wide-omgeving. Daar hebben wij veel robots staan. Dus daar maken wij de body van de cabine. Die assembleren we daar met gigantisch veel robots. Meer dan honderd robots, en die robotcellen die worden bevoorraad. Daar zitten automatische rekschangers op, daar steken we ook grote emballages in met body-panelen. Als die rek leeg is. Die robot neemt die er vanzelf uit. Die zit in een vast, fixed rek. En als die rek leeg is, dan wisselt die automatisch met de rek die erboven staat. En dan staat er een nieuwe volle rek. En daar zijn we ook aan het kijken om die reks allemaal automatisch aan te vullen met AGV's.

V: Dus dat is ook een project dat we aan het bekijken zijn. Allemaal interessant, hè? Nog veel in de toekomst. Nee, super. Dan denk ik dat ik voldoende informatie heb. En dan gaan we naar het interessante deel. Kunnen we ze echt aan het werk zien. Bedankt voor uw tijd. Heeft u eventueel nog bedenkingen of aanvoelingen over het onderwerp?

C: Waarschijnlijk zullen we dat wel tegenkomen.

V: Super. Top, bedankt

Bijlage D - Respondent D

Interviewer: Victor Diepvens (V)

Datum: 16 april 2025 om 17:00

V: Oké, super. Ik zal mezelf voorstellen en dan stel ik voor dat we er gewoon meteen in vliegen. Ik heb hiervoor mijn interviewleidraad en dan gaan we daar gewoon stapsgewijs doorgaan als dat oké is voor u.

D: Prima.

V: Oké, ik ben dus Victor Diepvens, student Handelswetenschappen aan de UHasselt, Supply Chain Management. Voor mijn masterproef ben ik eigenlijk de rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen in magazijnen aan het onderzoeken. Voorbeelden van zulke automatiseringen zijn AGV's, AMR's, AutoStore en via mijn prof meneer Braekers ben ik bij u terechtgekomen voor dit interview om zo de literatuur aan het empirisch onderzoek te koppelen en dan conclusies eruit te halen. Dus dat is kort wie ik ben en waarvoor het interview is. En nog even een heel kort vraagje over de publicatie. Ik ga dit dus opnemen en transcriberen en dan proberen te linken aan de literatuur. Mag uw naam publiek gemaakt worden of heeft u liever dat het bedrijf zijn naam en uw naam eruit wordt gelaten of vervangen wordt door X? En dan kan het wel online gepubliceerd worden. Het is helemaal up to you.

D: Oh ja, het ligt allemaal nogal gevoelig. Qua communicatie hebben we een wel strenge marketing afdeling die we eigenlijk willen dat als er iets is dat het allemaal via de woordvoerder passeert. Dus ik denk dat het beter is om te markeren met een X.

V: Geen probleem. Dan wordt het anoniem gemaakt en als het online gepubliceerd wordt, dan komt het in de databank van UHasselt. Dus ja, dan weten we dat en dan is het ook afgestemd. Dat is in orde dan. Goed, zou u uzelf eens kunnen voorstellen? Uw huidige functie en de inhoud van de functie en daarna natuurlijk ook bedrijf D.

D: Ja, mijn naam is respondent D. Ik ben ondertussen bijna elf jaar clusterdirecteur in X. Tien jaar geleden was dat 6.000 vierkante meter. Vandaag is dat 114.000 vierkante meter. Gestart met een ploegje van twee, drie mensen. Vandaag zijn het er 250. Ondertussen ook al gepiekt naar meer dan duizend mensen. Wij zijn een logistieke dienstverlener. Mijn rol is P&L verantwoordelijke, dus ik overzie de operaties. Ik ben dus eindverantwoordelijke voor de financiële resultaten, voor de kwalitatieve resultaten, naar de klanten toe, de service naar de klanten, enzovoort. Bedrijf D is een logistieke dienstverlener met nog steeds focus op fashion en lifestyle. Waarbij fashion voor zichzelf spreekt. We werken daar met veel plezier voor grote merken zoals Superdry, Guess, Abercrombi & Fitch. Dat trekt natuurlijk ook een heel aantal kleinere merken aan, omdat je toch een bepaalde expertise ophoudt door de jaren heen. Voornamelijk je leert de taal van de klanten wel spreken. Dat geeft automatisch wel een connectie als je in contact komt met grote of kleine merken. We werken sowieso omni-channel, waarbij we meebewegen met de behoeften van de consumenten. Dat zijn periodes waarin de mensen, en dat was dan vooral met Covid, waarin mensen vooral B2C, dus vooral e-commerce, zouden kopen. Vandaar dat dat zich een heel stuk verlegt terug naar B2B. Dat is voor

ons de winkelstraat en de wholesale. Zeker en vast op het vlak van fashion. Lifestyle is vooral wat niet per se fashion is. Ik heb wel eens wat speelgoed bijgekomen of een grote klant die we hebben is DB Journey met valiezen en koffers, dat is ook redelijk fashion en lifestyle gebonden.

V: Dank u. Hoe zien jullie huidige orderpickingprocessen eruit? We gaan meteen naar het orderpickingproces, want daar is ook waar het over gaat. Hebben jullie nog een manueel orderpickingproces en welke soorten automatiseringen zijn er? U mag deze eens oplijsten en kort toelichten.

D: We hebben zeker nog een manueel orderpickingproces. Eerst en vooral omdat niet elk orderprofiel geschikt is voor een automatisatie. In de tweede plaats omdat niet elk product geschikt is voor een automatisatie of past in de bins van bijvoorbeeld een AutoStore van 60-40-40, als dat iets groter is dan gaat dat niet. Sommige, dan is het wel orderprofiel gebonden, proberen toch redelijk gestandaardiseerde flows in automatisatie te krijgen. Laten we zeggen dat het vandaar dat het 50-50 is qua manuele stromen en automatiseerde stromen. Het tweede deel van uw vraag, welke automatisatie hebt u? Dat zal in drie grote lijnen zitten. Het eerste, en dat ligt niet voor de hand, want daar zit weinig uiterlijke tekenen van als je een magazijn wil kopen. Dat is alles wat met WMS te maken heeft, optimalisatie van de routers, orderpatches enzovoort. Daar zijn we echt al heel lang mee bezig. Om dat in de eerste plaats goed te krijgen, die algoritmes. En in de tweede plaats om dat soort processen op te automatiseren. Het gaat dan vooral over alerteren dat zaken niet lopen zoals gepland. Dat loopt echt al een hele tijd. Het tweede grote proces dat we geautomatiseerd hebben, is het sorteren van de uitgaande pakketjes. Dat is gewoon pure dispatch sorting, redelijk voor zichzelf sprekend denk ik. Ook niet volledig geautomatiseerd, maar dat komt nog wel. We hebben de AMR's rondrijden. Wacht even, ik moet oppassen. We hebben de AGV's, de Guided's. Van Hikrobot hebben we een installatie staan met 24 robots. Dat is moving shelves, goods to person. Waardat de robots, de rekken naar de pick & pack stations worden getransporteerd. En dan de meest recente en ook de grootste installatie is een AutoStore met 100.000 bins gekoppeld aan een verpakkingstraat.

V: Misschien eens wat meer inzoomen op de AMR's. U zei dat er een verschil was in de Assisted en de andere. Of is het altijd dat de AMR naar een vaste pickstation rijdt waar de orderpicker de goederen pickt. En dat de AMR dan terug de rekken waar ze opstaan naar het magazijn brengt?

D: Voor mij zijn dat AGV's, omdat die niet zo zelfstandig zijn als je zou denken. Die rijdt van QR-code naar QR-code en als die ondertussen of afgereden dan ook een code missen, dan staan ze stil. U kunt ook niet echt samenwerken met mensen, want de installatie is afgesloten. Zodra er iemand is de deur open gaat, valt de hele installatie stil. Vandaar is dat voor mij ondertussen een redelijk verouderde technologie. We hebben testen gedaan, twee jaar, met AMR's. Dat ging over autonome mobiele robots. Die werkten met een andere technologie. Die werkte met een mapping, en die dus zelfstandig door het werkhuis bewogen. Op de automatische, de kortste route koos enzovoort. Het principe was dat de mens in zijn bepaalde zone blijft, dat de robots naar bepaalde zones komen en in die zone samen hun taken afronden. De mens gaat naar de volgende robot en de robot gaat naar de volgende mens, in de volgende zone. Dat hebben we getest. Maar dat was voor ons financieel niet interessant. In de zin dat we de business case vooral gebouwd hadden op put away. Omdat onze picking productiviteit al redelijk hoog was. Dus daar hebben we weinig gewonnen. 5% misschien.

Maar dat geeft je terug weg als je onder andere onderhoud meetelt, dan was dat eigenlijk geen goeie deal. Dus veel redenen om dat niet te doen. Ale, veel redenen om het wel te doen maar het was financieel niet haalbaar. Dus daar zijn we gewoon mee gestopt. Maar de AGV's gebruiken we dus nog wel. Omdat dat een gekristalliseerd proces is. Zolang die behoefte aan dat proces blijft bestaan, kunnen we daar naar voort.

V: Dat zie je ook binnen de literatuur. Dat het verschil is tussen een AMR en een AGV. Dat een AGV voor geprogrammeerde routes rijdt. En de AMR bijvoorbeeld als er een obstakel is rond kan rijden. Dus inderdaad zijn dit dan eerder AGV's.

D: Ja, klopt, en dus de AMR's die we gebruikten. Die werken eigenlijk heel goed samen met de mensen. Er komen mensen in de gang en die stoppen. Dus dat voelt helemaal niet raar of onveilig.

V: Oké, goed.

D: Ah, ik ben nog een automatisatie vergeten die nu even stil staat. Maar dat is een Robotic Sorter. Om producten te sorteren naar 400 chutes. Maar die gebruiken we nu even niet.

V: Oké, super. En waarom is er voor bepaalde producten voor de AMR gekozen? En voor bepaalde producten de AutoStore? Dat is puur de productomvang, gewicht, lengte waarschijnlijk. Of zijn er nog andere redenen?

D: De AGV is gekozen op basis van een specifiek proces. Dat was put away van returns. Waar je in een magazijn normaal gezien vrij veel moeite hebt. Om unieke producten terug te gaan leggen op een magazijnlocatie, is dat hiermee niet meer nodig. Dus het wordt gewoon weggelegd aan de stations. Dus al die wandelafstanden zijn meteen weg. En dan als we naar AutoStore kijken. Hebben we gezocht naar een automatisatie die, hoe moet ik het zeggen? Klant agnostisch is en schaalbaar. Wat dat concreet betekent. Wij zijn een logistieke dienstvereniging. Dus dat wil zeggen, als we investeren. En je schrijft daarop op 10 jaar. De meeste klantencontracten lopen in eerste instantie voor 3 jaar. Dus de risico's voor 10 jaar geïnvesteerd zijn redelijk hoog. Vandaar dat het mogelijk moet zijn om verschillende klanten door elkaar in het magazijn te plaatsen en automatisatie daarop te kunnen laten draaien. Dat was AutoStore de meest geschikte voor de producten waarmee wij werken. En dan de schaalbaarheid is ook een vrij belangrijke, hoe groeien? Dus willen ook vrij vlot kunnen schakelen.

V: Ja. Dat zou dus bijvoorbeeld kunnen zijn dat er grids worden toegevoegd aan de huidige AutoStore. Of hoe bedoel je met de schaalbaarheid?

D: Ja, dat kun je makkelijk. Je kunt dat in een groot bins bouwen. Vandaag zijn er 100.000 bakken. Dat hadden we ook gedaan in twee fases. We hadden begonnen met 25.000 bakken. En dan verder opgebouwd naar 100.000. Ook in twee stappen dus.

V: En die bins, zijn die ABC geclassificeerd? Binnen de AutoStore? Of is dat al random? Want ik heb het nog nooit fysiek in het werk gezien. Dus dat zijn allemaal bins onder elkaar. Stel, hij moet de derde bin hebben, dan zet hij de twee bovenste weg.

D: Ja exact: wat je dan krijgt natuurlijk, want hij ziet wel welke bins er het meeste opgevraagd worden. Dus de niet-gebruikte zakken automatisch dieper weg in de stapels. En de meer gebruikte

komen automatisch meer boven te staan. Wanneer is dat lastig? Ik zeg maar eens, we zetten standaard verkoopmodus. En er worden op een gegeven moment site-wide kortingen gegeven. Dan weet je dat er veel zal moeten gegraven worden door de robots. Seizoenswisseling kan ook zoiets zijn waarbij je nog geen historie hebt van nieuwe producten. En dan moeten we eigenlijk de machine wat voorsprong geven. Maar als we die kwartier 20 minuten voorsprong geven, dan lukt dat wel om alle stations tijdig te blijven bevoorraden.

V: Oké, interessant. En waren er specifieke doelstellingen en KPI's gekoppeld aan zowel de AMR's als de AutoStore? Uiteraard wel, maar misschien kan u een paar geven.

D: Ja, uiteindelijk ja. Bij de AutoStore is er sowieso een business case gebouwd waarin de stijging in productiviteit, verpicking en het minder gebruik van vierkante meters, dat is een dense opslag, moet zorgen voor een snelle terugbetaling. Een korte ROI, zoals men dat noemt. En dat tekent dat wordt vertaald in KPI's, in bin presentaties enzovoort. Super.

V: Clear. Ik veronderstel dat er voor de automatiseringen alles dan manueel gebeurde. Hoe stonden de mensen tegenover de komst van zulke automatiseringen? Is daar in het begin duidelijk over gecommuniceerd en hoe is dat naar de mensen toegebracht? Bekeken ze dat als een bedreiging of misschien alsof ze het baan gingen verliezen?

D: Ik denk niet dat mensen dat echt als een bedreiging gezien hebben. Voor ons was het vooral om te kunnen blijven groeien, terwijl het eigenlijk moeilijker en moeilijker wordt om mensen te vinden die willen en kunnen doen. Als ik zeg dat we periodes gehad hebben van meer dan duizend mensen hier in Grobbendonk, dan weet je dat er heel veel mensen tussen zitten die je eigenlijk beter niet engageert. Omdat ze nauwelijks kunnen lezen of niet de betrokkenheid hebben. Ook logisch, je kunt ze niet verwijten. Maar die niet de betrokkenheid hebben om hun job goed te doen of niet de inzicht hebben om op kwaliteitsval te werken, laat staan productief. Dit helpt ons om klanten overkoepelend makkelijker ervaringen op te bouwen met minder mensen. Dus meer ervaringen op te bouwen met minder mensen. Meer kennis. En eigenlijk dus een betere service aan de klant te geven.

V: Oké. Ja, super. Zijn er dan mensen ontslagen of zijn er mensen andere zaken moeten gaan doen? Een beetje jobrotatie, zo'n zaken.

D: Jobrotatie zat er altijd al in. Een stuk van die flexibiliteit is eigenlijk onze business. Dus mensen verwachten toch wel dat ze een aantal verschillende jobs kunnen. En als we retouren behandelen, dat is orderpicking, dat kan ook inboundverwerking zijn. Eigenlijk verwachten we van mensen die bij ons werken dat ze verschillende taken, verschillende processen beheersen. Dus in die zin is dat een process dat erbij komt. Wat voor veel mensen plezant is. Waardoor we toch ook wel merken dat voor een aantal, het vraagt toch iets van de instelling om aan een machine te staan. Dan rond te lopen in een magazijn. Zijn mensen die eigenlijk uit zichzelf een stuk vertrekken. Dat zien we wel gebeuren. En als ons personeelsbestand sterk geslonken is, dan heeft dat veel te maken met, niet met de automatisatie. Het zal een stukje meegespeeld hebben, maar niet met de automatisatie. Dat is zeker niet de hoofddriver.

V: Maar dan zag je wel misschien dat er een beetje monotonie was. Omdat ze de hele dag moesten picken. En daardoor vertrokken bij sommige mensen.

D: Ja, sommige mensen omdat je eigenlijk een ander soort alertheid hebt. Je moet ook een stukje doen wat de machine zegt. Hun eigen inbreng is zeker in het begin niet zo heel groot. Of ze zien hem niet direct wat hun eigen inbreng is. Stap van dingen manueel. Ja, manueel doe je eigenlijk wat je wilt. Met de machine doe je dat niet. Dan doe je niet wat je wilt. Dan moet je eigenlijk een stuk, je dozen vullen moet anders. Moet meer meezuigen, dat soort zaken. Er is meer controle op en sommige mensen vinden dat dan lastiger.

V: Ja, dat klopt. Je ziet ook bijvoorbeeld als het gaat over AGV-assisted picking. Dat de job tevredenheid hoger is als mensen de robot mogen leiden. In plaats van die te volgen. En zo'n zaken. Er is altijd wel een invloed daarop.

D: Dat is echt wel zo, ja. In de manuele situatie hadden veel mensen meer het gevoel dat ze meer impact hadden op hetgeen dat ze wilden. Terwijl dat niet helemaal klopt. Ook in de automatisatie hangt het af van hoe mensen zichzelf organiseren. Plus ook heel de organisatie. Technisch marcheert dat machine, maar de organisatie, wanneer welke in-feed, wanneer welke orders picken. Heeft echt wel een grote impact op de efficiëntie van het hele proces. Maar sommige mensen zien dat niet.

V: Ja, klopt. Literatuur zegt ook dat als ze een hogere efficiëntie zien, dat hun weerstand minder is uiteindelijk. Maar ze moeten het wel inzien, dat is soms niet mogelijk bij iedereen.

D: Nee. Het proces wordt ook meer opgekap. Je hebt minder het gevoel dat je... Ik kan me dat voorstellen. Ik weet het zelfs zeker, mensen hebben minder het gevoel dat ze bijdragen. Dat is voor mij ook belangrijk. Voor jou ook waarschijnlijk. Je wil impact hebben op je omgeving.

V: Ja, exact. Nee, duidelijk. Dus over het algemeen is het aantal orderpickers afgenomen, toegenomen of hetzelfde gebleven? Na de implementatie van de automatisering.

D: Het aantal orderpickers is inderdaad afgenomen, anders heeft het weinig zin. Het tweede luik van de automatisatie is een automatische verpakking. Dat maakt ook een groot verschil. Zowel op orderpicking is de behoefte een stuk minder.

V: Dus het drijfveer is dan ook minder werknemers waardoor de kost gaat dalen.

D: Ja, absoluut, de eerste is dat automatisatie ook geld kost. Daar kunnen ook veel mensen van betalen. Dat zou je gerust een paar jaar manueel kunnen voortdoen. De angst was altijd dat we niet genoeg mensen zouden vinden. En dat we met hetzelfde aantal mensen, het is nu iets minder, maar dat we meer volumes zouden kunnen doen. Wat we nu met te kampen hebben en dat is zeer storend, is dat de volumes voor veel klanten dalen. Het wil gewoon zeggen dat de consumptie inzakt. Dat is wat ik wil zeggen. In het huidige klimaat geven mensen minder geld uit hun kledij. De combinatie van en automatiseren en dalende volumes heeft wel een stevig effect op de personeelsbezetting.

V: Ja, oké. En er zal ook een effect op hebben dat bijvoorbeeld die AMR's aan de kant zullen gaan staan. Of zijn die wel nog altijd fully operational?

D: Die AMR's zijn wel echt mee gestopt die waren gelist.

V: Ja, ik bedoel de AGV's, sorry.

D: Ah nee, de AGV's werken we gewoon mee door. Oké. Die zijn ondertussen al 4, 5, 6 jaar.

V: Oké. Goed, duidelijk. En dan nog een beetje de evaluatie van de implementatie. Achteraf gezien, bent u er tevreden over? En als u het opnieuw zou mogen doen, had u dat misschien anders aangepakt?

D: Oh, ik ben daar zeker tevreden over. Ik vind het echt bijzonder knap wat die technologie allemaal kan. En hoe dat we daar, erg fijn dat nog steeds mensen de beslissingen nemen. En dat mensen bepalen hoe het vlot functioneert van heel de installatie. Als je niet nadenkt bij hoe je orders erin steekt of welke voorraad je erin hebt zitten, enzovoort, dan werkt het niet. Dus wat zou ik misschien anders gedaan hebben? Een aantal zaken zijn puur theoretisch benaderd. Ik denk ergonomisch hadden we dat beter kunnen.

V: Wat bedoelt u net met ergonomisch aan de pickstations?

D: Ja, ze zijn wat mij betreft niet echt ergonomisch. Voor de ene mens wel hoog, voor de andere veel te laag. Nee, dat is niet waar. Voor de meeste mensen staan ze te hoog. Dat is gewoon vermoeiend. We kunnen dat wel oplossen met een platform om te bouwen, maar dat ziet er dan ook wel zo'n onnozel uit. Dus dat zou ik denk ik anders gedaan hebben. En dan een conveyor. We hebben redelijk bespaard op wat we als secundaire zaken beschouwen. Dat is de conveyor installatie. Hadden we het beter ook anders aangepakt. Weten we dat de conveyor de bottleneck kan zijn. De capaciteit van elke stap moet op elkaar afgestemd zijn.

V: Logisch. Uit zo'n zaken leert je natuurlijk heel veel. Dat kan je allemaal meenemen naar de toekomst. Dan zijn we bijna op het einde. Dus eigenlijk als conclusie vindt u wel dat de mens een essentieel onderdeel blijft binnen een semi-geautomatiseerd geautomatiseerd magazijn?

D: Ja, absoluut. Ik vind dat ook belangrijk. Alleen was het denk ik voor een aantal mensen moeilijk om hun impact te blijven zien in hetgeen dat ze doen. Je krijgt denk ik meer het gevoel dat je maar een schakeltje bent in het hele proces. We zijn allemaal maar schakeltjes. Het is maar hoe je het bekijkt. Ik denk dat we dat change management vrij goed aangepakt hebben. Het is niet onverwacht dat er mensen zijn die dat minder leuk vonden. Zo iets opstarten gaat ook niet altijd vanzelf. Dat is ook frustrerend. Je denkt dat dat alle problemen oplost, maar dat is ook niet zo. Dat duurt even voordat iedereen het in de vingers heeft. Ik ben er echt tevreden over. De volgende stap is niet ver weg. Dat is dat AI de beslissingen begint te nemen.

V: Ik wou nog vragen wat de toekomstige stappen zouden zijn. Maar AI is dichterbij dan we denken. Dan zijn we nu tot het einde gekomen, zijn er nog bepaalde zaken waar u aan denkt of die u wilt toevoegen?

D: Ik ben wel benieuwd naar uw Thesis, en ik veronderstel dat dit een groter onderzoek kadert?

V: Dat weet ik eigenlijk niet maar ik zie wel dat er een doctoraatstudent bezig is met de rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen en dat meneer Braekers fan is van onderzoek naar human robot collaboration en dergelijke. Dus ik denk dat dit onderwerp wel relevante literatuur gaat opleveren de komende jaren.

D: Allright

V: Als er feedback is van de prof ik deze Thesis eventueel doorsturen, ik zou u heel erg willen bedanken voor uw tijd en dan wens ik u een fijne avond.

D: Bedankt, succes ermee.

V: Bedankt Tom, dag.

Bijlage E - Respondent E

Interviewer: Victor Diepvens (V)

Datum: 17 april 2025 om 9:00

V: Mag ik dit interview opnemen?

E: Tuurlijk

V: Yes, ideaal. Goed, dus ja, mijn naam is respondent E, ik werk momenteel 31 jaar bij E. Dus eigenlijk vanaf dag 1, zeg maar, dat we hier in locatie E verzeild zijn. Het toeval wil, omdat ik vanaf Automotive kom, Johnson Controls, dat gebouw is waar dat GTS nu zit. Dus het was geen lange stap om hier te komen. Heel veel rollen gedaan, vanuit een logistiek point of view. Zowel binnen- en buitenland voor E opdrachten gedaan, maar altijd wel logistiek gedreven. En altijd heel veel bezig geweest met uitbreidingen en vooral de operationele factoren. Vanaf de goederen voor de deur komen, dat ze DC terug verlaten. Daar ook de expertise in opgebouwd. Mijn uiterlijke rol is eigenlijk Principal Distribution Solution Delivery. Dat is een heel lange titel, om eigenlijk te zeggen, wij kijken naar alle opportuniteiten in de markt. Zowel de automatisatie als gewoon basismiddelen. Dat kan evengoed zijn, het ontleden van het Toyota Production system. Om te kijken, wat kunnen we overnemen in de logistiek. Dus niks is eigenlijk taboe. Maar we gaan altijd wel kijken, wat is de beste oplossing voor E. Op basis van onze business. En daarom dat we soms met sommige dingen verder gaan en met sommige dingen niet verder gaan. Dat is ook niet enkel die DC. Dat is voor oplossingen voor E wereldwijd, die we hier proberen uit te bouwen. En vandaar waar we ook heel veel bezig zijn geweest met basic automation, hybride modellen, samenwerking toe. Vandaar dat ik hier nu zit, om u hopelijk wat meer insights te geven en de vragen te beantwoorden.

V: Ja, inderdaad. En dan is bijvoorbeeld GTS iets, wat niet jullie core business is en transport wordt dan uitbesteed.

E: Ja, we hebben eigenlijk verschillende modellen over heel de wereld. In de U.S. bestaat eigenlijk de transportmodule niet. Dat noemt ik comfort routing. Daar worden eigenlijk de goederen afgehaald door de klanten zelf. Dus in de U.S. zit een heel systeem waar ze eigenlijk hun eigen transport regelen. In Europa hebben wij de filosofie van, wij leveren toch een deur van de klant. Maar we gebruiken natuurlijk partners. Enerzijds op de line haul, anderzijds gewoon op de hersorteringen, enz. En natuurlijk, we noemen het een beetje, wij betekenen de EMEA-regio. Dat is best wel groot. Daarom dat we ook veel partners hebben. Niet iedereen is even sterk in elk land. Ja, dat weet ik. En dat is waarom we een beetje de verspreiding proberen te doen. En wat volume verspreiden over verschillende grote carriers.

V: Oké, duidelijk. Misschien is het ook interessant dat ik mezelf eens voorstel. Ik ben Victor Diepvens. Momenteel zit ik bij Master Handelswetenschappen, Supply Chain Management. En mijn eindwerk gaat over de rol van mensen in geautomatiseerde logistieke processen in een wijkhuisomgeving. En dan was ik via Dennis Hoeks bij u terecht gekomen. En dan is de bedoeling van vandaag dat er op bepaalde topics ingegaan zal worden. Die ik dan eventueel kan linken aan de literatuur die ik reeds gezien heb in mijn literatuurstudie. En dat heb ik ook al bij andere bedrijven gedaan. Daar zijn wel

mooie zaken uitgekomen. Dus dat gaat hier ongetwijfeld ook wel. Feitelijke gegevens, dat heeft u allemaal al voorgesteld. Hoe lang actief en dergelijke. En ook de kernactiviteiten van E. Dat is eigenlijk wel duidelijk. Misschien nog even de kernactiviteit van de DC.

E: Als je kijkt naar de purpose van DC zal ik zeggen. Belangrijk om te weten is dat wij eigenlijk op deze moment drie belangrijke pilaren van het DC ondersteunen. Het grootste volume is eigenlijk gerelateerd aan de wholesale business. Dat zijn de grote klanten waar de gigantische volumes naartoe gepompt worden. De JD's van deze wereld, de Footockers, je noemt ze maar op. Dus daar worden de grote volumes naartoe geprocesd. Dat heeft natuurlijk ook te maken met inkoopstrategieën. Hoe je je product op de markt wil zetten. Dat zijn de grote slokkoppen in volume. Waar er een heel diepgaand partnership mee zit. De tweede lijn is het retail kanaal. Retail gaat heel dikwijls naar eigen deuren of naar partner deuren. Dat zijn bijvoorbeeld E Town Londen, Berlin, maar evenzeer de Factory Store in Maasmechelen of in Roermond. Of wat dan ook of een partner deur E United. Waar we eigenlijk specifiek een bepaald kernproduct gaan positioneren. Waar we ook heel dikwijls value-added service gaan doen. Een value-added service kan zijn beveiliging van producten. Pricing van producten. Of wat specialekes toevoegen. Maar dat is altijd op maat. En dan de derde pilaar is eigenlijk een e-commerce pilaar. Dus waar je eigenlijk onder één dak een omnichannel gaat afdichten. In dit verhaal is de meerderheid van wat we hier doen footwear georiënteerd. Het is 100% schoenenbusiness. En er zit ook nog een heel klein aantal promo in. Dus promo wat dan naar de events of de clubs of de atleten gaat. Maar dat is dan multi P.E. Om het nog wat moeilijker te maken. Dat is zowel kledij, accessoires als schoenen eigenlijk. Maar dat is een beetje een niche. Waar dat wel arbeidsintensief is. Maar dat is niet de grote volumes die je in de markt zet. Maar de corebusiness is eigenlijk schoenen. Voor alle verschillende pilaren in onze omnichannel approach eigenlijk.

V: Ja, dan is de kans groter die schoenen die ik nu aan heb. Dat die hier zijn gepasseerd. Die komen van de Footlocker denk ik in Hasselt. En dan zullen we wat meer inzoomen op het orderpickingproces. En de soort automatiseringen die binnen het orderpickingproces plaatsvinden. Hoe ziet misschien de inbound flow eruit naar outbound? En welke handelingen en dergelijke worden er gedaan? Hoe ziet het algehele orderpickingproces hier binnenuit?

E: Het is heel belangrijk, zeker als je ergens de brug wilt maken naar automatisatie. Is het heel belangrijk dat je de filosofie van dit TC begrijpt. Want als we hier naast hebben gezeten, dan hebben we een heel andere situatie. Omdat we daar een totaal ander proces hebben. En dat heeft te maken met het product dat behandeld wordt. Nu als je kijkt naar de filosofie die wij volgen. Als we die DC's bouwen. Dan zijn er eigenlijk drie startpilaren waar we altijd rekening mee houden. De eerste is, maak het zo simpel mogelijk als we kunnen. Dus probeer complexiteit weg te houden. De tweede pilaar is flexibiliteit. We zitten in een veranderde wereld. Als we dit TC gebouwd hebben, hadden we geen idee wat de impact van COVID zou zijn. Gelukkig hadden we wel een paar dingen voorzien dat we konden switchen. Om maar aan te geven dat flexibiliteit heel belangrijk is. In zo'n groot gebouw dat hier staat. En dan de derde, en dat is het moeilijkste van allemaal. Als het werkt, schaal het dan. Maar op een manier dat het nog simpel en flexibel blijft. En schaalbaarheid, als het misgaat staat op schaalbaarheid. Ook met automatisaties bijvoorbeeld. Maar daar komen we straks nog wel even op terug. Nu als we dit DC gebouwd hebben. Dan hebben we bepaalde trade-offs genomen. En een ervan was van, wat heeft toegevoegde waarden en wat heeft geen toegevoegde waarden. In een

traditioneel DC werd er vroeger heel dikwijls gekozen om palletopslag te genereren. Goederen kwamen binnen, werden per maat op een pallet gezet. En werden in een hoogbouwmagazijn geplaatst. Voor ons had dat absoluut geen toegevoegde waarden meer. Waarom? Wij gingen geen overslag doen aan paletten. Wij gingen die toch ontmantelen, zeg maar. We gingen die op euro-paletten zetten, dan noem het maar op. Of we gingen die gewoon loose-loaded wegsturen. Maar we wilden wel flexibiliteit en simpel. We hebben gezegd van, we gaan een DC bouwen, waar dat in een inbouw kan, geen enkel pallet aan te pas kan doen. Dus we gaan voor losse carton-opslag. Dat wil zeggen dat uw inbouwproces relatief simpel is. Vrachtwagens komen door de poort. Je moet niet echt een plan maken van hoeveel kartons gaan op een pallet en whatever. Die worden gewoon tegen hoge snelheid op het systeem gegooid. En je gaat naar een hoogbouwmagazijn, waar we 2,2 miljoen kartons kunnen opslagen in 96 verschillende hoogbouwkramen. En die worden eigenlijk gewoon random verdeeld. Zonder dat daar al te veel A, B, C-klassificatie achter zit. En de reden is gewoon dat heel die berekening, dat werkt alleen maar als je high-bay leg is. Als je constant 95% gevuld zit, dan heeft het allemaal geen zin meer om daar modules op los te laten. Maar, met één belangrijke side-note. Als je kiest voor flexibiliteit en schaalbaarheid in de simplicity, dan moet je natuurlijk zorgen dat je die snelheid hebt om dat uit te halen. Ons inbouwproces is eigenlijk voor 50% overgedimensioneerd ten opzichte van ons afbouwproces. En de reden is gewoon dan, als een container binnenkomt. Meestal komt dat in bulk binnen. Want die schepen komen in het weekend toe. Die gaan die apart zoeken. Dinsdag is dat hier meestal in een bulk. En we willen zo snel mogelijk dat product beschikbaar hebben om uit te leveren. Daarom dat we eigenlijk een capaciteit gebouwd hebben waar we heel snel kunnen ageren om dan terug af te rijden. Maar waarom? Omdat we dat product willen vrijmaken. Dus we gaan niet zeggen van, we hebben al een dag 10.000 recieven en we zullen wel binnen een week zien dat dat in orde is. Dus we proberen dat zo snel mogelijk binnen te halen. Dat wil eigenlijk zeggen dat het inbouwproces een heel basisproces is waar relatief weinig mensen werken. Want een container zit een pak 1000 kartons in. Ze lossen ongeveer 1000 kartons per uur per container. De installatie kan 9000 inbouwkartons per uur verwerken. Hoogbouwkranen kunnen die makkelijk wegzetten. Dus daar zit niet zoveel logica tussen. Er zit wel looike in om dat al netjes weg te zetten. Maar dat is eigenlijk niet complex. En als eigenlijk buiten het opzetten is dat volledig geautomatiseerd. En waarom is dat geautomatiseerd? Omdat dat iets is waarvan we weten dat heel makkelijk af te lijnen is. Want we weten dat een schoendoos niet veel groter gaat worden. Want het gaat niet in één keer zijn dat de gemiddelde schoenmaat 56,5 wordt. We weten nog altijd wat die curve ligt. Dus we zijn er redelijk zeker dat deze doos de stammer gaat blijven de volgende jaren. Waarom? Omdat we die automatisatie kunnen doen. Want dat is eigenlijk een beetje een tik in de box. Dus inbouwt bijna 100% geautomatiseerd buiten het ontladen. Natuurlijk zitten we met de voorraad in een Highbay. Dus we houden voorraad bij voor alle landen, alle klanten, alle channels. En het is natuurlijk vanzelfsprekend dat, met de economische situaties die er geweest zijn, dat we soms iets langer voorraad gaan bijhouden op de shelf last minute. Waarom? Klanten gaan wat risicospreiding doen. Als het hier zit, dan zit het niet bij hun. En dan is het toch niet betaalbaar. Dus als je daar een replenishment-model achter zet, wat je bij wijze van spreken alle minuut kunt uitleveren, dan heeft dat wel wat voordelen. En dat is een belangrijk punt om te begrijpen hoe onze picking-afdeling werkt. We zaten in een configuratie dat we een omni-channel moesten bevoorraden. Dus wat de wholesale, wat de retail, wat de digital. Je kunt dat heel complex gaan maken en zeggen van, we gaan voor elke flow een bepaalde SLA afspreken. En we zien van, daar 5 dagen voor, daar

1 dag, daar 2 uur. Hebben we gezegd van, vanuit de filosofie van simplicity, gaan we alles designen ten opzichte van de kortste doorlooptijd die we nodig hebben. En de kortste doorlooptijd zit op digital. Waardoor we de ambitie hebben om het moment dat een order beschikbaar komt, tot het moment dat het moet uitgeleverd worden, of dat het klaar is om vertrek. Dat mag nooit meer dan 6 uur tussen zitten. Nu, als je daar je flow op designt, wil je automatisch zeggen dat het ook voor je retail en voor je wholesale werkt. Nu, niet dat we dat nodig hebben, maar het is wel zo gededignd. Als we dat willen, kunnen we dat. Dus dat je alles in één kanaal doorduwt. Waarom? Omdat, vanuit een designprincipe, is er een gigantisch verschil tussen een digitale markt en een wholesale markt. Units per carton, om maar iets te zeggen. Als je voor de eene, 10 units met vershippen zijn dat 10 kartons, ten andere is dat 1 karton. Je materiaalhandeling, je handeling, je laadwijze, dat is een groot verschil. Dus vandaar de snelle leadtime. En we proberen, omdat die drie flows op elkaar afgestemd zijn, kunnen we elk uur van alles een bepaald volume meenemen. En omdat we dat kunnen doen, slagen we er natuurlijk in dat we kunnen balanceren. Ik ga het woord levelen niet in de mond nemen, want dat kunnen we niet. En de reden waarom dat niet kunnen is, we werken niet met een frozen plan. In onze business, als je dat vergelijkt met automotor bijvoorbeeld, zijn er in onze business, in de logistiek, twee dingen redelijk uniek. Dat is fluctuatie en unpredictability. Ik weet wel ongeveer wanneer de mensen online komen om te bestellen, maar ik weet niet exact wat ze gaan bestellen. Maar ik moet wel binnen zes uur ageren. Dus vandaar dat we proberen te anticiperen. En als die units binnenkomen, gaan we die meenemen. Dus daarom ook dat wij 24 plannen per dag maken. Uur per uur per uur. Om net in te spelen en niet te bufferen om het allemaal neergedaan te krijgen binnen de uren. Maar dan hebben we natuurlijk wel een picking-afdeling nodig die heel efficiënt werkt. Hoe hebben we dat gedaan? We hebben gezegd dat we voor een systeem gaan van always available on the shelf. Always available on the shelf is eigenlijk een beetje zoals een supermarkt gebeurt. Maar dat onderscheidt dat er wel een paar spelregels zijn die in onze business belangrijk zijn. De eerste spelregel is dat je goed analyseert hoe uw klanten orders geplaatst worden. Bij de schoenen is dat relevant. Waarom? Omdat 80% van de orders die geplaatst worden, die blijven zoals wij noemen binnen de materiaal. Bij een bepaald product. En je hebt daar 22 sizes in. Stel een size 1 of 2. Natuurlijk, als je ervoor zorgt dat je materiaal in dezelfde gang staat, en 80% van je orders bestaan van hetzelfde materiaal, dan heb je niet veel automatisatie nodig en kun je rechtstreeks in het karton gaan picken. Als dat digitaal is, dan is dat 1 op 1. Maar dan is het gewoon shoppen en meenemen. Dat is facet 1. Dat is hoe je je product opzet. Dat is de reden waarom we in dit IC bewust gekozen hebben voor een pick-to-order concept. Lees pick-in-to-shipping kaarten met een heel kleine pick-and-pass functionaliteit, omdat we vier levels hebben, dat we het product doorgeven van level naar level via het systeem. In een ander DC is dat pick-to-batch. Met een pouch systeem waar je automatisch zakjes rond travellen om sequencen uit te sorteren. Maar waarom is dat? Kledij kan veel meer doen dan in een karton.

Veel meer variabiliteit, minder maten. De kans dat je daar heel veel verschillende materials in in een karton steekt is relatief groot. Dat is bij de schoenen niet het geval. Daarop het onderscheid tussen waarom pick-in-to-shipping kaarten. Dus materiaal clusteren in dezelfde gang. En alle materialen verspreiden om een beetje workload balancing te doen. Maar natuurlijk, je weet nog altijd niet wat je moet doen. En je wilt niet stilvallen. Dus vandaar dat eigenlijk het geheim zit in het herbevoorraden van een locatie. Want, zolang ik genoeg product heb uit de grijpvoorraad, is er geen probleem. En

als het bijna op is, moet ik heel snel kunnen replenishen. En daarom dat wij met een concept werken wat dat noemt Now & Next. Gecombineerd met home locaties en free seats. Nu klinkt het allemaal complex, maar is het eigenlijk niet. Want wat er eigenlijk gebeurt is van, want binnen dat er een nieuwe intro komt, elke drie maanden hebben we nieuwe intro's, dan gaan we eigenlijk de material met al zijn SKUs toekennen aan locaties. En die blijven daar tot als ze einde lifecycle zijn. En dat is de home locatie. En in de home locatie staat altijd een Now en een Next karton klaar. Lees twee kartons achter elkaar. Maar dat zorgt niet dat je de fluctuatie kunt opvangen. Dat is gewoon een soort safety stock. Wat is het verschil tussen Now en Next? Now wil zeggen dat we dat nu gaan gebruiken in dat plannetje van een uur, maar de fluctuatie gaan we er ergens anders uithalen. En dat gaan we uit de free seats halen. Stel nu dat we een order binnenkrijgen van achttien units. Meestal zitten er zes paar schoenen in een standaard karton. Ik heb er twee op de shelf staan. Met een Now en een Next en twee kartons. Ik zou kunnen zeggen, ik pick die twaalf en ik moet er nog ergens zes bijvullen en het is opgelost. Zo gaan we niet te werk gaan. Wat we gaan doen is, we zeggen we hebben achttien paar schoenen. Dat zijn drie factory cases. We gaan die uit ons hoofdbouwmagazijn halen. Die grijpvoorraad van twaalf blijven af. We gaan die drie kartons tijdelijk in free seat locaties steken die in dezelfde gang staan. En die eigenlijk al helemaal vanaf dat uurtje moeten gebruikt worden. Dus die drie komen naar toe. Die worden geactiveerd. Die worden weggepickt zal ik zeggen. En die worden terug vrijgemaakt voor een nieuw product dat er misschien een uur daarna komt. En waarom is die grijpvoorraad zo belangrijk? Bij digital of e-commerce is de kans relatief klein dat ik er aan zes geraak. Ik krijg in dezelfde moment een orde van een paar schoenen. Dan pick ik dan het grijpvoorraad van twaalf. Dus kort door de bocht, kunnen we er altijd voor zorgen dat we nooit meer als een full case quantity min één uit de homelocatie picken. En als het zeven is. Eén van zes plaatsen plus één unit wegnemen. En dan blijven er nog elf over. En die laatste is eigenlijk om de overgang van window naar window of wave naar wave te pakken. Want als je dat juist de laatste minuut gepickt hebt. Dat karton is niet op twee minuten daar, voor bij te vullen. Dus dat is een baasconcept. Maar natuurlijk, we hebben natuurlijk met al die single cartons erachter steken. Hebben heel veel outbound capaciteit. We kunnen negenduizend cartons uithalen per uur. En wat we eigenlijk doen is van. We werken eigenlijk met min en max. Safety stock triggers. Dus wat er eigenlijk gebeurt is van. Als er plaats is. Dan gaan we automatisch bijvullen. Dus we weten alle dimensions van het product. We weten wat er op locatie zit. Dus op het moment dat er ruimte vrij kan. Gaat die automatisch zeggen. Je mag bijvullen. Dan wordt die karton automatisch op het hoogbouwmagazijn gehaald. Die valt op een van de toegewezen replenishment spurs. Operator pickt dat op, wordt naar locatie gestuurd. En gaat de voorraad terug bijvullen. Dus eigenlijk is dat een self-fulfilling proces. Als je die SKU niet aanraakt. Dan gebeurt er niks. Als je die frequent aanraakt. Blijft die constant bijvullen. Nu, we willen natuurlijk quality at source en we willen geen defects doorgeven. Hiervoor hebben we ons eigen en paar kritische rules opgelegd. En dat is. Als het order niet kan vervolledigd worden. Kan de pickopdracht niet afgekickt worden. Dat wil zeggen van. Als storage niet op tijd bevoorradt naar replenishment. Als replenishment niet op tijd bevoorradt naar het pickingcompartiment. Licht het hele pickingcompartiment stil, dat is relatief confronterend. Maar dat is de enigste manier om root cause problem solving te doen. Want in het verleden hadden we een systeem. Dat noemde wait and see. En meestal was dat in de verlading. Die moesten liggen rondbelgen. Ik heb nog een karton nodig. Wat zit daar? Het stond hier een vloer vol kartons die niet afgewerkt waren. We hebben het gewoon omgedraaid. We hebben gewoon gezegd van. We geven

geen defects door. Dus iedereen in de keten op die korte lead time moet zorgen dat zijn zaak afgehaald is. Want anders gaat de volgende niet kunnen beginnen. In die context moet je het even bekijken. Zo en zo loopt het eigenlijk. Wat dat er natuurlijk voor zorgt. Dat dat een relatief gestroomlijnd proces is. En dat werkt gewoon heel simpel. Elke vijf minuten doen we een inventaris check. Van hetgeen erbij gevuld is en weggegaan is. En als dat product volledig is. Om een pick trolley. Of een pickpakket te kunnen activeren. Dan wordt er een opdracht door gestuurd. En dan kunnen ze beginnen. Als dat niet is. Dan moeten ze wachten. En dan moet het probleem opgelost worden. Dus dat is hoe dat systeem zit. Om die korte doorlooptijden te kunnen garanderen. Dan komen we eigenlijk in de zone. Waar de finale controle naar toegevoegde waarden gebeurt. Wij gebruiken een Manhattan systeem. Dat is een user systeem van een WMS eigenlijk. En daar wordt eigenlijk de finale eindcontrole gedaan. Dus we gaan het ook laten doen door de persoon die de pick uitgevoerd heeft. Die gaat zichzelf moeten afdichten in het systeem. Ook daar weer op. Als je weet dat je het zelf moet perfect afhandelen. Je gaat ook iets meer gemotiveerd zijn. Om in het begin van het proces het juiste te doen. Want anders moet het toch terug. Met het toch gaan oplossen. Dus je kunt niet uitchecken. Eigenlijk is het gewoon een basic check-out. En we komen er natuurlijk nog wel bij. Als er een VAS moet gebeuren. Dan komt er eigenlijk een foto op het scherm. Wat er op staat wat ze moeten doen. Omdat als je een procedure moet gaan uitleggen tegen een paar duizend mensen. Dat is niet zo evident. Dus als je meteen een foto kunt zien. Dan doe je totaal plakken. Dan is dat relatief gemakkelijk. Op het moment gaat die doos dicht. Die wordt afgeduwd. En dan gaan we nog eens door een RFID tunnel passeren. Die RFID tunnel. Die wordt meer gebruikt. Voor de grey market zal ik zeggen. Als het product ooit opduikt. Wat we dan niet verwachten. Dan weten we wat dat komt. Omdat RFID technologie. We weten natuurlijk wel wat er gelinkt is. Maar RFID technologie heeft vandaag nog altijd zijn beperkingen. Voor schoenen werkt dat perfect. Maar als je honderd stuks kledij in een doos steekt. De reading kans 100% is relatief beperkt. En het is een strict schip snelheid. Dat kan hem behandelen, dan is dat proces is afgedicht. Dan gaan we naar het verlaatscompartiment. Dat is de shippingzone. Elk doos heeft al een bestemming. Er zijn twee grote opties. Of we laten het los in een vrachtwagen. Wordt automatisch gesorteerd door onze sorteermachines. Of het wordt op een pallet gezet. Een pallet gezet op maat van een klant. Of een pallet gezet om later een proces te crossdocken. Wat heel dikwijls voor een e-commerce business gebeurt. De deur is gewoon dicht. Seal erop. CMR en wagen is weg. En de volgende in lijn. Dus eigenlijk van het hoogste niveau. De shippingcontainer komt toe. De enige handeling die gebeurt is. De postjes worden gewoon op een band gezet. Worden automatisch weggezet in het hoogbouwmagazijn. Elk product dat we beschikbaar hebben. Heeft een vaste locatie in het pickmagazijn. We picken rechtstreeks in het shippingcarton. We gaan bijvullen. Als we fluctuaties hebben. Gebruiken we de free seats. We kunnen pas beginnen als alles op zijn plaats ligt. Oudertje wordt gepickt. Automatisch bijgevoerd. Wordt gevalideerd. Wordt geclosed. Wordt afgeduwd. En gaan weg. Dat is eigenlijk de belangrijkste flow. We hebben parallel nog een andere flow. Je gaat volledig automatisch buiten lossen en laden. En dat is eigenlijk de factory carton flow. Als een klant zes paar units bestelt. En er moet niets speciaals aan gebeuren. Dan gaat hij rechtstreeks in zijn factory carton. Naar de klant. Die komt uit het hoogbouwmagazijn. Wordt een nieuwe barcode overgeplakt. En die gaan rechtstreeks na het verladingsproces. En die units verdwijnen.

V: Oke dus elke carton in de highbay zitten zes paar schoenen in?

E: De meeste zitten zes paar schoenen in. Als dat bijvoorbeeld kinderschoenen zijn. Dan zitten er twaalf. Maar bij de schoenen. Zitten er meestal zes paar schoenen in. En dat is ook makkelijk voor mensen die ordens plaatsen in het bestand. Ik bestel in veelvoud van zes. Dan kan het zijn dat ik best wel wat factory cartons krijg, wat voor hun ook gemakkelijk is om te verhandelen. Maar als ze zeggen. Ik wil per se die musical size samenstellen, een doos met allemaal verschillende maten. Dan doen we dat gewoon in ons pickingsproces. Dan gaan we eigenlijk herschuffelen.

V: Ja, want ik tijdens mijn bezoek op het derde verdiep geweest en daar reden de orderpickers echt nog met een pickcard rond, hier wordt dus nog alles manueel uitgevoerd en alles manueel aangevuld ?

E: Ja dat klopt. Nu we hebben heel wat ervaring. Met alles wat daar in de wereld bestaat van firma's die geautomatiseerde Warehouse toepassingen willen verkopen. Van de Magazino's van deze wereld. Tot de locussen. Tot Boston Dynamics. Die lopen hier elke maand de deur plat.

V: Magazino en Locus Robotics ben ik vaak tegengekomen.

E: Maar je moet natuurlijk wel weten. Maar ik heb net gezegd van, schaalbaarheid is niet onbelangrijk. Ik ben een voorstander. Van. hybride toepassingen. Dat wil zeggen van. Je gaat automatisatie doen. Waaraan het eigenlijk duidelijk is dat je het gaat doen. Hoogbouwmagazijn, 96 kranen. In een ideale wereld hadden er 96 mensen in gezeten. Daar zitten 0 mensen in. Waarom? Dat is opslag, uitslag, gigantische oppervlakte. Dat is niet zo complex, ik neem een karton, ik geef een karton en daar zit wat rules achter en wat onder sprinkler zetten met je brandbaar product. Maar voor de rest als je in je kernactiviteit komt. Dan moet je wel zien. Welk probleem je wilt toplossen. Wat is het grote nadeel van de Locus? Je hebt nog altijd iemand nodig. Die je in die karton gaat afvullen. En je moet je weten van als je pick in the shipping cart doen. Tegen de volumes die wij doen. Dan heb je op een gegeven moment. 400 robotten nodig. En we hebben dat hier getest maar dat is dus echt een robotinfarct want die willen allemaal dezelfde gang in, die kunnen daar niet in en dan beginnen die allemaal rond te draaien want ze hebben doos per doos bij. Ze proberen dan via een andere gang, via een andere gang, via een andere gang . Maar er is altijd een operator nodig, die die robotten één voor één moet wegsturen. En wat dat heel dikwijls gebruikt wordt is, wat je eigenlijk bepaalde volumes sporadisch nodig hebt, en wat je ze eigenlijk van punt A naar punt B stuurt over een langer traject. Maar de reden waarom wij geen sequencing systeem gebruiken, of geen dynamic buffer systeem gebruiken, is gewoon omdat wij de meerderheid van de volume, picken wij gewoon in één gang. Waar al die verschillende producten samen staan. Dus het heeft geen zin om daar die automatisatie toe te passen, want met een operator moet er toch een bij staan om die af te vullen. En hij kan maar karton per karton afvullen. Plus, wij doen omnichannel. Soms 1 unit in een karton, soms 6, soms 10, soms 4. Ja, en kan je de robot niet laten rondrijden met één karton, en kan je het manueel binnenstuur. Je pakt er 40 in één keer mee.

V: Ja, inderdaad. Want als we op dezelfde denkpiste zitten, is zo'n Locus toch dat de orderpicker bijvoorbeeld de schoendoos op de robot zet, en hij gaat dan naar een pickstation het afleveren. Dus daar kun je inderdaad geen 6 of 12 kartonnen op zetten. En op zo'n pickcard kun je er wel inderdaad veel meer op.

E: En want je moet je altijd de vraag stellen van, wat ga ik brengen? Natuurlijk, om rondleiding te geven is fantastisch.

V: Ja, dat is waar.

E: Want je ziet veel dingen bewegen, maar je moet altijd weten van, die robots gaan ook heel dikwijls in idle time staan. Want wij zitten in een fluctuerende business. Soms veel, soms weinig, soms dit, soms dat. Dus die robots zijn niet constant in bedrijf. Maar wat mensen heel dikwijls onderschatten is van, je moet ook nog wel... Wij werken 24-7. Je moet ook nog wel ondersteuning hebben die dat kunnen aansturen. Dus dat is een reden waarom niet iedereen met een vliegtuig mag vliegen. Dan moet je wel een bepaalde skills voor hebben om dat in de lucht te houden. En dat is wat heel dikwijls in onze industrie onderschat wordt. Dat is de helpchain die je nodig hebt. En vooral 24-7. Het moet werken, want als het niet werkt, stopt alles. En dat was een beetje waarom dat locus misgegaan is. Locus in isolatie, dat werkt.

We hebben een locus getest met twee gangen ofzo. Dat werkt perfect. Je robot komt naar hier, ik vul je, je rijdt terug weg. Allemaal geen probleem. Maar je begrijpt ook wel, als je er dan 400 rondrijden hebt, en die willen allemaal dezelfde gangen, en die moeten wachten totdat er een eerste terug weg is, dat is dus heel inefficiënt. En dat zorgt onrechtstreeks voor heel veel zaken waarvan je weet, eigenlijk is het een transportmiddel. Maar als het zo belangrijk was, had ik waarschijnlijk wel ergens een transportband korter bijgezet. Om die kartons af te voeren.

V: Het meest time-consuming proces van een orderpicker is transport. 50% is het rondrijden, of het wandelen met de pickcart. Dus daarmee zouden ze dat met zulke automatiseringen willen oplossen.

E: Maar het downside is, we spreken hier over 85.000 vierkante meter picking vloer. Op vier verdiepingen. En daar is het verschil. Wat je heel vaak al ziet is dat in de industrie, in de Nevede, waarnaar heel veel industrieunits, 10.000 vierkante meter zijn. Dan passen perfect rekken in, met europaletten. Dat je 15 gangen kunt maken van 3 meter breed, je hebt 15 poortjes van voor, en je hebt die picking voor de rekkenstal. Dus die benutten eigenlijk maar 3.000 vierkante meter. Dan is dat natuurlijk een heel ander verhaal. Als je dan product hebt, wat dan niet van natuur samen hoort, en je moet wat, ik zal wel zeggen, wat wordt dat heel dikwijls gebruikt, in de sparepartbusiness. Ik laat dat robotje vertrekken, ik moet wat remblokjes hebben, een remschijfje, en ik stuur die maar weg, en achteraan gaan we dat wat afhangen. Maar wij zitten hier met 85.000 vierkante meter. Als je hem op een bepaald niveau moet veranderen, dan moet je de lift doen, dan moet je naar beneden, dan krijg je die lift zelf bediend, of moet je dan weer iets anders doen. Dus het is vooral de schaalbaarheid. We hebben 240 pickgangen, verspreid op effectief 70.000 vierkante meter. Want de rest is voor material handling en uitcheck stations. Dus daar moet je op opereren. Dat is hetzelfde wat ik tegen u zeg, ik ga een Locus robot naar locatie E sturen, dat is drie kilometer van hier, en zo dadelijk ga je die unit bijsteken. Dat is niet relevant. Want je rijdt al tegen drie, vier per uur. Je krijgt dat niet belopen. Dus je moet altijd goed weten wat je hoeft. Beperkte ruimte, weinig operators nodig, en eigenlijk een soort doorgeefstelsel. Ik sta nu met een sector, dat passeert de robot, ik steek er iets in en je rijdt naar sector 2. Maar ons probleem is, iedereen moet in sector 1 zijn. En met grote volumes. En ik moet het ook nog eens onbevoren houden. Dus al die robots, die gaan voor congestie zorgen. En dan moet je naast een aantal bruggen van een klein uur, vijf minuten

checken bijvoorbeeld. Daarom dat dat voor ons niet relevant was, want we hebben al heel veel testen gedaan met robotarmen, enzovoort. Het is redelijk moeilijk om de mens te verslagen. Dat wou ik opkomen, inderdaad. Het is echt heel moeilijk. En daarom moeten we weten van, wil ik mijn flexibiliteit opgeven? En ga ik iets bouwen rond de robot? Want dat is bijvoorbeeld Magazino.

Magazino is eigenlijk een firma waar we zeven jaar geleden voor de eerste keer mee gewerkt hebben. En die hadden eigenlijk een systeem ontwikkeld om units te gaan verzamelen en eigenlijk naar een werkstation te brengen. Zo'n coach-to-person-principe. Het idee was, die reed een magazijn door, die had vanachter in zijn bek storageplaats voor twintig paar schoenen. En dan ging hij dat terugbrengen. Nu, wat was het probleem met Magazino? Wij stockeren dubbel-diep. Dat ging niet. Wij zetten zes paar schoenen op elkaar. Die kan er maar drie op elkaar. Dus eigenlijk moest je je magazijn volledig ombouwen en in plaats van 130.000 verschillende artikelen kon je er maar 60.000 meer zetten. In plaats van 1,5 miljoen paar schoenen op de shelf kon je er misschien nog 500.000 zetten. Dus ja, dat is nog een extra hoogbouwmagazijn bij. En dus, je moet dat altijd eens met context zien. Waar hou je het op? Waar is het zinvol waar je het op houdt? Omdat, als je het echt vol wilt doorduwen, dan hebben we op basis daarvan hiernaast gekozen voor het durkopsysteem, wat eigenlijk een pouch-sorter is. Dat zijn de travelende zakjes. Ik weet niet of je die kent.

V: Nee, eigenlijk niet.

E: Dus eigenlijk is dat, ik zal even schetsen, een sequencing-systeem. Dat is eigenlijk een transportsysteem dat eigenlijk traveelt in de lucht. En dat zijn eigenlijk allemaal zakjes die hangen waar dan RFID- chips inzitten. Dus, jij moet 10.000 guns verzamelen, bijvoorbeeld. Jij verzamelt die. En je gaat die een voor een inducten in zo'n zakje. Dus je induct dat zakje en vanaf dan is dat zakje uniek. En er zit eigenlijk gewoon een wiskundige berekening achter. Zolang als je maar in badjes werkt die kleiner zijn als 216 of gelijk aan 216, dan kunnen wij je garanderen dat in drie stappen die netjes in sequence hangen. Dus als je 216 t-shirts neemt en je nummert die van 1 tot 216, je gooit die willekeurig in dat systeem, na drie sorteerstappen is dat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 tot 216. En dat is gewoon mathematisch $6 \times 6 \times 6$. Dus telkens dat je een afgevoerd kant, in de eerste stap zeg je even wat aan, oneven wat aan. In de tweede stap zeg je van klein naar groot. In de derde stap zeg je van ik ga nu die nummers vooraan zetten. En in de release trek je die netjes 1, 2, 3, 4, 5, 6. Als ik naar 217 zou gaan, dan heb ik vier stappen nodig. Dus meer is dat eigenlijk niet. Maar dat zorgt er wel voor dat je eigenlijk in een business die heel veel fluctuerend is, kan je netjes aanbieden per karton. Twee units van een klant, 17 units van een klant, één unit van een klant, 84 units van een klant. Je gaat die allemaal netjes binnenhalen en je reshuffelt eigenlijk terwijl het aan het travellen is. Dat is een techniek die meestal toegepast wordt om net dat probleem van die robots op te lossen en inderdaad om het transportsysteem of de wandelafstand van mensen te veranderen. Meestal is dat niet van toepassing in een pick-to-shipping-karton-proces. Dat is meer in een batch-to-order-proces. Waar je van heel veel verschillende locaties naar één doos moet. Hier is het net andersom. Je moet eigenlijk van één beperkte locatie naar één doos. Dan is het nog altijd rapper om binnen te gaan. Als je morgen naar een supermarkt gaat en je wil maar één ding hebben, geen witte staal, je gaat er naartoe, je pakt het en je bent terug weg. Als we zeggen dat we een hele winkel doen en we weten het nog niet, dat is een ander verhaal. Zo moet je het een beetje voorzien. Als je het in bulk moet pakken, dan checken we dat ergens anders. Maar als je specifiek dat item moet

hebben, dan heeft het geen zin om al die complexiteit toe te passen. Dat is de reden waarom elke oplossing een beetje uniek kan zijn. De schoenen zijn anders dan de kledij bijvoorbeeld.

V: Oké. Zo'n Magazino wordt bijvoorbeeld wel bij een Zalando gebruikt.

E: Wat ik je kan vertellen is dat ik de laatste jaren heel veel tijd geïnvesteerd heb in packaging automation. Ja. Er bestaan ook heel veel fabeltjes in de industrie. Ja. Dus mensen willen verkopen. Vooral met start-up bedrijven die prijzen in hun hemelen. Die laten een demofilmje zien. Ja, het ziet er allemaal mooi uit. Het ziet er fantastisch uit. Die zeggen van, return on investment binnen zeven maanden. Dat je zegt, ik ga dat blind tekenen. Wat moet ik dat tekenen? Maar natuurlijk, heel dikwijls is dat gecustomized. Ja. En je moet altijd goed weten wat je aanschaft. En wat vooral het verschil is, is van... Hoe past dit in, in mijn bestaande concept? En wat gaat dat brengen van het return on investment? Want, ik zal je een voorbeeld geven. We hebben hier zes automatische packingmachines staan. Die specifiek gebouwd zijn om digitale klanten te bevoorraden. Wat we eigenlijk om doos rond een doos trekken. Nu, dat is natuurlijk een heel interessant toestel. Maar alleen als je volume hebt. Alleen als je 24-7 technicus en ingenieurs van jezelf hebt. Want zo'n productiemachine is best veel onderhoud en complexiteit aan. En, je moet wel weten, als ik morgen kledij wil doen, kan ik die machines niet gebruiken. Want die zijn voor schoenen, niet voor kledij. Dus je moet altijd heel goed weten waar je die oplossing moet toepassen. En daarom dat het zo cruciaal is dat je niet blind bent voor wat er in de markt is. Maar dat je ook niet te naïef bent. En vooral kijkt, hoe werkt het met mij? Want wat is de reden dat je dat bijna Zalando vindt? Wat is de reden dat je dat bijna Hermes vindt in Duitsland? Want dat staat meestal in Duitsland. Omdat vijf jaar geleden was het in Duitsland verboden om zondag arbeid te doen. Dus wat deed die mannen? Bij Hermes stonden er driehonderd. Zondag mocht er niemand meer werken. Dus dan gingen die zondag die robots al wat orders laten verzamelen. Om dan maandag een softstart te kunnen nemen en de leadtime te reduceren. Maar door de week stond hij gewoon in de weg. Dus je moet dat altijd een beetje in zijn context zien. Welk probleem wil je oplossen? Plus dat er een verschil tussen een brownfield en een greenfield is hier. Als je vanaf nul kunt beginnen, is dat altijd iets gemakkelijker. Als je dat moet integreren in een bestaand proces, dan moet je er wel even over nadenken. En daar zit heel dikwijls geen trede van die automatisatie. We zijn absoluut niet tegen automatisatie. Maar automatisatie, waar we zeker van zijn, is dat er niet teveel variabiliteit gaat opzitten. Als ik hier morgen rugzakken of golfassen moet gaan doen, dat zal niet gebeuren met mijn machines. Omdat ze het niet kunnen. Dus dat is de consequentie. Zolang ze hun schoenen doen, geen enkel probleem. En dat is wat je altijd moet op aftikken. Omdat je iets plaatst, en daar ga je het voor gebruiken. Dat is een reden waarom we in de Formule 1 niet van het circuit afkomen. Dat is een reden voor. Dus je moet altijd goed weten, wat schat ik aan? Hoe past dat met mijn geheel? En wat offer ik op? Er zijn altijd trade-offs. Als ik zeg, ik ga 100% voor efficiëntie. Dan kan dat zijn dat ik heel snel een business case heb. Maar heel dikwijls gaat het ook om, in onze filosofie gaat het heel dikwijls om, hoe vangen we de vermeerdering van het werk op, om de kosten onder controle te houden? Stel nu, ik zal nu even mijn hypothese. Stel dat je zegt, de volgende 20 jaar verwachten we x% groei jaar na jaar. Als ik vandaag met 1000 mensen zit, dan ben ik binnen x% met 2000 mensen. Misschien kan ik die 2000 mensen hier niet plaatsen. Maar moet ik gewoon zien, als ik die 1000 mensen wil houden, wat zijn dan zaken waar we het verschil kunnen maken? Flexibiliteit. En wat zijn de zaken die ik misschien kan automatiseren? Waar ik relatief zeker van ben. Dat zijn sorteermachines. Dat zijn automatische

hoofdbouwkransen. Dat zijn automatische kartonbouwmachines. Dus eigenlijk moeten we dat als een geheel zien. Wat we hulpmiddelen toekennen, dat onze mensen de core kunnen doen. Ten tijd van, we moeten zelf een karton bouwen en dichtplakken, ik kan ze beter producten in de doos laten steken, want dat brengt geld op. Dat zijn machines die dat bouwen voor mij. En zo moet je eigenlijk dat geheel vanuit een ander perspectief bekijken. Als ze morgen zeggen dat het de bedoeling is om elk jaar 100 mensen weg te saneren, dat is een ander verhaal natuurlijk. Ja, maar dat is eigenlijk niet de bedoeling. Dat werkt tegen u. Nu, wat dan nog een van de grote misvattingen is, dat is, automatisatie zorgt heel dikwijls voor een verschuiving van profielen die je nodig hebt. En toch zeker in onze business. Ik moet bij wijze van spreken gaan zeggen tegen een topingenieur, je kan gaan werken waar je wilt, ik heb goed nieuws. Je mag aan die installatie komen werken, maar het zal wel zaterdag nacht om 12 uur zijn. Ja. Dus, je moet er altijd gewoon voor nadenken van, door hier twee operationele medewerkers uit te sparen, heb ik misschien een uniek profiel nodig, die ik moet laten vervangen. En is dat profiel er wel? Dus, dat zijn allemaal nu zaken die je wel in je achterhoofd moet houden. Want automatisatie draait niet van zichzelf.

V: Nee, nee, nee, zeker.

E: Als je morgen, ik zal zeggen, als je morgen zo'n high tech installatie maakt, dat er maar een uniek klein beetje mensen kunnen werken, is dat ook een businessrisico?

V: Ja. Maar dan zijn er toch wel verschillende nadelen aan het Locus project geweest, waarom het dan niet is doorgegeven?

E: Ja, als je kijkt naar het Locus product op zich, dat werkt. Daar moet ik niet hypocriet over doen. Dat werkt. Maar het werkt niet voor ons. En de reden is gewoon, wij hebben zo'n grote ruimte, we moesten karton per karton werken, wat voor ons niet interessant is, maar wij hebben geen standaard business. Ja. Als je een standaard business hebt, ik zal maar zeggen, oké, wat zie je dan staan? Als je bij de truckstop hier in Zolder, BIS26 of wat is het, de truckstop daar gaat eten, dan hebben ze zo'n robot voor eten om dat af te ruimen. Natuurlijk werkt dat. Want je rijdt gewoon en laat een robotstofzuiger. Oké, dat helpt, want dan moet je niet meer de poot dragen, je moet altijd in dezelfde positie rijden. Maar wij moeten kiezen 240 gangen, we moeten kiezen 230 pakstations, en we kunnen met karton per karton doen, en als mensen moeten we de doos zelf afvullen. Dan is de verleiding groot om het niet te doen. Omdat de complexiteit niet de benefit bracht die je wilde oplossen. En dan kwam nog altijd een wandelafstand, er moest nog altijd iemand naar die doos. Het is een wandelen moest sowieso sowieso. Je kan niet blijven staan, want je moet al die gangen doen omdat die robot zit. Je kan niet zeggen, ik zet hier 240 mensen, en die laden maar in die gang. Nee, die moesten naar gang X, naar gang Y. Dat kun je het beter in één keer meepakken. Ja, dat is waar. Dus dat was eigenlijk de reden waarom het niet doorging.

V: Oké. Ja, en ook het 24-7.

E: Ja, sowieso. Je moet dat maintainen. En wat ik ook wel merkte, en dat is het gevaar van die type installaties, het is, van het cyber point of view, is het ook een risico. Want wij willen niet dat er zomaar iets op ons netwerk hangt. Dus je moet altijd goed nadenken van, als je wilt connecteren van buitenaf, wat heel dikwijls in de handen van de vrienden ligt, je moet wel zorgen dat je al die veiligheidssleutels hebt. Ja, die kunnen daar je bewijs aan spreken. Want als ze hen hekken, dan

kunnen ze hier binnen hacken ook, want die hangen op ons netwerk, bewijs aan spreken. Dus daar speelt ook wel een component security mee in het verhaal. Want dat wordt van buitenaf gemonitord. Dat zijn allemaal gevaarlijke zaken, toch zeker in de wereld waar we nu in zitten. Dus cybersecurity speelt ook wel mee in sommige verhalen.

V: Duidelijk. We laten het misschien even een pilotprogramma noemen, toen jullie het aan het uitproberen waren. Hoe reageerde de Orderpickers zelf er toen op? Zagen ze het misschien als een bedreiging, of net als een verlichting van een workload?

E: Ik zal er ook eerlijk in zijn. We hebben er nooit geen geheim van gemaakt als we die deden. Ze zijn altijd super transparant geweest naar onze mensen toe. We hebben er nooit van gezegd dat het de bedoeling was om weg te saneren. We hebben altijd gezegd dat we een vermelding van werk kunnen opvangen met dezelfde aantal mensen. Want anders moeten we outsourcen. Dat is een consequentie. Dus we hebben nooit geen geheim gemaakt van dat de evaluatie van het project, of van de pilot, dat het nooit niet was van jobs wegsaneren. Het was altijd van, hoe kunnen we ervoor zorgen dat de atleten op de core-activiteit kunnen werken en dat we hulptools gaan gebruiken die hen ondersteunen. En natuurlijk, wandelen, dat is inderdaad 50%. Dus we hebben daar niet echt hypocriet over gedaan. We hebben altijd heel transparant geweest. Maar natuurlijk, als mensen zien dat op een gegeven moment het meer dan een hinder is dan een help, dan gaan die zelf zeggen, als ik het manueel mocht doen, dan waren we al binnen een kwartier klaar. Dus soms lijken dingen onlogisch, omdat die robot je voert iets uit en als je een obstakel ziet, dan gaat die herkansen. Maar als je veel robotten tegenkomt, gaan ze heel dikwijls herkansen. En dat zijn de dingen, ik zal zeggen, een mens kan heel snel ontwijken. Bij een robot duurt dat iets langer. En als je dan een nieuw obstakel krijgt, dan moet je terug zijn omgevings scannen. Soms waren die gewoon aant dansen in de gang dat iedereen had wat zijn we hier eigenlijk aan het doen. Of iedereen stond stil en de rest stond ook stil, want je wist niet waarom de robot stilgevallen was. Dan moest die uit de gang geduwd worden. Dus ja, dat zijn allemaal dingen waarvan mensen zeggen, ga dit nu het verschil maken. Want het zou een verschil zijn als een robot je zelf zijn producten gaat halen en wegvoert. Maar nu moest er altijd iemand mannelijk gaan bedienen. Die moest dan tussen die robotten wringen. Hij zat dan zo 30 geparkeerd staan, en die moest dan tussendoor en dan moest die robot al terug tussenuit. En dan zat hij weer rond te draaien. Sommige mensen werden er ook ambetant van. Want die had dan een blauw lichtje. Dat was precies dat de brandweer actief was. Dus weerstand hebben we niet altijd gehad. Maar dat is gewoon omdat we het altijd zo transparant verteld hebben. En we hebben verschillende automatisatieauto's gevoerd die technisch gezien werkveranderingen meebrachten. Maar we hebben geleerd van over de jaren heen om altijd transparant te zijn. Je mag dat niet verbergen voor je mensen. Ja. Want dat is ook niet correct. Als ik hem nu vraag van welke opportuniteit kunnen we doen en jij denkt dat mijn taak is om je job weg te saneren, ga je nooit 100% zeggen wat je weet. Dat is menselijk gewoon. Dus je moet gewoon transparant zijn. En zeggen , als het werkt, werkt het. Als het niet werkt, werkt het niet. Maar we gaan dat wel correct beoordelen. We gaan niet zeggen, beslissing is al genomen, wat denk je? Nee, nee, correct beoordelen. Het is ja of het is nee.

V: Oké. Dus eigenlijk was er weerstand omdat het gewoon niet werkte. Dat was voor ons ook al duidelijk. Maar de insteek was wel om met de bestaande mensen meer volumes te kunnen maken.

E: Ja, omdat we hadden de filosofie van loopafstand is onze vijand. En we hadden de filosofie van voert maar af. Maar dan zaten we met een tweede probleem. Want nu doen we alles in één cycle. En dan moest je eigenlijk gaan dekoppelen. Dan moest je mensen in een pakstation zetten. En je moest mensen in een pickingzone zetten. Je ging al dekoppelen. Maar natuurlijk, als je dekoppelt, dan heb je al een bepaalde pace nodig om te balanceren. En heel dikwijls was je pace niet aan de orde. En dan zat het uit balans. De ene kon niet volgen, de andere moest pakken, maar die kon niet pakken. De robots kwamen niet terug. Dus dan zorgen we heel veel instabiliteit.

V: Want nu doet één persoon zowel het picken als het pakken?

E: Dus wat er eigenlijk gebeurt is, we gebruiken een busstopstrategie. Ik vertrek, ik neem mijn kartons mee, ik haal mijn units op, ik check uit, ik close, ik duw af. De volgende. Ik herhaal altijd. En dan zijn we redelijk in staat om alles te voorspellen. Want we zetten onze staffing op basis van workload. We weten exact, omdat we weten waar alle producten staan, we weten voor honderden timings, weten we ongeveer wat een activiteit betekent. En dan pakken we natuurlijk niet het hoogste getal. We pakken best repeatable. En we zorgen ook dat de meerderheid van de mensen dat 7 uur kan doen of 8 uur kan doen en dat is eigenlijk ons target. En zo gaan we workload toekennen. Vroeger planden we units, maar dat was een natte vingerwerk. Nu zeggen we van, we hebben in die zone 20 werkuren beschikbaar het volgende uur. Dan kun je over 20 werkuren activiteiten maken. En het ene uur kan het zijn dat het 1000 units zijn en het andere uur kan het zijn dat het maar 500 units zijn. Want als ik value-added service moet doen, dat duurt langer. Als ik een veel groter travelpad heb, dat duurt langer. Als ik 100 kartons moet bouwen of 10, dat duurt langer. En dat is allemaal op levertijd. En zo wordt het systeem berekend.

V: Dus ook de flexibiliteit van de mens blijft.

E: Dat is heel moeilijk om te verslagen. Waarom? Want wanneer zie je bijvoorbeeld automatische full-case labeling. Vroeger was dat scan, printen, plakken. Dat is eigenlijk een belachelijk job. Als je dat een hele dag moet doen, 4000 kartons. Dan zegt iedereen, wat ben ik hier aan het doen? Kunnen we dat niet automatiseren? Tuurlijk wel. Dat gebeurt nu automatisch, daar moet niemand mee bezig zijn. Vroeger, in het shipping department, door het asfalt van de spur, moest je dat scannen in een vrachtwagen. Maar eigenlijk is dat een gesloten loop. Installaties en camera's op. Die kunnen zien, zijn die kartons gevallen. Die passeren een fotocel. We hebben een RFID. Je weet dat die karton er is. Je meldt dat terug af. Je vult een lege tray. Dat schaffen we gewoon af. Je legt het camera aan de kant. Hoe dan? Want wij zeggen wel dat het erin zit. Door onze automatisatietools. Dat zijn allemaal wat mensen zien als een improvement. Dus dat is wat je eigenlijk moet weten. Er zijn heel veel zaken die mensen kunnen helpen. Die grotere impact hebben door automatisatie. En mensen laten samenwerken. En dat zijn niet altijd de dingen waarvan je denkt. Als we dit doen, gaan we winst hebben. Als we dat doen, gaan we geen winst hebben. Je moet dat gewoon altijd als een geheel zien. Hoe zit dat in mijn end-to-end verhaal? Ik zal een stom voorbeeld geven. Als ik een dringend order nodig heb. Wij printen kaartjes af eigenlijk. En dat zijn kaartjes die weergeven welk kartontype ze moeten nemen. Ik kan dat ook automatiseren, maar het verschil is. Als ik nu een kaartje geef. Ik zeg, dat heb ik dringend nodig. Je pakt dat en je gaat dat doen. Anders zou ik naar tech bellen en zeggen. Kun je eens inloggen met acht ghostpickers. Dat al die andere pickpakketten geblokkeerd staan. Dat je nu net dat kan picken. Dan zijn we dus vier uur verder. Dat zijn de tikkels, die kleine

dingen. Omdat die leadtime, daar moeten we het simpelst werken. Als het complex is, lukt dat gewoon niet. Dus wij moeten voorspelbaar zijn. Ik denk dat dat bij GTS niet anders is. Die chauffeur is wel een belangrijke factor in je succesverhaal. Dus als je geen rij- en rusttijden hebt, kan je niet rijden. Dus je hebt je materiaal 24 uur beschikbaar, maar je kunt geen 24 uur gebruiken. Er zijn hier wel wat regels aan verbonden? Dus in de beginoptiek moeten we allemaal een beetje zien. Hoe dat in je ideaal past. Ja, klopt.

V: Anders zou Ben heel blij zijn als hij altijd kon rijden met zijn vrachtwagens

E: Dan ben ik wel van overtuigd.

V: Goed. We hebben al heel veel touchpoints aangehaald. En ook misschien nog één ding. Als er robots actief waren, waren de orderpickers alleen maar bezig in hun pickstation. En dan zouden we meer monotonie zijn. En nu hebben ze nog een beetje variatie in hun werk.

E: Onze grootste vijand van simplicity is saai. Ja. Het ziet er allemaal hetzelfde uit. Het is allemaal hetzelfde. En wij proberen dat altijd mooi te verpakken. Tot te zeggen, dat is onze standaard. Maar jammer genoeg hebben mensen heel veel brainpower als ze weinig te doen hebben. Waardoor ze heel snel in de verveling komen. We hebben wel gemerkt dat afwisseling geen onbelangrijke factor is om iets te doen. Ik zal maar zeggen, sommige mensen houden ervan om repetitief werk te doen. Andere mensen niet. Maar het groot verschil is, dat is ook nog een belangrijke component aan flexibiliteit. Ik had het straks begonnen te zeggen, fluctuatie en predictability. Hoe meer mensen ik heb die het end-to-end proces kennen, die zowel kunnen replenishment kunnen ondersteunen, het pick-proces doen, het check-out-proces, het value-add-service-proces, hoe meer flexibiliteit ik heb. Want als ik die allemaal in hun hokjes ga zetten, zoals in de voetbal, als je een doelman bent kan je die niet in de spits zetten. Zo moet je het een beetje zien in ons verhaal ook, we hebben mensen actief die eigenlijk multitask-trained zijn, waardoor we ook heel veel flexibiliteit hebben. Als er dan een piek komt ergens, kunnen we heel snel ageren en heel snel tegen dat dat allemaal losse dingen zijn. En ik kan er zo nog een verhaal van vertellen van hoe dat soms in mensen hoofd speelt. Als we 30 jaar geleden begonnen op locatie E, dan hadden we een receiving departement. Cartons kwamen binnen, werd op palet gezet, werd met een heftruck weggereden en dan hadden we ook al kranen die bemand waren. En we hadden toen, achteraf gezien, de fout gemaakt van dit is het receiving team en dit is het highbay team. Als je dan iemand van receiving vroeg, wilde jij de highbay in? Garantie hoogtevrees. Als je iemand van highbay vroeg, wilde jij naar receiving? Weg vrijheid, want in die kraan zat die mannen helemaal alleen en konden doen wat ze wilden. Ja, dat ging niet door. Bij het volgende project hebben we er gewoon een inbound van gemaakt. Een inbound was receiving highbay. Dat was normaal, want ik doe een highbay, ik doe een receiving. Hoe meer je het aflijnt, hoe moeilijker het is om terug die flexibele componenten te activeren. Wat voor onze business natuurlijk redelijk belangrijk is.

V: Dus dan zie je wel, als je jobrotatie aanbiedt, dat de tevredenheid van de werknemer ook hoger ligt.

E: Sowieso, omdat mensen zinvol werk willen doen. En in zinvol werk is ook heel dikwijls zin van, als je ownership van iets krijgt, dat is heel belangrijk. Het is erom dat wij ook die one cycle laten doen. Ze zijn verantwoordelijk om het order samen te stellen, om het order zelf uit te checken. Dus ze

voelen hun eigen ook belangrijk voor het order, want hun naam staat wel op dat order. Dus het is ook een beetje een beroepsernst. Als jij morgen naar een beenhouwer gaat, die persoon die u bedient, die gaat dat proberen je goed mogelijk te doen. En dat is rechtstreeks een connectie. Bij ons mensen doen dat ook. Die werken voor klant X, voor klant Y. Dus die zeggen, oké, dat is mijn klant, dus ik ga dit afwerken voor mijn klant. Als je dat allemaal doorgeeft, dan is die binding ook voor een stuk weg. Je doet wel iets, maar je ziet het eindresultaat nog niet. Dus die verantwoordelijkheid is niet onbelangrijk.

V: Ja, bijvoorbeeld, er is ook een verschil in zo'n AGV's die de orderpicker volgen of de orderpicker stuurt de AGV aan. En dan zie je als de orderpicker de verantwoordelijkheid krijgt om hem aan te sturen, dat zijn jobtevredenheid hoger ligt.

E: Ja, sowieso.

V: Dus het belang van dingen te doen blijft wel belangrijk.

E: En wat wij bijvoorbeeld ook doen is van, in elk project dat wij doen, of elke installatie die we hebben, want we hebben best veel automatische installaties staan, wij proberen ook altijd de operator te betrekken in de development van het toestel. En dat is heel belangrijk. Dus wat wij heel dikwijls doen is van, wij opteren om een onafgewerkt product te installeren en dan samen te fine-tunen met vendors en met de persoon die ermee werkt. En daar zie je heel dikwijls dat er voor beide partijen een win-win in zit. Ik zal zeggen, om een voorbeeld te geven met Boston Dynamics, Boston Dynamics die proberen al heel lang een systeem te slijten om automatisch vrachtwagens te ontladen. Ik zou het ook doen, want dat is het gemakkelijkste. Die doos zit er schoon in, je kan nu netjes grijpen. De container is altijd netjes gevuld. Maar er zijn vier niveaus. Niveau 1 is wat wij noemen de crocky-doos. Allemaal hetzelfde, niet te zwaar, dit en dat, netjes gestapeld. Dan kunnen ze wat variabiliteit hebben. Dan kunnen ze wat de chaotisch hebben. En op het einde van de rit krijg je de post-NL. Wat alles in elkaar is, dat is level 4. Ik zeg die mannen, als je mij echt wilt helpen, kom dan mee een systeem om vrachtwagens te laden. Dat is natuurlijk een beruchte ver vandaag. Daarom dat zij proberen eerst op een veilige positie te komen om dan naar een complexe positie te gaan. En dat zal wel gebeuren, dat gaat vroeg of laat wel gebeuren. Maar in ons geval is timing heel belangrijk. Wij gaan niets doen waarvan we denken dat dit iets is wat we op termijn niet de benefit kunnen uithalen. We zijn daar absoluut niet tegen. Maar soms is de ontwikkeling in onze beleving nog niet ver genoeg. Of zij zijn nog niet ver genoeg om mee te gaan. Ik zou maar zeggen, die robothondjes zijn om inspecties te doen. Fantastisch. Echt fantastisch. Eén klein probleem. Dat heel DC staat hier vol branddeuren. Hoe gaan we die open doen? Die hond laten rondlopen, dat werkt. We hebben die getest. Dat is echt fantastisch. We hebben een toestel om te voorspellen wanneer de lagers stuk gaan. Pas op, magneetstrillingen, warmte en hele dingen. Maar onze grootste vijand is, we hebben allemaal compartimenten met branddeuren. Dus ofwel moet iemand de deur open doen, ofwel moet de deur automatisch open gaan. Dus dat is best complex. En dat zijn zaken die je tegenkomt in een echte wereld. En dat zijn dan de dingen. Die robot is op zich perfect. Maar wij moeten, ik weet niet hoeveel aanpassingen doen, om hem van punt A naar punt B te krijgen. En een hondenluik mag niet van de brandweer. Haha.

V: Nee, dat snap ik.

E: En dat zijn dingen, dat zie je alleen maar in de praktijk. Je vertrekt en dan denk je, maar die branddeur, die gaat dan niet door. En dat zijn dan zo'n dikke deuren. Dus ja.

V: Ja, dat wordt sowieso onderbelicht. Alle zaken die je in de praktijk tegenaan loopt. Het is allemaal mooi in de literatuur enzo, maar vaak wordt er niet rekening gehouden met het customizen van en al die zaken.

E: En soms moet je ook een challenge doen. En als je een goede partner hebt, dan gaat dat ook. Ik zal je een voorbeeld geven. In de packaging-industrie zijn er een paar heel grote speels momenteel. Je hebt Packsize. Packsize is een beetje de bold op kom. Want eigenlijk is de machinebouwer Avercom. Dat is een Belgische firma van Eclo. Heel kleinschalige firma. Maar top in de industrie. Die verkopen zelf niks. Maar dat zijn een van de beste machinebouwers ter wereld als het over packaging automation gaat. En het geld komt natuurlijk van Packsize. En de distributie komt ook van Packsize. Dan heb je CMC. CMC is Italiaans. Is echt wel een heel grappige firma. Vader, zoon, op zijn Italiaans. Alles kan. En dan nog twee grote spelers van het Nederland. En van het US. Maar we waren de CMC. En een gemiddelde packingsmachine voor kartons of enveloppen heb je toch ongeveer een honderd vierkante meter nodig. Nu, ze wilden heel graag want wij hebben daar machines van ze wilden heel graag een nieuwe evolutie testen voor ons. En we wilden daar wel in meegaan. Want we hadden wel vertrouwen in. Maar we hadden één probleem. We konden de machine alleen maar gebruiken als ze maar zeven vierkante meter groot was. Dus ja, wij dachten die gaan weglopen. Die mannen zeiden, weet je wat, we gaan er eens over nadenken. Vandaag zijn we zo ver dat er een prototype bestaat van zeven vierkante meter groot in een heel andere configuratie wat wij het commitment gemaakt hebben van wij gaan de volgende twee jaar en dan gaan jullie dat verder developpen want we weten ook wel dat dit een heel moeilijk opdracht is maar het is wel mogelijk. Maar dat zijn soms ook zaken waar de een en de andere een soort co-partnership ondersteunt om toch nog proberen praktijk, theorie in een andere dimensie te trekken. Waar je zegt oké, we hebben er het al aan gedacht kunnen we dat niet? kunnen we dat niet? Soms kwam er wel tot een oplossing om dat te doen. Dat zijn ook de leuke dingen die aan piloting zijn. De meeste pilots, dat loopt altijd niet goed af maar meestal pakt hij wel wat dingen mee.

V: Dus je bekijkt dat nooit als een verlies eigenlijk. Altijd geleerd daar heel veel uit.

E: Soms is de beste investering geen investering. Maar het wapent je ook als je nu andere mensen rond de tafel gaat zetten. Ik zou maar zeggen in de packaging industrie is heel veel te doen rond de boxlast solution. Boxlast wil zeggen dat het product eerst samengevoegd wordt en dan de verpakking rondgetrokken wordt. Wat dan natuurlijk veel makkelijker is want alles moet al die dimensies weten en dit en dat. Maar het moeilijkste is niet het verpakken, het moeilijkste is het samenbrengen. Als ik hier aankom met een rugzak, een paar schoenen en een t-shirt ik moet dat ergens wel steken. Dan kan ik het ook in een doos steken. Dus je moet er altijd weten van. Als ik die stripbandjes rond elkaar moet trekken dan kan ik het evengoed ergens in leggen. Dat zijn altijd van die trade-offs van vanaf wanneer wordt het futuristisch en vanaf wanneer wordt het dogmatisch. Dus dat is een beetje waar dat altijd die dunne lijn is. En waar ligt dat tippingpunt? Is dat vanaf dat je boven de 5 units gaat, is het niet interessant om het door de machine of wel? Of moet ik een ander systeem hebben? Hoe kan ik dat oplossen? En tegen welke volumes en welke snelheden? En dat is zo'n beetje waar je mee moet rekenen. Als je in zo'n pilot stapt dan moet je sowieso open-minded gaan maar je moet eigenlijk

al een beetje weten wat je wilt. Je moet zeggen van ik zal zeggen als morgen GTS heel veel levering moet doen zo'n kleine levering moet doen in Brussel centrum dan ga je waarschijnlijk meteen mega truck naar toe sturen. Dan ga je zien of je niets anders hebt. Want dat heel snel manoeuvreert. Als je van punt A naar punt B moet langere afstanden, dan ga je hem lustig in een camionet doen. En zo is dat bij ons net hetzelfde. Dus we moeten altijd een beetje valideren van wat gaat er werken? Wat kan en wat kan niet? Geïntegreerd of niet geïntegreerd? Doet dat aan alle opties die we willen of niet? Of is het een hinder? En zo een beetje een score maken.

V: Ja. Zijn er nog misschien automatiseringen waar we het nog niet hebben over gehad binnen het DC?

E: Ja, ik denk dat dat misschien zaken zijn die misschien minder zichtbaar zijn maar die wel relevant zijn. Dat is eigenlijk onze sorteermachines, onze partial sorteermachines. Oké. Omdat dat je heel dikwijls ziet in de industrie is van dat er gigantische sorteermachines liggen met een hoge snelheid. 8.000, 15.000, noem het maar op. Maar meestal werkt die alleen maar optimaal als je naar heel veel destinations tegelijk kunt uitsorteren. Ik zou zeggen de operatie stuurt 10.000 pakketten per uur naar beneden. Oké. We hebben in dit DC 72 mogelijkheden. Ja, als je dat allemaal naar 5 deuren stuurt dan ga je heel veel problemen krijgen. Dus wat je nu merkt is van, want dat zijn zaken waar we eigenlijk software technisch aan werken en de ene stelt dat iets verder dan de andere we proberen nu vanuit de software point of view een slimme logica actief te zetten wat we eigenlijk er gewoon voor zorgen dat de moment dat een doos toegekend wordt aan een carrier die pasteert waar een doos bestaat we proberen er rekening mee te houden wat de uitdaging tegen snelheid is en te vermijden dat er twee of drie dozen van dezelfde destination achter elkaar gezet worden. Dat we al natuurlijk bij het inducten de parcels in positie gaan brengen om een maximale sort te genereren. Ik zal je een voorbeeld geven Ik kan 4500 pakketten per uur aanbieden aan 1 poort De persoon zet er misschien 1000 weg Dus ik kom 4 tot 5 keer sneller aan dan zit ik aan wegpakken Per definitie zorgt dat voor miserie. Dus als ik er een push systeem aanmaak valt mijn installatie stil, valt iedereen stil. Wat we nu doen is we werken met een soort timestamp nu gaan we ervoor zorgen dat we gaten laten vallen in de carrier dat we ervoor zorgen dat er niet meer dan 1000 pakketten gaan opkomen de volgende uur en het kan zijn dat ik het systeem een paar seconden tegenhoud, maar dat is minder erg dan 3 minuten alles op circulatie te zetten. Dit zijn ook verdoken vormen van automatisatie waar heel veel rekenkracht en know-how achter zit die het leven van een operator makkelijker maken zonder dat men het weet. Als je blijft doos lanceren en ze kunnen er niet af, dat heeft geen zin. Dus we proberen daar een soort synchronisatie te doen tussen hoge snelheid allemaal verschillende zones en final destination. Dat zijn zaken waar we momenteel heel veel op inzetten. We proberen te voorspellen of we bepaalde trends vanuit de markt kunnen onderscheppen om dan te proberen te zorgen dat we dat product in een cluster bij elkaar kunnen brengen waardoor het de travelpaden nog geminimaliseerd worden. Ik zal een concreet voorbeeld geven. We hebben 11 verschillende categorieën waarbij bijvoorbeeld golf één categorie is. De kans dat golf samen verkocht wordt met een Jordan product is relatief beperkt. Maar misschien wordt Golf wel gelinkt met Action Outdoor of misschien wordt golf wel gelinkt met iets anders. En zo proberen we uit te kijken van zijn er natuurlijke synergiën die er voor zorgen als ze dat pakken is de kans groot dat dat erbij komt. En dat proberen we dan in de zone te brengen. Bij kledij is het natuurlijk makkelijker. Iemand die een T-shirt koopt van Barcelona moet misschien het broekje ook hebben. En misschien de sokken ook,

dus dan breng je die bij elkaar. Liefst de kindertenuue bij elkaar, de women tenue bij elkaar en de mens tenue bij elkaar. Dus zo van die zaken die proberen natuurlijk ook wel ervoor te zorgen hoe beter je het product kunt zetten en daar volgen we de omgekeerde approach van een supermarkt. Belangrijk product van een supermarkt staat best achteraan. Wij willen dat niet, wij gaan het omdraaien, wij willen bij de check-outs dicht mogelijk bij zitten. Dus dat zijn die clustering van location management dynamic allocation, dat zijn zo van die zaken En dynamic wil eigenlijk zeggen dat je last minute gaat beslissen waar je je product gaat positioneren Dat is zo als bij een parkeerplaats, iedereen wil zo dicht mogelijk bij de ingang komen. Dat is niet veel know-how maar als er plaats is, is er plaats. Maar natuurlijk, hoe meer rotatie dat je erop creëert, hoe meer kansen je hebt dat je daarvoor kunt komen staan En dat zijn zaken die nu wel spelen van het automatisatie point of view los van de packaging automation Want met packaging automation zitten we redelijk ver We hebben dat vandaag voor boxlast 1 op 1, maar dat is gemakkelijk product komt af, ik scan dat, ik trek er een papier rond en is weg. We hebben ook een applicatie lopen waar we voor de grote pakketten right-sized cartons gaan bouwen En wat wil dat zeggen? Duurzaam ondernemen is natuurlijk heel belangrijk Je wilt zo weinig mogelijk lucht verschepen. Wat er standaard gebeurt in de praktijk is, wij gebruiken vandaag in onze verschepingsdozen in de markt ongeveer een negen standaard afmeting, wat we uitselecteren door het systeem. Het systeem berekent dat Dat is 3D-cubing, we nemen dat. Nu natuurlijk dat wil ook zeggen dat je regelmatig wel wat lucht hebt in je dozen We hebben nu een systeem ontwikkeld waar we die data doorsturen naar een packing machine, dat noemt een box-first solution. Je gaat eigenlijk die karton bouwen, maar je weet al wat er gaat inkomen van cubage. Je bouwt eigenlijk een karton op maat en op die wordt die afgevuld. Dus die technologieën zijn we best wel aan het door ontwikkelen eigenlijk om zo te proberen zoveel mogelijk duurzaamheid voorspelbaarheid, risicominimalisatie, optimalisatie, marktpredictability om toch altijd maar die kortere leadtime onder controle te houden in onze servicecomponent natuurlijk om geen onnodige gekke dingen te doen. Dus in die optimalisatie zitten we momenteel wel redelijk diep gaan bezig.

V: Ja, heel interessant En ook breed, ik dacht enkel over het orderpickingproces te hebben, maar die packaging machines zijn ook wel interessant.

E: Vooral omdat wat je wil doen is op een gegeven moment in een situatie komen dat je terug balans krijgt tussen labour intensief en minder labour intensief. Want ik zal maar zeggen als we vroeger startten met dit DC, dan werd er gezegd dit IC is gededignd om 500.000 paar schoenen per dag te doen. Er werd niet zozeer gesproken over de verschepingsdozen want dat waren er 100.000 ofzo dat was allemaal geen probleem. Vandaag als je over die 500.000 spreekt, spreekt over 300.000 verschepingsdozen. In een e-commerce business dat is meestal 1 aan 1 Dus ja, dat is een heel ander verhaal. Dus als we vroeger een vrachtwagen laden dan zaten er 1000 kartons in met 5000 paar schoenen Nu laden dan 5000 paar schoenen met 5000 kartons. Dus dat is een heel ander setting met een e-commerce.

V: Misschien een vraag minder relevant voor dit topic, zie je een verschuiving van e-commerce terug naar retail?

E: Sowieso, wat je merkt is van, we hebben een exceptionele situatie gehad met covid, met covid zijn alle winkeldeuren gesloten, er enkel nog access via e-commerce. Dan hebben we op 8 weken

tijd evenveel volume gedaan dan de 10 jaar daarvoor van een e-commerce point of view. Toen is alles losgeslagen. Natuurlijk, er zijn heel veel capabilities opgebouwd maar wat je vandaag merkt is van dat afhankelijk van wat type producten je hebt dat mensen toch nog altijd wel het leuk vinden om terug naar een winkel te gaan om uitleg te krijgen om eens te voelen, te passen, te zien. En je merkt ook wel dat de retailers heel veel moeite doen om alles wat aangenamer te maken. Ik zal zeggen als je vroeger bij een Brantano binnenkwam dat was allemaal vol gedruwd met schoenen. Als je nu naar een Footlocker ofzo gaat, dat is wel een beleving. Dat is belangrijk, ik denk wat je merkt is gewoon van e-commerce zal altijd blijven maar dat is meer gewoon van ik heb dat nodig en ik weet wat ik wil maar de beleving op zich, de winkels de retailers, dat heeft toch wel iets. Dus je merkt toch wel dat er terug balans komt

V: Oké En streven jullie daarnaar? Want we hadden dan bij het bezoek gezien dat via E.com dat jullie meer data hebben van de consument en ook eigenlijk een schakel overslaan Dus dan zou het voordelig lijken voor E om meer via E.com te verkopen

E: Ja, maar dat is één klein probleem of dat we bereid zijn om de shelfruimte bij de winkels af te staan aan de concurrentie Oké, ja kijk Als jij morgen autodealer bent van een bepaald merk die autodealer gaat niet weg Die probeert een ander merk binnen te halen Ja, tuurlijk Maar als jij morgen tegen tarfs ofzo zegt Wij gaan alles zelf doen, die gaan niet stoppen met schoenen verkopen, die gaan een alternatief zoeken. Daar moet je altijd rekening mee houden dat je de shelfruimte niet gratis weggeeft, dus dat moet een balans zijn. Maar je moet er altijd weten van , en dat is bijvoorbeeld iets waarom wij heel voorzichtig zijn met iemand zoals Decathlon. Decathlon is niet geïnteresseerd in een andere brand Decathlon is vooral geïnteresseerd in zijn eigen brand en je gebruikt andere brands om volk binnen te trekken. Maar de bedoeling is om zijn eigen brand te verkopen. Dus ja dan weet je gewoon van oké, daar gaan we het geld niet verdienen, dat is een heel ander nich, maar een Footlocker of een JD of een Intersport dat zijn andere verhalen. Dus vandaar dat je ook probeert die partnerships, Zalando, die commitments aan te gaan Om zo een beetje die corporation te hebben en ook wel wat exclusiviteit te bieden in sommige dingen, maar shelfruimte afstaan is altijd gevaarlijk.

V: Duidelijk, misschien een conclusie dat de mens binnen E een essentieel onderdeel blijft binnen het orderpickingproces en dat flexibiliteit onderscheidend is?

E: Ik krijg natuurlijk heel veel van die vragen en mensen vragen zich heel dikwijls af: wat is nu de reden dat jullie al dertig jaar hier staat want dat zijn goedkopere plaatsen in de wereld we liggen ook niet meer zo centraal. Dan heb ik altijd hetzelfde antwoord: dat je gebouw kan je zetten waar die installaties Schaefer, Van der Landen, noem het maar op die zitten over heel de wereld. Maar het is de know-how van de mensen die het redelijk uniek maken. We hebben over dertig jaar tijd Zoveel know-how opgebouwd en niet alleen in logistiek maar ook in transport in customs in planning in customer service in at scale, want dat zijn er heel veel die kunnen goed dozen verhandelen, maar orders op maat inpakken. Op scale, dat is een heel ander verhaal price setting naar drie of vijf verschillende landen met alle toeters en bellen dat is allemaal zo evident niet, dat is een heel ander verhaal. En daarom ook van dat ons menselijk kapitaal dat we hebben dat breng heel veel in return. Dus wij zijn er nog altijd van overtuigd dat er drie belangrijke zaken zijn die dit DC hier rechtvaardigen. Dat is op nummer 1 onze mensen want die hebben het intellectuele kennis van de

branche, dat is onze service component want we zijn heel snel in elke deur van de wereld bij wijze van spreken, dat wil om het netwerk en volume En innovatief wij zijn niet een standaard magazijn. Dus we proberen altijd onszelf te challengen en uit te dragen en ook heel kritisch te zijn met onszelf. Want het gevaar bestaat als je denkt van we hebben het allemaal onder controle dan wordt het gevaarlijk. Dus we proberen altijd heel kritisch met onszelf te zijn en terug ons eigen te evalueren en te zeggen wat we gebouwd hebben, werkt het eigenlijk wel als we het in ogen hadden. En kunnen we het nog bijstellen of niet, dus in die optiek moet je het eigenlijk een beetje bekijken dus de mensen zijn een heel belangrijk component in onze know-how.

V: Oké, misschien nog een andere vraag hebben jullie problemen met die seizoenspieken op te vangen, wanneer het echt gaat over de orderpickers zelf qua arbeid.

E: Dat valt voor ons relatief goed mee en de reden is omdat het redelijk simplistisch opgezet is, hebben we niet een heel lange inlooptijd nodig. Dus het is niet dat we drie maanden training moeten geven om iets te doen natuurlijk jobstudenten zijn heel dikwijls beschikbaar in onze piekmomenten. We werken 24-7 dat wil zeggen voor sommige studenten die in de weekendshift binnenkomen die werken twee keer twaalf uur dus die kunnen wel een beetje centen verdienen. Dus jobstudenten sowieso wij hebben ook wel een eigen interimkantoor inhouse Startpeople is al jaren onze partner inhouse eigenlijk En die weten ondertussen ook wel hoe die forecasts zitten die hebben 30 jaar historie dus die weten ongeveer En wij gaan dan proactief opschalen of afschalen door middel van dat systeem ok moet ook wel eerlijk toegeven dat één van de redenen waarom dat we best goed mee om kunnen is omdat we natuurlijk in vijf shiften werken er zijn mensen bij die graag in de nacht werken er zijn mensen bij die graag in het weekend werken. Dus je hebt meer opties om te poolen. Dus dat helpt ook wel, als wij bijvoorbeeld te weinig mensen hebben overdag en we hebben er iets meer in de nacht dan doen we iets meer volume in de nacht en dan spreiden we dat een beetje omdat je kunt met je labour intensief werk kan je een beetje spelen. Als je 24 uur werkt kan je een beetje spelen je kan bijvoorbeeld zeggen in het weekend, is het niet belangrijk dat we de grote klanten bevoorraden met de mensen die we hebben we focussen enkel op de e-commerce. En dan doen we de rest wel door de week ofzo, dus je hebt heel veel mogelijkheden omdat in e-commerce natuurlijk iets wat onvoorspelbaar is, dus ge kunt uw staffing daar wel op afstemmen eigenlijk.

V: Want dat is vaak ook een reden om te automatiseren: personeelstekort.

E: Ja maar we hebben hier het voordeel dat we eigenlijk 5 dc's hebben dus we kunnen ook mensen over DC's verplaatsen. We hebben 5 sites en eigenlijk hebben we 25 unieke entiteiten want elk DC werkt 5 shiften. Dus eigenlijk zijn dat 25 mini-bedrijfjes maar die mensen van hiernaast die kunnen hier ook werken dus stel Hier loopt 5-6 duizend man rond en we komen er 100 tekort dan kan je die wel ergens anders gaan poolen. Dus dat heeft ook wel een voordeel dat je alles op één plaats staat. Dus je kunt met je volk links, rechts schuiven En we hebben ook een DC wat specifiek op de e-commerce retours werkt Dat is de eerste dat je kunt afbouwen, dit kan je eens 2 dagen niet doen. We gebruiken al die mensen om een dringend rushorder te doen en dan zetten we die terug in, dus je hebt altijd een soort lijstje klaar, in de ideale wereld is dit mijn staffing, we doen dat dat dat dat dat ,maar dat is altijd één ding wat als eerste kan afgezet worden. Omdat we het inboundproces overgedesignd hebben, kunnen we het ons permitteren om twee dagen niks te lossen, bij wijze van spreken, want ik hou dat toch in, die twee dagen, omdat ik die capaciteit heb. Dus dat zijn zo een

beetje de puzzeltjes waar je wat mee kunt schuiven, van, oké, ik ga mijn pionnen inzetten, eerst dat, dan dat, dan dat, dan dat, en dan het nice-to-have, wat dan moet gebeuren, maar niet urgent is, dan kunnen we daar een beetje mee spelen. En zo proberen we dat wat op te vangen als we in staafje nooit komen.

V: Oké, duidelijk, we hebben eigenlijk alles behandeld zonder dat ik al te veel naar mijn leidraad heb moeten kijken, dus dat is goed, hè. Ja, je ziet dat sommige bedrijven er helemaal voor gaan, maar het nog pril is, zo'n AGV of een AMR of dergelijke, of zo, ja, AGV-assisted picking, maar dan zie je het geheel is, waarom het niet heeft gewerkt, en daarom is dit interview een leerrijke insteek.

E: Ja, en omdat ik zeg van, ik denk het belangrijke is van, dit gaat niet over goed of slecht, dit gaat er gewoon van, pas het in mijn concept. Ik kan begrijpen dat voor een stand-alone-applicatie, relatief repetitieve activiteiten, dat dat voor sommige bedrijven perfect werkt. Maar voor ons, met onze omvang, en onze omgeving, 400 robots, dat was echt een drama. Dat was echt letterlijk een deadlock, bij wijze van spreken. Dat ging gewoon niet. Dat ging gewoon niet.

V: En die elektrische transpaletten waar we het daarnet over hadden. Rijden deze autonoom, of is dat met een auto-picker nog aan?

E: Ja, dus dat is autonoom. Maar dat is wel een heel interessant concept, want EP is de concurrent van Toyota BT. EP is Chinees, maar EP werkt met een totaal andere visie. EP begint met een basisproduct en is gebouwd op de ontwikkeling van de gebruiker. Dus wat doet EP eigenlijk? EP is eigenlijk gebouwd om low-profile in te stappen. Om afstand te overbruggen in een heel simpele manier. Wat dat hier eigenlijk doet is wat? Stel, ik heb een punt waar de paletten uit productie komen. En 400 meter verder moeten die klaargezet worden voor te verschepen. Wat dit eigenlijk doet is van, de eerste keer dat je die gebruikt, moet je die een traject aanleren zoals een robotstofzuiger. Dus je zegt van route 1 en je wandelt dat af. Tot op zijn punt. Daar zet je dat af en je brengt je terug naar de home-positie. Hoe werkt die? Tegen het dak waar je rijdt worden willekeurig reflectoren geplakt, stickertjes en die worden gewoon willekeurig geplakt. Die kan 15 meter hoog lezen. En het enige dat hij aan het doen is, is af en toe eens checken of hij nog minstens 5 reflectoren heeft. Want dan weet hij dat hij nog op zijn route zit. Voor de rest heeft hij namelijk al 360 camera's. Als je een obstakel krijgt, wacht hij gewoon, wat hij aan het doen is, hij rijdt tijdens een locatie binnen. En je zegt van oké, ik geef je route 1. Je zet dat palet zelf naar boven. Je start op route 1, die gaat dat automatisch brengen, die zet dat af, die zakt terug in en komt terug naar zijn home-positie. Dat is eigenlijk fase 1. Fase 2 is, je gaat op hoogte afzetten. Of je zet paletten achter elkaar. En je kan ook automatisch oppikken. En zo wordt dat eigenlijk altijd doorontwikkeld. Bij Toyota BT moet je eerst een heel systeem implementeren. Met allemaal sturingen en SCADA's en dit en dat, en we hebben al af jaren heel veel centen aan het gegeven. Om je eigenlijk alles autonoom te laten doen. En dat zijn eigenlijk de twee verschillen. De ene is vanuit de persoon. De persoon gaat hem hier mee. Maar moet hem wel starten. Hij komt wel terug. Maar de doorontwikkeling is wel, dat je op termijn zelf de lift kan oproepen. Van level kan veranderen en je wordt heel dikwijls gebruikt om bevoorrading te doen. Dus bijvoorbeeld, wij gebruiken heel veel carton supply. Dat komt van de zijkant binnen. Dat zijn allemaal euro-paletten. En die worden eigenlijk op doorrijstelling gezet. Ja, die ene blijft bij die vrachtwagen. En die laat al die machines vertrekken. En die rijden eigenlijk in een konvooi achter elkaar. Die zetten

het af en die komen terug te lopen. En hij doet niks anders dan opscheppen. Uit de camion rijden, start en die gaat die automatisch wegzetten. Dus gewoon functionaliteiten worden gebruikt.

V: Dus transport wordt dan uitgeschakeld.

E: Ja. Anders is dat een heftruck. En dat proberen we te zien. Dat is vooral voor de long distance. Omdat je die heftruck moet afzetten en stapelen. Een heftruck is niet echt gemaakt om achteruit te rijden. Een reachtruck wel, maar die kan niet in een vrachtwagen. Dus daar proberen we de brug tussen te maken. Dus lange transport voor repetitieve activiteiten. Maar hij kan 99 routes van buiten leren en het leuke daaraan is. Er zit een iPad bij. Als je zegt, wist route, maak er gewoon een nieuwe doet hij dat gewoon.

V: En de mensen die met de AGV's werkten, bekeken ze dit als een bedreiging of vonden ze dit interessant?

E: Ja, die vonden dat redelijk interessant. Waarom? Omdat, zij weten zelf ook wel wat dat natuurlijk onlogisch werk is. Ze zijn ook van... Wat ik meestal doe is... Eerst die 30 palletten of die 33 palletten op de dock trekken. Dan dat transpalet gaan wegzetten. Dan een heftruck gaan halen. Pallet per pallet wegrijden. Terugkomen. De volgende. En nu is dat eigenlijk gewoon van één flow: ik trek het uit de vrachtwagen. Ik laat het maar trekken. Er staat een ander te wachten, drie vier achter elkaar. En die blijven eigenlijk in de carrousel. En die komen terug. En als de camion leeg is, is hij ook leeg en weggezet. En dan kan het met een volgende aandokken. Dus in die optiek.. er komen 10, 15 camions per dag toe. Dus da doet ook veel, en dan kunnen die mensen nog meer tijd spenderen aan inventarisering. Andere zaken nachecken. Want we hebben natuurlijk nog andere dingen dan kartonnen. Labels. Kleine accessoires. Noem het maar op. Dus dan kunnen die eigenlijk hun werk beter verdelen.

V: Ja, je zag ook als ze zien dat de jobperformantie stijgt en dat de productiviteit stijgt, dat hun perceptie er tegenover wel positief is. Dus dat is wel een mooi voorbeeld hiervan. Maar kan dit dan onder een AGV gebracht worden?

E: Ja, dat is een AGV. Dat is een AGV op vorkskes, er staat een scannertje op. Natuurlijk. Wat dat die gaat doen is van... Als die een obstakel ziet, dan wacht die gewoon. En dan probeert hij te ontwijken. Dus hij gaat er altijd voor zorgen dat hij zelf niet in de lead zit. Dus bij het obstakel gaat hij eerst wachten. Als er een toestel van zijn eigen cluster in de buurt komt en hij weet dat hij gaat passeren, dan gaat hij hem doorlaten. Of hij zet zijn eigen effe aan de kant. Dat is natuurlijk niet zo geavanceerd als een wagen die alleen de weg kan rijden. Maar er zitten wel bepaalde tools in. En het voordeel is dat we zelf kunnen door ontwikkelen. Dus wij kunnen zeggen, we zullen dat nog graag hebben, of dat nog graag hebben, of dat nog graag hebben. En want bijvoorbeeld... dat is nu iets onnozel. Die is aan het rijden. En het brandalarm gaat af en de brandpoort gaat dicht. Je moet wel zorgen dat hij niet in die branddeur blijft staan. Die moet de weg vrijmaken. En hoe gaat hij dat doen? Want je weet niet waar hij zit. Een ander ding, die is om te rijden. De pallet vliegt in brand. Gaat hij hem door het hele DC rijden en alles in brand staan? Of gaat hij hem zelf uitschakelen? Wat gaat hij doen? En gaat hij hem dan, als een trailer in brand vliegt, probeert hij een trekker eronder te halen? Wat gaat hij doen? Gaat hij hem dan neerzetten en weg? Maar liefst niet onder een transportbaan. Dus het zijn allemaal van je zaken die je tegenkomt als je dat hebt. Dat lijkt natuurlijk

altijd heel leuk. Dat is in de ideale wereld. Brand aangedaan, poort verdicht. Wat dan? En hij staat ertussen.

V: En rijden die in een afgebakende zone, waar ook nog andere vorkheftrucks rijden?

E: Die rijden tussen heftrucks. Die rijden tussen heftrucks. Maar wat we wel gedaan hebben is van... We hebben wel gemerkt dat die het beste functioneren in een éénrichtingsverkeer. Dat ze elkaar niet tegenkomen. Dus we hebben dat echt gemaakt zoals een weg. Rechts een rijvak naar daar, andere kant een rijvak terug. Dus ze passeren elkaar. Dus dat ze niet op dezelfde route terugkomen. Want anders moeten ze altijd een uitwijkmanoeuvre doen. In het begin gingen ze veel te hard door de bocht. Want wij maken bochten van 90 graden. Palet eraf natuurlijk. En dan moesten ze al beginnen te anticiperen als ze een bocht zagen. En dan gingen ze de bocht in stukjes pakken. Dus ze gingen de snelheid verlagen. Maar in plaats van een vlotte beweging gingen ze een beetje wat hoekiger door. Zodat je niet aan het verbaan kwam. Of als je een detectie zag buiten zijn scanveld. Dat hij dan automatisch corrigeerde. Of een gewicht in de vorken, dat hij weet wat gewicht dat aan bijheeft. Als iets laag zwaar is. Dat gaat niet zo snel om. Maar als iets licht hoog. Dat hij dan een beetje weet. Ik heb iets bij dus ik ga wat trager rijden. Omdat het onstabiel is of wat dan ook.

V: Je hebt ook AGV's met magneetjes in de grond. En ook bij een ander bedrijf waar ik nog was geweest ook reflectoren. Maar dat was niet tegen het plafond. Gewoon tegen de muren.

E: Weet je waarom wij dat tegen het plafond gingen?

V: Niet meteen.

E: Meestal blijft dat vrij. Maar als je dat tegen de muur hangt. En je zet een rek voor is het gedaan.

V: Maar ze hingen ook wel hoog genoeg bij je. Ja. Want inderdaad als er iets voorkomt. Dan weet hij niet meer waar hij is.

E: Maar dat zijn zo van die praktische dingen. Als je toch op de rijroute zit. En je hangt tegen het plafond. Dan kan er ook nooit niks gebeuren. Weet je wel? Want dan is zijn camera altijd naar boven gericht. Om herkenning te doen. Omdat we hebben het aan de hand gehad. Dat er werken waren met een hoogwerker. Die eigenlijk de route afgedicht had. Zonder dat we het door hadden. Ja hij zag die dingen niet. Hij bleef gewoon staan. Omdat op zijn route is een onderbreking. Het is gedaan. Hij zegt van ik zit verkeerd denk ik. Dus ik reed er niet verder. Dus ja dat zijn van die dingen. Omdat je niet altijd stil staat. Dus dat is dan wat je uit die pilots haalt natuurlijk eh.

V: Fijn dat we ook nog heel even op de agv's en dingen gaan. Maar ik denk dat ik aan de slag kan.

E: Ja ik denk. De tip die ik je ga meegeven is van. Automatisatie en development is super belangrijk. Maar je moet het altijd in het concept inpassen. Waar dat het zin heeft. En je moet altijd een trade-off nemen van. Is het iets wat daar redelijk duidelijk is. Of is het iets wat daar toch nog kan fluctueren. En daar moet je altijd de balans in leggen. Van oppervlakte, flexibiliteit, schaalbaarheid. Ook de financiële middelen want het kost allemaal wel een beetje geld. En ook. Is het redundant of niet. Als je er maar één hebt. En het valt uit. Ligt dan een proces in de prak. Of kan het manueel overnemen. Wat gaat er gebeuren. Wat is mijn back-up scenario. In dat verhaal. En als je daar de puzzels tussen kunt doen. En wij proberen dat altijd met een beetje. Een soort score te geven: wat is het risico op

dat. Of het risico op dat. Of het risico op dat. En zo proberen we een beetje een evaluatie te doen. En dan gaan we er ook op doortesten. Om te zien van oké. Als dat gebeurt. Wat doen we dan. Als dat gebeurt. Wat doen we dan. En soms werkt dat. Soms werkt dat niet. Maar dat zegt niks over het toestel. Daarom dat ik zeg. Ik heb heel veel oplossingen gezien. Waar ik heel positief op ben. Maar die zijn jammer genoeg niet aan onze business besteed. Dat is nu zo. Als jij morgen. Morgen naar. Ik zal zeggen. De grote hub van DPD niet oké. Dan komt er een doosje aan, met twee lagertjes in. Dan een doosje met een rondel en dan komt er kunstgras van 6 meter lang aan. Ja, daar kan je geen standaard oplossingen op bouwen. Als wij zeggen: een gemiddelde karton. Die is ongeveer 60x40x40, daar kunnen we al iets rond bouwen, een conveyor rond bouwen, een sorteermachine, een hoogbouwkraan, je moet altijd een houvast hebben.

V: Productomvang is ook wel belangrijk.

E: Absoluut: dus je moet eigenlijk een beetje. De cluster al maken. En zien van, wat valt er al uit de boot, wat kan interessant zijn. Want heel dikwijls. En dat is het gevaar dat veel mensen vergeten. Door de obsessie van die automatisatie. Gaan ze proberen alles te doen om dat te laten slagen. Zonder het end-to-end proces te bewaken. Ja. Dus je kunt hier iets doen. Wat echt top is. Maar de problemen verschuiven. En daar moet je gewoon voor op letten. Want als hier aan het koortje gedraaid wordt of getrokken wordt moet je zien dat de rest nog blijft werken.

V: Ja klopt. Nee maar die productomvang is ook wel belangrijk.

E: En wat dan bij de AGV ook nog belangrijk is. Een goede vloer helpt. Bijvoorbeeld. We hebben een project gedaan. Samen met Duracell, die zaten ten eerste met heel veel gewicht. Wij met weinig gewicht, die AGV's. Maar die hebben een hele ruwe betonnen vloer. Dat is allemaal zo evident niet. Want dan krijg je best wel wat schade aan uw toestellen. Dus als je een vlakke vloer hebt. Met niet teveel overgangen, want heel dikwijls zit er een uitzetting laag tussen dingen. Als dat niet te veel verschilt. Want anders is dat altijd impact. En dat is heel gevoelige secure technologie. Dat hebben we ook wel geleerd. Dat de vloer op zich. Hoe beter dat die is, hoe minder miserie dat je krijgt. Als je met kleine AGV's, niet met die grote.

V: Nee, ik denk dat je heel veel dingen leert uit zo'n zaken

E: Vooral ook de belachelijkste dingen eerst. Wat je dan denkt van. Hoe kan dat dat we dat niet gezien hebben? Hoe kan dat? Dat we dat op voorhand niet wisten. En dat is het verschil tussen theorie en praktijk natuurlijk. Dat heeft te maken met onnozel dingen. Wij werken heel veel met radiofrequentie. We werken met scanners en dit en dat. Op een gegeven moment, zat een systeem op dezelfde frequentie en begon het helemaal raar te doen en we wisten niet van hoe of wat. Maar dat was gewoon een bepaalde zone waar hij een ander signaal oppickte dat matchte, dat zijn dingen waar je dagen achter moet zoeken. Voordat je weet wat dat is.

V: Maar gelukkig is jullie know-how toch zo ontwikkeld.

E: Ja, wat we proberen te doen is elimineren. Dat is een beetje een standaardproces. We hebben een systeem dat eigenlijk restart flow noemt. Dat wil zeggen, we proberen altijd een diagnose te stellen binnen 15 minuten. Met als doel terug op te starten als het misgaat. Als ze denken, dat is het niet. Dan gaan we proberen offline te zetten alles. En dan gaan we secondary flow activeren. Of we

gaan rondwerken. En we gaan dan de specialist erop loslaten. Totdat het gevonden is. We hebben hier waarschijnlijk het meest belachelijke issue gehad met een van onze autopack machines. Dus we hebben vijf autopack machines. Of zes autopack machines. En er was één machine bij die altijd problemen had met de verlijming. Altijd miserie. En dat was exact hetzelfde machine. En we dachten, op een maandag gemaakt waarschijnlijk. Dus dat scheelt niet mee. En dan zijn we dat toevallig achtergekomen. Boven die machines lopen luchtkanalen en die luchtkanalen blazen in het DC. Maar die luchtkanalen waren er al voordat die toestellen er stonden. De machine is open van boven. Toevallig was er één luchtkanaal dat exact gepositioneerd stond waar de heating van de lijm gebeurt. En dat luchtkanaal blaast daar echt op volle kracht op. Want dat had heel veel debiet om heel diep in het DC te blazen. En dat zorgt voor een temperatuurverschil. En door dat temperatuurverschil hadden we ander slechte kwaliteit. Dan hebben we dat luchtkanaal afgeplakt. Het was opgelost. Maar dat zijn van die dingen, daar kom je gewoon per toeval achter. Ja. En je begint te denken, het enige verschil is dat luchtkanaal. Ah, willen we dat zelf plakken? Oh, dat heeft geen zin. Plakken dat af en het werkt terug. En hierdoor hebben we door de jaren een checklist ontwikkeld dewelke we altijd doorlopen als er zich bepaalde problemen voordoen eh. Exact hetzelfde als in de vliegtuigindustrie. Voordat die mannen vertrekken, lopen die een checklist af. Soms is dat belachelijk, maar het helpt ons wel. Het is net dan dat je altijd die routine erin kweekt. Om te zeggen, man. Hebben we dat? Hebben we dat? Hebben we dat? Het is meer dan zet het is af en op eh. Het is gewoon van, check, check, check. Oké. Dan weten we al... We kunnen heel dikwijls zeggen, dit kunnen we al uitsluiten. En dat helpt al in plaats in de chaos te beginnen. Dat is de approach eigenlijk een beetje.

V: Top. Duidelijk. Ik denk dat we bij het eind zijn gekomen. Bedankt alvast.

E: Geen probleem, dat is graag gedaan.

Bijlage F - Respondent F

Interviewer: Victor Diepvens (V)

Datum: 18 april 2025 om 8:30

V: Goedemorgen, is het goed voor u dat ik dit interview opneem?

F: Goedemorgen Victor, zeker geen probleem.

V: Ja, ik denk ook al dat je eens door de interviewleiddraad bent geweest, dus de eerste stapjes zijn een beetje een administratief, maar dat is niet zo erg. En dan gaan we verder in op AutoStore en dergelijke.

Dus dan stel ik voor dat ik mezelf eerst eens kort voorstel. Ik ben dus Victor Diepvens, ik zit in mijn master Handelswetenschappen, Supply Chain Management. En voor mijn masterproef onderzoek ik de rol van mensen binnen geautomatiseerde logistieke processen. En dit in een warehouse context. Dus ik heb mijn literatuurstudie al gedaan, ik ben ingegaan op verschillende automatiseringen. Gaande van AGV's, AMR's, maar ook AutoStore, automated storage en retrieval systems. En dan ga ik nu een paar empirische interviews doen, om die uiteindelijk te gaan linken aan de literatuurstudie. En dan ben ik zo via meneer Braekers ook bij u terechtgekomen, en wil ik u bedanken voor uw tijd. En dan stel ik voor dat u uzelf ook eens voorstelt, uw rol binnen Bedrijf F, hoelang u er al actief bent, en misschien ook de kernactiviteit van Bedrijf F.

F: Ja, wie ben ik? Ik ben respondent F. Ik werk momenteel als warehouse engineer binnen de Bedrijf F. Ik werk hoofdzakelijk aan ons nieuwe automatisatieproject, waar we zelfs wel verder op in gaan, denk ik. Maar algemeen eigenlijk als warehouse engineer sta ik een beetje in voor allerlei optimalisaties en automatisaties binnen het magazijn. Dus dat kan heel breed zijn, dat kan ook het optimaliseren zijn van manuele processen. Dat kan ook zijn kijken van wat we kunnen gaan automatiseren en hoe. Ik werk nu ongeveer vier jaar binnen de groep. Ik ben origineel gestart als functioneel analist. Daar was ik eerder een beetje de brug tussen operations en de ontwikkelaars, om als mensen procesmatig iets willen aanpassen om dat team technisch te gaan ondersteunen. Dat was een beetje waar ik daar verantwoordelijk voor was. Maar nu sinds drie jaar ongeveer toch binnen het magazijn.

V: Oké, super.

F: Ik zie hier ook staan of ik eerdere functies of ervaringen heb in zo'n magazijncontext. Ik ben van opleiding handelsingenieur en ben afgestudeerd in operationeel management en logistiek. Dus daar heb ik een beetje de basis gehad. En dan heb ik nog een doctoraat afgewerkt over optimalisaties van de manuele magazijnen. Dus niet geautomatiseerde magazijnen, maar we zien van dag in dag dat, ondanks dat er al heel veel technologieën bestaan, heel veel acties gewoon nog manueel gebeuren. Dus daar kan ook zeker geoptimaliseerd worden. Dus dat is een beetje mijn ervaringen-achtergrond daarin.

V: Oké, super. Ja, inderdaad. Meer dan 80% van de magazijnen werkt nog manueel en stapt niet in op die soorten automatiseringen. Dus dat is heel belangrijk om ook die manieren te onderzoeken.

Ging dat dan speciaal over de indeling van de magazijnen en dergelijke? Of hoe moet ik dat dan zien in uw doctoraat?

F: Mijn doctoraat ging eigenlijk een beetje over, aan de ene zijde in de literatuur heb je wiskundige modellen. En aan de andere zijde heb je dan eigenlijk echt bedrijven die heel praktisch gericht werken. En er is vaak een beetje een clash tussen beiden. Beiden begrijpen elkaar vaak niet. En die wiskundige modellen die in theorie zijn ontwikkeld, die matchen soms ook niet heel goed met de praktijk. Dus ik ben eigenlijk eens gaan kijken hoe we de rol van de mens kunnen integreren in die wiskundige modellen. En hoe maken we die theoretische modellen realistischer om in een bedrijfscontext te kunnen gaan gebruiken.

V: Oké, zeer interessant. Dan misschien ook nog, Bedrijf F hier recent langs geweest op de universiteit. Maar toch wel nog voor het interview even de kernactiviteiten. Ik weet ongeveer wat jullie allemaal doen. Maar het is wel eens interessant om het ook nog eens van u te horen.

S: Dus ikzelf werk bij bedrijf F. Dat is eigenlijk ons internationale distributiecentrum in X. En in ons magazijn hebben we eigenlijk vooral alle spareparts liggen van binnen de Bedrijf F groep.

Dus als je Bedrijf F bekijkt, bestaat de Bedrijf F groep ondertussen onder vier grote pilars. Eén stukje daarvan is echt compressortechnieken, dus de industriële air oplossingen. Dat zit meer in Antwerpen en Antwerpen heeft daar ook zijn eigen magazijn voor.

Dus die hebben een stuk distributie en productie. Wij hebben alleen distributie en wij houden eigenlijk alle spareparts en tools bij van onze andere divisies. Dat gaat echt over vacuümtechnologie, dus semiconductoren en industriële technologie. Dat is de tweede. Er zijn ook verschillende tools die ook vaak in de bouw worden gebruikt. En powertechniek is dan de derde.

Dus je moet eigenlijk denken aan onze planten, dus we hoofdzakelijk B2B. Die zitten eigenlijk wereldwijd in allerlei industrieën. Om er een voorbeeldje te geven, als je naar de Audi e-tron kijkt, al die lijncomponenten in die auto's, dat komt van bij ons. Maar zo zitten wij ook achter flatscreens, bepaalde onderdelen. Dus je gaat niet vaak echt de brand zelf zien, maar wij hebben enorm veel producten en enorm veel industrieën. En eigenlijk alle spareparts daarvan. Dus zeg maar, er is een grote bouw, dat is dringend. Bepaalde machines gaan naar stuk, dan liggen de spareparts bij ons in een magazijn.

V: Oké, duidelijk.

Mijn vader werkt bij Trenseo, dat is een bedrijf in de chemie, in Tessenderlo. En ik zei inderdaad dat ik vandaag een interview met jullie had. En zij zijn dan ook klant voor de generatoren en dergelijke. Ja. Dus het zijn vaak producten die je niet echt kent, maar wel interessant om te weten wat jullie allemaal doen.

F: Ja, de meeste mensen, als je het al een beeldje doet rinkelen, als je bijvoorbeeld grote wegenwerken hebt of zo, en echt van de brand Bedrijf F zelf heb je vaak die grote gele machines, daar herkennen mensen het meestal van. Maar eigenlijk zijn het nog ook heel veel andere kleinere dingen die je niet meteen met het oog ziet.

V: Oké, dus als ik het goed voor je had, waar u actief bent, is enkel met de spareparts, hè?

F: Spareparts en tools. Dus we zijn een distributiecentrum, wij leveren wereldwijd, maar we hebben eigenlijk van de vier business areas waar Bedrijf F uit bestaat, hebben we eigenlijk van drie alle spareparts liggen bij ons. Dus dat gaat, om u er misschien fysiek iets bij voor te staan, dat gaat van heel kleine schroefjes tot grote vacuümpompen. Dus van lichter dan één gram tot meer dan één ton, dat stockeren wij en verscheppen wij allemaal wereldwijd.

V: Dan zo naar het orderpickingproces en de automatisering gaan. Hoe zit jullie huidige orderpickingproces? Misschien kunt u het meenemen van de inbouw naar de outflow. Waarschijnlijk is daar ook nog een opdeling in tussen die hele grote machines en de kleine spareparts.

F: Ja, de vraag is een beetje hoe gedetailleerd je het wilt weten. Maar als we misschien gewoon eens even naar het orderpicking kijken bij ons, dus klanten bestellen dingen, en wij moeten er dan eigenlijk voor zorgen dat wij de juiste producten gaan halen, dat wij die onderweg niet beschadigen en dat we die zo snel mogelijk uit ons magazijn krijgen door bij de klant. Als ik naar het orderpicking kijk, kan ik eigenlijk, het belangrijkste wat je misschien moet weten, ik weet niet eens hoe lang we dat al doen, maar toch al een tiental jaar denk ik, werken we met voicepicking. Dus ik weet niet of je dat kent.

V: Ja, ik heb dat heel kort besproken ook.

F: Ja, en dat heeft er eigenlijk voor gezorgd dat we zeker weten dat mensen al de goederen gaan halen op de juiste locatie, dat ze die locatie moeten bevestigen, het aantal stuks dat ze picken moeten gaan bevestigen, dat is een beetje om de operator zelf te ondersteunen. En dan maken we eigenlijk een onderscheid tussen twee grote flows, als ik het mag zeggen. Enerzijds doen wij een pick-in-the-box en anderzijds gaan wij zo onze goederen halen. Dus wat we doen met pick-in-the-box, dan gaan we eigenlijk op voorhand al berekenen voor, ik denk, goederen of orders tot en met 16 kilo, omdat het anders ergonomisch te zwaar is voor mensen om te tillen. Dan gaan we ervoor zorgen dat een orderpicker al rechtstreeks in de doos kan picken waar het naar buiten gaat gaan. Dat maakt dat eigenlijk één persoon die goederen gaat halen in een ronde, die gaat afzetten, die ook zelf de doos toeduwet en op de band zet naar buiten. Bij de andere goederen zijn die vaak te groot, te zwaar. Dat is niet mogelijk om met zo'n grote doos te gaan zuilen. Dus daar hebben we dan eigenlijk andere carriers, dus van karren tot manden waar we de goederen eigenlijk verzamelen.

En dan zet hij dat eigenlijk af aan een inpakker en die heeft dan een scherm, een SAP, een Fiori-screen bij ons, waarin hij wordt ondersteund van best deze doos pakken, vergeet deze labels niet te plakken en die gaat dan eigenlijk de volledige doos afwerken zodat hij ook uitgestuurd kan worden. Ik denk dat dat zo'n beetje het grootste verschil is. Dus kleine, gemakkelijkere goederen, die kunnen we ook gemakkelijk picken. Die maken we al klaar om meteen te verscheppen en bij andere goederen moet daar nog wel wat aan gebeuren. Het outbound stuk, inbound, komend, zitten we een beetje met duizenden leveranciers werken. Dus wij krijgen onze goederen, wij weten niet altijd wat er binnenkomt, wanneer het binnenkomt. Daar stoppen heel wat trucks van heel wat leveranciers. Die zijn vaak ook op andere manieren ingepakt. Dus aan onze inbound kant gaan we altijd eens even kijken, is het op deze manier al ingepakt, dat het op stok kan liggen? Anders krijg je een soort van prepak, dan gaan we zeggen, zo gaan die goederen beschadigd geraken, dat gaan we niet doen, we gaan daar zelf nog iets aan aanpassen. En dan hebben we zo'n beetje de policy dat we eigenlijk alles

proberen ten laatste, de dag na binnenkomst, alles op stok te hebben liggen. Dus ook daar gaan we eigenlijk aan inbound kijken, wat hebben, uitsorteren en dan afhankelijk van of het grote, kleine producten zijn, volledige paletten krijgt dat aan een andere plaats in ons magazijn.

V: En dan die pick-to-box is eigenlijk gewoon dat één orderpicker verantwoordelijk is voor de doos die echt naar de klant gaat gaan, en dan met een klassieke pickcard dan door het magazijn gaat?

F: Ja, dus eigenlijk alles is volledig manueel gestuurd. Dus momenteel is het zelfs zo dat de orderpicker bij ons naar wat wij noemen een teamcoach gaat, dat zijn direct mijn leidinggevendenden, en die gaat eigenlijk zeggen, pak deze orders maar mee. Dus die gaat eigenlijk dat badgeke van orders maken, en dan gaat hij met zijn voice al die orders inscannen. Dat is zowel voor de pick-in-the-box flow als de gewone flow wordt dat zo gedaan. En dan gaat de voice eigenlijk een route maken door het magazijn en die picker gewoon gaan volgen. En die pakt altijd voor een pick-in-the-box flow, kan die maximum 26 orders meenemen op zijn kar. En voor de grotere orders zijn er soms 2, 3, 4 orders afhankelijk van wat fysiek mogelijk is. Met dan het verschil inderdaad dat in de ene flow picken en pakken eigenlijk geïntegreerd is en dat het iets sneller en vlotter kan gaan. Bij de andere heb je nog ergens een tussenstaging waarin die goederen wachten totdat de pakker het overneemt.

V: Oké, duidelijk. Dus misschien de vraag welke taken zijn er al geautomatiseerd. Eigenlijk nog niet teveel. De technologie is dan wel pick-by-voice inderdaad. Maar nog het grootste deel gebeurt manueel dan?

F: Ja, we hebben... Eigenlijk zijn we nog een volledig manueel magazijn. Maar we hebben inderdaad systeemtechnische ondersteuning. Zoals een voicepick. Wij draaien op een SAP. Daar gebeuren heel wat acties, ook die onze bedienden bijvoorbeeld anders allemaal met de hand zouden moeten doen. Die zijn wel geautomatiseerd. Bepaalde administratieve processen hebben wij van die RPI's op staan dat dat automatisch gebeurt. Maar echt binnen de magazijnactiviteit is er gewoon heel veel manueel werk. En dat is ook een beetje gerelateerd bij ons aan het feit dat wij van hele kleine schroefjes tot hele grote pompen verschepen. Als je nu een GSM-producent bent en je weet dat al die doosjes zo groot zijn dan is het ook gewoon sneller en eenvoudiger om te automatiseren dan in ons geval. Dus dat is ook een beetje de hoofdreden dat wij vooral nog manueel werken vandaag.

V: Oké, super. En dan gaat er waarschijnlijk een nieuw... Of ja, daar bent u dan mee bezig, een nieuwe stap de implementatie van de AutoStore zijn. Kun je me daar een beetje meer over vertellen? Waarom is er specifiek gekozen voor AutoStore en niet voor andere soorten automatiseringen zoals AGV Assisted-picking of dergelijke

F: Dus er zijn heel veel technologieën op de markt.

V: Ja, klopt.

F: AutoStore is daar eentje van. Er is heel veel mogelijk en niet alles is toepasbaar op uw situatie als bedrijf. Hoe is dat ooit begonnen?

Als ik praat over Orion, dat is de naam van het automatisatieproject. Ja, dat is goed. Hoe zijn wij ooit met Orion begonnen?

Dat is een tweetal jaar geleden geweest, iets meer zelfs. Waarin we eigenlijk in een situatie konden zien dat onze huidige site in Hoeselt die begon een beetje klein te worden. Daar blijven goederen binnenkomen, daar blijven nieuwe klanten bijkomen. We blijven groei ervaren en we zien dat we eigenlijk een beetje tegen het maximum van onze capaciteit beginnen te werken. Dat is heel vervelend, want hoe korter je tegen capaciteit werkt, hoe minder efficiënt je ook kunt gaan werken, omdat uiteindelijk iedereen onder mekaar voeten loopt en je krijgt die goederen nergens meer kwijt. Dat wordt slordig, dat is niet aangenaam werken. Dus dan gingen we eigenlijk kijken, moeten wij gaan bijbouwen of moeten wij misschien ergens een automatisatie gaan investeren die compacter kan opslaan. Dan hebben we er eigenlijk een hele studie rond gedaan en dan heb je eigenlijk het verschil een beetje van een automatisatie gaan plaatsen binnen een bestaande bouw, dat heeft zijn beperkingen. Bepaalde automatisatie technologieën gaan tot 12 meter, 20 meter de hoogte in. Wij zaten met een beperking in hoogte, dus heel veel automatisatie technologieën konden we niet evalueren omdat ze gewoon fysiek niet in het gebouw zouden passen. Dus zijn we eigenlijk een stap verder gegaan en zijn we eigenlijk een business case gaan maken voor zowel een uitbreiding van de bouw als een automatisatie binnen die nieuwe bouw. Wat maakt dat je eigenlijk een automatisatie kan plaatsen in het greenfield.

Dus je hebt alles nog te kiezen, dat is een stuk makkelijker dan iets proberen in een bestaande bouw te doen. En dan zijn we eigenlijk een beetje gaan kijken naar wat voor producten hebben wij, wat zijn de mogelijkheden en wat zijn de snelheden die wij op een dag wensen te halen. Want draai je verkeerd hoe je het wilt, je moet een bepaald budget krijgen en dat budget moet goed gekeurd worden, je moet daar een bepaalde business case van kunnen noemen.

Dus wat hebben we eigenlijk gedaan, alle automated storage en retrieval systems vandaag de dag op de markt, van AutoStore tot miniload tot shuttle tot meer de nieuwe, een Exotec variant, een geek plus, ook wel wat misschien de vreemde eendjes op de markt hebben we eigenlijk allemaal bekeken qua investeringskosten langs elkaar gezet en dan zijn we die eigenlijk gaan vergelijken op verschillende componenten. We zijn gaan kijken naar de investeringskosten, dus als je vergelijkt een AutoStore met een shuttle bijvoorbeeld, een shuttle is veel sneller dan een AutoStore, die kan eigenlijk veel meer halen per uur, maar die snelheid hebben we eigenlijk niet per se nodig in ons magazijn. Dus dat betekent dat we eigenlijk heel veel geld zouden betalen voor een functionaliteit die we eigenlijk niet nodig hebben. We zijn gaan kijken naar flexibiliteit en daar won AutoStore wel, dat is eigenlijk gewoon een kubus die je neerzet en je kunt gewoon robotjes bijplaatsen of stukjes van dat grid bijplaatsen. Zit je bij miniloads, shuttles moet je alweer volledige gangen uitbreiden, dus dat is een flexibiliteit.

Dus we zagen eigenlijk qua snelheid en qua compacte storage is dat AutoStore heel goed. Het is ook heel flexibel voor uit te breiden ten opzichte van sommige andere technologieën. En dan zijn we ook een beetje gaan kijken, de grootste schrik denk ik van een bedrijf dat volledig manueel werkt, je moet er een stukje uit handen geven aan automatisatie, hoe betrouwbaar is dat spel?

Dat was een beetje de vraag, dus we zijn wel gaan kijken naar AutoStore, er zijn ondertussen heel veel partijen die AutoStore hebben staan, het is een betrouwbare technologie, dat was voor ons ook wel belangrijk, we wilden niet de eerste zijn die daar iets nieuws ging neerzetten en dan blijkt dat niet te werken. Dus het is een bewezen technologie, enerzijds en anderzijds ook wel betrouwbaar in

die zin dat als er één of twee robots van boven op dat grid uitvallen, al je locaties blijven bereikbaar, want je andere robots blijven nog rijden. Als ik denk aan een miniload of een shuttle met alle captive cranes waar een kraan niet van gang kan wisselen, als die kraan in die gang uitvalt, dan is die volledige gang niet meer toegankelijk. Dus je hebt geen producten nodig en die gang geraakt er niet aan. Dus dat zijn de drie belangrijkste criteria die we zo wat hebben afgewogen. Dus de investeringskost enerzijds, hoe flexibel is het, hoe betrouwbaar is het.

En in ons geval dan komen we eigenlijk in een goede mix met die AutoStore. Je kunt eigenlijk heel dense stockeren, het is redelijk betrouwbaar, je kunt eigenlijk altijd nog goed aan je goederen, mits dat hier en daar iets uitvalt. En het is een bewezen technologie. Dus dat was eigenlijk een beetje hoe we het hebben gedaan en de reden daarachter was dat we vooral meer stockage nodig, enerzijds. En anderzijds voelen we ook dat de arbeidsmarkt niet meer de arbeidsmarkt van 20 jaar geleden is. Dat wij die logistieke profielen heel moeilijk krijgen ingevuld, die arbeidersposities. Dus dat komt mondjesmaat binnen, maar niet genoeg om onze groei te counteren. Dus wij hopen eigenlijk dat we met die automatisatie meer gaan kunnen doen met op zijn minst dezelfde mensen. Dus dat is echt puur om die groei te counteren.

V: Dat heb ik bij mijn vorige interview ook gehoord. Het is totaal niet de bedoeling om jobs weg te schuiven. We zijn aan het groeien, maar we kunnen die groei niet aan met de arbeidsmarkt momenteel. Dus automatisering is daar wel een heel goede oplossing voor. En ja, dat zie ik hier ook wel terug dan. Misschien nog iets over de producten die in de AutoStore gaan liggen. Dat zijn dan eerder alle kleine producten zoals je had beschreven. De schroefjes, de vijsjes, al die zaken.

F:Ja. Je hebt eigenlijk drie soorten... Ik denk dat je ook de chat hebt kunnen zien. Ja. Ik zal het even in de chat zetten. Je hebt zo'n AutoStore, dat is eigenlijk gewoon een opeenstapeling van bakken. En je hebt drie sizes van bakken. En wij hebben eigenlijk voor de middenmaat gekozen. Dus zoals je in de chat ziet, is dat de afmeting waarmee we gaan werken. Dus eigenlijk alle goederen die fysiek daarin passen, die mogen de AutoStore in. En elk individueel item mag zeker niet zwaarder zijn dan 30 kilo. Want dat is het maximum gewicht dat zo'n bak eigenlijk kan dragen. Dus we gaan ook nog heel veel pallet-stellingen hebben van onze grotere goederen. Maar we verwachten wel al onze shelving, al onze kleinere locaties, om die naar AutoStore te gaan trekken. Misschien met uitzondering, als we echt spreken over dangerous goods. Dat is ook een intensieve samenwerking geweest met de brandweer. Als zoiets in brand zou vliegen, wat gebeurt er? Wat mag daarin liggen? Wat mag daar niet in liggen? Dus bijvoorbeeld lithium-ion-batterijen en al die dingen, dat gaan we apart stockeren. Dat gaat niet de AutoStore in. Ook al zou dat fysiek er wel in passen.

V: Oké. Duidelijk. Dus eigenlijk, want je ziet dan wel dat AutoStore iets trager is doordat er bijvoorbeeld, waarschijnlijk het is ABC geclassificeerd, toch? Of is het random storage? Wanneer het gaat over hoe die bakken zijn verdeeld in de grid?

F: Dus in AutoStore zelf kun je eigenlijk al die bakken gewoon daarin steken en AutoStore werkt eigenlijk als een soort van blackbox. Dus je steekt het er allemaal in, dat stapelt zich op elkaar en je gaat zien dat daarna van tijd inderdaad gaan de slowmovers stilletjes naar beneden zakken en die fastmovers gaan naar boven komen. Dus dat is eigenlijk een soort van natuurlijk slotting noemt men

dat, dat dat over tijd vanzelf zich gaat goedzetten. Dat kan zelfs zo zijn dat als AutoStore al ziet wat er in de poelen zit van de dag erna dat hij zich s'nachts al een beetje kan gaan herschikken.

V: Ja. Maar een shuttle is dan bijvoorbeeld sneller maar jullie hebben die snelheid niet nodig en daarom als AutoStore. Super. Dan zijn we, de voornaamste redenen waren duidelijk. Zijn er specifieke KPIs gekoppeld aan de automatisering? Hoe gaan jullie het succes bijvoorbeeld meten?

F: Enerzijds zijn er natuurlijk dingen die we wel intern willen bereiken maar, en je werkt samen met de leveranciers, maar er zijn wel duidelijke afspraken gemaakt over bijvoorbeeld de snelheden die moeten worden gehaald. En dan spreken we vooral over inputsnelheden dus aan put away station waar we goederen erin plaatsen en aan pickhoogte waar we goederen eruit halen. Hoeveel bakpresentaties moeten daar kunnen gebeuren per uur? Dus je krijgt orders binnen. Een bak. Ik pick een item. Die bak slaat door. Ik pick het volgende item. Daar moet eigenlijk een bepaalde snelheid in komen. Daar zijn bepaalde snelheden beloofd. Op die x-snelheid gaan we eigenlijk ook achteraf meten van halen we die, halen we die niet? Dat is natuurlijk een verschil tussen de theoretische snelheid en die moet worden gehaald.

Uiteraard staat daar een mens voor. Als die geen goesting heeft, dan ga je gegarandeerd, die dacht die snelheden niet halen, maar dat is ook oké. Maar de theoretische snelheid, dat systeem goed is opgebouwd, die moet worden behaald. En dan eigenlijk in combinatie met de snelheid van onze mensen hebben we eigenlijk ook een vooropstelling gemaakt van wat we verwachten van productiviteit aan die poort.

V: En hoeveel pickstations zijn er bij zo'n AutoStore bij jullie dan?

F: Bij ons hebben we zes pickpoorten voorzien momenteel met uitbreiding voor nog twee poorten al voorzien aan AutoStore zelf en vier inbouwpoorten. Maar qua automatisatie zijn we ooit begonnen met die AutoStore maar dan zijn we nog even verder gegaan om rond AutoStore te kijken van wat kunnen we daar nog bij pakken en dan zijn we eigenlijk gaan kijken. We hadden meer dan 24, 25, misschien tot 30 verschillende dozen waarin wij al onze goederen verpakten.

We zijn nu voor een heel groot van dat assortiment hebben vervangen door vier dozen die je eigenlijk oneindig kunt insnijden en dichthouden als alternatief. Dus we gaan nu eigenlijk ook een automatische doosopzetter zetten die al die doosjes al gaat vouwen, naar AutoStore gaat brengen en men kan dan picken in die doos, die gaat over de conveyer men gaat er nog een beetje vulpapier bij brengen die duwen ze terug af op de conveyer en dan gaat die eigenlijk ook nog door automatische sluiters dus waar we vandaag echt zeggen we plooiën het zelf toe we brengen manueel tape aan dat wordt eigenlijk volledig vervangen ook door machinist, dus zowel de doos opzetten als de doos sluiten

V: Oké dan misschien een beetje inzoomen op de menselijke factor u had ook al gezegd dat het dan een greenfield was en dus een nieuwe bouw zullen er voor die pickstations specifiek nieuwe mensen worden aangenomen of is er een verschuiving van de huidige werknemers met de klassieke pickcard naar de pickposities dan daar?

F: Dus hoe wij het een beetje zien die nieuwbouw, dus ons oud magazijn zeg maar dat ligt echt in een U-vorm dat is zo'n beetje historisch gegooid absoluut inefficiënte vorm voor een magazijn eigenlijk maar dat is historisch er in de tijd van gegooid en wat gaan we eigenlijk doen als je die U

bekijkt dat volledige middenplein, dat middenstuk van die U gaan we volledig dichtbouwen dus heel belangrijk is ook dat die automatisatie goed aansluit op onze bestaande processen dus wij willen nog altijd één doos sturen naar de klant dus als dat goederen komen uit de AutoStore maar ook nog van ons paletmagazijn gaat dat uiteindelijk wel samen uitgaan in één doos dus dat moet eigenlijk een naadloze integratie worden tussen beide wat maakt dat de mensen die we vandaag hebben nieuwe taken gaan krijgen maar deels ook bestaande taken gaan behouden dus ik denk dat het belangrijkste hierin is de mensen een beetje meenemen aan het verhaal weten wat ons komt dus het is niet dat wij al echt hebben afgesproken jij moet in de toekomst dit gaan doen jij gaat in de toekomst dat doen dat absoluut niet we proberen eigenlijk iedereen in eerste instantie mee te krijgen hoe gaat het proces eruit zien wat gaat er veranderen ik denk dat dat het belangrijkste is.

V: Om zo die awareness te creëren hebben jullie daar een specifieke aanpak voor of is dat gewoon tijdens bijvoorbeeld de middagpauze dat daar over wordt gesproken of zijn er specifieke trainingen misschien al voor?

F: Er hangt een beetje van af de fase waarin het project in zit dus echt in de strategische fase waarin we kijken van wat moeten we doen welke technologie gaan we kiezen met welke leverancier gaan we samenwerken daar zijn de arbeiders iets minder in betrokken geweest. Maar vanaf het moment dat wij dan wisten van hé jongens, dit gaat de technologie worden zo kan het eruit zien dan houden wij eigenlijk infosessies waarin we iedereen op de tijd brengen van kijk, dit gaat er gebeuren, zo gaat die bouw eruit zien, dit gaat de automatisatie zijn die erin komt. En nu zitten we eigenlijk meer in een detail design fase, het pakje moet bewegen op die conveyor, welke label moet daarop hangen, waar moet die gescand, die komt van die conveyor, hoe ga je dan dat aansluiten op het bestaande.

Echt zo de operationele feel, daar hebben we workshops voor met onze eigen teamcoaches, die kennen het operationele proces nog altijd het allerbeste, dus die betrekken we mee in die workshops en zij geven aan wat voor hun makkelijk werkt, minder makkelijk werkt, ook naar ergonomie toe, dus de hoogte bepaling van de stations, wat daar nog van materiaal aan die stations moet komen, de nieuwe paktafels, hoe moeten die eruit zien, moeten die automatisch in hoogte gaan, waar wil je je printers hebben, hoe wil je dat je scherm hangt, dus echt al die operationele details, daar betrekken wij hun mee, omdat dat ook het grootste, de grootste impact heeft op hun dagdagelijkse werk en de teamcoaches die betrekken dan op hun beurt de arbeiders onder hen ook weer mee, dus het is echt zo'n beetje dat het kan doorsijpelen tot op de werkvloer, dat iedereen een beetje op de hoogte is en dat zij ook mee kunnen beslissen, zeker over de dingen die echt hun werk impacteren.

V: Oké, duidelijk. Nee, heel goed, want dat zie je wel in de literatuur, dat het belangrijk is dat zo'n teamcoach er ook heel hard van overtuigd moet zijn, anders gaat zijn team er weerstandig tegenover staan.

F: Klopt, daar zeg je het eigenlijk, die teamcoaches, dat zijn eigenlijk onze, als we die niet mee hebben in het verhaal, dan gaan we alle arbeiders daaronder ook niet mee hebben in het verhaal, want die gaan zien, als mijn teamcoach al niet tevreden is, waarom zou ik dan tevreden zijn met wat hier gaat komen. Nu, uiteraard, verandering maakt mensen altijd zenuwachtig, mensen hebben niet graag verandering, dus het change management en hoe je dat aanpakt is wel een belangrijke succesfactor, denk ik, in zo'n project, ja.

V: Oké, duidelijk. En wordt het door de orderpickers momenteel positief onthaald of is er toch sprake van weerstand?

F: Momenteel wordt het eigenlijk nog wel positief onthaald, omdat, ja, ik wou je zeggen, het werk aan een autostoppoort is misschien minder zwaar, dat is niet altijd het geval, want je staat aan een poort, dus dat is wel heel statisch werk, dat is heel saai werk, daar vrezen mensen ook wel een beetje voor, nu kan men nog rondrijden en doen, maar de afspraak die wel gemaakt is, of hoe wij het zien, is, er gaat nooit iemand acht uur op een dag aan zo'n autostoppoort moeten staan. Dat werk is veel te statisch, ook voor een lichaam, om zo lang stil te staan, dus de exacte uren van rotatie en dergelijke, daar zijn we nog niet, maar we hebben wel voor ogen dat we een hogere mate van jobrotatie moeten gaan doorvoeren, om iedereen eigenlijk ook tevreden te houden. Dat iedereen eens aan die autostop kan picken, want langs de andere kant is het wel nieuw, en iedereen wil dat ook wel eens doen, maar dat je wel genoeg afwisseling behoudt met het manueel picken, met het pakken, dat is iets wat we vandaag de dag ook al proberen doen. Iemand pikt niet altijd een hele dag in de box, die gaat ook een ander type orders gaan picken, soms gaat hij eens pakken, dat doen we vandaag al, maar dat moeten we in de toekomst zeker extra op inzetten.

V: Ja, ik denk dat dat heel goed is, want anders kan de verveling wel sneller toeslaan, en dat kan dan een impact hebben op de algemene jobtevredenheid. En uit een vorige interview waar AMR's naar een pickstation rijden, daar is ook sprake van jobrotatie, dus daar zagen ze ook dat ze dat niet moeten doen om daar mensen een hele dag aan zo'n station te zetten.

En dan de vraag of het aantal orderpickers dat toe zal nemen of gelijk blijven, of afnemen. Afnemen alleszins niet. Ja, misschien een heel lichte mate toenemen, als ik het zo hoor.

F: Ja, dus dat is eigenlijk bij de start van het project ook duidelijk gecommuniceerd. Het is zeker niet om mensen buiten te werken, het is eerder van we komen er niet, en de werkdruk op onze huidige mensen is ook gewoon erg hoog, omdat het blijft groeien en het is echt om hen te ondersteunen en samen verder te groeien.

V: Ja, er is dan ook een link eigenlijk, als de orderpicker ziet dat de productiviteit stijgt, dan zijn zij ook zelf meer tevreden, en de productiviteit kan stijgen door soorten automatiseringen. Dus als ze het nut ervan inzien, dan gaat die tevredenheid wel blijven normaal gezien. En ik denk dat dat bij zo'n AutoStore wel snel duidelijk kan worden.

Misschien bij onderdeelje vijf dan nog. Eigenlijk heeft u ook al kort toegelicht, andere soorten automatiseringen dan denk ik aan het verpakken van de dozen. Misschien nog andere zaken?

F: Dus we doen nu eigenlijk heel veel al aan één keer.

V: Uiteraard.

F: Iedereen tevreden. Uiteraard zijn er altijd nog wat dingen die we kunnen bekijken. Waar we ook veel hebben is nu zo van die AMR's voor automatisch pallettransport bijvoorbeeld. We hebben eigenlijk ook heel wat bewegingen in het magazijn die niet per se waarde toevoegen. Dus om van die dode bewegingen zeg maar, of te gaan automatiseren, dat is zeker iets wat we nog kunnen bekijken in de toekomst. Maar dat zal niet het eerste komende anderhalf jaar zijn. Maar dan daarna,

inderdaad, AMR's. Dat is natuurlijk ook weer een andere manier van werken, omdat dat beweegt zich tussen uw mensen. Dus dat is ook wel weer iets waar je voorzichtig mee moet zijn wanneer je mensen goed moet opleiden.

Misschien over die opleiding. Je hebt de strategische fase waar we niet echt betrokken zijn. De operationele fase waar we echt workshops met hen houden. En dan heb je natuurlijk nog de slag typen wanneer het systeem bijna klaar is, maar daar zijn we nog niet. Dan krijg je natuurlijk wel opleiding van bepaalde superusers. Dus het is niet de bedoeling dat wij als magazijn ingenieurs de hele tijd daar langs gaan blijven staan en gaan zeggen hoe het moet werken. Dus dat wordt eigenlijk overgegeven naar een soort van superuser die eigenlijk een diepgaande opleiding krijgt over de automatisatie en die eigenlijk snel operationele problemen kan oplossen. En dan heb je natuurlijk de training van al uw arbeiders. Maar het is wel de bedoeling dat bijvoorbeeld een teamcoach of bepaalde arbeiders die zich daarvoor aanmelden zich eigenlijk kunnen verdiepen tot superuser. Een poort is een storing. Hoe haal ik die poort uit? Storing die eigenlijk een diepgaandere kennis heeft, ook tot op de vloer.

V: Ja, inderdaad. Had ik bij een interview over AGV's ook gezien dat er drie soorten users zijn. En inderdaad, dan zijn er superusers kunnen technische problemen en dergelijke oplossen. En zij worden dan opgeroepen wanneer er een probleem is door een user die er minder frequent mee bezig is. Dus ja, dat is wel belangrijk ook. En over het algemeen, misschien niet voor AutoStore specifiek, maar wat zijn de succesfactoren volgens u omtrent automatiseringen? Eerst en vooral denk ik dan, ja, de gebruikers meekrijgen. Maar ja, ook dan de KPI's. Die box moet je ook kunnen aftikken. Misschien nog andere zaken waar u aan denkt?

F: Ik denk, om überhaupt al te beginnen, een goede business case opbouwen. Zonder goede business case blijft het allemaal wel een cowboyverhaal en gaat er eigenlijk niks op de wereld komen. Dus ik denk dat, hoe snel kan het zich ook terugverdienen? Ik ken niet veel bedrijven die zonder een goede payback zo'n grote investeringen gaan doen. Ik denk ook aan een goed projectmanagement. Dat zijn heel grote projecten, dus het is wel goed dat daar mensen op zitten met ervaring. Die weten hoe ze projecten moeten doen. En dan, buiten dat denk ik echt ook wel de acceptatiegraad van uw mensen. Dat is wel heel belangrijk, want het mag dan een goede payback hebben en je mag het goed op de wereld hebben gebracht en het werkt volgens de specificaties. Dan ga je wel weer je beoogde KPI's gaan halen als je mensen niet meer wil. Dus dat blijft heel belangrijk. Ik denk dat dat wel de drie belangrijkste misschien zijn.

V: En voor die acceptatiegraad doen jullie dan nu die infosessies en alle zaken daarvoor?

F: Ja, infosessies en workshops. De infosessies en men is nu ook bezig nog op HR-niveau, dus boven ons naar daar. Wij zijn vooral met de arbeiders bezig, maar uiteraard zijn er ook heel veel bedienden. Dus naast de automatisatie krijgen we ook een nieuw kantoorgebouw. Dus daar zit ook een voorhuis in voor iedereen. Iedereen gaat op een andere plaats moeten zitten. Dat gaat heel stom van een vaste bureau. Gaan we naar flexbureaus gaan? Nu hoort je ook al van, oh en mijn toetsenbord, wat gebeurt er met mijn toetsenbord? Ik moet toch niet op iemand anders zijn toets aan? Dat zijn soms heel kleine frustraties, dingen waar mensen zich zorgen maken. Dus men is nu ook nog wel bezig

met een groter change management plan voor de hele onderneming. Dat iedereen terug met de neus in dezelfde richting wijst.

V: Heel interessant. En misschien even een vraag om te informeren. Is het gebouw al gezet momenteel?

F: Als je op de autostrade rijdt richting Husselt, daar zit het liggen en je ziet de bouwrecht komen nu. Ja, ze zijn het omhulsel van het middenplein, het nieuwste stuk magazijn, dat staat eigenlijk. Er moeten betonvloeren in gegoten worden. En ze zijn nu het laatste stuk van het magazijn nog aan het zetten. En dan moet het kantoorgebouw er nog langskomen. Binnenkort, ik denk, wanneer gaat het staan? Het magazijn zal moeten staan. Wij gaan met het opbouwen van automatisatie beginnen in augustus. Dus eind van het jaar ga je normaal gezien een hoge kantoortoren zien. Als het af is, dan bel je maar eens.

V: Tegen wanneer zou het operationeel zijn?

F: Begin 26. Dat is het target nu. Het opbouwen van de AutoStore duurt wel even. Dus een grid zetten op zich is niet goed. Maar wij verwachten ongeveer 60.000 bins. Dus ik weet niet meer van buiten hoeveel camions er zijn die bij ons gaan stoppen met bins. Die moeten allemaal één voor één geïnsert worden in de AutoStore. Dus daar kruipt wel wat werk in.

V: Oké, super. Dan denk ik dat we tot het einde zijn gekomen. Ik denk dat jij nog een heel uitdagend project voor je hebt. Het ziet er toch goed uit.

F: Ja, het is zeker heel tof. Maar we weten nog wat te doen de komende maanden.

V: Dat maakt het fijn natuurlijk. Goed, dan wil ik u bedanken voor uw tijd. Misschien nog één vraagje. Ik ga dit interview transcriberen. Mag uw naam en de naam van Bedrijf F verwerkt worden? Of heeft u liever dat dat als X wordt opgenomen, bedrijf X, als er een online publicatie is van mijn maatschappij?

F: Ik ga dat navragen. Want mij persoonlijk maakt dat niet zo heel veel uit. Maar ik zal het intern even navragen wat daar bij ons de regels voor ons zijn. Sorry dat ik u niet fysiek heb kunnen uitnodigen bij ons.

V: Geen probleem, geen probleem.

F: Midden in die bouwwerf, het is zelf even het zoeken bij ons, dus daar had je toch niet veel kunnen zien op het moment.

V: Nu kun jij nog met de kat thuis werken, en ik ben al in de bliep, dus dat moet ik geen verplaatsingen maken.

F: Voila, super. Moest je achteraf nog vragen hebben, dan meld je maar, en ik laat je nog even iets weten waar we even kiezen.

V: Oké, super. Bedankt voor je tijd, en succes nog.