



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Virtual reality en augmented reality: toepasbaar in logistieke processen?

Lars Agten

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Stef MOONS



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2020
2021



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Virtual reality en augmented reality: toepasbaar in logistieke processen?

Lars Agten

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Stef MOONS

Deze masterproef werd geschreven tijdens de COVID-19 crisis in 2020-2021. Deze wereldwijde gezondheids crisis heeft mogelijk een impact gehad op het schrijf- en verwerkingsproces, de onderzoekshandelingen en de onderzoeksresultaten die aan de basis liggen van dit werkstuk. De impact was echter beperkt. De interviews konden afgenomen worden via videocall.

Samenvatting

Doel en methodologie

In deze thesis zal worden besproken in hoeverre augmented reality en virtual reality toepasbaar zijn in de huidige of toekomstige logistieke sector. Dit onderzoek is belangrijk aangezien er vele toepassingsmogelijkheden zijn voor beide technologieën in de professionele wereld, waaronder de logistieke sector. In de afgelopen jaren is er reeds onderzoek gedaan naar de mogelijkheden die zich verschuilen in zowel AR als VR. De literatuur in relatie met logistiek is echter nog zeer beperkt. Met dit onderzoek is er getracht om een algemeen beeld te vormen over de toepasbaarheid van augmented en virtual reality in de logistieke sector. Het doel hiervan is om deze relatie tussen enerzijds AR en VR, en anderzijds *logistics* te verduidelijken.

Dit onderzoek is uitgevoerd door middel van een diepgaande literatuurstudie waarbij de meest relevante en recente literatuur gebruikt werd. Verder zijn er ook nog diepte-interviews afgenomen bij enkele bedrijfsexperts die reeds ervaring hadden met augmented reality of virtual reality in de logistieke sector.

Bevindingen en waarde van het onderzoek

De digitalisatie van de maatschappij breidt zich alsmaar uit. Over heel de wereld vinden er voortdurend innovaties plaats waarbij nieuwe technologieën op de markt komen. Een wereld zonder deze technologieën en allerhande snufjes zou niet meer terug te kennen zijn. Twee van deze opkomende technologieën die de wereld zouden kunnen veranderen zijn augmented reality en virtual reality. Virtual reality ontstaat wanneer computertechnologie gebruikt wordt om een simulatie te maken van een driedimensionale wereld, die een gebruiker kan verkennen en manipuleren. Deze omgeving is echter volledig artificieel. Augmented reality daarentegen, is een technologie die dicht aanleunt bij de volledige werkelijkheid. AR zorgt ervoor dat gebruikers de echte wereld kunnen aanvullen met virtuele objecten bovenop wat ze zien in de werkelijkheid. AR is geen vervanger voor de echte wereld, zoals VR, maar het heeft eerder een aanvullende rol boven op de reeds bestaande wereld. AR en VR zijn vooral bekend door de toepassingen die ze hebben in de entertainmentwereld. De toepassingsmogelijkheden die beide AR en VR hebben reiken echter een stuk verder dan enkel het entertainen van consumenten.

Zowel augmented reality als virtual reality hebben reeds verschillende toepassingen in de professionele wereld. Zo blijkt uit voorgaande onderzoeken dat augmented reality en virtual reality doeltreffende hulpmiddelen zijn voor het aanbrengen van leerstof, gaande van een schoolomgeving tot een bedrijfsomgeving. Verder zouden beiden ook gekoppeld kunnen worden aan *Computer-aided design* (CAD) software om het maken van ontwerpen sneller en goedkoper te doen verlopen. AR en VR kunnen de interactie met deze CAD-software verbeteren. Door AR en VR te combineren met de CAD-software kan men 3D ontwerpen maken waarmee de ontwerpers kunnen interageren terwijl ze het aan het ontwerpen zijn. Vervolgens heeft augmented reality ook nog een aantal extra toepassingen ten opzichte van virtual reality. Zo kan AR gebruikt worden voor het geven van

instructies tijdens het werk of *just in time guidance*. Op deze manier kunnen werknemers ondersteund worden bij complexe taken. Ook kan het gebruikt worden voor het evalueren van bepaalde processen. Op deze manier kan het bijvoorbeeld aangewend worden voor het evalueren van trainees die hun training volgen met behulp van augmented reality. Als laatste blijkt AR ook een goede informatieverschaffer te zijn. AR kan gebruikt worden als interactief hulpmiddel dat informatie geeft wanneer de gebruiker er om vraagt.

Tijdens de literatuurstudie is er echter ook verder ingegaan op de mogelijke toepassingen die beide technologieën specifiek in de logistieke sector hebben. De literatuur over nuttige toepassingen voor virtual reality in de logistieke sector rijkt op dit moment niet verder dan enkel het geven van training. Augmented reality daarentegen heeft verschillende veelbelovende toepassingsmogelijkheden. Deze situeren zich in verschillende processen van *inbound* tot *outbound logistics*. Deze applicaties voor augmented reality zijn echter niet allen even diep onderzocht waardoor de wetenschappelijke achtergrond beperkt is. *Pick By vision* lijkt de eerste toepassing te zijn voor AR die een grote meerwaarde levert aan logistieke bedrijven. Doormiddel van augmented reality en *smart glasses* kunnen orderpickers op een efficiëntere manier hun taken volbrengen. Dit komt doordat ze de nodig informatie krijgen op het moment dat ze er nood aan hebben of zoals eerder beschreven, *just in time guidance*.

Ook uit de empirische studie die gebaseerd is op vier afgenomen interviews blijkt dat logistiek bedrijven geïnteresseerd zijn de in mogelijkheden die zich verschuilen in augmented reality en virtual reality. Toch heerst er nog een grote onzekerheid over wat AR en VR juist zouden kunnen bijbrengen in de logistiek sector. Dit komt doordat ze beiden nog in hun prille ontwikkelingsfase zitten op basis van *used cases*.

Met enige voorzichtigheid kan besloten worden dat augmented reality en virtual reality een veelbelovende toekomst hebben binnen de logistieke sector. Met deze thesis is er getracht om deze relatie zo goed mogelijk te duiden. Om deze relatie grondiger en dieper te verduidelijken is er echter nood aan meer onderzoek en werkelijke toepassingen die hebben plaatsgevonden.

Kritische beperkingen

Het onderwerp van dit onderzoek is vrij nieuwe en specifiek. Hierdoor zijn er eventuele beperkingen te vinden in zowel de literatuurstudie als in het empirische gedeelte. Momenteel valt er nog maar weinig concrete informatie te vinden over specifieke toepassingen AR en VR in de logistieke sector. De literatuur die deze relatie bespreekt is vrij beperkt en niet diepgaand. Verder zal er ook voorzichtig omgegaan moeten worden met de resultaten van het empirische gedeelte. Er zijn vier bedrijfsexperts geïnterviewd waarvan op voorhand duidelijk was dat ze een bepaalde kennis hadden over het onderwerp van dit onderzoek. Hierdoor is het mogelijk dat deze personen met een positievere gedachtegang stonden tegenover beide technologieën dan bedrijven of personen die zich nog niet verdiept hadden in de mogelijke toepassingen van augmented reality en virtual reality in hun logistieke processen, of niet weten wat beide technologieën zijn.

Woord vooraf

Deze masterproef 'Virtual reality en augmented reality: toepasbaar in logistieke processen?' vormt het sluitstuk van de academische masteropleiding handelswetenschappen met als afstudeerrichting *Supply Chain Management*. Deze masterproef is het eindresultaat van het masterjaar dat afgesloten wordt met een eigen onderzoek.

Tijdens het schrijven van deze masterproef heb ik hulp gekregen van mijn promotor. Daarom wil ik prof. dr. Stef Moons bedanken voor het coördineren en begeleiden van de masterproef, en zijn deskundig advies omtrent het onderzoek. Ten slotte wil ik ook mijn vrienden en familie bedanken voor de steun die ze me hebben gegeven tijdens deze periode.

Er zijn vele toepassingsmogelijkheden voor augmented reality en virtual reality in de toekomst. Toch is er een beperkte diepgang van beide technologieën in relatie met logistiek. Daarom ben ik tevreden dat ik met het onderzoek een bijdrage kan leveren aan dit onderzoeksgebied binnen de logistieke sector.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	5
Figuurlijst	9
1. Onderzoeksplan	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Onderzoeksvragen	14
1.3 Onderzoeksopzet	17
2. Literatuurstudie	19
2.1 AR en VR	19
2.1.1 Realiteit- virtualiteitscontinuüm	19
2.1.2 Hardware voor AR en VR	21
2.2 Professionele toepassingen	22
2.2.1 Opleiding	23
2.2.2 Opleiding in de bedrijfswereld	26
2.2.3 Instructies	27
2.2.4 Ontwerpen	28
2.2.5 Evaluatie	29
2.2.6 Informatie	29
2.2.7 Entertainment	29
2.3 Toepassing in de logistiek	30
2.3.1 Ontvangst	32
2.3.2 Opslag	32
2.3.3 Orderpicken	33
2.3.4 Verzending & afhandeling	35
2.3.5 Magazijnplanning	35
2.3.6 Andere waardetoevoegende diensten	35
2.3.7 Training in de logistiek	36
3. Empirische studie	39
3.1 Geïnterviewde experts	40
3.2 Hardware	41
3.3 Implementatie	42
3.4 Ervaring werknemers	44
3.5 Struikelblokken	45
3.6 Toekomst	46
4. Conclusie	47
4.1 Beperking empirische studie	48
5. Bibliografie	49
Bijlagen	53

Figuurlijst

Figuur 1: AR Navigatie. Piloten kunnen luchtnavigatie data zien door hun HMDs (Agrawal, 2018)

Figuur 2: Een VAR beslissing over buitenspel in de UEFA Champions League (Peters, 2020)

Figuur 3: Reality-Virtuality Continuum (Milgram & Kishino, 1994)

Figuur 4: Fysieke kenmerken displays (Kore, 2018)

Figuur 5: Soorten AR gebruik (Vertaald uit Cirulis & Ginters, 2013)

Figuur 6: Screenshot van de HTC en TMU's VR anatomie cursus (Walter, 2019)

Tabel 1: Generieke voordelen van smart glasses (Pleysier et al., 2015)

Figuur 7: Picking instructies (Wang et al., 2020)

Figuur 8, 9 & 10: Voorbeelden van risico's tijdens VR training (Pleysier et al., 2019)

Tabel 2: Aandachtspunten smart glasses (Pleysier et al., 2019)

1. Onderzoeksplan

1.1 Probleemstelling

Een leven zonder technologie valt in de huidige maatschappij moeilijk voor te stellen (Antonioli, Blake & Sparks, 2014). Het is tegenwoordig overal te vinden zoals in de slaapkamer, buiten op straat of zelfs op het toilet. Deze technologische toepassingen gaan van communicatiemiddelen tot *gaming* en zelfs huishoudartikelen (Glockner, Jannek, Mahn & Theis, 2014). De toenemende digitalisering van de samenleving heeft de mogelijkheid om bepaalde elementen van ons leven te revolutioneren (Cooper, Park, Nasr, Thong, & Johnson, 2019). Augmented reality (AR) en Virtual reality (VR) zijn zulke technologieën die onderdeel zijn van deze digitalisering en alsmaar populairder worden (Dunleavy, 2014; Antonioli et al., 2014). Hoewel de termen virtual reality en augmented reality hard op elkaar lijken zijn ze in de realiteit tamelijk verschillend. Augmented reality omvat alle technologieën die ervoor zorgen dat de werkelijke wereld afgebeeld kan worden door middel van een medium en deze verbeterd of aangepast wordt met computer gegenereerde informatie (Carmigniani et al., 2011; Hořejší, 2015; Stoltz et al., 2017). Virtual reality daarentegen is de simulatie van een volledig virtuele wereld. Deze virtuele omgeving bestaat uit een neppe/gemaakte omgeving (Ferguson, Davidson, Scott, Jackson, & Hickman, 2015). Dergelijke virtuele omgevingen kunnen gelijkaardig of compleet verschillend zijn van de werkelijke wereld (Liagkou, Salmas, & Stylios, 2019). In de afgelopen jaren hebben beide AR en VR veel aandacht gekregen (Agrawal, 2018). Denk aan attracties in pretparken, spelconsoles die gebruik maken van een VR-bril om virtual reality spellen te spelen of simpelweg de Pokémon GO app die dagelijks miljoenen spelers telt (Das, Zhu, McLaughlin, Bilgrami, & Milanaik, 2017; Statista, 2020).

Deze technologieën zijn echter niet enkel van belang voor consumenten. Ze veroveren ook meer en meer hun plekje in de bedrijfswereld (Agrawal, 2018). Zo stelden Rose, Attree, Brooks, Parslow, & Penn (2000) al vroeg in de 21ste eeuw dat de technologie rond virtual reality snel aan het groeien was en het steeds meer mogelijkheden kreeg dan enkel binnen het gaming landschap. Deze snelle groei heeft te maken met de enorme geldcirculatie binnen de gamingsector die voornamelijk naar de ontwikkeling van VR-gaming vloeit. (Zyda, 2005). Zo blijken virtual reality en augmented reality ook hun weg te banen in andere sectoren zoals architectuur, geneeskunde en zelfs het onderwijs (Rose, 2000; Das, 2017).

De interesse in beide technologieën is er niet zomaar. Dit heeft te maken met de mogelijkheden die zich verschuilen in de capaciteiten van virtual en augmented reality. Beide hebben de mogelijkheid om de gebruikers een enorm meeslepende leerervaring te bieden (Ferguson et al., 2015). Ferguson et al. (2015) vermelden zelfs dat AR en VR de volgende grote technische evoluties zijn binnen het landschap rond praktijk en onderwijs. Zowel virtual reality als augmented reality hebben hun eigen karakteristieken waardoor ze zo een effectieve onderwijzende hulpmiddelen zijn (Rose, 2000; Ferguson et al., 2015). VR kan onder andere gebruikt worden om mensen op te leiden voor situaties die te gevaarlijk zijn om in werkelijkheid uit te proberen (Ferguson et al., 2015; Smith & Ericson,

2009). Op deze manier kunnen bijvoorbeeld brandweerlieden levensgevaarlijke situaties oefenen en oplossen zonder zich effectief bloot te stellen aan de daaraan verbonden risico's (Smith & Ericson, 2009). In de gezondheidszorg kan het bijvoorbeeld door artsen in opleiding gebruikt worden (Ferguson et al., 2015). De Stanford Medical School en NASA hebben zelfs al meer dan 20 jaar geleden een prototype van een gesimuleerde patiënt ontwikkeld waarop artsen, met behulp van VR, volledige operaties en ingrepen kunnen oefenen zonder dat er werkelijk een mensenleven in gevaar is (Patel & Cardinali, 1994). Dit zijn voorbeelden van *Serious games*. *Serious games* zijn videospelen die betrekking hebben op pedagogiek, aangezien ze de gebruikers iets leren (Zyda, 2005). Ook augmented reality kan een goed onderwijzend hulpmiddel zijn. AR doet dit echter niet zoals VR, in een volledig virtuele wereld, maar door een combinatie van virtuele objecten in de echte wereld (Antonioli et al., 2014).

Buiten het onderwijzende concept, heeft augmented reality ook een veelbelovende toekomst op de werkvloer zelf, omdat door middel van AR dagdagelijkse taken vergemakkelijkt kunnen worden. Hierdoor zal de gebruiker onrechtstreeks sneller leren en bijgevolg beter presteren (Azuma, 1997; Carmigniani et al., 2011). Augmented reality verschaft de gebruiker van extra 'virtuele' informatie bovenop wat de gebruiker ziet in de 'echte' wereld (Carmigniani et al., 2011; Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1995). Voorbeelden hiervan zijn de pilotenhelmen van straaljagerpiloten die een overlapping van groene lijnen in hun vizier hebben over wat ze in de werkelijkheid zien (Milgram et al., 1995). Deze groene lijnen laten onder andere de landingsbaan zien, andere vliegtuigstoelten en alle andere data die nodig zijn (zie figuur 1). Dit zorgt ervoor dat de piloten in alle weersomstandigheden en op ieder moment veilig kunnen vliegen (Agrawal, 2018).



Figuur 1: AR Navigatie. Piloten kunnen luchtnavigatie data zien door hun HMDs (Agrawal, 2018)

Een ander voorbeeld is duidelijk te vinden in de sportwereld (Azuma, 2001). Denk aan de lijn die aantoont wanneer een voetballer buitenspel staat of de lijn van het wereldrecord die meebeweegt bij de zwemmers of lopers op de olympische spelen (zie figuur 2). Deze lijnen zijn virtueel boven op de werkelijkheid aangebracht (Azuma, 2001). Deze lijn is enkel zichtbaar op de televisie,

computerscherm of eender ander apparaat waarop men de wedstrijd kan bekijken. In het stadion zelf zien de toeschouwers deze lijn niet (Azuma, 2001).



Figuur 2: Een VAR beslissing over buitenspel in de UEFA Champions League (Peters, 2020).

Zowel augmented reality als virtual reality zijn een opmars aan het maken om een belangrijk element te worden binnen de bedrijfsweld met elk hun eigen voor- en nadelen (Agrawal, 2018; Leston, 1996). Zo wordt gesteld dat VR en AR zorgen voor onder andere een kostenreductie, een snellere *time to market*, een kwaliteitsverhoging, het goedkoper bestuderen en het sneller aanpakken van problemen in verband met de *human-machine interface*, en het gemakkelijk trainen van werknemers en het samenwerken over heel het bedrijf (Agrawal, 2018; Leston, 1996). Deze technologieën zijn reeds succesvol als hulpmiddel in de medische sector en als trainingsmiddel binnen het leger (Cirulis & Ginters, 2013). Ook binnen de logistieke sector ziet de toekomst van AR en VR er rooskleurig uit. Zo werd in het project rond de toepassing van AR en VR in de logistieke sector, gedaan door het Vlaams Instituut voor Logistiek (2019), geconcludeerd dat deze technologieën een sterke toegevoegde waarde leveren bij opleidingen, onrechtstreeks de kwaliteit van het werk verhogen en leiden tot betere prestaties (Pleysier, Van Hulle & Boel, 2019). Het transportbedrijf DHL heeft ook reeds onderzoek gedaan naar augmented reality en het heeft maar liefst elf toepassingen gevonden voor de logistieke sector (Hořejší, 2015; Glockner et al., 2014). Deze toepassingen verspreiden zich volgens Glockner et al. (2014) over vier aspecten van logistiek; handelingen in het magazijn, transportoptimalisatie, *last-mile* levering en verbeterde waardetoevoegende diensten. Hoewel deze resultaten veelbelovend klinken, zitten de toepassingen van augmented reality en virtual reality momenteel nog maar in hun beginfase als je kijkt naar de relatie met logistiek (Cirulis & Ginters, 2013; Glockner et al., 2014; Wang, Wang, Song, & Su, 2020). Toch lijkt er reeds een duidelijk positief verband te zijn tussen enerzijds AR en VR, en anderzijds de logistieke sector (Glockner et al., 2014).

Deze relatie is echter nog niet diepgaand onderzocht en focust zich voortdurend op één enkel aspect van de logistieke sector. Er is weinig informatie te vinden over de algemene toepasbaarheid. Zo zijn *order picking*, *warehousing* en *parts assembly* drie onderwerpen die regelmatig aan bod komen, maar toch is de allesomvattende informatie rond deze relatie schaars. Verder komt het grootste deel van de onderzoeken gedaan rond AR en VR in de afgelopen jaren uit de academische wereld. Kortom, er is weinig onderzoek gedaan naar de industriële toepassingen en *used cases* van voornoemde technologieën (Nee, Ong, Chryssolouris, & Mourtzis, 2012).

1.2 Onderzoeksvragen

In de probleemstelling werd er besproken dat AR en VR-technologieën in steeds meer sectoren worden toegepast. Voorgaande onderzoeken die augmented en virtual reality linken met de logistieke sector zijn redelijk beperkt in hun diepgang. Deze gaan meestal verder op één enkel aspect. Dit onderzoek wordt geschreven ter verduidelijking van het onderwerp en hiermee wordt er getracht een gat te dichten omtrent de literatuur rond AR en VR in combinatie met *logistics*.

Deze masterproef zal een antwoord bieden op de volgende centrale onderzoeksvraag:

"Zijn virtual reality en augmented reality toepasbaar in de huidige of toekomstige logistieke sector?"

Dit onderzoek zal bestaan uit een algemene analyse van augmented reality en virtual reality in combinatie met de logistiek sector. Het gaat een inzicht geven in beide technologieën, er gaat een conclusie gevormd worden over de toepasbaarheid in de logistieke sector en in welke mate beide technologieën een evolutie kunnen veroorzaken binnen *logistics*. Om de centrale onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden wordt er bij de eerste twee deelvragen een verkennend beeld gevormd rond de mogelijkheden die AR en VR hebben. In het tweede deel van deze masterproef gaat er gekeken worden naar welke invloed of bijdrage die beide technologieën kunnen hebben in de logistieke sector.

Deelvraag 1:

"Wat zijn augmented reality (AR) en virtual reality (VR)?"

Allereerst zullen onder deelvraag 1 de termen 'augmented reality' en 'virtual reality' gedefinieerd worden. Aangezien AR en VR compleet verschillende technologieën zijn zal er een kleine uiteenzetting volgen over de verschillen tussen de twee, alsook zullen de unieke eigenschappen van beide besproken worden (Carmigniani et al., 2011; Zyda, 2005). Zowel AR als VR zullen verduidelijkt worden aan de hand van het realiteit- virtualiteitscontinuüm (Milgram & Kishino, 1994).

Deelvraag 2:

"Op welke manieren kunnen AR & VR gebruikt worden (in de bedrijfswereld)?"

Nadat augmented reality en virtual reality verduidelijkt zijn, gaat er een theoretische analyse plaatsvinden over de manieren waarop augmented reality en virtual reality binnen de bedrijfswereld aangewend kunnen worden. Beiden worden reeds gebruikt in de gamingsector, gezondheidssector en in ingenieurswerk/bouwkunde enzovoort (Rose, 2000). Onder deelvraag 2 gaat er gekeken worden naar welke toepassingen AR en VR nu precies hebben binnen de professionele wereld in het algemeen en waarom leren in een virtual reality omgeving of augmented reality omgeving zo succesvol lijkt te zijn (Rose, 2000; Das, 2017).

Deelvraag 3:

"In welke delen van de logistieke sector zouden AR & VR een aanwinst kunnen zijn?"

Onder deelvraag 3 wordt onderzocht hoe de elementen uit de vorige deelvraag specifiek van toepassing kunnen zijn binnen de logistieke sector. Dit gebeurt theoretisch aan de hand van een literatuurstudie. Het zal hier voornamelijk gaan over thema's zoals *warehouse operations*, *orderpicking*, en *warehouse training* en andere logistieke elementen die AR en VR beïnvloeden (Hořejší, 2015; Glockner et al., 2014; Reif & Walch, 2008; Stoltz et al., 2017). Als vervolg op de theoretische analyse bij deelvraag 3 gaat er ook een empirische analyse plaatsvinden waarbij diepte-interviews worden afgenomen binnen logistieke bedrijven. Bij de laatste deelvraag wordt onderzocht hoe dergelijke bedrijven staan tegenover de implementatie van augmented reality en virtual reality in de logistieke processen.

Deelvraag 4:

"Hoe staan logistieke bedrijven tegenover het gebruik van beide technologieën?"

Nadat de vier voorgaande deelvragen zijn onderzocht kunnen we een antwoord geven op de centrale onderzoeksvraag. Het laatste onderdeel van deze masterproef zal dan ook bestaan uit een allesomvattende conclusie over de mate waarin augmented en virtual reality toepasbaar zouden kunnen zijn in de huidige en toekomstige logistieke sector.

1.3 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet van deze masterproef bestaat uit een literatuurstudie en een empirisch gedeelte. Allereerst wordt er getracht de meest recente en relevante literatuur te verzamelen om een zo helder mogelijk beeld van het onderzoek te kunnen bekomen. Het is opvallend dat de literatuur betreffende de relatief nieuwe onderwerpen 'virtual reality' en 'augmented reality' tamelijk schaars is. Er is zo veel mogelijk literatuur van de afgelopen tien jaar verzameld zodat de tijdsgeschiedenis van de context bewaart kan worden. Bovendien is *backward reference searching* methode toegepast. Dit betekent dat de bronnen in de literatuur, waar de auteur van een artikel naar verwijst, gebruikt kunnen worden. Op die manier kan de gedachtegang van de auteurs beter begrepen en achterliggende ideeën duidelijker verwerkt worden. Zo zal het verschil in interpretatie van de informatie minimaal zijn. Om literatuur te bekomen voor deze literatuurstudie, is er gebruik gemaakt van online zoekmachines zoals Google, Google Scholar en de online universiteitsbibliotheek van de UHasselt bestaande uit Web of Science EBSCO en vele andere databases. De zoektermen die de meest relevante informatie weergaven en frequent werden gebruikt waren 'virtual reality', 'augmented reality', *logistics*, *learning*, *virtual learning environment*, *virtual reality applications*, *augmented reality applications*, *training* of een combinatie van deze zoektermen.

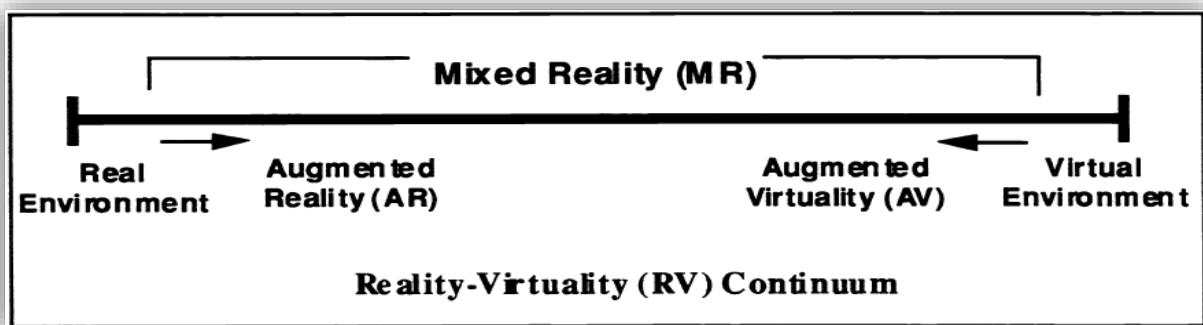
Vervolgens wordt er ook een empirische studie uitgevoerd. Dit zal bestaan uit kwalitatief onderzoek. Hierbij worden er interviews afgenomen binnen logistieke bedrijven om te kijken welke visie managers en experts hebben voor augmented en virtual reality binnen hun bedrijf of binnen *logistics* in het algemeen.

2. Literatuurstudie

2.1 AR en VR

2.1.1 Realiteit- virtualiteitscontinuüm

Aangezien dit onderzoek augmented reality en virtual reality behandelt, is het belangrijk om een definiëring op te stellen over beide termen zodat onduidelijkheden vermeden worden. Dit wordt gedaan aan de hand van het concept van Milgram en Kishino (1994), namelijk het realiteit-virtualiteitscontinuüm (Milgram & Kishino, 1994; Milgram et al., 1995). Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een volledige 'echte' omgeving aan de ene kant van het spectrum en een volledig 'neppe' virtuele omgeving aan de andere kant van het spectrum, en alles wat er tussenin valt (Milgram & Kishino, 1994; Milgram et al., 1995; Azuma, 1997; Carmigniani et al., 2011). Dit continuüm is te zien in onderstaande figuur 3.



Figuur 3: Reality-Virtuality Continuüm (Milgram & Kishino, 1994)

Virtual reality is een technologie die een virtuele omgeving creëert waarin een waarnemer volledig ondergedompeld wordt in een compleet neppe virtuele omgeving (VE) en hiermee kan interageren. Zulke omgevingen kunnen de eigenschappen van de echte wereld behouden maar kunnen ook de normale logica verbreken (Milgram & Kishino, 1994). Zo kan er een virtuele wereld bestaan die volledig overeenkomt met onze aarde, maar waar bijvoorbeeld geen zwaartekracht is of waar de bomen blauwe bladeren hebben. Carmigniani et al. (2011) daarentegen beschrijven virtual reality als een artificiële omgeving waarin een waarnemer de echte wereld niet meer kan zien (Carmigniani et al, 2011). Yoh (2001) stelt echter dat virtual reality niets meer is dan een kunstmatige realiteit wat een vervanger is voor de gewone natuurlijke realiteit uit de echte wereld. De laatste twee definities zijn tamelijk abstract en definiëren virtual reality eerder als de virtuele omgeving, die gecreëerd wordt door VR, in plaats van de technologie. Met andere woorden, virtual reality ontstaat wanneer computertechnologie gebruikt wordt om een simulatie te maken van een driedimensionale wereld, die een gebruiker kan verkennen en manipuleren (Strickland, 2007).

Tussen een volledige virtuele omgeving en een volledig reële omgeving op het realiteit-virtualiteitscontinuüm vallen alle soorten mixed reality (MR) (Milgram & Kishino, 1994). Mixed reality is een subklasse van beide waarin 'virtueel' en 'reëel' gecombineerd worden op eender welke manier

die valt binnen het continuüm. Het concept van *augmented virtuality* leunt dicht aan bij een volledig virtuele wereld (Milgram & Kishino, 1994). Augmented reality daarentegen is een technologie, een soort van *mixed reality* die dicht aanleunt bij de volledige werkelijkheid (Milgram & Kishino, 1994; Azuma, 2001). AR zorgt ervoor dat gebruikers de echte wereld kunnen aanvullen met virtuele objecten bovenop wat ze zien (Azuma, 1997; Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013). Het verbetert de perceptie van en interactie met de echte wereld (Azuma, 1997). AR heeft aanvullende en contextuele informatie te bieden die de ervaring met de echte wereld vergroot. AR is geen vervanger voor de echte wereld, zoals VR, maar het heeft eerder een aanvullende rol boven op de reeds bestaande wereld (Wu et al., 2013). Brooks (1996, geciteerd in Azuma, 1997) stelt dat dit een vorm is van *intelligence amplification* (IA). De computer, in dit geval met behulp van AR, vergemakkelijkt de taken voor de gebruiker waardoor de prestaties van de werkkraft stijgt en de kwaliteit van het werk verbetert (Azuma, 1997). In het onderzoek naar de effecten van het gebruik voor AR en VR in opleidingen (2019), uitgevoerd door het VIL samen met verschillende grote logistieke dienstverleners die lid zijn van het Vlaams Instituut voor Logistiek, zijn ze ook tot de conclusie gekomen dat AR zorgt voor IA (Pleysier et al., 2019).

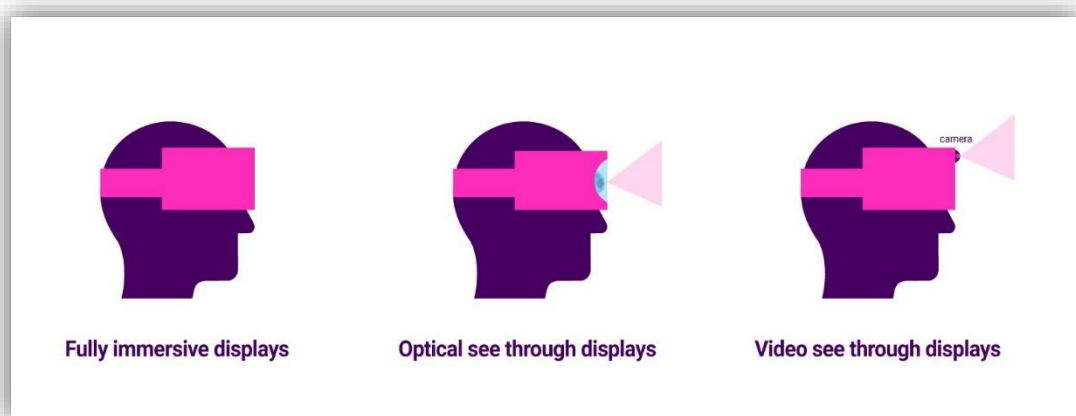
Azuma (1997) stelt dat er drie algemene kenmerken zijn die augmented reality beschrijven namelijk, het combineert echt en virtueel, het is interactief op het moment van gebruik en het speelt zich af in een driedimensionale wereld. Deze tamelijk brede beschrijving is nodig zodat augmented reality niet enkel gelimiteerd wordt tot een bepaald medium. Dit zorgt er voor dat AR ook andere toepassingen ondersteunt dan enkel *head-mounted displays* (HMDs), terwijl de essentiële kenmerken van AR toch behouden blijven (Azuma, 1997; Wu, 2013). *Head-mounted displays* zijn apparaten die men op het hoofd draagt en waarbij een scherm verscholen zit in één of beide glazen waarop projecties kunnen plaatsvinden (Vergara, Rubio & Lorenzo, 2017). Zo kunnen ook computers, tablets, smartphones, enzovoort gebruikt worden als medium voor AR en zijn er aangepaste mogelijkheden voor verschillende scenario's (Wu et al., 2013; Antonioli et al., 2014). Dit betekent dat men ook gebruik kan maken van deze technologieën zonder het gebruik van de typische VR-bril of de minder bekende AR-bril (HMD). Voorbeelden hiervan zijn Snapchat filters, Pokémon GO, of het nieuwe Mario Kart spel op de Nintendo Switch, genaamd Mario Kart Live: Home Circuit. Verder in het onderzoek zal er toegespitst worden op deze HMDs aangezien we specifiek zullen toewerken naar de combinatie met de logistieke sector.

Ten laatste zijn augmented en virtual reality niet beperkt tot enkel het gebruik van visuele elementen (Carmigniani et al, 2011; Veres et al, 2020). Zowel AR als VR kunnen invloed hebben op alle zintuigen, waaronder het zicht of het gehoor (Carmigniani et al., 2011; Ferguson et al., 2015; Azuma, 1997; Veres et al., 2020). De meeste VR videospellen die reeds op de markt zijn gebracht maken gebruik van 360° geluid waardoor de waarnemer exact kan zeggen van waar het geluid komt in die virtuele omgeving. Wanneer er later in het onderzoek een connectie gemaakt wordt met de bedrijfswereld, en logistieke sector in het bijzonder, dan zal er voornamelijk gefocust worden op het visuele aspect van AR en VR.

2.1.2 Hardware voor AR en VR

In het voorgaande deel zijn beide technologieën besproken en gedefinieerd. Hier werden de mediums (hardware) aangehaald die nodig zijn voor het gebruik van AR en VR. Het is echter belangrijk om in deze paragraaf dergelijke hardware toe te lichten, aangezien ze van belang zijn voor het begrijpen en het verdere verloop van het onderzoek.

Head mounted displays (HMDs) worden over het algemeen veel gebruikt voor de toepassing van augmented reality en virtual reality (Nee et al., 2012). HMD's zijn actieve brillen waarbij een scherm voor één of beide ogen geplaatst wordt en waarop een projectie plaatsvindt (Vergara, Rubio & Lorenzo, 2017). Er wordt een onderscheid gemaakt tussen *See-Through* HMDs en *Closed-View* HMDs. Een *See-Through* HMD wordt gebruikt om echt en virtueel te combineren met elkaar (Azuma, 1997). Dergelijke doorzichtige HMDs worden opgesplitst in *Optical* HMDs en *Video* HMDs. Een *Optical See-Through* HMD laat de werkelijke wereld zien (transparante glazen) terwijl er virtuele objecten boven op deze werkelijke wereld worden geplaatst door de HMD en de technologie die erbij hoort (Azuma, 1997). Deze *Optical See-Through* HMD maakt gebruik van doorzichtige glazen waarin de virtuele elementen geprojecteerd worden. Een voorbeeld dat kan aangehaald worden zijn de typische *smart glasses* zoals de Google glasses. Dit zijn brillen waarbij er op één of beide glazen een projectie kan gedaan worden. Deze projectie kan bestaan uit allerlei informatie zoals tekst of afbeeldingen (Pleysier et al., 2019). Een *Video See-Through* HMD daarentegen maakt gebruik van een gesloten HMD waar de gebruiker niets door kan zien. Deze HMD wordt dan uitgerust met camera's die de omgeving filmen en digitaliseren zodat de gebruiker een gedigitaliseerde versie ziet van de omgeving rond hem met daar virtuele objecten bovenop geplaatst, vandaar de benaming *Video See-Through* (Azuma, 1997; Milgram, 1995). De videobeelden zorgen ervoor dat de gebruiker toch iets ziet terwijl de HMD volledig gesloten is. De *Closed-View* HMDs laten daarentegen niets van de werkelijke wereld zien en dompelen de gebruiker onder in een volledig neppe wereld die geprojecteerd wordt aan de binnenkant van de HMD (Azuma, 1997). Dit is de *fully immersive display* in figuur 4. Deze worden bijvoorbeeld gebruikt voor de toepassing van VR waar de volledige omgeving virtueel is.



Figuur 4: Fysieke kenmerken displays (Kore, 2018)

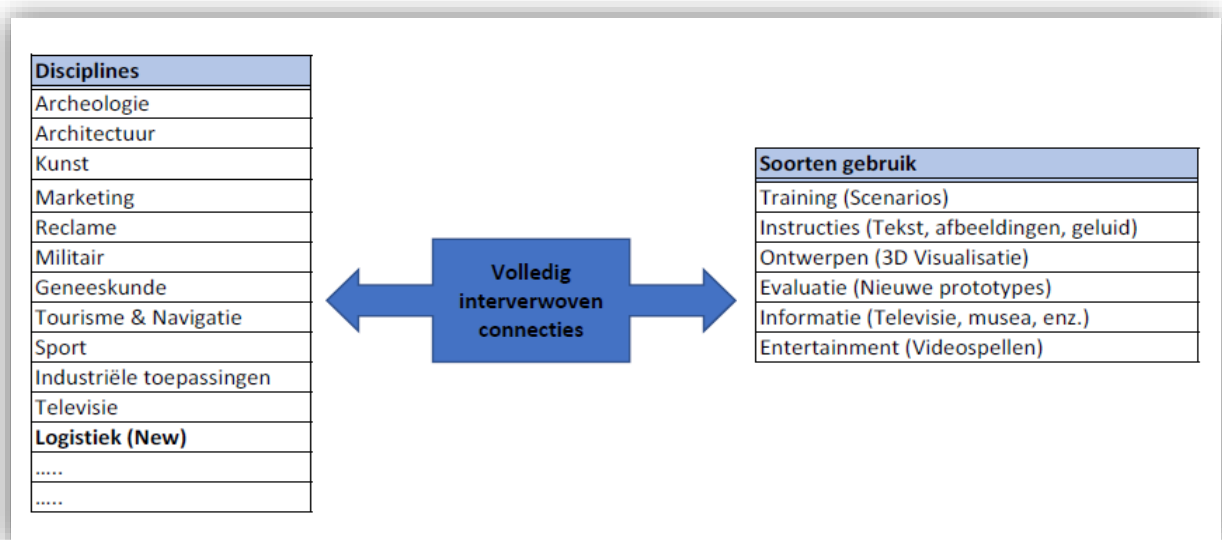
Verder bestaan er ook nog mobiele apparaten die vastgehouden moeten worden in de hand (Azuma, 1997). Dit kan bestaan uit commerciële producten zoals tablets en smartphones, of speciaal

ontworpen producten voor bepaalde toepassingen. Hier zal een afweging moeten gemaakt worden tussen de capaciteiten van de apparaten en de kosten die er mee gepaard gaan (Nee et al., 2012). Deze apparaten maken gebruik van video doorzichtige technieken om de virtuele objecten boven op de echte wereld te plaatsen (Carmigniani et al., 2011).

Als laatste zijn er ook nog projectoren die gebruikt worden om de AR-scène te verwezenlijken. Deze AR-configuratie met projectoren wordt *Spatial Augmented Reality* (SAR) genoemd (Nee et al., 2012; Carmigniani et al., 2011). Dit systeem maakt gebruik van projectoren, optische elementen, hologrammen, enzovoort om de informatie rechtstreeks op fysieke objecten te tonen zonder het gebruik van een HMD of een mobiel apparaat (Nee et al., 2012; Carmigniani et al., 2011). Doordat bij het gebruik van SAR de technologie losgekoppeld is van de persoon, is er een mogelijkheid om de schaal te vergroten tot een groep gebruikers (Carmigniani et al., 2011). Hierdoor kan het interessant zijn voor projecten of instellingen waar mensen moeten samenwerken zoals in laboratoria of universiteiten (Carmigniani et al., 2011).

2.2 Professionele toepassingen

In het vervolg van dit onderzoek zullen augmented reality en virtual reality apart behandeld worden. Hoewel beide technologieën relatief gelijkend zijn met elkaar, hebben ze ook vele verschillen. Dit zal ervoor zorgen dat beide diepgaand onderzocht kunnen worden zonder dat er verwarring ontstaat. Indien beide technologieën toch samen besproken kunnen worden, zal dit ook gebeuren zoals bij de onderdelen *learning* en *training*. Verder zullen in dit onderdeel van het onderzoek enkel de belangrijkste en meest gangbare toepassingen aan bod worden. Dit betekent niet dat toepassingen die niet besproken worden onbelangrijk zijn.



Figuur 5: Soorten AR gebruik (Vertaald uit Cirulis & Ginters, 2013)

Zoals in de vorige paragraaf aangehaald werd, zijn er verschillende technologieën nodig om augmented reality en virtual reality te gebruiken. Voortdurend worden er nieuwe technologische

snuffjes ontworpen (Cirulis & Ginters, 2013). Hierdoor krijgen AR en VR al maar meer mogelijkheden op professioneel vlak (Cirulis & Ginters, 2013; Wu et al., 2013; Veres et al., 2020). Tegenwoordig wordt AR gebruikt in zowat iedere discipline: defensie, architectuur, kunst, marketing, geneeskunde, industriële activiteiten, enzovoort (Cirulis & Ginters, 2013; Mekni & Lemieux, 2014; Lee, 2012). Ook VR heeft zijn weg kunnen vinden in de professionele wereld (Veres et al., 2020).

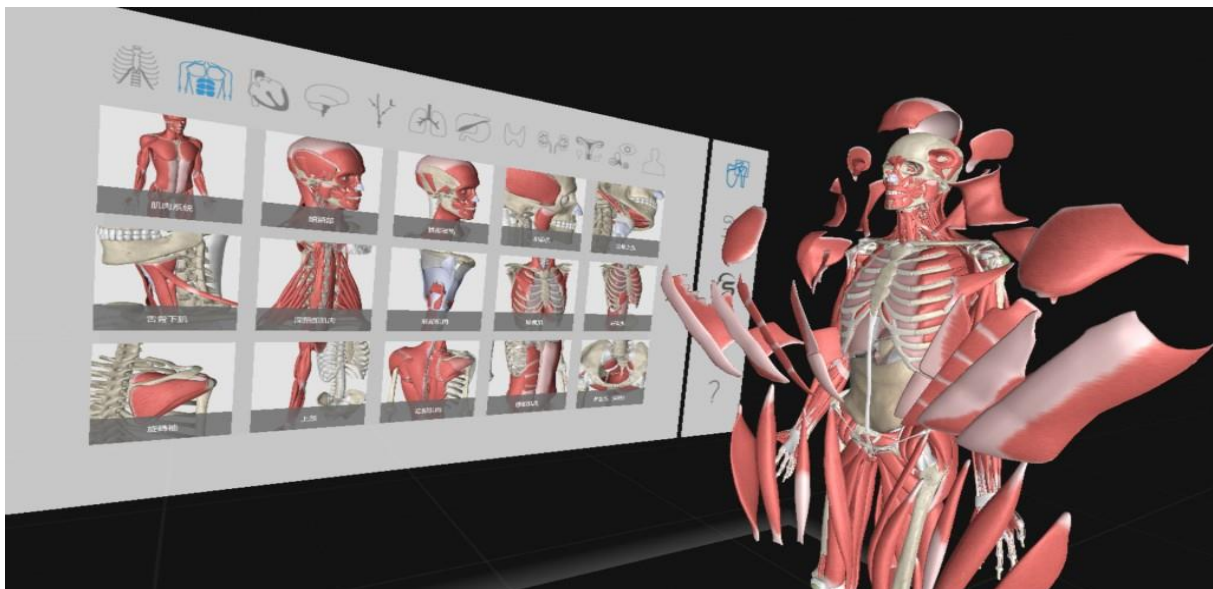
Ondertussen is het een warboel aan toepassingsvelden en -manieren geworden waardoor het efficiënter is om deze toepassingen te onderscheiden op basis van het doel en resultaat en niet op basis van discipline. Op die manier wordt het probleem van herhaling vermeden aangezien de toepassingen uit verschillende disciplines uiteindelijk hetzelfde doel hebben (Cirulis & Ginters, 2013). Voorbeelden hiervan zijn medische training, militaire training, training van fabrieksarbeiders, enzovoort. Indien een dergelijke werkwijze aangehouden wordt, kunnen er zes doelen onderscheiden worden, namelijk: opleiding, instructies, ontwerp, evaluatie, informatie en entertainment. Deze doelen zijn echter niet strikt gescheiden waardoor een combinatie van twee of meer doelen of resultaten mogelijk is. Zo zullen er elementen aangehaald worden die onder de noemer 'instructies' vallen maar tegelijk ook onder de noemer 'informatie'. Augmented reality heeft tal van toepassingen, maar de toepassingen van virtual reality zijn beperkt (Veres et al., 2020). Elk van deze doelen zal in de volgende paragrafen verder toegelicht worden. Zo wordt het reeds gebruikt als hulpmiddel bij het ontwerpen van producten of bij het opleiden van personen (Nguyen & Dang, 2017; Nee et al., 2012).

2.2.1 Opleiding

Wanneer er gekeken wordt naar de toepassingen van AR en VR, is *learning* een belangrijk aspect ervan. (Wu et al., 2013; Tekedere & Göke, 2016; Huang, Rauch & Liaw, 2010).

Wu et al. (2013) beweren dat het gebruik van augmented reality in educatie de eerste geaccepteerde toepassing is waar een grote toekomst in zit. AR kan gebruikt worden om het gat te dichten tussen theorie en praktijk door middel van het combineren van de werkelijke wereld en virtuele componenten (Antonioli et al., 2014; Billinghurst & Duenser, 2012). Dit zorgt voor een unieke leerervaring voor studenten. Er is vaak een tekort aan tijd en geld om op een creatieve manier te onderwijzen waardoor het ook niet altijd mogelijk om als leerkracht op een bepaalde manier les te geven doordat er te weinig middelen beschikbaar zijn. Augmented reality biedt hier een mogelijke oplossing voor. Deze technologie geeft studenten de mogelijkheid om te leren door te doen en kan het traditionele theoriegerichte klaslokaal verschuiven naar een interactief en praktijkgericht klaslokaal indien gewenst (Antonioli et al., 2014). AR laat gebruikers digitale inhoud, die boven op de werkelijkheid verschijnt, manipuleren door middel van fysieke interacties. Juist door deze interactie en geavanceerde ruimtelijke visualisatie zorgt augmented reality voor een superieure leeromgeving ten opzichte van de traditionele leeromgeving (Billinghurst & Duenser, 2012). Onderzoekers beweren dat het gebruik van augmented reality ervoor zorgt dat studenten, ongeacht over welk onderwerp het gaat, actief geïntegreerd zijn in het leerproces (Antonioli et al., 2014). Tekedere en Göke (2016) verklaren dat onderwijs op basis van AR-technologieën een positief effect heeft op de studenten. Er is een groot optimisme voor AR in het onderwijs en de toekomst die het heeft (Lee, 2012).

Het is algemeen bekend dat het bijbrengen en aanleren van rekenkundige vaardigheden aan studenten van groot belang is voor het toekomstige succes van deze personen als het gaat over wetenschappen en wiskunde (Nguyen & Dang, 2017; Cooper et al., 2019). Hier gaat het over vaardigheden zoals het formuleren van problemen, data representatie, en het analyseren en het implementeren van mogelijke oplossingen (Nguyen & Dang, 2017). Denk verder ook aan de wetenschappelijke thema's zoals anatomie, biologie en astronomie. Dit soort kennis wordt voornamelijk gebruikt voor toepassingen in het hoger onderwijs (Abdoli-Sejzi & Bahru, 2015). VR en AR hebben echter op ieder niveau van onderwijs de mogelijkheid om een verschil te maken (Pantelidis, 2010; Lee, 2012). Door de evolutie van moderne technologieën hebben AR en VR de mogelijkheid gekregen om als medium tussen de leerstof en de student zelf, te helpen bij het vergaren van dergelijke kennis (Nguyen & Dang, 2017). Zoals eerder vermeld maakt VR gebruik van een geprogrammeerde virtuele omgeving die de echte wereld nabootst terwijl AR gebruik maakt van digitale informatie die weergegeven wordt boven op de echte wereld en zo de perceptie van deze wereld verbetert (Nguyen & Dang, 2017). Onderzoekers hadden al snel door dat een groot potentieel zich verschuilde in deze technologieën (Rose, 2000; Pan, Cheok, Yang, Zhu, & Shi, 2006; Lee, 2012). Virtual reality en augmented reality worden geacht een belangrijk instrument te zijn in de technologisch vooruitgang van educatie en onderwijs (Rose, 2000; Pan et al., 2006; Lee, 2012). Een voorbeeld hiervan is de anatomische structuur die bestudeerd kan worden met behulp van virtual reality (zie figuur 6). De gebruikers zien een driedimensionaal en virtueel lichaam voor hen. De studenten kunnen op deze manier interageren met dit virtuele lichaam en dit grondig bestuderen zonder dat er een overleden persoon voor hen moet liggen (Nguyen & Dang, 2017). Augmented reality daarentegen, kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld chemische bindingen duidelijk te maken door deze te visualiseren als een 3D-element boven op de werkelijkheid.



Figuur 6: Screenshot van de HTC en TMU's VR anatomie cursus (Walter, 2019)

Volgens Pan et al. (2006) is VR een technologische doorbraak voor het ondersteunen van onderwijs (Pan et al., 2006). Ook Cooper et al. (2019) beweren dat VR de mogelijkheid heeft om leeromgevingen beduidend te veranderen in de toekomst (Cooper et al., 2019). De onderzoekers

Cooper et al. (2019) bespreken vier elementen van VR als onderwijzende tool. Ten eerste geeft het een enorm meeslepende ervaring. Door de 3D virtuele omgeving reageren mensen vaak fysiek en emotioneel op prikkels, alsook moeten de waarnemers actief meedoen in plaats van passief meeluisteren (Pantelidis, 2010). Ten tweede zorgt VR voor een grotere betrokkenheid. Deze technologie geeft de mogelijkheid om meerdere zintuigen tegelijkertijd te prikkelen, waardoor studenten hun aandacht minder snel gaan verliezen ten opzichte van andere vormen van media zoals websites of video's. Ten derde is virtual reality een transformatieve technologie die een positieve verandering kan brengen in mensenlevens en de manier waarop personen reageren op gelijkenissen en verschillen. Ten slotte zorgt VR voor een opwindende en een speciale combinatie van waar, wanneer en hoe leren plaatsvindt (Cooper et al., 2019). Door middel van VR kunnen ver gelegen locaties bezocht worden, bepaalde verschijnselen verkend worden en kunnen onveranderlijke elementen of structuren toch aangepast worden (Jang, Vitale, Jyung, & Black, 2017; Pantelidis, 2010). Zo kan bijvoorbeeld in een les geschiedenis de Chinese muur bestudeerd worden in 3D, of kunnen medische studenten moeilijke anatomische structuren bestuderen aan de hand van een virtuele 3D-omgeving zonder dat er lijken gebruikt moeten worden om deze aspecten te duiden (Jang et al., 2017).

Dalgarno & Lee (2010) stellen dat er twee factoren zijn die 3D virtuele leeromgevingen onderscheiden van andere computerapplicaties; namelijk, *representational fidelity* en *learner interaction* (Dalgarno & Lee, 2010). *Representational fidelity* gaat over de betrouwbaarheid van de presentatie van een dergelijke virtuele omgeving. Dit zal onder andere afhangen van hoe realistisch de omgeving is afgebeeld en hoe vloeiend alles verloopt binnen deze virtuele wereld. *Learner interaction* geeft weer hoe de interactie tussen deze virtuele 3D omgeving en de waarnemer is. Dit hangt onder andere af van de controle die de gebruiker heeft over de omgeving en hoe deze kan communiceren met de virtuele 3D leeromgeving (Dalgarno & Lee, 2010). Dalgarno & Lee (2010) verklaren echter ook dat er vijf aspecten zijn van een 3D virtuele leeromgeving die een invloed hebben op het individu en het leren. Ten eerste kan het gebruikt worden om taken te vergemakkelijken. Dit zorgt voor een verbeterde leeromgeving van het onderzochte domein. Ten tweede kan een 3D virtuele leeromgeving gebruikt worden om experimentele taken aan te leren die anders niet praktisch of onmogelijk zouden zijn. Zo bestaat er onder andere het risicovrij leren op basis van VR (Funk, Kosch, Greenwald, & Schmidt, 2015). Denk maar aan het veilig leren vliegen met een vliegtuig in een 3D VR simulatie of de simulaties die het Amerikaanse leger gebruikt om soldaten op te leiden (Zyda, 2005). Dit komt voor een groot deel overeen met het vierde puntje uit Cooper et al. (2019). Ten derde kan een dergelijke leeromgeving zorgen voor een vergrote motivatie en betrokkenheid. Dit komt volledig overeen met het tweede puntje uit Cooper et al. (2019). Ten vierde, zorgt een 3D virtuele leeromgeving voor een verbeterde overdracht van kennis en vaardigheden doordat men voortdurend in een realistische leeromgeving actief bezig is (Pantelidis, 2010). Ten slotte kan een 3D virtuele leeromgeving gebruikt worden om effectiever als groep te leren, dan wat mogelijk is in een 2D alternatief (Dalgarno & Lee, 2010; Pantelidis, 2010).

2.2.2 Opleiding in de bedrijfswereld

Buiten de toepassingen die augmented en virtual reality hebben in het onderwijs, zijn AR en VR ook technologieën die een grote bijdragen kunnen leveren bij het trainen van personen op de werkvloer (Rejeb, 2019; Rose, 2000, Vergara, Rubio & Lorenzo, 2017; Antonioli et al., 2014; Lee, 2012; Gavish et al., 2015; Fite-Georgel, 2011). Dit vloeit deels onrechtstreeks uit de perceptie dat dergelijke technologieën zorgen voor een effectieve onderwijsomgeving (Lee, 2012). Uit onderzoek blijkt dat AR en VR reeds gebruikt worden in een heleboel domeinen als hulpmiddel voor training. De toepassing van deze technologieën voor training beloven te zorgen voor een verlaagde trainingskost. Verder belooft het de risico's te verminderen doordat gevaarlijke trainingssituaties in de echte wereld nu virtueel kunnen gebeuren. Alsook kunnen trainingen ontwikkeld worden voor situaties die nog niet bestaan (Kaplan et al., 2020).

Pantelidis (2010) verklaart dat er veel redenen zijn om VR te gebruiken en dat er veel voordelen zijn bij het gebruik van VR voor training. Virtual reality kan gebruikt worden om zowel nieuwe vaardigheden te ontwikkelen als bestaande vaardigheden te verbeteren (Gavish et al., 2015). De trainer of lesgever is de facilitator in dit gegeven en moet beslissen wanneer VR gebruikt kan worden op een efficiënte manier en wanneer niet (Pantelidis, 2010). VR zorgt ervoor dat *teaching by doing* mogelijk is wanneer er beperkingen zijn die ervoor zorgen dat dit niet mogelijk is in de echte wereld. Hier gaat het over beperkingen zoals veiligheid, kosten, tijd, enzovoort. Verder kunnen VR systemen extra signalen geven of elementen extra verduidelijken, wat niet mogelijk is in de echte wereld (Gavish et al., 2015). VR wordt reeds gebruikt om praktische training te geven, waaronder medische training, training voor industriële toepassingen, vliegtraining en militaire toepassingen (Gavish et al., 2015; Zyda, 2005; Breuer & Bente, 2010). Dit soort toepassingen worden ook wel eens *serious games* genoemd. Spellen of simulaties die gemaakt en gebruikt worden voor andere doeleinden dan entertainment. Een *serious game* is een spel dat ervoor zorgt dat de gebruikers iets bijleren wanneer ze het spel spelen (Zyda, 2005). Het onderwijzende gedeelte is het primaire doel van dit soort serieuze spellen (Breuer & Bente, 2010). Dit onderwijzende deel moet heel breed genomen worden, of zoals Zyda (2005) het beschrijft: als pedagogie.

Naast VR zijn er ook tal van onderzoekers die aantonen dat AR een interessant gegeven is als element om de training van werknemers te bevorderen (Webel et al., 2013; Lee, 2012; Cirulis & Ginters, 2013). Augmented reality wordt vooral gebruikt voor trainingen waarbij de interactie met de echte wereld belangrijk is aangezien hier deze werkelijkheid nog zichtbaar is, en bij VR niet (Gavish et al., 2015). Het handige hieraan is dat de trainee nog kan interageren met zijn omgeving terwijl er extra virtuele informatie gegeven wordt ter ondersteuning. Augmented reality kan gebruikt worden voor scenario-gebaseerde AR-training. Dit is een training waarbij de trainee aan de hand van AR bepaalde, voorgeprogrammeerde problemen of scenario's moet oplossen die zich zouden kunnen voordoen in de werkelijke wereld. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld werknemers die verantwoordelijk zijn voor de reparatie van machines binnen een fabriek, deze reparaties op voorhand uitoefenen (Webel et al., 2013). Dit wordt *training near the job* genoemd. Hierbij gaat een trainee in een veilige afgezonderde leeromgeving, zoals een oefenruimte, de training volbrengen zodat er minder fouten gemaakt zullen worden tijdens het echte werk. Bij *training on the job* daarentegen verkrijgen

werknemers informatie en kennis van het AR-systeem terwijl ze aan het werk zijn. Hierdoor moeten de werknemers minder opzoeken in een handleiding of vragen stellen aan hun collega's waardoor deze werknemers aan het trainen zijn tijdens het werk (Sorko & Brunnhofer, 2019).

2.2.3 Instructies

Bij het verkrijgen of geven van instructies is enkel augmented reality van toepassing en zal virtual reality niet besproken worden. Door middel van AR-technologie en *smart glasses*, of eender welk ander medium dat gebruikt kan worden ter ondersteuning van AR, kunnen instructies gegeven worden aan personen die hier nood aan hebben, op de plaats dat deze personen er nood aan hebben en op het tijdstip dat er nood aan is (Lee, 2012; Neb & Strieg, 2018). Rejeb (2019) noemt het *just in time guidance*. Deze instructies kunnen gebeuren door middel van tekst, audio of afbeeldingen (Rejeb, 2019). Denk aan allerlei soorten monteurs en technici die ervoor moeten zorgen dat machines binnen de maakindustrie optimaal werken. Iedere minuut dat de machine niet actief is, kan voor grote verliezen zorgen (Lee, 2012). Met behulp van AR-technologie kunnen deze monteurs complexe en cruciale reparaties snel en foutloos uitvoeren (Lee, 2012; Rejeb, 2019). De AR-technologie maakt het eenvoudiger om de problemen te ontdekken en te diagnosticeren (Lee, 2012). Voordien werden deze personen ondersteund aan de hand van een papieren handleiding, wat minder efficiënt is (Neb & Strieg, 2018). Uit het onderzoek van Nilsson en Johansson (2008) blijkt dat arbeiders die deelnamen aan het onderzoek, AR-instructies willen gebruiken in hun toekomstige professionele carrière en dat de objectieve instructies van het AR-systeem duidelijker waren dan subjectieve instructies van collega's (Nilsson & Johansson, 2008). Eén van de grote gevaren binnen dit gegeven is dat de technici afhankelijk worden van deze ondersteunende visuele instructies en dat deze personen de reparaties en het onderhoud niet meer kunnen verwezenlijken zonder hulp (Webel et al., 2013).

Verder kan augmented reality gebruikt worden als hulp bij het manueel assembleren van onderdelen (Neb & Strieg, 2018). De werknemer moet weten hoe hij ieder component correct assembleert. Hier worden vaak handleidingen voor geschreven. Dit is echter tijdrovend, inefficiënt en zonder echte sturing van de werknemer (Neb & Strieg, 2018). Ook hier kan AR een nuttig hulpmiddel zijn voor het ondersteunen van assemblageproces (Blattgerste, Strenge, Renner, Pfeiffer, & Essig, 2017; Neb & Strieg, 2018; Rejeb, 2019). AR gebaseerde systemen geven, tijdens het assemblage werk, extra informatie boven op de werkelijkheid. De persoon die een product aan het assembleren is ziet deze extra informatie verschijnen door de HMD waardoor het uitvoeren van de taken verbetert (Rejeb, 2019). Neb & Strieg (2018) stellen dat augmented reality een intelligent systeem is dat mensen ondersteunt en ervoor zorgt dat werknemers zich kunnen focussen op de werkelijke handelingen die er moeten gebeuren. Dit resulteert in efficiëntere en flexibelere assemblage operaties. AR zorgt er ook voor dat werknemers moeilijkere taken kunnen uitvoeren, die eerder niet mogelijk waren (Neb & Strieg, 2018).

2.2.4 Ontwerpen

Volgens verschillende onderzoekers hebben augmented reality en virtual reality een grote toekomst binnen visualisatie en ontwerpprocessen (Lee & Park, 2005; Wang, 2009; Nee et al., 2012; Feeman, Wright & Salmon, 2018). Bij een ontwerpproces wordt gebruikt gemaakt van *computer-aided design* (CAD) software (Lee & Park, 2005). Dit is software voor computers die ervoor zorgt dat de productiviteit van de designer, de kwaliteit van het design stijgt en de communicatie door middel van documentatie verbetert (Lee & Park, 2005; Feeman et al., 2018). Op dit moment is de CAD-software beperkt tot een standaard computerterminal waarbij gebruik wordt gemaakt van een muis en een toetsenbord (Feeman et al., 2018). AR en VR kunnen de interactie met deze CAD-software verbeteren (Nee et al., 2011; Feeman et al., 2018). Rejeb (2019) beweert dat augmented reality zorgt voor een verbeterde perceptie en een beter begrijpbare productontwikkeling, wat niet mogelijk zou zijn met enkel het toepassen van CAD. Door AR en VR te combineren met de CAD-software kan men 3D ontwerpen maken waarmee de ontwerpers kunnen interageren terwijl ze het aan het ontwerpen zijn (Lee & Park, 2005). Alsook maken beide technologieën het mogelijk om enorme projecten, die de ontwerper niet kan vastnemen of verplaatsen, eenvoudig te ontwerpen en af te toetsen op de parameters die nodig zijn in de werkelijkheid (Lee & Park, 2005; Feeman et al., 2018).

Volgens Nee et al. (2012) zorgt VR voor een intuïtieve interactie in termen van visualisatie (Nee et al., 2012). VR wordt gezien als een *immersive design tool* waarbij de gebruiker ontwerpen kan maken in een virtuele 3D omgeving die accuraat en gedetailleerd zijn (Nee et al., 2012; Feeman et al., 2018). Door CAD te combineren met VR, kan de gebruiker aanpassingen doen aan het 3D design terwijl dit design wordt afgetoetst of het voldoet aan alle eigenschappen en dimensies die verwacht worden in de echte wereld (Nee et al., 2012). Dit betekent dat er niet voortdurend nieuwe stoffelijke prototypes ontwikkeld moeten worden om te weten of het voldoet aan al de wensen (Berta, 1999). Zo zullen de bedrijven die gebruik maken van de combinatie CAD en VR, veel kosten en tijd besparen. Verder zorgt VR ervoor dat designers die op lange afstand van elkaar wonen toch gelijktijdig aan het project kunnen werken en dat verschillende afdelingen van éénzelfde bedrijf, de designs grondig kunnen bestuderen zonder dat ze moeten wachten op een prototype (Berta, 1999).

Augmented reality ondersteunt visualisatie door het projecteren van virtuele objecten op de echte wereld (Nee et al., 2012). Een voorbeeld hiervan is een leeg autoframe waarbij de ontwerper een display bij heeft voor de toepassing van AR. Hiermee kan hij verschillende interieurontwerpen projecteren op de binnenkant van de auto om een realistisch beeld te vormen van de kwaliteit van de ontwerpen (Fite-Georgel, 2011). Nee et al. (2012) stellen dat AR een enorm belangrijk gegeven is als onderdeel van het ontwerpen van producten en prototypes (Nee et al., 2012). Net zoals bij VR-toepassingen voor CAD, kan ook AR het proces van ontwerpen versnellen en goedkoper maken (Lee & Park, 2005). De meeste elementen die gelden voor VR CAD gelden ook voor AR CAD (Dunston, Wang, Billinghurst, & Hampson, 2003). Het grote verschil tussen de twee is dat VR de ontwerper onderdompelt in een volledig virtuele wereld terwijl AR dit niet doet en de ontwerpen projecteert boven op wat de gebruiker ziet in de echte wereld (Dunston et al., 2003).

2.2.5 Evaluatie

Dit onderdeel staat heel nauw in contact met de andere gebruiksdoelen van augmented reality (Cirulis & Ginters, 2013). Zo kan AR gezien worden als een overkoepelend technologie die gebruikt kan worden voor het evalueren van verschillende elementen binnen het bedrijf (Cirulis & Ginters, 2013). Augmented reality zorgt ervoor dat prototypes geanalyseerd en geëvalueerd kunnen worden op een effectieve en interactieve manier vooraleer er een stoffelijk prototype gemaakt wordt (Lee & Park, 2005). Alsook geeft AR de mogelijkheid, wanneer gebruikt als trainingsplatform, om de voortgang en prestaties van iedere trainee te inspecteren en te evalueren. Op deze manier kan de training specifiek aangepast worden aan de noden van iedere trainee en de trainingsfase waarin deze zich bevinden (Webel et al., 2013).

2.2.6 Informatie

Augmented reality is een technologie die heel efficiënt is in het verschaffen van informatie (Lee, 2012). Zo heeft het reeds verschillende toepassingen gekregen waarbij AR gebruikt wordt voor het geven van informatie aan de waarnemers (Cirulis & Ginters, 2013). Een voorbeeld hiervan is toerisme in het algemeen waarbij veel informatie op korte termijn gegeven kan worden (Huang et al., 2010; Lee, 2012). AR kan als interactief hulpmiddel gebruikt worden om de reisgids te vervangen. Dit komt doordat augmented reality de gebruiker de mogelijkheid geeft om zelf extra informatie te vragen op bepaalde historische punten of wanneer elementen niet meer aanwezig zijn, deze weer te geven in een 3D visualisatie zodat ze toch visueel bestudeerd kunnen worden (Huang et al., 2010; Lee, 2012). Dit kan gedaan worden aan de hand van gps-locatie, wat valt onder de term *location-based* AR, of QR-codes die gescand moeten worden, wat valt onder de term *marker-based* AR (Farrell, 2018). Verder is het mogelijk om deze informatie op voorhand te programmeren in bepaalde talen waardoor de gebruiker altijd de taal naar keuze heeft om deze informatie in weer te geven (Thomas & Alex, 2020).

Ook binnen de televisiewereld zorgt augmented reality voor extra informatie. Denk aan het eerder aangehaald voorbeeld van de buitenspellijn die getoond wordt op televisie tijdens een voetbalwedstrijd op hoog niveau (zie figuur 2) of al de virtuele elementen die geprojecteerd worden op het beeldscherm bij het wielrennen (Azuma, 2001). Zo kan de kijker voortdurend al de informatie zien waar nood aan is.

2.2.7 Entertainment

De meest bekende toepassingen van AR en VR zijn terug te vinden in de entertainment sector (Das, 2017). AR en VR hebben eigenschappen die ideaal zijn voor het entertainen van personen (Huang et al., 2010; Veres et al., 2020). AR begon zijn plaats te veroveren in de computerspelindustrie rond het jaar 2000 (Das, 2017). In 2016 is het bedrijf Niantic op de markt gekomen met het AR gebaseerde Pokémon spel genaamd Pokémon GO, wat een enorme hoeveelheid aan spelers had en nog steeds heeft (Das, 2017). Dit soort entertainment is mogelijk met behulp van een toestel, in dit geval een smartphone (Huang et al., 2010). Het kan echter ook gaan om andere *personal*

entertainment apparaten zoals een Nintendo DS, een Playstation of andere spelconsoles (Huang et al., 2010). Ondanks de vele *personal entertainment* apparaten op de markt, zijn AR en VR niet beperkt tot dergelijke apparaten en bestaat er ook *multi-user entertainment*, ondersteund door AR en VR (Huang et al., 2010; Schroeder, 2008). Dit soort entertainment komt vaak voor in pretparken. Hier dragen bijvoorbeeld de personen die in een zulke attractie zitten, een HMD waardoor virtuele elementen worden weergegeven boven op de werkelijkheid in het geval van augmented reality (Huang et al., 2010). Denk bijvoorbeeld aan een spookhuis waarin onrealistische monsters virtueel worden geplaatst boven op het interieur van het werkelijke spookhuis dat aanwezig is in het pretpark. Enkel de personen die deze HMD op hun hoofd hebben, kunnen deze monsters zien. Ook VR kan gebruikt worden binnen deze setting van *multi-user entertainment*, maar dan zal men een *fully immersive display* (HMD) dragen die volledig gesloten is waardoor de gebruiker niets meer van de echte wereld zien (Azuma, 1997). Zo lijkt het of de gebruiker zich in een volledig virtuele wereld begeeft. Dit kan worden gebruikt in pretparken om een attractie realistischer te maken. De Mount Mara attractie in Bobbejaanland is de eerste VR-attractie in de Benelux en maakt gebruik van een Samsung Gear VR-bril (HMD) om de doodgewone achtbaan om te toveren tot een achtbaan waarin het lijkt alsof je door een levensgevaarlijke vulkaan reist (Bobbejaanland, 2016).

2.3 Toepassing in de logistiek

Nu er een algemeen beeld gevormd is over wat de toepassingsgebieden van augmented reality en virtual reality zijn, kan er dieper ingegaan worden op het logistieke gedeelte van het onderzoek. Aangezien in deze paragraaf specifiek de onderdelen van de discipline 'Logistiek' besproken worden zal de voorafgaande opdeling die werd gehanteerd op basis van gebruiksdoelen niet meer gevolgd worden. In deze sectie wordt de relatie tussen AR en VR enerzijds, en logistiek anderzijds, zo breed mogelijk besproken aangezien de literatuur beperkt is.

Zoals voorheen besproken, worden AR en VR reeds in verschillende sectoren gebruikt. De afgelopen decennia is er veel vooruitgang geboekt binnen de onderzoeksgebieden over beide technologieën (Mekni & Lemieux, 2014; Antonioli et al., 2014; Cirulis & Ginters, 2013; Smith & Ericson, 2009). Mekni en Lemieux (2014) beweerden dat er twaalf specifieke domeinen waren waarbinnen AR toepassingen heeft. Dit gaat over toepassingsgebieden als het leger, geneeskunde, onderwijs, entertainment, toerisme enzovoort (Mekni & Lemieux, 2014). Ook VR heeft reeds een aantal toepassingen binnen deze domeinen maar deze zijn nog niet zo ver geëvolueerd als die van AR (Čujan, Fedorko & Mikušová, 2020). Sinds een aantal jaren zijn onderzoekers echter ook geïnteresseerd in de relatie van AR en VR met logistiek (Cirulis & Ginters, 2013). Dit is een tamelijk nieuw toepassingsgebied voor de AR en VR technologieën (Cirulis & Ginters, 2013; Wang et al., 2020; Čujan et al., 2020). Binnen de logistieke sector wordt voornamelijk AR gebruikt (Čujan et al., 2020; Veres et al., 2020). AR wordt gezien als een technologie die een grote bijdrage kan leveren binnen het logistieke domein (Rejeb, 2019). Hierdoor zullen ook voornamelijk de toepassingen van augmented reality besproken worden in het verder verloop van dit onderzoek Veres et al., 2020). Een volgend element waar rekening mee moet worden gehouden zijn de displays of media nodig voor de toepassingen van AR en VR. Binnen het logistieke gedeelte wordt er gefocust op de *Head-Mounted Displays (HMDs)*.

Allereerst zullen de toepassingen van augmented reality aan bod komen, gevolgd door een beperkte bespreking van de virtual reality toepassingen. Binnen de logistieke sector zijn er vele verschillende taken die volbracht moeten worden (Cirulis & Ginters, 2013). Hier gaat het over volledig geautomatiseerd processen en taken waaronder, de opslag en de afname van producten wat digitaal gecontroleerd wordt, en taken waarvoor menselijk hulp nodig is, zoals *orderpicking*, onderhoud van de machines en het inpakken van producten (Mueck, Höwer, Franke, & Dangelmaier, 2005). De volledig geautomatiseerde processen zijn meestal al geoptimaliseerd (Mueck et al., 2005). De processen waarbij menselijke interactie nodig is om de taken te voltooien zijn dit meestal niet (Mueck et al., 2005). Het is juist bij deze delen van het logistiek proces waar augmented reality voor verbetering kan zorgen (Mueck et al., 2005; Wang et al., 2020).

De keuzes van werknemers, het humeur, de vermoeidheid, enzovoort zijn bepalend voor de kwaliteit van het werk dat geleverd wordt (Wang et al., 2020). AR is een technologie die ervoor kan zorgen dat het werk interessanter is en dat er minder fouten gemaakt worden (Cirulis & Ginters, 2013). Het doel van augmented reality binnen logistiek is het succesvol ondersteunen van werknemers bij het uitvoeren van taken door middel van de AR-technologie en de hardware die erbij horen (Reif & Günthner, 2009). Door augmented reality en de HMD's die erbij te pas komen, kunnen processen handenvrij worden uitgevoerd. Dit zou resulteren in een hogere efficiëntie en een verbeterde betrouwbaarheid (Pleysier, Merckx & Cassimon, 2015). Wang et al. (2020) beschrijven maar liefst 36 toepassingen die augmented reality heeft binnen de logistieke sector. Deze toepassingen worden onderverdeeld binnen een aantal functiegebieden die van belang zijn in de logistiek, namelijk: de ontvangst van de producten, de opslag, het orderpicken, het transport en het afhandelen van pakketten, het plannen van het magazijn, en andere logistieke toepassingen (Wang et al., 2020). Volgens het onderzoek 'Vision in Logistics' (2015) uitgevoerd door het VIL, blijken er drie logistieke processen te zijn waarbij het verbeteringspotentieel van augmented reality het grootst is. Deze drie processen zijn orderpicking, het laden van een voertuig, en de inspectie en kwaliteitscontrole bij de ontvangst (Pleysier et al., 2015). Het meeste onderzoek dat gedaan is binnen dit onderzoeksgebied is besteed aan het orderpicking proces (Stoltz et al., 2017). De toepassing van augmented reality binnen de andere logistieke handelingen zoals de ontvangst, het opslaan en het transporteren van goederen zijn minder bestudeerd en deze mikken eerder op toekomstige ontwikkelingen (Stoltz et al., 2017, Wang et al., 2020). Er zijn voor dergelijke logistieke handelingen weinig relevante studies waardoor de wetenschappelijke achtergrond beperkt is (Wang et al., 2020). Volgens het onderzoek 'Vision in Logistics' (2015) zijn er een aantal voordelen verbonden aan het gebruik van augmented reality in de logistieke processen en de bijhorende *smart glasses* (zie tabel 1). In dit onderzoek gaan niet alle mogelijke toepassingen in detail besproken worden. Er gaat wel een bespreking volgen van de functiegebieden en de meest belangrijke elementen (Pleysier et al., 2015).

Generieke voordelen smart glasses	
Kwaliteit (foutenreductie)	<ul style="list-style-type: none"> • Visuele controles (foto's, video en tekstinformatie)
Efficiëntie (productiviteit)	<ul style="list-style-type: none"> • Handenvrij werken, scannen • Visuele routebegeleiding
Extra info	<ul style="list-style-type: none"> • Bijvoorbeeld: product- en verpakkingsinstructies, ADR-producten ... • Extra informatie voor analyse (traceerbaarheid): foto's of video's van schades, afwijkingen ...
Traceerbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> • Extra informatie (beeld, scan, locatie) van bepaalde actie
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> • Behandeling van ADR-producten, waarschuwingssignalen bij het naderen van een heftruck ...
Ergonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Handenvrij werken
Investeringskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Slimme brillen kunnen goedkoper zijn dan een mobiele terminal
Training personeel	<ul style="list-style-type: none"> • Minder trainingstijd voor interim/personeel

Tabel 1: Generieke voordelen van smart glasses (VIL, 2015)

2.3.1 Ontvangst

De ontvangst van producten is de eerste stap van het logistiek proces dat doorlopen moet worden. Hier worden verschillende producten in verschillende hoeveelheden uit een groot aantal vrachtwagens gehaald die van verschillende leveranciers komen. Het systeem is afgestemd op de inkomende vrachtwagens van leveranciers waardoor de chauffeur meteen weet naar welke loskaai de producten moeten (Wang et al., 2020). Al deze inkomende producten moeten georganiseerd en gecontroleerd worden (Glockner et al., 2014; Wang et al., 2020). Binnen deze afdeling kan augmented reality helpen bij het scannen van de binnenkomende producten en het automatisch inspecteren op de juiste hoeveelheden en de gevraagde kwaliteit (Wang et al., 2020). Dit wordt gedaan aan de hand van het leveringsrapport (Wang et al., 2020; Thomas & Alex, 2020). Hierna maakt het systeem duidelijk hoe de producten uitgeladen moeten worden. Nadat voorgaande stappen in orde zijn gebracht, worden de producten via een route, gemaakt door het AR-systeem, optimaal georganiseerd in de tijdelijke opslagplaats tot de producten in de volgende stap hun definitieve opslagplaats krijgen (Thomas & Alex, 2020).

2.3.2 Opslag

Wanneer de producten uiteindelijk allemaal uitgeladen zijn, is het tijd om een opslagplaats te vinden voor de producten. Het augmented reality systeem laat de magazijnmedewerker weten dat er een nieuwe taak is die volbracht moet worden. Het geeft informatie over de producten die opgeslagen moeten worden en op welke plaats dit moet gebeuren (Thomas & Alex, 2020). Dit kan gebeuren aan de hand van foto's of tekstberichten. Eenmaal dat de magazijnmedewerker weet waar de producten opgeslagen moeten worden, krijgt hij de optimale route gegeven naar deze opslagplaats. Het AR-systeem houdt rekening met de *real-time* informatie (dynamisch) over hoe druk het op bepaalde punten is in het magazijn (Wang et al., 2020). Als de meest optimale opslagplaats bezet is, zoekt het systeem automatisch naar de volgende beste opslagplaats (Thomas & Alex, 2020).

2.3.3 Orderpicken

Orderpicking is het verzamelen van goederen uit een bepaald assortiment aan voorwerpen, volgend op de bestellingen die gedaan zijn door klanten (Reif & Günthner, 2009; Schwerdtfeger, Reif, Günthner, & Klinker, 2011). Dit gebeurt meestal in een magazijn of distributiecentrum. Het orderpickproces is dus de laatste stap vooraleer de goederen worden verzonden naar de klant. Fouten bij het orderpicken van bestellingen kunnen een grote invloed hebben op de kwaliteit van de levering en de relatie tussen de klant en de logistieke dienstverlener (Reif & Günthner, 2009). Daarom is *zero-defect* picking een belangrijk gegeven binnen deze sector. Verder is het orderpicking proces van enorm groot belang aangezien het zorgt voor meer dan 50% van de magazijnkosten (Stoltz et al., 2017; Wang et al., 2020). Volgens Reif & Günthner (2009) waren er reeds ondersteuningssystemen voor het ondersteunen van werknemers bij het orderpicken, maar werkten ze niet naar behoren.

Twee van deze voorgaande ondersteuningssystemen zijn *Pick By Voice* en *Pick By Light* (Reif & Günthner, 2009; Mueck et al., 2005; Rejeb, 2019; Schwerdtfeger et al., 2011). Beide systemen hebben hun eigen voor- en nadelen. Bij *Pick By Voice* worden ondersteunende instructies gegeven aan de magazijnmedewerkers door middel van een geluidsoverdracht van een computer (Reif & Günthner, 2009; Schwerdtfeger et al., 2011). Denk hierbij aan draadloze koptelefoons of oortjes. Dit soort systemen, op basis van geluid, komen voor problemen te staan als het toegepast wordt op luide locaties zoals industriële omgevingen. In dit soort locaties is de ondersteuning op basis van geluid moeilijk op een optimale manier te organiseren (Reif & Günthner, 2009). *Pick By Light* daarentegen zorgt voor visuele hulp tijdens het orderpicken door middel van lichtjes. Bij *Pick By Light* is er een bepaalde infrastructuur nodig waarbij kleine lampjes geïnstalleerd zijn in iedere rek en bij ieder opbergvak waar producten kunnen opgeslagen liggen. (Reif & Günthner, 2009; Schwerdtfeger et al., 2011). Op deze manier kan de orderpicker snel zien aan de hand van het lampje in welke rek het product ligt en welke producten gepickt moet worden. Het nadeel van *Pick By Light* is dat het geïntegreerd moet worden in de infrastructuur van een magazijn. Dit systeem is niet flexibel, terwijl flexibiliteit van groot belang kan zijn binnen een magazijn, en het is duur om te realiseren (Reif & Günthner, 2009). Doordat deze twee ondersteuningssystemen beiden nadelen hadden en er een vraag was naar logischere informatiesystemen, is *Pick By Vision* ontstaan (Reif & Günthner, 2009; Schwerdtfeger et al., 2011).

Pick By Vision is een ondersteuningssysteem voor het orderpicken op basis van augmented reality. Een orderpicker heeft nood aan de juiste informatie op precies het juiste tijdstip waardoor deze werknemers hun taken kunnen uitvoeren, vrij van fouten. Augmented reality is een technologie die dergelijke capaciteiten heeft (Schwerdtfeger et al., 2011). AR kan zorgen voor een verbeterde visualisering van informatie voor de orderpicker en een verbetering in prestaties op grote schaal (Rejeb, 2019). Het potentieel van AR-toepassingen voor orderpicken schuilt zich in het mogelijk maken van gelijktijdig informatie verzamelen en werken, en het verminderen van tijd nodig voor het zoeken van data doordat de data afgebeeld wordt in het gezichtsveld van de orderpicker door middel van een HMD (Reif & Günthner, 2009). Schwerdtfeger et al. (2011) stelt dat er vier verschillende soorten tijd verbonden zijn aan het orderpicken van *items*, namelijk; de *basetime* om de informatie van een volgende taak te krijgen, de *dead time* waarbinnen een werker de informatie opzoekt,

analyseert en interpreteert, de *way time* die aanduidt hoe lang de orderpicker onderweg is naar het gegeven product en de *picking time* nodig om het item werkelijk te nemen (Schwerdtfeger et al., 2011). De enige tijd die geminimaliseerd kan worden door *Pick By Vision* is de *dead time*, de anderen horen al geminimaliseerd te zijn door voorgaande optimalisaties (Schwerdtfeger et al., 2011; Rejeb, 2019; Reif & Günthner, 2009). AR kan orderpickers helpen bij het verwerken van data en het proces van keuzes maken versnellen (Veres et al., 2020). Doordat HMDs gebruikt worden bij het *Pick By Vision* ondersteuningssysteem moeten orderpickers niet meer voortdurend naar hun *mobile data terminal* of papieren bestellijst kijken wanneer er een nieuwe taak aan de beurt is, waardoor dergelijke *dead times* verminderd worden (Reif & Günthner, 2009; Rejeb, 2019). Deze informatie kan overigens uitgebreider zijn dan voordien, met foto en details over het voorwerp dat gepickt moet worden (Wang et al., 2020). Zo kan er bijvoorbeeld ook duidelijk gemaakt worden hoeveel voorwerpen er in een bepaalde verpakking zitten en of er voorwerpen inzitten die met extra zorg behandeld moeten worden (Pleysier et al., 2015; Wang et al., 2020). Voorbeeld van mogelijke informatie die weergegeven wordt tijdens het orderpicken is te zien in onderstaande figuur 7.



Figuur 7: Picking instructies (Wang et al., 2020)

De AR-technologie laat de pick-locatie en de optimale picking route zien waardoor de werkkrachten niet verkeerd kunnen lopen (Wang et al., 2020). Indien dit kleine, moeilijk te vinden producten zijn, highlight AR de plaats waar het product precies ligt (Schwerdtfeger et al., 2011; Wang et al., 2020). Eens het product is gevonden moet dit gescand worden door middel van de HMD. AR kan overigens gekoppeld worden aan barcodes of RFID om producten te herkennen in het magazijn (Thomas & Alex, 2020). Vervolgens, eens het product is gepickt, ziet de picker op welke manier het product geplaatst moet worden in de *picking cart* waardoor tijd bespaard wordt (Wang et al., 2020).

Schwerdtfeger et al. (2011) beweert dat werknemers langdurig met het systeem van augmented reality en HMD's konden werken zonder dat ze meer last ervoeren. Het enige probleem is dat mensen problemen hadden met het voortdurend lezen van tekst van deze HMD (Schwerdtfeger et al., 2011). Natuurlijk verbetert de technologie alsmaar en zullen deze technologische problemen doorheen de tijd verminderen.

2.3.4 Verzending & afhandeling

Nadat de items gepickt en aangekomen zijn bij de verzendafdeling is het tijd om de bestellingen klaar te maken voor verzending (Thomas & Alex, 2020). Ook bij deze afdeling kan augmented reality een grote hulp zijn. AR kan helpen bij veel taken zoals het kiezen van de juiste verpakings- en inpakmaterialen voor de bestelling in te doen en het tonen van de meest efficiënte manier om het product in deze doos te steken. Verder duidt het de juiste pallet of locatie aan waar de bestelling geplaatst moet worden, alsook hoe deze bestelling op de pallet of in de vrachtwagen geplaatst moet worden. Al deze elementen hangen af van het type bestelling, de plaats van bestemming en de breekbaarheid van de bestelling (Wang et al., 2020; Thomas & Alex, 2020). Net zoals bij de ontvangst van goederen, laat het AR-systeem ook bij het verzenden van goederen de laadkaai zien aan zowel de chauffeur als de magazijnmedewerker (Wang et al., 2020).

2.3.5 Magazijnplanning

Pick By Vision is niet de enige toepassing die AR heeft binnen de muren van een magazijn (Rejeb, 2019). Zo kan augmented reality ook gebruikt worden voor het plannen van handelingen binnen het magazijn en het verbeteren van de indeling en het ontwerp van het magazijn (Glockner et al., 2014; Mourtzis, Samothrakis, Zogopoulos, & Vlachou, 2019; Rejeb, 2019). De visualisatie, mogelijk gemaakt door AR-technologie, zorgt voor een uitgebreide beschrijving van hoe het magazijn er uit ziet, hoe het is ingedeeld, en welke mogelijkheden er nog zijn (Rejeb, 2019). Al de informatie nodig om efficiënt te werken binnen het magazijn is op iedere plek binnen het magazijn beschikbaar. Dit betekent dat de magazijnmedewerkers niet voortdurend naar een vaste computerterminal moeten gaan om informatie op te zoeken. (Thomas & Alex, 2020).

Doordat augmented reality 'echt' en 'virtueel' combineert is het mogelijk om een alternatieve planningen te maken waarbij machines die in de toekomst nog aangekocht moeten worden al reeds afgestemd kunnen worden op het huidige magazijn (Rejeb, 2019; Wang et al., 2020). Hierdoor kan men de werkstroom en productstroom virtueel controleren en de effectiviteit van de indeling van het magazijn testen (Wang et al., 2020). Dit is een belangrijk gegeven binnen de logistiek aangezien productielijnen regelmatig aangepast moeten worden en flexibiliteit dus aan de orde is (Wang et al., 2020). AR geeft de mogelijkheid om te anticiperen op bottlenecks en fouten, en deze te vermijden (Thomas & Alex, 2020). Ook kan men een nieuw magazijn dat men wil bouwen in *full-scale* visualiseren vooraleer het gebouwd is waardoor fouten en knelpunten tijdig uit het ontwerp gehaald kunnen worden (Wang et al., 2020).

2.3.6 Andere waardetoevoegende diensten

Waardetoevoegende diensten worden alsmaar belangrijker in de logistieke sector. Meer en meer logistieke dienstverleners beginnen waardetoevoegende diensten aan hun klanten aan te bieden. Zo houdt DHL Supply Chain zich bezig met montage en reparatie voor bepaalde klanten. DHL Supply Chain verzamelt bijvoorbeeld niet enkel de componenten van leveranciers voor Audi autodeuren. DHL verzamelt deze componenten waarna deze dan gemonteerd worden in de deurpanelen. Eens

alles is gemonteerd, worden deze deurpanelen in één geheel afgeleverd aan de productiefabriek van Audi (Glockner et al., 2014). Scania Parts Logistics houdt zich onder andere ook bezig met *kitting* van hun producten. Dit is het samenstellen van verschillende onderdelen of producten in één *kit*. Bij Scania Parts Logistics is er tijdens het onderzoek van het VIL (2015) getest of augmented reality een bijdrage kan zijn bij dit samenvoegen of kitten van hun producten. Hierbij werd AR gebruikt om de werknemers te ondersteunen bij het maken van deze *kits*. Deze bestaan vaak uit verschillende kleine onderdelen die samen in één zakje of één doosje gestoken moeten worden. Er zijn ongeveer 1200 verschillende *kits* die gaan van eenvoudige samenstellingen tot enorm complexe samenstellingen (Pleysier et al., 2015).

Om dergelijke taken op een correcte en efficiënte manier te voltooien, is er nood aan getrainde bekwame personen. Deze moeten allen individueel getraind worden om deze training zo doeltreffend mogelijk te laten verlopen. Juist daarom dat augmented reality een enorme hulp kan zijn bij dit soort taken. Ten eerste doordat AR een efficiënt en doeltreffend trainingshulpmiddel kan zijn om deze ingewikkelde materie duidelijk aan te leren. Ten tweede ondersteunt het AR-systeem de werknemers *on the job* door middel van visuele hulp, dit kunnen zowel foto's als tekst zijn (Glockner et al., 2014; Pleysier et al., 2015). Hierdoor zullen er minder fouten gemaakt worden door de werkkrachten (Wang et al., 2020)

2.3.7 Training in de logistiek

Tot op heden is er weinig onderzoek en literatuur te vinden over de toepassingen die virtual reality heeft binnen de logistiek. De meeste literatuur die geschreven is over het gebruik van VR in de logistieke sector komt uit tijdschriften en is enorm beperkt in diepgang. Deze literatuur bevestigt nogmaals dat VR een ideaal trainingshulpmiddel is voor de opleiding van werknemers, ook in de logistiek (Forger, 2020). Het project 'AR-VR Training for Logistics' uitgevoerd door het VIL (2019) is één van de weinige studies die specifiek gedaan is naar de trainingsmogelijkheden van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector. Net zoals bij paragraaf 2.2.2 eerder werd besproken zorgt VR voor een realistische trainingsomgeving die veiliger is dan vele *real life* alternatieven. Verder kan er met behulp van VR, trainingen worden gegeven die anders te duur zou zijn, zelden voorkomen, schade zouden veroorzaken voor anderen of waarvoor een bepaalde, vaak dure, infrastructuur nodig is. Ook binnen de logistiek kan het dus van toepassingen zijn voor de scholing en training van werknemers die in een relatief gevaarlijk magazijn moeten werken met zware machines en producten (zie figuren 9, 10 & 11) (Pleysier et al., 2019).



Figuren 8, 9 & 10: Voorbeelden van risico's tijdens VR training (Pleysier et al., 2019)

Verder zou augmented reality ook een meerwaarde kunnen bieden bij het trainen van arbeidskrachten in de vorm van *training on the job*. Hierbij krijgt de werknemer digitale instructies bij het uitvoeren van de procedure zelf. Dit soort trainingen zou kunnen zorgen voor een versnelde en vergemakkelijkte selectieprocedure doordat het krachtige hulpmiddelen zijn om *soft skills* van kandidaten naar boven te brengen (Pleysier et al., 2019). In de logistieke sector verloopt de training van arbeidskrachten nog vaak op de conventionele manier. Hierbij probeert een docent leerstof over te brengen aan een groep cursisten. Een ander voorbeeld is de trainingen die gegeven worden aan kleine groepen in apart afgezonderde testzones waarbij de link met de praktijk hoog is. Deze trainingen zijn arbeidsintensief en kunnen enorm tijdrovend zijn. Dit resulteert in hoge kosten, stress en mogelijke gevaarlijke momenten in de magazijnen of distributiecentra waarbinnen deze training verloopt (Pleysier et al., 2019).

Volgens het onderzoek 'AR-VR training for Logistics' (2019) uitgevoerd door het VIL zouden beide technologieën gebruikt kunnen worden in verschillende fases van het opleidingsproces en human resources traject. Zo worden er zeven fases beschreven waarbij AR en VR een aanwinst zouden kunnen zijn, namelijk:

- *Recruiting*: Het bedrijf krijgt een soort van *employer branding* naar de buitenwereld toe. Dit komt doordat potentiële werknemers te weten komen dat de opleiding en scholing gebeurt via virtual reality en augmented reality. Hierdoor ontstaat er een soort van *gamified recruitment*.
- *Pre-boarding*: Hierbij worden nieuwe potentiële werknemers rondgeleid in een virtuele tour van het bedrijf. Op deze manier krijgt iedere persoon exact dezelfde voorstelling van het bedrijf op een zo optimale manier als mogelijk.
- *Onboarding*: De potentiële werknemers maken kennis met de regels rondom de algemene veiligheid, de procedures die men moet volgen binnen het bedrijf. Hierbij worden elementen geduid die potentiële werknemers moeten weten vooraf aan de training.
- *Training*: Hierbij gaan specifieke taken of het operationeel gebruik van de toestellen aangeleerd worden.

- *Operator support: On the job learning* door middel van augmented reality. Hierbij krijgen operatoren instructies en hulp weergegeven in hun *smart glasses*.
- *Refresh learning*: Beide technologieën zouden ervoor kunnen zorgen dat ervaren werknemers de processen nog steeds uitvoeren zoals ze in het begin aangeleerd zijn. Dit door het regelmatig opfrissen van bepaalde procedures en taken.
- *Remote support*: Bij de *smart glasses* zijn er hulpmiddelen aanwezig waardoor managers of teamleaders de operatoren, die in het veld werken, kunnen assisteren. Hierdoor wordt er geen tijd verspild aan het zoeken van deze bepaalde personen in de vaak gigantische magazijnen.

De testen uitgevoerd tijdens het onderzoek van het VIL (2019) en de voorgaande literatuur, waarbij AR en VR gebruikt worden als hulpmiddel bij onderwijs of opleidingen, tonen aan dat deze manier van training groot potentieel heeft. Het is niet duidelijk vanuit de testen, gedaan door het VIL (2019), dat AR en VR effectiever zijn dan de klassieke methode. De trainer-trainee ratio daarentegen was wel positief. De trainingen gebeuren minstens even snel dan de originele training en er was een vermenigvuldiging in het aantal trainees die tegelijk getraind konden worden (Pleysier et al., 2019).

3. Empirische studie

Volgend op de literatuurstudie waar deelvragen één, twee en drie werden beantwoord, komt een empirische studie waarbij drie interviews zijn afgenomen bij verschillende logistieke dienstverleners. Deze groep bedrijven bestaat uit DHL Supply Chain, Scania Parts Logistics, en BME Genk. DHL Supply Chain en Scania Parts Logistics hebben meegewerkt aan het onderzoek van het VIL (2019). BME daarentegen is een bedrijf dat op zelfstandig wijze onderzoek is gaan doen naar de mogelijke toepassingen van augmented reality. Verder is ook de projectleider van het onderzoek dat gedaan is door het VIL (2019) geïnterviewd. In totaal zijn er dus vier interviews afgenomen die als achtergrond dienen voor het verdere verloop van dit onderzoek. Aan de hand van deze interviews is er getracht om een antwoord te vinden op deelvraag vier: "Hoe staan logistieke bedrijven tegenover het gebruik van beide technologieën?". Hierbij gaan de relevante onderwerpen aangehaald en besproken worden. Alles wat er in de komende paragrafen gezegd wordt is niet een veralgemening voor de gedachtegang dat managers in de logistieke wereld hebben over augmented reality en virtual reality. Deze elementen zijn louter gebaseerd op wat deze vier experts gezegd hebben.

3.1 Geïnterviewde experts

Bastiaan Snaterse – DHL Supply Chain

Bastiaan Snaterse is de *Global Product Development Manager* voor *Accelerated Digitalization* bij DHL Supply Chain voor meer dan twee jaar. Augmented reality en virtual reality zijn onderdeel van deze versnelde digitalisatie. Binnen DHL Supply Chain worden AR en VR reeds gebruikt in de processen. Meneer Snaterse was aanwezig en verantwoordelijk voor de implementatie en begeleiding hiervan. Dit betekent dat DHL Supply Chain één van de voorlopers is van de toepassing van beide technologieën in de logistieke sector.

Robin Verslegers – Scania Parts Logistics

Robin Verslegers was vijf jaar lang business analist bij het bedrijf Scania Parts Logistics. Binnen deze groep van business analisten was meneer Verslegers de persoon die zich bezighield met het augmented reality gebeuren in combinatie met de mogelijke toepassingen van *smart glasses*. Sinds kort is meneer Verslegers, *Digital Officer*, wat betekent dat hij zich dagelijks bezighoudt met de interne ontwikkeling van digitalisatie en innovatie.

Wesley Kappen – BME Genk

Wesley Kappen is de *Lead Developer* bij BME Genk. Het is een 3PL bedrijf dat is gespecialiseerd in e-commerce. Binnen BME is meneer Kappen verantwoordelijk voor heel het IT-landschap, waaronder ook het *software* gebeuren. Verder is meneer Kappen ook verantwoordelijk voor alle hardware zoals scanners, labelprinters, enzovoort.

Filip Van Hulle – Projectleider AR & VR training bij het VIL

Meneer Van Hulle werkt sinds drie jaar voor het VIL. Het VIL probeert van Vlaanderen de logistieke draaischijf van Europa te maken. Dit wordt gedaan aan de hand van projecten die op een bepaalde manier innovatief zijn voor de ontwikkeling van de logistieke sector. In deze drie jaren heeft meneer Van Hulle gewerkt aan tal van projecten binnen het VIL, waaronder '*AR-VR training for Logistics*' in 2019. Samen met Luc Pleysier was hij de projectverantwoordelijke en heeft hij deze studie in goede banen moeten leiden.

3.2 Hardware

Tijdens de interviews zijn de verschillende hardware mogelijkheden besproken die gebruikt worden voor het organiseren van de AR en VR technologieën. Hieronder vallen de HMD's en de *handheld* apparaten zoals tablets of speciaal ontworpen toestellen voor in industriële omgevingen die wat steviger zijn.

Hieruit blijkt allereerst dat er een onderscheid moet gemaakt worden tussen de eerder besproken augmented reality gebaseerde HMD's en de typische *smart glasses*. Voorbeelden van *smart glasses* die zijn aangehaald tijdens de interviews zijn de Google glasses en de Vuzix Glasses. Zo blijkt dat er een verschil bestaat tussen de twee soorten hardware en blijken, volgens één van de experts, de *smart glasses* niet echt AR gebaseerd te zijn. Dit met name door de manier waarop de projectie plaatsvindt. *Smart glasses* hebben de mogelijkheid om nuttige informatie te projecteren in het zicht van de persoon die deze *smart glasses* draagt. Het is een soort van HUD die op het hoofd gedragen wordt. Dit is nuttig omdat deze persoon zich kan bezighouden met de taken die uitgevoerd moeten worden terwijl deze informatie krijgt die nodig is voor het uitvoeren van de taken. De meeste *smart glasses* doen dit doormiddel van een doorzichtige display waarin je een bepaald scherm kan zien dat informatie weergeeft. Dit betekent echter niet dat het de realiteit 'augment' of vergroot (bijlage 1).

Augmented reality gebaseerde brillen daarentegen gaan verder dan wat de *smart glasses* doen. Deze HMD's creëren werkelijk digitale elementen die kunnen gezien worden alsof ze zich bevinden in de werkelijkheid. Zo zouden *smart glasses* pas onder de noemer van augmented reality gebaseerde brillen vallen wanneer ze de informatie zo presenteren alsof ze aanwezig zijn in de werkelijkheid. Dit verschilt van het simpelweg projecteren van informatie op een doorzichtige display (bijlage 1).

Een volgend element dat duidelijk werd tijdens de interviews is welke soort toestellen er in de toekomst gebruikt zullen worden bij het gebruik van de AR en VR technologie. Hieruit blijkt dat er voor augmented reality vooral interesse is in het gebruik van HMD's in de toekomst. Dit zodat de werknemers hun handen vrij hebben om andere taken te volbrengen. Het zou volgens de experts een pak eenvoudiger en efficiënter zijn dan het gebruik van zware scanners die op dit moment in de meeste magazijnen gebruikt worden (bijlage 1; bijlage 2; bijlage 3; bijlage 4). Deze moeten voortdurend gebruikt worden om elementen te scannen. Nadat het voorwerp gescand is, moet de scanner neergelegd worden zodat er bepaalde handelingen uitgevoerd kunnen worden. Nadien moet deze scanner terug meegenomen worden. Indien er gebruik zou worden gemaakt van *handheld* AR apparaten zou dit een groot deel van deze inefficiënties, die ook gelden voor de typische scanner, behouden (bijlage 3). Ook is de omgeving waarin de logistieke processen zich bevinden, meestal niet de meest ideale omgeving om zulke relatief dure scanners te gebruiken. In een magazijn kunnen ze bijvoorbeeld tegen hoge snelheden van heftrucks, reachtrucks vallen of van gevaarlijke hoogtes indien men de hoogte in moet. Zo zou het gebruik van deze AR gebaseerde HMD's, volgens één van de geïnterviewde experts, een orderpicker tot wel twintig minuten per dag kunnen besparen ten opzichte van het gebruik van een traditionele scanner. Indien dit bekeken wordt op jaarbasis is dit grofweg 85 uur dat een orderpicker meer besteedt aan het orderpicken in plaats van het opnemen en het terug neerleggen van een "lompe scanner". Dit kan een grote impact hebben voor bedrijven

die 24 uur per dag actief zijn met bijvoorbeeld een nachtshift, ochtend shift of avond shift (bijlage 3).

Verder zou het dragen van deze HMDs of *smart glasses* een invloed kunnen hebben op de veiligheid en gezondheid van de werkrachten binnen een magazijn. Er is echter geen éénduidige bevinding of deze invloed positief of negatief is (bijlage 1; bijlage 2; bijlage 3; bijlage 4).

De hardware voor het gebruik van virtual reality is ook besproken tijdens de interviews. Bij het interview bij Scania Parts Logistics (bijlage 2) werd duidelijk gemaakt dat ook hier verschillende mogelijkheden zijn. Zo kan er een krachtige PC gebruikt worden waaraan een VR-bril gekoppeld wordt of er kan gebruik gemaakt worden van VR-brillen die een eigen CPU hebben zoals de Oculus Quest. Het grote verschil tussen de twee is dat er bij toestellen zoals de Oculus Quest, de Oculus Rift, enzovoort met een eigen CPU geen nood is aan externe apparaten voor het gebruik ervan, terwijl dit bij de andere toestellen wel zo is. Beide hebben ze hun eigen voor- en nadelen. De bruikbaarheid en inzetbaarheid van de toestellen met een eigen CPU in een bedrijfsomgeving is een pak hoger. Deze toestellen zijn mobiel waardoor ze overal gebruikt kunnen worden, alsook zijn ze gemakkelijker om op te starten bij het gebruik voor training. Verder is de kostprijs voor deze toestellen met eigen CPU een pak lager dan wanneer er een krachtige PC zou aangekocht moeten worden. Het nadeel is dat apparaten zoals de Oculus Quest een minder sterke CPU hebben wat ervoor zorgt dat de kwaliteit van de virtual reality omgeving lager is dan wanneer er een VR-bril aan een krachtige PC zou gekoppeld worden. Dit is echter niet van enorm belang aangezien de kwaliteit van de omgeving, gecreëerd door de toestellen met eigen CPU, meer dan behoorlijk is (bijlage 2).

3.3 Implementatie

Er werken veel mensen in de logistieke sector. Al deze personen zijn verschillend in hun leeftijd, geslacht, opleiding, enzovoort. Ieder persoon heeft dan ook een eigen mening en denkwijze. Ook op de werkvloer komen deze verschillende persoonlijkheden en meningen naar boven op allerlei manieren. Eén van de situaties waar deze meningen duidelijk naar boven komen, is bij veranderingen of nieuwigheden op het werk. Er zullen medewerkers zijn die voorstanders zijn van de nieuwigheden, maar er zullen ook personen zijn die hier niet tevreden mee zijn. Dit is zeker het geval bij het digitaliseren van de processen. De digitalisatie van processen is een gevoelig onderwerp voor vele werknemers. Augmented reality en virtual reality zijn onderdeel van deze als maar belangrijkere digitalisatie. Vandaar dat het een interessant gegeven is om de digitalisatie van de werkomgeving correct aan te pakken. Uit de interviews blijkt dat dit ook van groot belang is bij de implementatie van AR en VR (bijlage 2; bijlage 3).

Vandaar dat *change management* omtrent digitalisatie, waaronder AR en VR toebehoren, zeer belangrijk is. Digitalisatie is een gevoelig onderwerp bij vele werknemers aangezien dit de processen volledig kan veranderen. Uit de interviews blijkt dat de starheid ten opzichte van AR en VR niet zozeer afhangt van de leeftijd, het geslacht, de opleiding of de functie van de werknemer (bijlage 1; bijlage 2; bijlage 3). Het zou ten eerste, vooral afhangen van hoelang een persoon al in een bepaald proces werkt en ten tweede, hoe open-minded een persoon is ten opzichte van technologie (bijlage

2; bijlage 3). Een werknemer die al 15 jaar in hetzelfde proces werkt en zijn taken steeds uitvoert op exact dezelfde manier, zal sneller weerstand bieden bij verandering dan een persoon die nog maar twee jaar in een bepaald proces werkt. Verder zal een persoon die minder *tech-savvy* of minder geïnteresseerd is in IT sneller weerstand bieden bij de digitalisering van bepaalde processen dan iemand die hier wel enorm in is geïnteresseerd. Mensen die niet geïnteresseerd zijn in deze IT-oplossing moet je haast dwingen om er mee aan de slag te gaan en de andere personen kunnen haast niet wachten om er mee van start te gaan. Vervolgens is er niet altijd een specifieke reden waarom personen tegen de invoering zijn van een bepaalde vernieuwing (bijlage 2; bijlage 3).

Volgens Verslegers (bijlage 2) is er maar één oplossing om dit soort nieuwe technologieën te implementeren ter vernieuwing van de bedrijfsprocessen. Enkel door de werknemers, die uiteindelijk de technologie dagelijks gaan moeten gebruiken vanaf het begin bij het proces van implementatie te betrekken gaat het succesvol zijn. Natuurlijk gaat er wel een bepaalde fase van onderzoek en opzoekwerk aan vooraf vooraleer er werkelijk van start gegaan wordt met de implementatie van deze technologieën. Er moet eerst een business case gemaakt worden vooraleer de werknemers er effectief bij betrokken worden.

"Betrokkenheid creëer je maar op één manier. Door de werknemers effectief bij de processen te betrekken. Gaan we iedereen meekrijgen? Nee, maar als we 80% van de groep meekrijgen in ons verhaal dan zijn we goed bezig." (bijlage 2)

Verder is deze betrokkenheid vanaf het begin ook belangrijk voor het proces van implementatie zelf. De feedback die leidinggevende krijgen van werknemers op de vloer kan van cruciaal belang zijn. Enkel de mensen die de operaties werkelijk dagelijks uitvoeren kunnen de technologieën op een correcte manier testen. Het louter *top-down* pushen van deze technologieën heeft geen nut. Dit zal enkel voor meer weerstand zorgen. Vervolgens kan het laten kennismaken met het augmented reality systeem ervoor zorgen dat de werknemers beseffen dat de technologie er is om hun werk eenvoudiger te maken en vlotter te doen verlopen, niet om het gecompliceerder te maken zoals velen van hen zullen denken (bijlage 1; bijlage 2).

Niet alleen *change management* is van belang als er gesproken wordt over de implementatie van AR en VR binnen een bedrijf. De geïnterviewde bedrijfsexperts die werken voor DHL Supply Chain en Scania Parts Logistics werken voor grote logistieke spelers. BME Genk daarentegen, is een relatief klein speler in de logistieke markt ten opzichte van de andere twee. Er is echter één ding dat deze drie bedrijven toch gemeenschappelijk hebben. Alle drie hebben ze reeds een tamelijke grote integratie van informatiesystemen (bijlage 1; bijlage 3). Dit blijkt ook van belang te zijn bij de implementatie van augmented reality. Zo zou er een bepaalde hoeveelheid aan data nodig zijn vooraleer de implementatie van AR op een efficiënte manier kan verlopen. De bedrijven die aan het nadenken zijn om augmented reality te implementeren in hun processen kunnen beter zorgen dat ze een voldoende IT-integratie hebben waardoor er ook genoeg data is. Indien een bedrijf voor een groot deel nog met pen en papier werkt, zal het moeilijk zijn om augmented reality te implementeren in de bedrijfsprocessen. (bijlage 2).

In de vorige alinea is er enkel over augmented reality gesproken. Dit komt doordat virtual reality een ander gegeven is dat niet afhankelijk is van andere processen voor de implementatie ervan. Dit is eerder een *stand-alone* product waar geen andere elementen aan gekoppeld moeten worden. VR wordt binnen Scania Parts Logistics en DHL Supply Chain enkel gebruikt voor het trainen en opleiden van werknemers. AR kan ook gebruikt worden voor training, maar heeft daarentegen veel meer toepassingen in de logistieke wereld dan dat VR heeft. Virtual reality kan geïmplementeerd worden vanaf het moment dat de software en hardware beschikbaar is binnen het bedrijf om dergelijke trainingen te geven. Er moeten verder geen processen of elementen binnen het bedrijf aangepast worden (bijlage 1; bijlage 2; bijlage 4).

3.4 Ervaring werknemers

Een volgend belangrijk gegeven voor het implementeren van augmented reality en virtual reality is hoe werknemers de technologie ervaren. In dit deel gaat er een combinatie van de twee vorige paragrafen besproken worden. De hardware en de bijhorende software gekoppeld aan de werknemers. Dit is ook een belangrijk gegeven aangezien het juist de werknemers zijn die hele dagen gaan rond moeten lopen met deze HMD's. Uit voorgaand onderzoek bleek dat er zich onwennigheden konden voordoen bij het gebruik van de augmented reality of virtual reality brillen.

Uit de interviews van DHL en Scania Parts Logistics blijkt echter dat het merendeel van de reacties van de werknemers positief waren en dat ze geen problemen ervaarden. Toch is het belangrijk om rekening te houden met de mogelijke risico's, die het voortdurend dragen van zo'n HMD, met zich mee zou kunnen brengen. Bij alle twee van de drie bedrijven waarvan een expert is geïnterviewd zijn er bepaalde problemen ontstaan in verband met de *smart glasses* of HMD's. Zo zou de temperatuur van de batterij naast het hoofd een probleem kunnen zijn. Verder waren er ook personen die klaagden over het gericht kijken naar de projectie op de lenzen van de *See-Through* brillen (bijlage 1; bijlage 2).

Deze problemen kwamen naar boven bij het eerste gebruik van de hardware. Er is dus niet geweten in hoeverre deze problemen werkelijk hinderlijk waren. Het kon eventueel ook liggen aan het feit dat de werknemers de technologie niet gewoon waren. Er waren alleszins geen serieuze klachten waar mensen zich meteen zorgen over moeten maken (bijlage 2). Tijdens het onderzoek van het VIL (2019) zijn er bepaalde aandachtspunten aan het licht gekomen die eventueel een invloed zouden kunnen hebben op de gezondheid of veiligheid van werkkrachten die gebruik maken van *smart glasses* (bijlage 4). Deze zijn te vinden in tabel 2.

Topic	Algemene uitdagingen en aandachtspunten
Operator ergonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Hoofdpijn door de dubbele focus • Pijn aan het hoofd door het gewicht van de bril • Misselijkheid door opwarming van de bril in de buurt van de slaper
Operator veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> • Wifi, bluetooth, chip radiatie in de buurt van de slaper • Verplichte combinatie met gecertificeerde veiligheidsbril • Risico voor reisziekte (bewegingsziekte)
Operationele beperkingen	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte autonomie batterij (1-4 uur) • Beperkte processorcapaciteit waardoor beperking functionaliteiten van apps • Robuuste ontwerpen voor industriële omgeving
Dieptezicht (Barcode)	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte scanafstand (max. 1m) voor lineaire of 2D barcodes
Andere	<ul style="list-style-type: none"> • Privacy/confidentialiteit aandachtspunten

Tabel 2: Aandachtspunten smart glasses (VIL, 2019)

Bij DHL is er uit zekerheid een eigen onderzoek opgestart waarbij er is gekeken naar de potentiële gezondheidsrisico's bij het gebruik van *smart glasses* en augmented reality voor dagelijks gebruik. De resultaten van dit onderzoek bleken positief te zijn. Vandaar dat DHL deze augmented reality technologie ook reeds gebruikt in de huidige processen. Het bleek echter dat bepaalde mensen door medische redenen geen gebruik konden of wilden maken van AR tijdens hun werk. De werkgever, in dit geval DHL Supply Chain, mag op dat moment ook niet vragen waarom deze persoon geen AR wil gebruiken tijdens het werk. Deze personen bij processen laten werken waar geen augmented reality voor nodig was, was dan ook de enige optie (bijlage 1).

3.5 Struikelblokken

Aangezien de toepassingen van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector nog tamelijk nieuw zijn, is het logisch dat er ook nog een aantal struikelblokken bestaan waar bedrijven rekening mee moeten houden. Deze struikelblokken kunnen de reden zijn waarom bedrijven niet geïnteresseerd zijn in het implementeren van augmented reality of virtual reality in hun huidige of toekomstige bedrijfsprocessen (bijlage 1; bijlage 3). Zo blijken vele bedrijven nog steeds weigerachtig te staan ten opzichte van AR en VR (bijlage 2).

Uit de interviews blijkt de kostprijs van de toestellen één van deze struikelblokken te zijn. De aankoopkosten van enkele hoogtechnologische HMD's voor de toepassing van AR of VR kan al snel hoog oplopen. Zo zouden *smart glasses* al snel €1000 per stuk kosten en echte augmented reality brillen zoals de Microsoft HoloLens 2 zeker het drievoudige hiervan. De initiële investeringen voor dergelijke apparaten zijn enorm (bijlage 1; bijlage 3). Hoe groot dit struikelblok in verband met geld is, hangt echter af van de grootte van het bedrijf. DHL Supply Chain en Scania Parts Logistics zijn tamelijke grote bedrijven. Voor hen zal het dus gemakkelijker zijn om de kostprijs van dergelijke HMD's te dekken dan voor een relatief klein bedrijf zoals BME Genk. Verder zouden deze kosten voor bedrijven met de grote van DHL Supply Chain en Scania Parts Logistics beter te rechtvaardigen vallen (bijlage 1; bijlage 2). Volgens Verslegers (bijlage 2) kunnen kleinere bedrijven hun geld beter op andere manieren aanwenden.

De hardware die nodig is voor het gebruik van augmented reality en virtual reality zou een volgend struikelblok zijn. Momenteel staat de hardware ter gebruik van AR en VR nog niet op punt. Zeker niet als er gesproken wordt over het gebruik in de logistieke sector. Dit is een sector waar gewerkt wordt in een vaak luide en gevaarlijke omgeving. Verder wordt er gebruik gemaakt van zware machines en wordt er soms gewerkt op een tamelijke hoge hoogte. In de interviews werd er gesproken over problemen met de levensduur van de batterijen voor de *smart glasses*. Deze zouden het niet langer dan één tot twee uur volhouden zonder dat er een externe batterij aan gekoppeld moet worden. Deze hangt vast aan de interne batterij met een kabel wat ervoor zorgt dat de bewegingsvrijheid van de operator vermindert (bijlage 1; bijlage 2). Verder is de stevigheid en duurzaamheid van de *smart glasses* of HMD's ook niet optimaal voor een industriële omgevingen (bijlage 3). Natuurlijk staat de wereld niet stil en zal de technologie voor dergelijke hardware voortdurend verbeteren (bijlage 2).

3.6 Toekomst

Uit de interviews blijkt dat de bedrijven, waarvan één van de experts geïnterviewd is, positief staan tegenover de implementatie van augmented reality en virtual reality. Ieder van hen had lovende woorden over het mogelijk gebruik van de technologieën in de logistieke sector. Ook de projectleider van het onderzoek van het VIL (2019) was zeer tevreden met de resultaten die waren bekomen tijdens het onderzoek. DHL Supply Chain maakt reeds gebruik van augmented reality en virtual reality in de processen, weliswaar op beperkte schaal (bijlage 1). Scania Parts Logistics en BME Genk daarentegen maken momenteel nog geen gebruik van AR en VR maar zijn zéér gretig om er mee aan de slag te gaan. Vooral augmented reality zou volgens hen een enorm interessant gegeven zijn binnen logistieke processen (bijlage 2; bijlage 3). Verder zouden volgens Van Hulle (bijlage 4) de bedrijven die hebben deelgenomen aan het onderzoek van het VIL (2019) ook stappen zetten naar de verdere integratie van beide technologieën in hun processen.

Zoals reeds aangehaald zitten beide technologieën nog in hun prille ontwikkelingsfase als het gaat over hun actuele *used cases* in de logistiek. Er is nog veel onzekerheid over wat AR en VR nu precies zouden kunnen bijbrengen in de logistieke sector. Toch lijkt het alsof de geïnterviewde experts er zeker van zijn dat augmented reality voor *hands-on* toepassingen en virtual reality voor training *the next big thing* kunnen zijn. *Pick by Vision* valt onder de noemer van deze *hands-on* toepassingen op basis van AR. Uit de interviews blijkt dat dit de eerste toepassing is waar augmented reality duidelijk een meerwaarde kan bieden. Zo maakt DHL Supply Chain reeds gebruik van het orderpicken met behulp *smart glasses* en zijn de andere bedrijven, waar de interviews hebben plaatsgevonden, druk bezig met het verder organiseren en implementeren van een soortgelijk systeem.

4. Conclusie

Augmented reality en virtual reality zijn beide technologieën die al een lange tijd bestaan. AR en VR hebben elk hun eigen kenmerken. Dit betekent dat beide technologieën hun eigen voor- en nadelen hebben (Agrawal, 2018; Leston, 1996). AR en VR hebben reeds vele toepassingen in de professionele wereld die bewezen zijn in hun effectiviteit (Cirulis & Ginters, 2013; Feeman et al., 2018). Zo zouden zowel augmented reality en virtual reality enorm krachtige hulpmiddelen zijn om mensen op te leiden en te trainen (Antonioli et al., 2014; Smith & Ericson, 2009). Ook de toepassingen dat AR en VR hebben in de *gaming* en entertainment wereld zijn niet meer weg te denken (Zyda, 2005). Toch is er nog maar weinig bekend over de toepassingen, of mogelijke toepassingen dat deze technologieën zouden kunnen hebben in de logistieke sector. Er is weinig literatuur te vinden over welke bijdragen AR en VR zouden kunnen leveren in de logistiek. Indien er toch literatuur over te vinden valt, zijn deze beperkt in hun wetenschappelijke achtergrond en diepgang (bijlage 4).

Sinds een aantal jaren beginnen AR en VR ook de logistieke sector binnen te sluipen. Als maar meer beginnen geleerden en logistieke bedrijven geïnteresseerd te geraken in de mogelijkheden die zich verschuilen in zowel AR als VR. Bij augmented reality gaat dit over het ondersteunen van werkrachten bij *hands-on* toepassingen en training. Hier gaat het bijvoorbeeld over het orderpicken met behulp van een *Optical See-Through* HMD zoals *smart glasses*, of de hulp die een werkracht krijgt bij zijn eerste kennismaking met de processen binnen het bedrijf. De huidige kennis over de toepassingen van virtual reality in de logistieke sector daarentegen, rijkt momenteel niet verder dan VR training waarbij een trainee volledig wordt ondergedompeld in een virtuele wereld waarmee deze kan interageren (Pleysier et al., 2015; Pleysier et al., 2019). Het is vooral augmented reality die rechtstreeks een grote impact kan hebben op de toekomstige operaties binnen de logistieke sector. Deze technologie zou de manier van werken volledig kunnen veranderen. Er zijn tal van mogelijke toepassingen die AR kan hebben binnen een magazijn (Pleysier et al., 2015; Wang et al., 2020).

Het blijft echter bij 'mogelijke toepassingen' aangezien er weinig tot geen *used cases* te vinden zijn over de meeste applicaties die AR en VR zouden kunnen hebben. Hier rijkt het niet verder dan theorie en literatuur (bijlage 4). Er zouden voor AR maar liefst 36 toepassingen zijn in de logistieke sector, gaande van *inbound* tot *outbound logistics* (Wang et al., 2020). Echter, de enige bewezen *used case* die er op dit moment lijkt te zijn is het *Pick by Vision* systeem waarbij de orderpicker in real time ondersteunt wordt doormiddel van *smart glasses*. Uit de afgenomen interviews blijkt ook dat AR gebaseerde orderpicking de eerste toepassing zal zijn die men zal implementeren voor deze technologie in de logistieke sector. DHL Supply Chain maakt reeds gebruik van deze applicatie in beperkte mate (bijlage 1). Bij Scania Parts Logistics en BME Genk daarentegen, is augmented reality nog niet geïntegreerd in de processen maar lijkt er zeker en vast interesse te zijn voor *Pick by Vision* in de nabije toekomst (bijlage 2; bijlage 3).

Eens augmented reality is ingeburgerd als hulpmiddel bij het orderpicken, zullen bedrijven meer en meer geïnteresseerd geraken in de technologie als hulpmiddel voor arbeidskrachten bij de logistieke processen. Dit geldt ook voor virtual reality als hulpmiddel voor het effectief en veilig trainen van

werknemers. Vele logistieke bedrijven staan, ondanks de bewezen toepassingen in andere sectoren, nog steeds weigerachtig ten opzichte van de implementatie van beide technologieën in de logistieke sector (bijlage 2). Dit heeft te maken met de beperkte literatuur en *used cases* die beschikbaar zijn (bijlage 4). Er zijn weinig concrete bewijzen dat dergelijke technologieën een grote meerwaarde kunnen zijn voor logistieke bedrijven. De bedrijven die toch initiatief hebben genomen om de stap te zetten en onderzoek te doen naar de mogelijkheden die schuilen in augmented reality en virtual reality, zijn ervan overtuigd dat beide technologieën een grote meerwaarde kunnen zijn binnen hun bedrijf en de gehele logistieke sector. Er wordt echter wel vermeld dat ondersteuning op basis van AR niet overal evenveel nut gaat hebben. Zo zal het vooral een grote meerwaarde brengen bij complexe taken waar het de gebruiker werkelijk helpt (bijlage 1; bijlage 2; bijlage 3; bijlage 4).

Als er gekeken wordt naar de bewezen toepassingen die augmented reality heeft in de gehele professionele wereld en de afgenomen interviews bij bedrijfsexperts, kan er geconcludeerd worden dat AR veel potentieel heeft binnen de logistieke sector. AR zit momenteel nog in de beginnende ontwikkelingsfase als er gekeken wordt naar relatie met de logistieke sector maar toch is het reeds duidelijk dat deze technologie een grote toekomst heeft. Het zou wel eens *the next big thing* kunnen zijn binnen deze sector waarbij het zorgt voor een verbeterde kwaliteit van het werk, kostenreducties, een versnelling van het werk en verbetering in het trainingsproces. Hetzelfde geldt voor virtual reality als trainingshulpmiddel, maar dit was al eerder duidelijk aangezien de essentie waardoor VR een goede trainingstool voor de logistieke sector is, voor een groot deel gelijkend is met andere de sectoren.

4.1 Beperking empirische studie

Er is een belangrijk aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij de interpretatie van de gegevens die verkregen zijn bij de interviews. De experts van de voorgenoemde bedrijven zijn geïnterviewd doordat het op voorhand duidelijk was dat ze minstens een beperkte kennis hadden van de materie. Verder zijn er nog vele andere logistieke spelers waarvan niet duidelijk was of ze überhaupt kennis hadden van de mogelijkheden die AR en VR zouden kunnen hebben in hun logistieke processen. Vandaar dat de hiervoor genoemde bedrijven zijn gecontacteerd. Deze bedrijven hadden reeds onderzoek gedaan naar de mogelijke toepassingen dat AR en VR zouden kunnen hebben in hun processen. Het ene bedrijf al wat meer dan het andere. Dit impliceert dat deze bedrijven met een positievere gedachtegang tegenover beide technologieën stonden ten opzichte van bedrijven die zich nog niet verdiept hadden in de mogelijke toepassingen van augmented reality en virtual reality in hun logistieke processen, of niet weten wat beide technologieën zijn. Het is met deze reden dat ik adviseer om in alle voorzichtigheid de beschreven bevinding met een kritische houding te benaderen.

5. Bibliografie

- Abdoli-Sejzi, A., & Bahru, J. (2015). Augmented reality and virtual learning environment. *Journal of Applied Sciences Research*, 11(8), 1-5.
- Agrawal, A. (2018). Putting VR/AR to work. *IEEE Computer Graphics Applications*, 38(1), 115-118.
- Antonioli, M., Blake, C., & Sparks, K. (2014). Augmented reality applications in education. *The Journal of Technology Studies*, 96-107.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics Applications*, 21(6), 34-47.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Berta, J. (1999). Integrating vr and cad. *IEEE Computer Graphics Applications*, 19(5), 14-19.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Blattgerste, J., Strenge, B., Renner, P., Pfeiffer, T., & Essig, K. (2017). *Comparing conventional and augmented reality instructions for manual assembly tasks*. Paper presented at the Proceedings of the 10th international conference on pervasive technologies related to assistive environments.
- Bobbejaanland. (2016). Virtual reality avontuur in Mount Mara in samenwerking met Samsung. Retrieved from <https://www.bobbejaanland.be/blog-nieuws/virtual-reality-avontuur-in-mount-mara-in-samenwerking-met-samsung>
- Breuer, J., & Bente, G. (2010). Why so serious? On the relation of serious games and learning. *Journal for Computer Game Culture*, 4, 7-24.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia tools applications*, 51(1), 341-377.
- Cirulis, A., & Ginters, E. (2013). Augmented reality in logistics. *Procedia Computer Science*, 26, 14-20.
- Cooper, G., Park, H., Nasr, Z., Thong, L., & Johnson, R. (2019). Using virtual reality in the classroom: preservice teachers' perceptions of its use as a teaching and learning tool. *Educational Media International*, 56(1), 1-13.
- Čujan, Z., Fedorko, G., & Mikušová, N. (2020). Application of virtual and augmented reality in automotive. *Open Engineering*, 10(1), 22.
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Das, P., Zhu, M. o., McLaughlin, L., Bilgrami, Z., & Milanaik, R. L. (2017). Augmented reality video games: new possibilities and implications for children and adolescents. *Multimodal technologies interaction*, 1(2), 8.
- Dunleavy, M. (2014). Design principles for augmented reality learning. *TechTrends*, 58(1), 28-34.
- Dunston, P., Wang, X., Billinghurst, M., & Hampson, B. (2003). Mixed reality benefits for design perception. *Nist Special Publication SP*, 191-196.

- Farrell, W. A. (2018). Learning becomes doing: Applying augmented and virtual reality to improve performance. *Performance Improvement*, 57(4), 19-28.
- Feeman, S. M., Wright, L. B., & Salmon, J. L. (2018). Exploration and evaluation of CAD modeling in virtual reality. *Computer-Aided Design Applications*, 15(6), 892-904.
- Ferguson, C., Davidson, P. M., Scott, P. J., Jackson, D., & Hickman, L. D. (2015). Augmented reality, virtual reality and gaming: an integral part of nursing. In: Taylor & Francis.
- Fite-Georgel, P. (2011). *Is there a reality in industrial augmented reality?* Paper presented at the 2011 10th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality.
- Forger, G. (2020). Warehouse/DC: When Virtual Reality Is More Than Real. *Logistics Management*.
- Funk, M., Kosch, T., Greenwald, S. W., & Schmidt, A. (2015). *A benchmark for interactive augmented reality instructions for assembly tasks*. Paper presented at the Proceedings of the 14th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia.
- Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 778-798.
- Glockner, H., Jannek, K., Mahn, J., & Theis, B. (2014). *Augmented reality in logistics*. Retrieved from
- Hořejší, P. (2015). Augmented reality system for virtual training of parts assembly. *Procedia Engineering*, 100, 699-706.
- Huang, H.-M., Rauch, U., & Liaw, S.-S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers education*, 55(3), 1171-1182.
- Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. *Computers education*, 106, 150-165.
- Kaplan, A. D., Cruitt, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. (2020). The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: a meta-analysis. *Human factors*, 0018720820904229.
- Kore, A. (2018). Displays for Augmented and Virtual Reality. Retrieved from <https://hackernoon.com/displays-for-augmented-and-virtual-reality-2d77b5199a8b>
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13-21.
- Lee, W., & Park, J. (2005). *Augmented foam: A tangible augmented reality for product design*. Paper presented at the Fourth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'05).
- Leston, J. (1996). Virtual reality: the IT perspective. *ITNOW*, 38(3), 12-13.
- Liagkou, V., Salmas, D., & Stylios, C. (2019). Realizing virtual reality learning environment for industry 4.0. *Procedia CIRP*, 79, 712-717.
- Mekni, M., & Lemieux, A. (2014). Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, 20, 205-214.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Paper presented at the Telemanipulator and telepresence technologies.

- Mourtzis, D., Samothrakis, V., Zogopoulos, V., & Vlachou, E. (2019). Warehouse design and operation using augmented reality technology: A papermaking industry case study. *Procedia CIRP*, 79, 574-579.
- Mueck, B., Höwer, M., Franke, W., & Dangelmaier, W. (2005). Augmented reality applications for warehouse logistics. In *Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology* (pp. 1053-1062): Springer.
- Neb, A., & Strieg, F. (2018). Generation of AR-enhanced assembly instructions based on assembly features. *Procedia CIRP*, 72, 1118-1123.
- Nee, A. Y., Ong, S., Chryssolouris, G., & Mourtzis, D. J. C. a. (2012). Augmented reality applications in design and manufacturing. *61(2)*, 657-679.
- Nguyen, V. T., & Dang, T. (2017). *Setting up virtual reality and augmented reality learning environment in unity*. Paper presented at the 2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct).
- Nilsson, S., & Johansson, B. (2008). Acceptance of augmented reality instructions in a real work setting. In *CHI'08 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 2025-2032).
- Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers graphics*, 30(1), 20-28.
- Pantelidis, V. S. (2010). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science Technology Education*, 2(1-2), 59-70.
- Patel, H., & Cardinali, R. (1994). Virtual reality technology in business. *Management Decision*.
- Peters, G. (2020). Het kan even duren, maar buitenspel (of niet) wordt in nieuwe seizoenen altijd gezien. *de Volkskrant*. Retrieved from <https://www.volkskrant.nl/sport/het-kan-even-duren-maar-buitenspel-of-niet-wordt-in-nieuwe-seizoenen-altijd-gezien~b15266b7/>
- Pleysier, L., Merckx, J., & Cassimon, S. (2015). *Vision in Logistics*. Retrieved from
- Pleysier, L., Van Hulle, F., & Boel, C. (2019). *AR - VR Training for Logistics*. Retrieved from
- Reif, R., & Günthner, W. A. (2009). Pick-by-vision: augmented reality supported order picking. *The Visual Computer*, 25(5), 461-467.
- Reif, R., & Walch, D. (2008). Augmented & Virtual Reality applications in the field of logistics. *The Visual Computer*, 24(11), 987-994.
- Rejeb, A. (2019). The challenges of augmented reality in logistics: A systematic literature review. *WSN*, 134(2), 281-311.
- Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M., & Penn, P. R. (2000). Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(4), 494-511.
- Schroeder, R. (2008). Defining virtual worlds and virtual environments. *Journal For Virtual Worlds Research*, 1(1).
- Schwerdtfeger, B., Reif, R., Günthner, W. A., & Klinker, G. (2011). Pick-by-vision: there is something to pick at the end of the augmented tunnel. *Virtual Reality*, 15(2-3), 213-223.
- Smith, S., & Ericson, E. (2009). Using immersive game-based virtual reality to teach fire-safety skills to children. *Virtual Reality*, 13(2), 87-99.

- Sorko, S. R., & Brunnhofer, M. (2019). Potentials of augmented reality in training. *Procedia Manufacturing, 31*, 85-90.
- Statista. (2020). Pokémon Go active user number worldwide 2016-2020, by region. <https://www.statista.com/statistics/665640/pokemon-go-global-android-apple-users/>
- Stoltz, M.-H., Giannikas, V., McFarlane, D., Strachan, J., Um, J., & Srinivasan, R. (2017). Augmented reality in warehouse operations: opportunities and barriers. *IFAC-PapersOnLine, 50(1)*, 12979-12984.
- Strickland, J. (2007). How virtual reality works. *How Stuff Works, 29*.
- Tekedere, H., & Göke, H. (2016). Examining the effectiveness of augmented reality applications in education: A meta-analysis. *International Journal of Environmental Science Education, 11(16)*, 9469-9481.
- Thomas, T., & Alex, J. (2020). Investigating the Implementation of Augmented Reality in Logistics. In.
- Veres, P., Cservedák, Á., Skapinyecz, R., Illés, B., Bányai, T., Akylbek, U., & Tamás, P. (2020). The Role of Augmented and Virtual Reality Technologies in Developing Logistics Processes. *Journal of Engineering Research Reports* 55-62.
- Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). On the design of virtual reality learning environments in engineering. *Multimodal technologies interaction, 1(2)*, 11.
- Walter, K. (2019). Medical Students Learn in World's Largest Virtual Reality Anatomy Lab. Retrieved from <https://www.rdworldonline.com/medical-students-learn-in-worlds-largest-virtual-reality-anatomy-lab/>
- Wang, W., Wang, F., Song, W., & Su, S. (2020). *Application of augmented reality (AR) technologies in inhouse logistics*. Paper presented at the E3S Web of Conferences.
- Wang, X. (2009). Augmented reality in architecture and design: potentials and challenges for application. *International Journal of Architectural Computing, 7(2)*, 309-326.
- Webel, S., Bockholt, U., Engelke, T., Gavish, N., Olbrich, M., & Preusche, C. (2013). An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. *Robotics autonomous systems, 61(4)*, 398-403.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers education, 62*, 41-49.
- Yoh, M.-S. (2001). *The reality of virtual reality*. Paper presented at the Proceedings Seventh International Conference on Virtual Systems and Multimedia.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer, 38(9)*, 25-32.

Bijlagen

Bijlage 1: Interview Bastiaan Snaterse – DHL Supply Chain

Bij dit interview zijn er technische problemen voorgekomen waardoor er geen opname van is gemaakt. Hierdoor staat niet het volledige interview getranscribeerd, alsook zijn de antwoorden die neergeschreven zijn niet exact de woorden die de geïnterviewde expert heeft gebruikt. Dit interview is opgemaakt aan de hand van notities die zijn genomen tijdens het interview zodat de belangrijkste elementen toch verwerkt konden worden in dit onderzoek.

L: Goedemiddag, om het interview te starten zal ik allereerst mezelf voorstellen. Ik ben Lars Agten, student Handelswetenschappen aan de UHasselt. Ik ben een laatstejaarsstudent Supply Chain Management en voor mijn masterthesis ben ik onderzoek aan het doen naar de toepasbaarheid van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector.

L: Nu, waarom doe ik dit onderzoek. Ik doe dit onderzoek aangezien beide technologieën al in verscheidene sectoren worden toegepast en er reeds allerlei professionele toepassingen zijn voor gevonden. Sinds kort zijn ze ook bezig met het onderzoeken naar de toepassingen die beide AR en VR in de logistieke sector zouden kunnen hebben. Hier is echter nog maar weinig over bekend, vandaar dit onderzoek, alsook vandaar dat ik eens bij logistieke bedrijven ga horen wat hun ervaringen en gedachten hieromtrent zijn.

L: Nu mag u, uzelf eens voorstellen. Wie u bent? Wat u doet?

B: Ik ben Bastiaan Snaterse. Ik ben Global Product Development Manager voor het bedrijf DHL voor ondertussen meer dan twee jaar.

L: Wat zijn de taken die uitgevoerd worden door het bedrijf?

B: Bij DHL Supply Chain doen we zowat alles wat te maken heeft met logistieke handelingen. We zijn een 4PL bedrijf dat oplossingen aanbiedt aan bedrijven die hier nood aan hebben. Dit gaat van *warehousing* tot transport.

L: Weet u wat het verschil is tussen AR en VR? Wat verstaat u onder beide termen?

B: AR is een laag over de werkelijkheid terwijl VR een volledige virtuele omgeving is waar niets meer realiteit is. Verder vallen de typische *smart glasses* volgens mij niet echt onder de term augmented reality aangezien dit eerder een soort van *headmounted HUD* is. Echte AR-brillen daarentegen projecteren virtuele elementen die je niet meer van de realiteit zou moeten kunnen onderscheiden. Ze lijken in dat opzicht geïntegreerd met de echte wereld.

L: Wordt AR of VR gebruikt binnen het bedrijf? Zo ja, op welke manier?

B: Augmented reality wordt gebruikt voor *pick by vision*. Dit is iets wat we weten dat we grotendeels overal gaan kunnen toepassen in onze magazijnen. Dit komt doordat er een gestroomlijnd systeem voor gemaakt kan worden. Verder zal het toegepast kunnen worden bij specifieke bedrijfscases. Dit zal afhangen van klant tot klant. Het gaat hier vooral om complexe taken waarbij visuele ondersteuning een grote bijdrage kan leveren aan de werknemer.

B: Virtual reality daarentegen kan gebruikt worden om training te geven in een compleet virtuele wereld. Dit zal bijvoorbeeld gaan om training omtrent veiligheid binnen het magazijn.

L: Wat is de reden dat het bedrijf AR en VR is beginnen te gebruiken?

B: Men ziet de mogelijkheden, men ziet de technologieën en dan gaan we kijken wat de mogelijkheden zijn voor ons, specifiek in de logistieke sector.

L: Wat zijn, tot nu toe, de resultaten van het gebruik van AR of VR? Is het veiliger, productiever, efficiënter, kostenbesparend?

B: *Pick by vision* is duidelijk efficiënter dan de andere alternatieven. Daar zijn we zeker van. Het kan ook een invloed hebben op de veiligheid. In de positieve zin, aangezien dat orderpickers niet meer op hun scanner moeten kijken waar ze naartoe moeten. Het kan daarentegen ook negatief zijn aangezien de chauffeurs van toestellen die gebruikt worden binnen een magazijn een AR bril of *smart glasses* dragen waarbij een projectie verschijnt in hun gezichtsveld. Vandaar kan dit net zoals bij een *smartphone* of een gps in de auto, hinderlijk zijn en deze personen afleiden.

L: Hoe is het gebruik van AR en VR tot stand gekomen? Is er een aparte werkgroep die zich bezighoudt met innovatieve oplossingen? Zo ja, welke afdelingen zijn afgevaardigd in deze werkgroep?

B: Neen er is niet één specifieke werkgroep die zich bezighoudt met enkel AR en VR, dat zou veel te duur zijn op dit moment. Vanaf dat er geweten is dat het een goed systeem is en het op vele plekken toegepast kan worden, dan komt er natuurlijk wel een specifieke groep om deze technologieën toe te passen aangezien er dan genoeg vraag is, enzovoort. Momenteel is het via het *pull*-systeem. Als de klant ernaar vraagt, dan geeft DHL de mogelijkheid tot AR. Indien de klant dit niet vraagt zullen we de processen organiseren op een klassieker wijze. We geven de mogelijkheid voor het toe te passen in bijvoorbeeld magazijnen maar het initiatief moet van de klant komen.

L: Waar halen jullie de inspiratie om AR en VR te gebruiken? Van welke sectoren kopiëren jullie/kijken jullie af?

B: We hebben niet specifiek naar een bepaalde sector gekeken. We zagen natuurlijk wel dat het gebruikt werd voor de luchtvaart. Zowel voor de productie van onderdelen als het vliegen met deze

toestellen zelf. Om te voldoen aan de eisen van de luchtvaart moeten de technologieën toch al tamelijk op punt staan aangezien de eisen hier enorm hoog zijn. Verder komen bepaalde leveranciers met mogelijke oplossingen. Men ziet soms wat op televisie. Men volgt de technologie en dan begint men zelf te denken over wat de mogelijke toepassingen zijn voor deze technologieën in de logistiek sector. Ook op bepaald beurzen hebben we interessante dingen gezien die ons enkel maar motiveerden om er mee aan de slag te gaan.

L: Zijn er activiteiten waarvoor je enkel of AR of VR inzet?

B: Virtual reality wordt enkel gebruikt voor de training van werknemers voor onder andere het bijbrengen van informatie rond veiligheid in een magazijn, en het inleiden van mensen in het bedrijf. Dus zowel voor het opleiden van potentiële werkkrachten als bestaande werkkrachten

L: Is de kostprijs van dergelijke technologie een struikelblok voor veel bedrijven? Wegen de kosten op tegen de voordelen ervan?

B: Ja de kostprijs zou inderdaad een struikelblok kunnen zijn voor vele bedrijven. *Smart glasses* kosten rond €1000 en een Microsoft hololens kost al rond de €2500 - €3000. Natuurlijk is het voor bedrijven wel een pak goedkoper als dat je ze als consument zou kopen aangezien we in grotere hoeveelheden aankopen en waarschijnlijk een relatie opbouwen met deze leveranciers. Uiteindelijk moet je augmented reality ook trouwens niet in alle processen toepassen. Het is enkel nuttig waar het waarde toevoegend is en waar het een meerwaarde biedt bij het werk. Alles kan bij wijze van spreken vereenvoudigd worden door middel van AR en *smart glasses* maar dat betekent nog niet dat het waarde toevoegt of efficiënt is.

L: Welke hardware gebruikt u ter behulp van AR en VR? Wat zijn de redenen voor de toepassing van dit medium?

B: Voorlopig gebruiken we enkel *smart glasses*. De *handheld devices* zijn nog niet optimaal voor het gebruik van augmented reality. Ze worden op de pols van de werknemers gemonteerd en als deze personen voortdurend dit apparaat moeten vasthouden is dat niet efficiënt om te gebruiken

L: Welke problemen is het bedrijf tegengekomen bij het gebruik van AR/VR?

B: De levensduur van de batterijen van de smart glasses is een probleem. Deze batterij gaat maar ongeveer 30 minuten mee zonder dat er een externe batterij aan gekoppeld wordt. Dit is dus nog niet optimaal. Voor VR is het probleem dat je de personen die je aan het opleiden bent, maximaal 30 minuten aan één stuk zo'n VR- bril mag laten dragen. Dit heeft te maken met duizeligheid door langtijdig gebruik. Verder is bij deze toestellen het gewicht ook een probleem aangezien deze typische VR headsets wel wat kunnen wegen. Ik neem aan dat deze problemen in verband met de hardware in de nabije toekomst opgelost gaan worden. De tijd staat immers niet stil.

L: Hoe ervaren werknemers het gebruik van het AR/VR systeem

B: De meeste ervaren dit wel positief. Indien door medische omstandigheden het niet mogelijk is voor de werknemers om gebruik te maken van AR of VR (epilepsie, slechte ogen, ...) mogen wij als werkgever niet vragen wat de reden hiervoor is. Er zullen altijd bepaalde processen zijn waarbij geen gebruik wordt gemaakt van AR. Indien werknemers het niet willen gebruiken, om welke reden dan ook, zullen ze moeten werken in processen waar er geen gebruik wordt gemaakt van *smart glasses*. Als DHL zijnde hebben we ook onderzoek gedaan naar de impact op de gezondheid van het dragen van *smart glasses* of een VR-bril en de resultaten waren positief.

L: Hoe zijn de medewerkers betrokken geweest bij het project rond AR en VR? Vanaf het begin? Vanaf de implementatie plaatsvond?

B: Natuurlijk gaat er veel opzoekwerk en analyses aan te pas vooraleer de werknemers van op de vloer erbij betrokken worden. Maar vanaf dat we de techniek wouden uittesten om eventueel toe te passen in onze processen, werden de werknemers erbij betrokken. Er is feedback, enzovoort van de werknemers gebruikt om de technologieën op een doeltreffende manier te implementeren. Ze zijn dus niet vanaf het begin betrokken geweest maar wel van het begin van de implementatie en testfase

L: Hoe overtuigen jullie medewerkers van de meerwaarde van AR/VR? Moet er een bedrijfscultuur hieromtrent opgezet worden?

B: Het zelf laten kennismaken en het ervaren wat het systeem doet was genoeg. We hebben ze laten kennismaken met de technologieën en ze ervoeren zelf dat het hun werk ging vergemakkelijken alsook ging het werk verbeteren. Ze zagen zelf dat het een aanwinst was voor het bedrijf en ze vonden het ook gewoon interessant en leuk om mee te werken. Niet zoals robots die je job komen vervangen.

L: Is er een verschil in aanvaarding door werknemers op basis van functie/ leeftijd/ geslacht/ opleiding/ ...?

B: Neen, ik kan geen bepaalde categorie onderscheiden.

L: Denkt u dat AR/VR een toekomst heeft binnen de logistieke sector?

B: Zeker, indien de beperkingen qua hardware opgelost worden. Maar zoals juist reeds vermeld, zal dit binnenkort wel op punt staan. Kijk maar naar hoever de technologieën zijn geëvolueerd in de afgelopen jaren. Verder zal het vooral een aanwinst zijn bij complexe taken.

L: Heeft u zelf nog iets toe te voegen aan dit interview?

B: Neen. Ik zou wel graag het interview ontvangen als dat mogelijk is.

L: Ik zal het eens navragen wat de regels hieromtrent juist zijn. Als het mag stuur ik het met alle plezier door.

Bijlage 2:

Interview Robin Verslegers – Scania Parts Logistics

R: Goedemiddag

L: Goedemiddag, om het interview te starten zal ik allereerst mezelf voorstellen. Ik ben Lars Agten, student Handelswetenschappen aan de UHasselt. Ik ben een laatstejaarsstudent Supply Chain Management en voor mijn masterthesis ben ik onderzoek aan het doen naar de toepasbaarheid van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector.

L: Nu, waarom doe ik dit onderzoek. Ik doe dit onderzoek aangezien beide technologieën al in verscheidene sectoren worden toegepast en er reeds allerlei professionele toepassingen zijn gevonden. Sinds kort zijn ze ook bezig met het onderzoeken naar de toepassingen die beide AR en VR in de logistieke sector zouden kunnen hebben. Hier is echter nog maar weinig over bekend, vandaar dit onderzoek, alsook vandaar dat ik eens bij logistieke bedrijven ga horen wat hun ervaringen en gedachten hieromtrent zijn.

L: Allereerst mag u, uzelf ook even voorstellen. Wie u bent, wat u gestudeerd heeft, wat u doet in een dag.

R: Ik Ben Robin Verslegers, Ik ben vijf jaar *business* analist geweest bij Scania. Ik heb een diploma als handelsingenieur aan de UHasselt. Ik was *business* analist voor het *warehouse/outbound* gedeelte. Dus ik was vijf jaar verantwoordelijk voor *picking, packing, shipping* en alle processen en technologieën die daarbij horen. We zijn in 2015 ook een SAP-implementatieproject gestart. Ons mainframe systeem werd veranderd naar SAP, daar ben ik ook bij betrokken geweest. Binnen de *business* analisten afdeling ben ook altijd een beetje de '*whizzkid*' geweest die met *smart glasses* en andere technologieën heeft gespeeld om te kijken of het voor Scania een meerwaarde kon zijn.

R: Hoe ziet mijn dag er nu uit? Ik ben sinds afgelopen september *Digital Officer* op Scania. Dat is eigenlijk een nieuw departement dat wij opgericht hebben en dat zich richt op digitalisatie en innovatie om dat binnen het bedrijf verder te gaan stimuleren. Dat is in september van start gegaan en het is echt wel de bedoeling dat we binnen Scania een tandje gaan bijsteken om dat verder uit te bouwen. Ik ben voor de eerste keer in contact gekomen met *smart glasses* in 2015 tijdens het project van het VIL, ik denk dat u dat wel kent.

L: Ja, ze hebben twee keer een studie gedaan geloof ik, in 2015 en in 2019 denk ik??

R: Ja, inderdaad. We hebben aan beide projecten deelgenomen met Scania. In het eerste project hebben we vooral AR getest aan de hand van Google glasses en bij het tweede project in 2019 is er gefocust op het VR gedeelte, waarbij VR gebruikt wordt voor *safety training* te geven.

L: Nu, ik kan me er wel iets bij voorstellen bij Scania en wat Scania doet. Jullie houden zich vooral bezig met reserveonderdelen geloof ik, maar waar zijn jullie nu in gespecialiseerd als u één ding moet noemen?

R: *Up-time* leveren aan de klant. Dat is eigenlijk de missie van Scania Parts Logistics. Wij zijn de logistieke tak van de Scania wereld. Er is ook nog productie, *retailing*, enzovoort. Onze missie is eigenlijk om voor onze klanten een zo hoog mogelijke *up-time* te leveren. Wat is daar belangrijk aan? In principe wil een klant geen truck hebben maar een truck die kan rijden en de goederen van plaats A naar plaats B kan brengen. Dit is hetzelfde verhaal als: een klant wil niet een boor, maar een gat in zijn muur. Zo zien wij dat bij onze trucks. Wij willen dat onze trucks blijven rijden. Dit doen we door te zorgen dat de juiste artikelen op de juiste plaats zijn op het moment dat de truck het nodig heeft. Wij verschepen vanuit SPC hier. We hebben ook nog regionale magazijnen, maar dit hier is de grootste met 30 000 orderlijnen per dag die verscheept worden naar zowat alle uithoeken van de wereld. Gaande van België, Nederland tot Rusland, China, Nieuw-Zeeland, enzovoort. Wij verkopen inderdaad truck en bus onderdelen. Wij verkopen ook services. We beginnen ook met *connected vehicles* aan de slag te gaan wat betekent dat we gegevens van vrachtwagens die *on the road* zijn, kunnen gaan aflezen en die data gaan kunnen gebruiken.

L: Goed, dat is duidelijk. Nu weet ik ook meteen wat de afdeling van Scania Parts Logistics precies doet. Dan weet ik dat Parts Logistics specifiek over het logistiek gedeelte gaat.

L: Verder zei u dat u had deelgenomen aan het onderzoek van 2015 waar vooral AR getest is geweest en in 2019 is VR getest geweest of hoorde hier ook nog een deeltje AR bij?

R: In 2015 hebben wij AR getest in het retourproces en het *kittingproces*. Wat is daar de achtergrond van? Op dit moment, want we hebben dat destijds met SAP-implementatie *on hold* moeten zetten. Wij hebben een *proof of concept* gedaan bij de routerprocessen, wat op dit moment heel manueel is. Die mensen hebben enorm veel kennis en ervaring en het duurt een viertal maanden vooraleer iemand zelfstandig dat proces kan afronden. Hoe ziet dat proces eruit? Een klant verstuurd een retourorder. Die stapelt alles op een pallet zonder ordening of de correcte dozen enzovoort. Meestal zijn deze goederen niet meer gelabeld en dan is het de job van de retourhandelaar om zijn kennis en met behulp van bepaalde computersystemen om te achterhalen welke product het is en of het product nog goed genoeg is om terug op stock te nemen. Dit is volledig manueel en er is geen hulp om de checks te doen of ze het correct hebben afgehandeld. Ze zijn dus volledig aangewezen op hun eigen kennis en ervaring. Hier hadden we gekeken of *smart glasses* een hulpmiddel zou kunnen zijn voor het retourproces door extra foto's en aanwijzingen die op deze *smart glasses* weergegeven zouden worden. Dan was er ook nog het *kittingproces* waarbij we dit getest hebben, weliswaar in mindere maten. Dat gaat over het maken van kits waarbij verschillende kleinere artikelen in een zakje of in een doosje steken. Ook hier hadden we een AR-flow van gemaakt om te zien of we met behulp van foto's nieuwe werknemers helpen om complexe kits samen te stellen. Dit was ook redelijk goed verlopen maar voor mij persoonlijk ligt de grootste meerwaarde voor AR nog steeds in het retourproces.

L: Dit was dan vooral in het onderzoek van 2015?

R: Ja, inderdaad

L: En hoe heeft u dan VR precies kunnen gebruiken? Want ik had al bij het onderzoek van het VIL gezien dat het zou kunnen gebruikt worden voor opleidingen enzovoort?

R: Bij het VR-gedeelte, ook in samenwerking met het VIL, hebben we een virtueel magazijn opgesteld en daar geven we de gebruikers veiligheidstraining. Ze krijgen in de kleedkamers eerst een gewenningsdeeltje waarbij ze de *controls* leren kennen van het VR-toestel. Dan worden ze op een virtuele picking-route gestuurd waarbij ze tijdens deze route bepaalde onveilige situaties tegenkomen, gaande van een pallet die valt tot iemand die met een koptelefoon muziek aan luisteren is of een brand die ontstaat. Dit wordt allemaal gesimuleerd en dan gaan we kijken of de gebruiker deze onveilige situaties herkent of niet. Aan het einde van dit project krijgt hij dan ook feedback van het VR systeem wat hij goed of minder goed heeft gedaan. Daar hebben we toen specifiek gekozen om hen op een picking-route te sturen om duidelijk te maken dat er zich vele onveilige situaties kunnen voordoen in een dagelijkse werkdag. We merkten dat de gebruikers deze gevaarlijke situaties dikwijls over het hoofd zagen doordat ze druk bezig waren met waar ze naartoe moesten, en hoe ze daar best naar toe gingen. Dat is het mooie aan VR. Je kan mensen in onveilige situaties zetten zonder dat ze zich effectief in een onveilige situatie bevinden. Dat is een heel krachtige tool.

L: Gebruiken jullie op dit moment binnen Scania Parts Logistics AR of VR of is het bij deze *proof of concepts* gebleven?

R: Op dit moment gebruiken we het nog niet. Ik heb er gisteren toevallig nog een meeting over gehad. AR gaan we dit jaar nog opnemen om dat verder te zetten. Hier zijn drie mogelijkheden: het retourproces omdat we hier een goede feedback en een goed bedrijfscase zien, AR-training zoals de case dat Nike heeft gedaan vorige jaar ligt op tafel en ook een pick-by-vision systeem ligt op tafel. Wat VR betreft gaat er dit jaar nog een vervolgproject komen waarbij die trainingsomgeving gebruikt wordt voor productie en dat start in Q3.

L: Die training op basis van AR, wat moet ik me hier precies bij voorstellen? Is dat eerder een *hands-on* training tijdens het werk waardoor mensen sneller aan de slag kunnen met hun werk zodat ze bijvoorbeeld geen handleiding meer nodig hebben of wat moet ik me hierbij voorstellen?

R: Op dit moment gebeurt training één op één waarbij een nieuwe werknemer een meter of peter krijgt toegewezen die dan verantwoordelijk is voor die persoon op te leiden. Hier kruipt enorm veel tijd in, alsook ben je dan één goede werkkraacht kwijt omdat hij/zij de andere, nieuwe werkkraacht moet opleiden. Dat is niet enorm efficiënt en we merken ook dat de training niet altijd op dezelfde manier gegeven wordt tussen de verschillende trainers. Waarom zien we dan een meerwaarde bij AR? Door behulp van filmpjes of door barcodes te scannen waarbij ze dan bepaalde informatie krijgen zullen ze sneller zelfstandig kunnen werken. Ze kunnen altijd zelf ook een standaard handleiding oproepen hoe een gestandaardiseerd proces eruitziet voor hen. Dus ja, ze gaan tijdens hun picking

smart glasses op hebben en zelf alle informatie die ze nodig hebben opvragen. Misschien eerst proactief en later reactief. In het begin krijgen ze alle informatie en achteraf kunnen ze informatie opvragen indien het nodig is.

L: U zei ook dat u altijd de '*whizzkid*' was die zich met technologie bezighield, maar is er vanuit het bedrijf ook een reden waarom jullie onderzoek zijn gaan doen naar AR of VR?

R: Ja, we hebben een heel manueel magazijn. Er is weinig automatisatie als u dat vergelijkt met Nike waar de ene *conveyor* naast de andere loopt. We proberen wel het proces van onze mensen zo licht mogelijk te maken door hen ondersteuning te bieden. Picking gebeurt bij ons door middel van een *voice* systeem zodat de werknemers hun handen vrij hebben. Er is ook een RFID-systeem dat de lading ondersteunt en bij *shipping, track & trace* geeft. Uiteindelijk is het gewoon een verlenging hiervan om te gaan kijken wat er nog op de markt is. Dat is een deel van wat een *business* analist doet. Die mag een deel van zijn tijd spenderen aan het analyseren van de markt. Zo zijn we ook bij AR en VR uitgekomen. We hebben een brainstorm gehad over welke technologieën er nog zijn en welke projecten van het VIL zijn er nog lopende.

L: Jullie zijn al een tamelijk grote logistiek speler geloof ik ten opzichte van vele andere bedrijven. Zijn er volgens jullie bepaalde voorwaarden waaraan een bedrijf moet voldoen vooraleer ze AR of VR kunnen gebruiken?

R: We hebben op dit moment 1100 mensen aan het werk, verdeeld over drie shiften en een dagdienst. Zijn er vereisten? Uit mijn eigen ervaring zou ik zeggen dat men *open-minded* moet zijn naar nieuwe technologieën toe. Als ik soms moet samenwerken met andere bedrijven staan ze soms wel weigerachtig tegenover deze technologieën. *Change management* is ook zeer belangrijk en mag niet vergeten worden. Het is niet zozeer leeftijdsgebonden maar wel proces gebonden. Hoelang zit een persoon al in hetzelfde proces? Dat is dikwijls wel een moeilijk gegeven om deze mensen ook mee te krijgen in een nieuwe manier van werken. Dus ik denk dat als een bedrijf aan de slag wil gaan met AR en VR dat ze goed moeten inzetten op dat *change management*. Is dat een antwoord op uw vraag? Ik vind het moeilijk aangezien er ook technologische beperkingen zijn. Maar als ik dan Twee punten moet geven zijn het; het openstaan voor nieuwe technologieën, en het change management.

L: Goed, en nee er zijn nog een aantal vragen die hierop volgen. U heeft nu ook meteen al een andere vraag beantwoord met dat gegeven over *change management*. Er zijn ook geen foute antwoorden, ik was gewoon curieus of u misschien bepaalde vereisten was tegengekomen tijdens deze *proof of concept* waaraan een bedrijf moet voldoen vooraleer ze deze technologieën kunnen toepassen.

L: hebben jullie verder de inspiratie voor AR en VR gehaald uit een andere sector aangezien het al in vele andere sectoren gebruikt wordt?

R: VR uit de *gaming industry*. Ik ben zelf een gamer, vandaar dat ik geïnteresseerd was toen ik zag dat dat project lopende was bij het VIL. Zo had ik wel al wat ideeën op voorhand doordat ik wel aanwezig ben in deze wereld. Misschien wel één vereiste, om terug te komen op uw vorige vraag, is dat er wel een basis aan informatiesystemen moet zijn binnen het bedrijf. Als een bedrijf volledig met pen en papier werkt is het enorm moeilijk om AR te implementeren aangezien er wel basisdata nodig is. Ik zeg niet dat het niet kan, maar ik denk zeker dat een basis wel vereist is.

L: Dus eigenlijk bedoelt u dat u de digitalisatie in stappen laat verlopen zodat u niet opeens van stap 1 naar stap 6 gaat.

R: Neen, inderdaad. Doe dat zeker niet. Sommige bedrijven werken nog veel met pen en papier en dan een MS-DOS systeem om wat registraties te doen. Zorg eerst dat dat op punt staat, en zet dan de stap naar AR om dat aan te vullen. VR vind ik een apart gegeven aangezien dat dat in mijn ogen vooral gebruikt gaat worden om trainingen te geven en dus niet samenhangt met al de rest.

L: Ja, dus u kan dat inderdaad apart implementeren zonder dat er voor de rest al te veel nodig is om deze VR-training correct te laten verlopen.

R: Inderdaad.

L: Worden AR en VR specifiek gebruikt voor bepaalde activiteiten? U heeft zojuist al aangehaald dat VR vooral voor training gebruikt zal worden en AR meer voor de hands-on toepassingen.

R: Ja, inderdaad

L: Ik ben zelf ook een *gamer* en ben er zelf ook in geïnteresseerd dus ik weet wel wat de prijzen zijn van deze *smart glasses* (€500) en deze augmented reality brillen (€3000) zoals de Microsoft Hololens 2. Denkt u dat kostprijs een belangrijk gegeven of een struikelblok is voor vele bedrijven?

R: Ik denk, dat voor bedrijven van de grootte zoals Scania de kosten te rechtvaardigen valt. Ook afhankelijk van het type. Je kan een VR-bril aan een krachtige pc koppelen waardoor je *full-HD* training kan geven maar dit is op zich niet nodig. Naar *usability* zie ik dit ook niet zitten aangezien men de trainingen niet snel gaat kunnen opstarten. Er moet een kosten-baten analyse gemaakt worden zoals bij alle investeringen. Wij hebben dus gewerkt met de Oculus Quest. Dat is een apparaat dat zijn eigen *cpu* heeft waardoor men enkel deze bril nodig heeft en geen externe pc. De kwaliteit is wat minder, de kostprijs is ook een pak minder en de inzetbaarheid in een bedrijfsomgeving is vele malen hoger. Dus dat rechtvaardigt voor mij wel een bepaalde kostprijs. Als u kijkt naar kleinere bedrijven zal dit dus wel moeilijker te rechtvaardigen zijn. Bedrijven die nog beperkt zijn op basis van informatiesystemen kunnen beter eerst hun geld hierin steken dan in VR of AR.

L: U heeft zojuist al drie toepassingen gegeven voor AR en de trainingstoepassing voor VR. Maar denkt u dat er in de toekomst nog andere toepassingen zouden kunnen zijn voor beide technologieën?

R: *Quality inspections*, retour, ik denk ook bij picking ondersteuning. Dit hoeft niet per se door middel van *smart glasses*, dit kan ook met een tablet. Dat een orderpicker kan zien door middel van die tablet of iets nog in een doos past of niet. Bij Ikea wordt dit bijvoorbeeld gebruikt om te kijken of een bepaald meubel in de woonkamer past. Controles doen op afstand is ook nog wel een leuke. Als orderpickers iets in een gang van het magazijn tegenkomen en ze hebben hulp nodig dan zouden ze via *smart glasses* een *stream* kunnen opzetten met hun supervisor of teamleader om te laten zien wat zij zien. Nu moeten ze effectief die persoon gaan zoeken en soms vinden ze deze persoon dan niet of moeten de orderpickers een melding maken van het probleem. Als ik eerlijk moet zijn, dat gebeurt niet altijd. Ze rijden er sneller langs omdat ze hun pickingefficiëntie moeten halen, enzovoort. Er zijn een duizendtal redenen waarom ze iets niet zouden melden.

L: Niet per se uit slechte bedoeling neem ik aan, maar vooral om hun eigen last en de last voor hun teamleaders te verminderen.

R: ja, inderdaad. Maar ik denk ook aan voorraadbeheer waarbij een werknemer bij onzekerheid ook een livestream kan opzetten door deze *smart glasses* waarbij de teamleader dan kan helpen indien nodig. Zo kan deze teamleader dan zeggen dat dat product fout ligt of dat er een bepaalde locatie geblokkeerd moet worden.

R: En als we nog verder gaan kijken. Indien we deze *smart glasses* ook nog in andere magazijnen zouden hebben van Scania, dan zouden we ook bij leveringsproblemen een stream kunnen opzetten met Zweden, Singapore, Brazilië om dit uit te leggen.

L: En als u een termijn zou moeten zeggen waarbinnen u deze technologieën op een efficiënte manier zou kunnen toepassen wat zou u dan zeggen? Daarvoor moeten dit nog niet alle elementen zijn aangezien dat waarschijnlijk stap voor stap zal voorlopen.

R: Ik zou zeggen, binnen twee tot drie jaar. In principe staat het in het businessplan om daar dit jaar aan te werken. De eerste stappen gaan sowieso dit jaar nog gezet worden. Zoals ik zojuist al zei heb ik er gisteren toevallig nog een meeting over gehad. Ik heb ook nog een *supplier* over de vloer gehad die ervaring heeft met SAP en hier willen we dan de *smart glasses* aan koppelen. Dus we zijn er zeker druk mee bezig.

L: Jullie hebben nog geen echte implementaties gedaan maar wel de *proof of concept*. Was deze implementatie succesvol of zijn er complicaties naar bovengekomen waarvan u denkt dat deze eerst opgelost moeten worden?

R: In 2015 was het voornaamste probleem de hardware. Dat is ondertussen ook alweer zes jaar geleden. De batterij ging maar twee uur mee terwijl de werknemers een volledig shift met één

batterij zouden moeten kunnen werken. Ook de snelheid van het apparaat was een probleem. De input van het apparaat was ook belangrijk. De Google glasses moest je tegen spreken en dat werkt niet altijd even goed in een luide productieomgeving. Dit waren de minpunten. Voor de gebruikservaring kregen we alleen maar positieve feedback. 80% Van de medewerkers in het retourproces wouden aan de slag gaan met de *smart glasses*.

L: U heeft nu al een aantal dingen vernoemd waaronder *smart glasses* en de tablet. Ik heb het ook al over de Microsoft Hololens 2 gehad. Welke hardware denkt u dat voornamelijk gebruikt gaat worden.

R: We hebben zelf Google glasses en Vuzix brillen liggen. Ik ben zelf meer voorstander van de Google glasses maar dat zal ook wel afhangen met welke partner u hiervoor samenwerkt. Wij gaan ook niet alleen aan de slag met AR. We werken samen met een partner die ervaring heeft met deze technologie zodat deze ons kan bijstaan. Het is ook niet *one size fits all*. In bepaalde processen zal het één of het andere wel beter zijn. Ik was vooral fan van de Google glasses.

L: Denkt u dat de *handheld devices* ook van toepassing kunnen zijn of denkt u vooral aan de implementatie van de *smart glasses*?

R: Vooral de *smart glasses* omdat men dan handvrij werkt. Momenteel werken ze met een scanner, die ze voortdurend moeten neerleggen en terug vastpakken. Handvrij werken zou veel eenvoudiger en efficiënter zijn.

L: U heeft het ook al over de werknemers gehad. Over hoelang een bepaalde persoon al in een proces werkte en dat dit invloed had hoe ze tegenover verandering stonden. Maar hoe ervaren werknemers in het algemeen het gebruiken van de *smart glasses* en de AR technologie. Want u zei dat 80% van de werknemers bij het retourproces hiermee aan de slag wou gaan.

R: Bij de *smart glasses* klaagden sommige werknemers over het feit dat de batterij warm aanvoelde aan hun hoofd en dat dit onwennig was en dat het gericht kijken naar linksboven in de *smart glasses* ook onwennig aanvoelde. Natuurlijk was dit ook de eerste keer dat ze dit op hun hoofd hadden dus ik weet niet in hoeverre dit werkelijke onwennig was. Qua techniek zelf waren er niet echt *showstoppers*. Als ik kijk naar zo'n virtuele wereld en de *controls* die erbij horen. *Tech-savvy* mensen die springen om er mee aan de slag te gaan en de andere mensen, niet noodzakelijk jong of oud, een pak minder. Dus er moet wel gewerkt worden aan de gewenning van digitalisatie in het algemeen. Het was niet dat mensen zeiden dat ze misselijk werden of hoofdpijn kregen van de bril. Verder gaan de trainers ook een bottleneck zijn bij VR. Waarom? Dit ligt misschien ook aan Scania aangezien wij wat oudere en minder *tech-savvy* trainers hebben die uiteindelijk iedereen met deze technologie gaan moeten opstarten en ook de *troubleshooting* gaan moeten doen indien er iets fout loopt. Daar hadden onze trainers toch wel wat schrik voor. Geleidelijk aan zal dit denk ik wel verbeteren. De tijd staat niet stil, steeds meer mensen gaan met VR aan de slag gaan en dan zal dit wel volgen. Ik denk dat deze problemen rond gewenning meer spelen bij VR dan bij AR om eerlijk te zijn.

L: Zijn de werknemers van in het begin betrokken geweest bij de implementatie van de *proof of concept* of zijn jullie eerst met de partner verschillende dingen gaan testen vooraleer jullie de eigen werknemers erbij betrokken hebben?

R: Betrokkenheid creëer je maar op één manier. Door de werknemers effectief bij de processen te betrekken. Gaan we iedereen meekrijgen? Nee, maar als we 80% van de groep meekrijgen in ons verhaal dan zijn we goed bezig. Er zijn altijd mensen die star zijn ten opzichte van verandering en hier tegenin gaan zonder hier specifiek een reden voor te hebben.

L: U heeft het zojuist ook al over *change management* gehad. Het is volgens u zeer belangrijk om dat correct aan te pakken. Heeft u al een bepaald idee hieromtrent, om die bedrijfscultuur hier rond te veranderen?

R: Ja, we zijn sinds kort gestart met de *Digital Office*. Dit is tweeledig. Eén van de doelstelling is om *large scale change management* te ondernemen door eigenlijk een *digital mindset* te creëren binnen Scania. Zodat ook ten opzichte van deze technologieën zoals VR, AR en andere RPA's uiteindelijk minder starheid zal zijn. Het andere stuk van de *Digital Office* is rond data werken en dat is iets waar mijn collega zich voornamelijk mee bezighoudt. Hiermee zijn we dus bezig. Hoe doen we dit? We zijn nu bezig met een Scania *Hack* te organiseren om mensen betrokken te krijgen in digitalisatie. Twee van de elementen die hierin terugkomen zijn werken met AR en VR. Dus we laten de werknemers hier ook mee aan de slag gaan om hen te laten ervaren. Wat is het? Wat doet het? Hoe kan het mij, als werknemer, helpen bij mijn dagdagelijkse taken?

L: Dus u wilt eigenlijk vooral het volledige plaatje van digitalisatie aanpakken, hier rond werken, en AR en VR zijn hier een onderdeel van?

R: Ja, inderdaad. Als je puur naar de opstart van AR en VR kijkt, is het cruciaal om de juist mensen mee te nemen in uw verhaal. Het is belangrijk om de werknemers, die de operaties binnen het bedrijf uitvoeren, vanaf het begin hierbij te betrekken. Zo kunnen ze vanaf het begin feedback geven en dan kan je als leidinggevende deze feedback ook meteen verwerken en gebruiken in de toekomst. Als je het *top-down* gaat *pushen* gaat dit niet werken. Want als je het gaat aanpakken als "Hier is de technologie, werk er maar mee.", dan gaat er veel meer weerstand zijn dan als je de werknemers ervan in het begin bij betrekt. Mensen praten ook. Zo gaan de werknemers elkaar al een beetje beïnvloeden doordat collega's, die er al mee aan de slag zijn geweest tijdens de testfase, hun bevindingen geven aan de andere werknemers. Dit geeft een totaal andere indruk bij deze werknemers qua implementatie dan enkel het eindresultaat te geven. Het dus zeer belangrijk om de mensen, vooral bij deze technologieën hierbij te betrekken vanaf het begin.

L: En is er dan tussen de werknemers volgens u een verschil in aanvaarding voor deze technologieën? U vernoemde zojuist al dat de leeftijd misschien een rol zou kunnen spelen, of misschien niet per se de leeftijd maar hoelang ze al aan het werk zijn binnen een bepaald proces? Dat ze de verandering

van het proces misschien tegenwerken en niet specifiek de technologieën. Denkt u dat er een verschil is op basis van functie, geslacht, enzovoort?

R: Geslacht en leeftijd indirect. De belangrijkste factor die ik gezien heb is hoe *IT-minded* of hoe open is de persoon voor digitalisatie. Dit heeft volgens mij een grote invloed in hoe snel iemand aan de slag kan gaan met AR en VR. De andere factor is de leeftijd, indirect weliswaar. Hoe ouder iemand is, hoe groter de kans dat iemand al lang in éénzelfde proces aan het werk is. Ik denk dat dat het is. Hoe open is iemand om wijzigingen in zijn/haar proces te aanvaarden. Mensen die denken "dit is mijn proces en ik doe het op deze manier tot aan mijn pensioen" zijn veel moeilijker om mee te krijgen in je verhaal.

R: Om u een voorbeeld te geven, wat ik bij VR gezien heb. Een vroegere supervisor van het magazijn, waarvan ik wist dat hij altijd alles onder controle had, had geen enkel van de onveilige situaties gevonden tijdens het VR-trainingsprogramma. Die heeft de hele VR-pickingroute gedaan en heeft geen enkele foto gemaakt van de problemen die er aanwezig waren in het virtuele magazijn. Daarna was een IT'er doorheen het parcours gegaan en die sprong erdoor alsof het niets was. Deze persoon had heel het proces correct uitgevoerd terwijl dit eigenlijk niet zijn expertise was. Wat was de reden hiervoor? De IT'er had veel minder moeite met het aanvaarden van de virtuele omgeving. Die speelde ermee.

L: Die andere persoon wou het dan tegenwerken of hoe moet ik dit zien?

R: Neen, helemaal niet. Die persoon was zo overrompeld door de eerste keer in een virtuele wereld te zitten, dat hij de helft van de uitleg vergeten was. Want we hadden hem de uitleg gegeven zoals het hoort. Indien hij een onveilige situatie zag moest hij hier een foto van nemen. Als hij dit niet deed en dus een "fout" maakte, dan werd deze onveilig situatie werkelijkheid. Gaande van een pallet die valt, tot iemand die omver wordt gereden in deze virtuele omgeving. Deze persoon was vanaf het begin al zenuwachtig en aan het knoeien met de *controls* waardoor het niet goed gelukt is. Ik had verwacht dat hij alles goed ging hebben aangezien hij dagelijks in een vergelijkbaar magazijn werkt. Doordat hij zo gefocust was op die virtuele omgeving heeft hij niet gelet op deze onveilige situaties. Dit is een heel krachtige boodschap voor training. Ik kan u misschien ook een aantal foto's laten zien.

L: ja, dat zou fijn zijn. U mag ze me ook achteraf doorsturen als dat eenvoudiger is.

R: Dat is goed.

L: Verder heb ik nog één slotvraag die deels al beantwoord is. Denkt u dat VR en AR een toegevoegde waarde zouden kunnen brengen binnen de logistieke sector?

R: Absoluut, bij goed afgebakende processen zoals bij het retourproces. Dit is een goed afgebakend proces waarbij systeemondersteuning 100% een meerwaarde kan bieden. Ik denk als u deze ondersteuning met behulp van AR kan doen, dan zie ik dat helemaal zitten. Handvrij werken. De

technologie staat niet stil en ik denk dat iedereen daarvoor gaat moeten openstaan om zo'n dingen op te nemen. *Key points* zijn: zorg dat uw mensen mee zijn in het verhaal, zorg dat u weet wat u gaat doen, weten wat de scope is en bakken die goed af.

L: Top! Dit waren mijn vragen. Allereerst wil ik u bedanken voor het interessant en duidelijk interview. Heeft u zelf nog vragen voor mij en mijn onderzoek?

R: Neen, ik zou wel graag het uitgetypte interview eens nalezen en als uw onderzoek klaar is dan wil ik dat ook graag ontvangen om eens te lezen wat uw bevindingen zijn.

L: Top, dat zal ik zeker doen!

Bijlage 3:

Interview Wesley Kappen – BME Genk

L: Goedemiddag, om het interview te starten zal ik allereerst mezelf voorstellen. Ik ben Lars Agten, student Handelswetenschappen aan de UHasselt. Ik ben een laatstejaarsstudent Supply Chain Management en voor mijn masterthesis ben ik onderzoek aan het doen naar de toepasbaarheid van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector.

W: Goedemiddag.

L: Allereerst, waarom doe ik dit onderzoek? Ik doe dit onderzoek omdat er nog tamelijk weinig onderzoek te vinden is over de toepassingen van AR en VR in de logistieke sector en er in andere sectoren al vele toepassingen zijn aangenomen op professioneel gebied. Er zijn al mooie innovaties gebeurd op basis van AR en VR en met dit onderzoek wil ik kijken naar wat de mogelijke toepassingen zijn voor de logistieke sector.

L: Om te beginnen mag u eerst uzelf eens voorstellen. Wie u bent? Wat uw rol is binnen het bedrijf en hoe uw typische werkdag eruitziet?

W: Ja, ik ben Wesley Kappen. Ik werk voor het bedrijf BME in Genk. Mijn officiële rol is *Lead Developer*. Ik ben dus verantwoordelijk voor het hele IT-landschap en alle softwarematige ontwikkelingen. Het is iets breder dan dat. Ik doe ook alles wat met hardware te maken heeft waaronder de scanners, de inpakstations, de labelprinters, enzovoort. Dat is in het kort wat ik doe. Meestal ziet mijn dag eruit als volgt. 's Ochtends vergaderen met het team en kijken naar wat de *high priority issues* zijn die zich afspelen in het magazijn zoals scanners die niet werken of andere bugs in de software. Daarnaast hebben we een tweewekelijks sprint lopen waarin alle reguleren ontwikkelingstaken worden opgepakt.

L: Ik had ook gezien dat BME gespecialiseerd is in e-commerce en het online verkopen. Zijn er nog andere dingen die ik moet weten?

W: Het is vooral *business to consumer* en ook een klein beetje *business to business*. Wijzelf kopen echter geen goederen. We zijn een 3PL bedrijf dus wij voeren de logistiek handelingen uit voor kleinere bedrijven die zelf een website of een online verkoop hebben en wij doen daar dan de logistiek handelingen voor.

L: En dat gaat van eigen magazijnen van BME tot *inbound* en *outbound logistics* dan?

W: Ja, wij hebben 2 magazijnen. Ze liggen beide in Genk en vlak bij elkaar. Wij doen het hele logistiek proces: *inbound*, *outbound*, opslag, orderpicken, enzovoort. Het enige wat wij niet doen is het vervoeren. Dus wij overhandigen de goederen aan een *carrier* die dan het transport doet voor ons.

L: Top, dat is duidelijk! Dan zullen we maar meteen van start gaan met het AR en VR gebeuren. Ik weet niet in hoeverre jullie al gevorderd zijn in het gebruik van beide technologieën dus ik ga gewoon redelijk breed beginnen met het stellen van mijn vragen.

L: Om te beginnen. Wat verstaat u onder Augmented en virtual reality, of één van de twee als u zich niet met beide technologieën hebt beziggehouden?

W: Ik ben er wel mee bezig geweest, onder andere ook uit interesse. Virtual reality hebben wij nog niet echt toegepast. We hebben wel al een *pilot* gedaan met augmented reality doormiddel van google glass *like* apparaten die visueel projecteren aan een orderpicker waar de producten zijn, hoe ze gepickt moeten worden en eigenlijk allerhand relevante informatie zodat ze de handen vrij hebben maar door corona is dat project een beetje stilgevallen aangezien dat werd uitgevoerd door een extern bedrijf. Dus die pilot voor AR hebben we ook moeten verplaatsen. We hebben er wel al een eerste kennismaking mee gehad en wat proeven mee gedaan en dat was op zich positief. Eén van de knelpunten was dat die apparaten toch redelijk gevoelig zijn voor schades en dat soort zaken en orderpickers zijn vaak meestal niet de meest zorgvuldige personen. Magazijnmedewerkers zijn met heel veel bezig en ze bewegen heel veel. De kans dat iets valt of uit je handen glijdt is dus wel groot.

L: Dus op dit moment wordt er nog geen AR of VR gebruikt binnen jullie bedrijf?

W: Neen, nog niet concreet. Maar er zijn wel al plannen om ook *inhouse*, want we zijn het team flink aan het uitbreiden, ons hiermee bezig te houden.

L: En heeft u al enige idee bij welke activiteiten u AR of VR gaat gebruiken binnen het bedrijf?

W: Het zal bij de *outbound* processen zijn. Bij het verwerken van een verkooporder. Dus een orderpicker start een pickjob, die definieert een X aantal orders die verwerkt moeten worden. Dan krijgt de orderpicker door zijn AR-bril de informatie gepresenteerd. "Je moet zoveel stuks pakken, deze type doos gebruiken", dan wordt hij op een efficiënte looproute gestuurd. Dan gaat hij bij al die locaties de goederen picken. Deze AR-technologie laat dus al de informatie zien die de picker nodig heeft bij het verwerken van de pickjob. Verder verifieert het systeem het product ook eens het genomen is. Dit systeem kijkt dan of het correcte product is en de juiste hoeveelheid door middel van barcodes. Dit moet dan in de juist doos gelegd worden. Hier helpt het systeem bij het kiezen van de correct doos: doos 1, doos 2 of doos 3, enzovoort. Als dat proces klaar is dan komt het aan de paktafel te staan. Daar gaat een inpakker het doosje inpakken, het pakketje erin steken, het opvullen van de doos, doos dichtplakken en eventueel nog een pakbon in de doos steken en het verzendlabel erop plakken.

L: Dus het is echt bij het orderpick proces dat jullie AR gaan gebruiken?

W: ja

L: Enkel bij het orderpicken zelf? Want het gaat zelfs zover dat het AR-systeem ook gaat aanduiden hoe het product in een bepaalde doos gestoken moet worden?

W: We willen idealiter zover gaan dat er ook verteld wordt hoe het product in de doos moet komen te liggen. We hebben op dit moment een eigen *inhouse binpacking algorithm*. Dat is een wetenschappelijke algoritme dat niet opgelost kan worden. Maar we proberen het altijd bij beste benadering te doen wat menselijk nog haalbaar is. Er zijn dus groter marges zodat een packer het pakketje toch nog steeds in een bepaalde doos krijgt. We zeggen dus "het zou in doos 4 moeten passen" maar dan is het nog de taak voor de packer om te kijken of hij het pakketje in die doos 4 krijgt. Vandaar de grote marges omdat mensen niet altijd kunnen wat een computeralgoritme kan. Op het moment dat wij dit visueel kunnen maken aan de orderpicker tijdens het picken op basis van AR, dan kan je exact laten zien hoe de persoon het product in de doos moet steken waardoor er kleinere marges nodig zijn en je de doos efficiënter kan vullen. Dat brengt op zich weer een kostefficiëntieslag met zich mee omdat je minder en kleinere dozen gaat gebruiken.

L: U zegt nu al kostenefficiëntie en dat het kostenbesparend gaat zijn voor jullie bedrijf. Maar zijn er ook nog andere redenen waarom jullie AR zouden willen gebruiken binnen het bedrijf?

W: Ja, we gebruiken zo van deze scanners (laat handheld scanner device zien). Deze zijn om en beide €2000 en ze zijn op zich best wel sterk, dus je kan ze wel een paar klappen geven maar deze dingen zijn toch nog tamelijk lomp. Ze wegen veel en je moet ze voortdurend oppakken en terug neerleggen. Dat gebeurt soms op 7 meter hoogte. Dus deze scanners durven nog wel eens te vallen of er gebeurt wel eens iets mee. Dat overleven ze vaak niet. Ook kost het oppakken en terug neerleggen van de scanners redelijk wat tijd. Per pick verlies je hier een paar seconden mee en op het einde van de dag heb je het dan over 10-20 minuten dat een orderpicker verliest van zijn 8 uur durende werkdag. Dus de scanner is wel een belemmerende factor. Op dat vlak kan AR dus wel zorgen voor tijdsbesparingen.

W: Op dit moment zijn we bezig met een soort scannerterminals te monteren op een reachtruck en door middel van *progloves* dan barcodes te scannen. Dit zijn kleine handschoentjes die een ingebouwde barcodescanner hebben. Die zijn superefficiënt en super licht, ze wegen maar 80 gram. Hierdoor hebben ze ook steeds hun handen vrij. Dit is al een besparingsslag die we gemaakt hebben binnen BME maar dat heeft nog steeds het effect dat de orderpicker bij iedere pick naar het scherm moet kijken en dan terug naar het product moet wandelen. Dus het blijft nog steeds wel een probleem. Het mooiste is dat deze persoon dat hij iets op zijn hoofd heeft zodat hij voortdurend weet waar hij heen moet. Ook voor de veiligheid kan dit een oplossing zijn. Het gebeurt nog wel eens dat een orderpicker tijdens het rijden op zijn scherm kijkt om te weten waar hij heen moet, dit zorgt nog wel eens voor onveilige situaties in het magazijn. Hier rijden enkele van die zware reachtrucks rond, hier wandelen mensen te voet met pompwagens. Dus ook voor de veiligheid binnen het magazijn kan het dragen van een AR display op het hoofd een positief gegeven zijn.

L: Werken jullie misschien ook veel met studenten? Want het kan misschien ook daarvoor een interessant gegeven zijn bij het opleiden hiervan?

W: Ja, wij willen het systeem zo *dummy proof* als mogelijk maken. We hebben ook gekeken naar *pick by light*. Dit is niet mogelijk aangezien we praten over duizenden verschillende pick locaties wat ook weer duizenden lampjes zouden zijn binnen het magazijn. Dan nog alle *hardwiring* en stroomvoorzieningen die hierbij horen. Dat was niet haalbaar dus in dat aspect hebben we gezegd dat we een systeem willen hebben dat men kan opzetten en je snapt al wat je moet doen. Bij AR zou dit leuk zijn aangezien het systeem zegt waar je naartoe moet, het zegt welk product dat je moet nemen en steekt dat in een doos dat het systeem aanduidt dat optimaal is. Veel meer *dummy proof* dan dat kan het haast niet worden.

L: Dan spreken we over de term *pick by vision* neem ik aan?

W: Ja, inderdaad

L: zijn er volgens u nog vereisten waaraan een bedrijf moet voldoen vooraleer ze gebruik kunnen maken van AR?

W: We hebben nog niet concreet een plan van aanpak waar ons bedrijf zou aan moet voldoen. We hebben voor die pilot zoals eerder gezegd met RMDY samengewerkt, dat is een lokaal bedrijf. Hierbij hebben we gebruikt gemaakt van de Google glasses. Maar verder dan dit zijn we nog niet. We zijn wel heel *strong minded* voor dingen die we graag willen. Maar we hebben nog niet concreet iets afgesproken voor dit project.

L: En is er dan een aparte werkgroep die zich hier mee bezig houdt? Want u bent Lead Developer maar u bent met verschillende dingen bezig en niet enkel AR en VR?

W: Neen niet echt, ikzelf met mijn leidinggevende, Daniël en de logistiek manager die verantwoordelijk is voor heel het gebeuren binnen het magazijn zullen zich daar mee bezighouden.

L: jullie gebruiken voorlopig nog geen AR en VR maar waar hebben jullie de inspiratie gehaald om er mee te experimenteren? Zijn er bepaalde sectoren waar jullie hebben afgekeken.

W: Vooral door de ontwikkelingen die zich afspelen op het IT-vlak waar ik wel aardig in thuis ben. Maar je hoort ook dat Amazon en andere bedrijven voortvarend zijn in dit soort technologieën. Hierdoor werden we wel geïnspireerd. Wij hebben het voordeel dat we een hele hoop *in-house* kennis hebben en dat we goede leveranciers hebben om die spullen te verkrijgen. Het is meer zo gegroeid dan dat het een noodzaak was. We willen er liever op vooruit lopen dan dat we achteraf spijt hebben dat we er niet in hebben geïnvesteerd.

L: En denkt u dat de kostprijs van het hele AR gebeuren een struikelblok kan zijn voor vele bedrijven?

W: De *up-front* investeringen voor zo'n apparaten zijn natuurlijk enorm. We praten dan over €5000 exclusief BTW per stuk maar anderzijds kosten deze scanners ook €1400 exclusief btw per stuk. Eén

keer per drie tot vier maanden moeten we deze scanners terugsturen voor reparaties van gemiddeld €600 dus dan ben je na enkele jaren ook gauw €3000 - €4000 kwijt. En daar komen alle andere aspecten dan nog eens bij. Als relatief klein bedrijf kunnen we dus wel snel de beslissing maken om een pilot te draaien en de technologieën snel uit te testen maar we kunnen moeilijk in één keer 30 van deze *smart glasses* kopen want dan praten we over €150 000. Dus daar moet dan wel een raad van bestuur over beslissen.

L: U heeft nu al enkele keren de pilot vernoemd dus ik neem aan dat u AR al getest heeft binnen de eigen magazijnen?

W: Ja

L: Was deze implementatie succesvol of welke ervaringen heeft u opgedaan tijdens deze pilot test?

W: Het was succesvol in de zin van het heeft gedaan wat we gehoopt hadden. Dus het visueel maken van wat je moet doen. Maar het was niet succesvol in de manier dat het al een geraffineerd product was. Het was wel alleszins in de richting die we uit wouden gaan. Dit gaan we dus waarschijnlijk verder *in-house* ontwikkelen.

L: Dus jullie waren er wel van overtuigd dat het een interessant gegeven was voor jullie bedrijf?

W: Ja, absoluut

L: Verder zei u zojuist ook al iets over de Google glasses. Welke hardware hebben jullie gebruikt? Waren dat de typische *smart glasses* want er zijn ook nog andere mogelijkheden zoals de Microsoft Hololens 2 of *handheld devices*?

W: RMDY had gewoon Google glasses.

L: Was daar een reden voor?

W: Neen dat was niet onze keuze. Dat bedrijf kwam met een goed aanbod en daar zijn wij op in gegaan.

L: U bent verder geïnteresseerd in IT dus ik neem aan dat u wel al gehoord heeft over de Hololens 2 van Microsoft en wat de verschillen met de gewone *smart glasses* is. Denkt u dat in de toekomst u gebruik gaat maken van deze Hololens want ten opzichte van de gewone *smart glasses* zijn dit al tamelijk geavanceerde machines?

W: Ja, ik denk dat wij in de toekomst verder zullen gaan met zo'n Hololens en niet met de Google glasses omdat dit een veel geraffineerder product is.

L: Zijn er problemen die jullie zijn tegengekomen tijdens het gebruik van AR?

W: Ja, het enige waar ik terughoudend in ben is de *durability* van deze producten. Als we met deze producten willen gaan werken dan moeten we contracten afsluiten met medewerkers dat ze er als een goed huisvader mee moeten omgaan want als zo'n bril breekt dan zijn de kosten gigantisch. Dus de sterkte van die apparaten is iets waar ik nog tamelijk terughoudend in ben.

L: Hoe ervaren de werknemers het gebruik van AR met *headworn glasses*?

W: Op zich wel positief. Maar in de logistiek wereld is het probleem dat als je iemand een scanner geeft met een ander jasje en voor de rest is de werking gelijk, dan lopen ze alweer vier dagen achter uit verwarring. Dus wat ik wil zeggen is dat ze bij vernieuwingen altijd terughoudend zijn. Dus verandering is altijd slecht, ook al maakt de verandering het werk simpeler voor hen. Dus in dat aspect gaat dat wel ingewikkeld worden voor ons om deze technologie te implementeren.

L: Waren er problemen bij de werknemers met het dragen of het gebruiken van de brillen? Waren er klachten?

W: Neen, maar daar waren de sessies ook te kort voor. Dat waren sessie van één uur of ongeveer één uur dus daar hebben we niks over gehoord.

L: Hoe zouden jullie de werknemers overtuigen van de meerwaarde van AR en VR of is dat uw taak als *lead developer* niet?

W: Jawel dat hoort wel bij mijn takenpakket. Op zich zijn er een aantal shiftleaders die uitleg krijgen over hoe alles werkt. Die pakken dit op en die zullen die verantwoordelijkheid op zich nemen. Er is altijd een groep mensen die deze technologie enorm graag vinden, ook binnen de logistiek wereld. Maar je hebt ook altijd die harde kern die tegen verandering ingaat omdat dit voor hun weer een leerproces is. En een leerproces is voor hen een negatieve ervaring.

L: Mijn volgende vraag was dan ook of er een verschil was op basis van aanvaarding tussen een bepaalde groep mensen (geslacht, leeftijd) maar aangezien dat de pilot redelijk kort was heeft u hier misschien geen antwoord op?

W: Neen, maar ik weet wel dat de harde kern, die hier al lang zijn, hier veel meer moeite mee gaan hebben.

L: Goed, dan heb ik nog één slotvraag om het interview af te ronden. Denkt u dat AR en VR toepasbaar zijn binnen de logistieke sector en hier een grote meerwaarde kunnen vormen?

W: Uiteindelijk wel denk ik. Maar ook technologieën zoals NFC en RFID.

L: Dan wil ik u allereerst bedanken voor dit interview. Ik heb weer veel bijgeleerd en het was zeer interessant. Heeft u verder nog vragen voor mij of over mijn onderzoek?

W: Neen, alles was duidelijk. Geen probleem ik deed dit met veel plezier.

Bijlage 4:

Filip Van Hulle – Projectleider VIL

L: Goedemiddag, om het interview te starten zal ik allereerst mezelf voorstellen. Ik ben Lars Agten, student Handelswetenschappen aan de UHasselt. Ik ben een laatstejaarsstudent Supply Chain Management en voor mijn masterthesis ben ik onderzoek aan het doen naar de toepasbaarheid van augmented reality en virtual reality in de logistieke sector.

L: Nu, waarom doe ik dit onderzoek. Ik doe dit onderzoek aangezien beide technologieën al in verscheidene sectoren worden toegepast en er reeds allerlei professionele toepassingen zijn gevonden. Sinds kort zijn ze ook bezig met het onderzoeken naar de toepassingen die beide AR en VR in de logistieke sector zouden kunnen hebben. Hier is echter nog maar weinig over bekend, vandaar dit onderzoek, alsook vandaar dat ik eens bij logistieke bedrijven ga horen wat hun ervaringen en gedachten hieromtrent zijn.

L: U mag allereerst al eens voorstellen. Wie u bent, wat u doet voor het VIL?

F: Ik ben Filip Van Hulle en ik werk sinds drie jaar voor het VIL. Zoals u zelf al weet heb ik het project rond AR-VR training in de logistiek mee begeleidt. Allereerst is het misschien belangrijk om te weten wat het VIL doet. Het VIL probeert van Vlaanderen de logistieke draaischijf te maken in Europa, als dat nog niet zo is. Het VIL doet dat door, onder meer, zulke projecten die op bepaalde vlakken innovatief moeten zijn. Dat wil zeggen dat we ons niet gaan bezighouden met *proven technology*. Zoals u zelf al heeft aangehaald bestaat Augmented en virtual reality al enorm hard in die *gaming* wereld. Er is in Vlaanderen een school die zich enkel en alleen bezighoudt met het geven van lessen gebaseerd op deze technologieën, dat is in West-Vlaanderen. Maar *used cases* en toegepast in de logistiek is het huilen met de pet op. Tegenover de *gaming* wereld en de andere zaken die zich aan het ontwikkelen zijn, zitten we hier nog in de steentijd. Dus voor ons was het ook een uitdaging om hier mee aan de slag te gaan. Ik kan waarschijnlijk veel van uw vragen beantwoorden. Wijzelf merkten ook dat er ten eerste niet veel was en ten tweede, wat wij hebben gedaan is vanaf nul beginnen. We zijn *bottom-up* beginnen werken en hebben zelfs een eigen programma hiervoor geschreven. Dit om een augmented reality en virtual reality wereld te creëren, toegepast op de noden van de doelgroep waarmee wij ons project van start zijn gegaan. U zal dat zelf ook wel gelezen hebben?

L: Ja, inderdaad.

F: Die hebben eigenlijk meebepaald wat er allemaal in moest zitten. Ze lieten merken tegen welke problemen ze aanliepen en dat probeerden wij dan op te lossen. Dat is een beetje in het kort wat ik gedaan heb voor het VIL project "*AR-VR training for Logistics*". Buiten dat project hou ik me ook nog bezig met andere projecten van het VIL die ook innovatief zijn, maar niets meer met AR of VR te maken hebben. Maar ik denk dat u vooral geïnteresseerd bent in augmented reality en virtual reality en hier waarschijnlijk genoeg vragen over gaat hebben?

L: Inderdaad. Ik had ook al een collega van u gecontacteerd, Luc pleysier. Maar daar heb ik geen antwoord van gekregen.

F: Om dat even te kaderen, bij VIL doen we projecten altijd met twee personen. Luc Pleysier was in dit project eigenlijk de trekker en ik zogezegd de volger. Uiteindelijk zijn we gelijkwaardig maar je moet beseffen dat als Luc ziek zou worden of er gebeurt iets met hem, moet er iemand zijn om dat project over te nemen, en dat zou ik dan zijn. Luc weet dus evenveel, misschien iets meer dan ik. Dus als ik bepaalde elementen niet kan duiden dan verwijs ik u zeer graag door naar Luc.

L: Misschien gaat het voor u zelfs niet zo diepgaand zijn. Ik heb al een literatuurstudie gedaan over de technologieën zelf dus het zal in dit interview vooral gaan over de toepassing in de logistieke sector in het specifiek. Dus het zal niet gaan over wat is AR en VR maar eerder over wat is de gedachtegang van bedrijven, wat is de toepasbaarheid, wat waren de ervaring van de werknemers enzovoort.

F: Dat snap ik, daar zal u wel genoeg literatuur over gevonden hebben op het internet.

L: Ik zal dan maar meteen mijn eerste vraag stellen. Wat hebben jullie tijdens jullie studie verstaan onder de termen van augmented reality en virtual reality?

F: Voor mij is AR die extra laag leggen op de werkelijkheid. Hoe hebben we dit gedaan? Door middel van de Vuzix brillen. Dat is een bril gelijk jij en ik kan dragen en die legt een laag over de werkelijkheid. In dit geval waren dat commando's, filmpjes of andere elementen die werden opgeroepen bij het kijken naar een bepaald project of naar bepaalde QR-code. Dan kwam er een laag over de werkelijkheid die commando's gaf. Ik ga een simpel voorbeeld geven bv: U moet uw stappeling van de dozen zo doen, die doos moet daarin, u moet uw doos zo vouwen, enzovoort. Dat was dus voor ons augmented reality, een laag over de werkelijkheid.

L: Die Vuzix brillen worden dan verstaan onder de typische *smart glasses*?

F: Inderdaad ja. En Virtual reality is dan zoals we het allemaal kennen hé. Volledig afgesloten zijn van de echte wereld door middel van een performante VR bril zoals de Oculus Quest. Deze toestellen moeten dus niet meer gelinkt worden aan een krachtige computer. Ze zijn *stand alone*, ze zijn krachtig genoeg en hebben de benodigde *degrees of freedom*. Dit in een bepaalde kamer waarin deze oefeningen met VR dan werden uitgevoerd. Dat was VR voor ons.

L: Dat is duidelijk! U was zoals u juist aanhaalde de projectleider van het onderzoek van 2019. Heeft u ook meegeholpen aan het onderzoek van 2015 uitgevoerd door het VIL en wat volledig toespitste op de *hands-on* toepassingen van augmented reality?

F: U bedoelt daarmee het vorige project dat VIL ook gedaan heeft?

L: Hiermee bedoel ik inderdaad het "*Vision in Logistics*" project in 2015.

F: Neen, daar was Luc verantwoordelijk voor en daar was ik niet bij. Dus als u daar vragen over heeft dan moet u Luc contacteren. Dit project is een uitloper daarvan maar het project zelf is eigenlijk totaal iets anders. Toen ging het echt over het orderpicken begeleiden en het orderpicken verbeteren. Dat was hier niet de doelstelling.

L: Goed. Ik weet dan ook niet of ik in mijn verdere interview daarover nog vragen ga moeten stellen aangezien u deze misschien niet gaat kunnen beantwoorden?

F: Stel ze maar. Ik kan ze misschien beantwoorden.

L: U moet maar zien wat lukt. Het gaat voor een deel natuurlijk wel hand in hand die AR en VR toepassingen.

L: Verder, hoe is het VIL op het idee gekomen om onderzoek te doen naar de toepassing van beide technologieën?

F: Wat de reden is? Het is eigenlijk ontstaan uit een *brainstorm* die we gedaan hebben. Al onze ideeën komen *bottom-up* dus eigenlijk vanuit de markt zelf. Je ziet een bepaald iets in de maatschappij bewegen en dan denk je gewoon na of je dit kan toepassen op onze sector.

F: Hoe heeft dit verder nog vorm gekregen? We zijn naar Susanova geweest in Antwerpen. Dat was een beurs waar we inspiratie hebben opgedaan. Er zijn nog andere beurzen bezocht geweest. Daar zagen we dat het begon te leven in de productiewereld. Toch al meer dan in de logistiek sector, maar ook daar stond het nog in zijn kinderschoenen. Dan hebben we het over virtual reality en bijvoorbeeld het begeleiden bij het maken van een ingewikkelde motor van een helicopter of bij augmented reality, het begeleiden van een techniker op afstand op een ingewikkelde elektronische instelling. Dan heeft deze persoon bijvoorbeeld een Vuzix bril op en kan er iemand meekijken of kunnen er elementen geprojecteerd worden die het duidelijk maken wat, waarop aangesloten moet worden. Je linkt eigenlijk het één met het ander. Initieel is het ontstaan vanuit een *brainstorm* binnen het VIL en ook uit het project dat gedaan is in 2015.

L: Dus als ik het goed versta is het idee vertrokken vanuit het VIL en zijn jullie van daar bedrijven erbij beginnen te betrekken die mee wilden werken aan het onderzoek.

F: Ja inderdaad, zo werkt het altijd.

L: Op welke manier hebben jullie AR en VR dan bestudeerd? Want ik heb een aantal bedrijven bij beide projecten zien staan. De ene al wat meer voor de hand liggend dan de andere. Zo zijn DHL Supply Chain, Nike ELC en Scania Parts Logistics al wat meer voor de hand liggend dan de VDAB en nog andere deelnemers bijvoorbeeld.

F: Ik zal even duiden hoe dat in zijn werk gaat. Je hebt een idee. Dan ga je met da idee naar de raad van bestuur van het VIL. Dan ga je kijken bij de leden van het VIL wie er interesse heeft in het onderzoek. Dat zijn de bedrijven dat jij net hebt opgenoemd. Daar zijn wij geen literatuurstudie bij gaan doen. De literatuurstudie is gebeurd door mensen van DHR en Howest. Zij hebben gekeken naar wat er staat in de markt en wat er leeft in de markt. We hebben ook samengewerkt met Supportsquare op het vlak van de VR technologie. Zij hebben ook het programma geschreven en de *proof on concept* begeleid.

L: Hoe is de studie dan verlopen aangezien u zegt dat de literatuurstudie is gedaan door een externe partij en u heeft ook al de *proof of concept* vernoemd. Hoe hebben jullie het onderzoek dan aangepakt?

F: Meestal is er een bevraging aan de leden. Zoals ik juist al zei, je gaat kijken bij de leden wie er geïnteresseerd is in de studie. De bedrijven die interesse hebben betalen allemaal een *fee* afhankelijk van het onderzoek en het aantal deelnemende partijen. Dan starten wij met een bevraging van de noden van de deelnemende bedrijven en waar de nadruk op gelegd moet worden. Dat is een heel uitgebreide bevraging. Met dat destillaat gaan we terug naar de groep van deelnemende bedrijven om te kijken welke richting we uitgaan met het project. Parallel daarmee is de literatuurstudie die is gedaan door Howest en DHR die we gecontacteerd en gecontracteerd hebben. Daarna zijn ze dat ook komen presenteren aan de groep. Verder hebben we ook ettelijke partijen uitgenodigd om tijdens die *meeting*, in een zaal ernaast, met zowel AR en VR aanbieders en hun beperkte *used case* kennis te maken.

F: Dat waren vijf of zes opstellingen met zowel AR als VR aanbieders die elk hun *used case*, dat ze toch al hadden in de logistiek, kwamen voorstellen. Eigenlijk was dat de maakindustrie want veel in de logistiek was er niet. Enkel Bpost liet zien hoe je brieven kon sorteren maar ook dit was niet echt logistiek. Het bestond dus nog niet echt. Het was vooral om de leden onder te dompelen in wat ze konden verwachten. Je had de literatuurstudie, je had de praktijk waar we de leden "onder dompelden" in wat AR en VR is door middel van testen en proeven. Daarna is er gekeken naar uitwerking van een *proof of concept*. Nu we wisten wat de noden waren, wilden we dat ook om zetten naar de realiteit. Toen heeft VIL, drie *proof of concepts* gerealiseerd. Als eerste, het opleiden van *pickers* bij Nike ELC. Ten tweede, het opleiden omtrent het veiligheidsaspect in een magazijn bij Scania Parts Logistics. Hierbij werden zaken gerealiseerd die je niet kan realiseren in de werkelijkheid zoals brand of paletten die omvielen en dat soort zaken. Bij DHL, is er een *POC* gemaakt rond de *soft skills* en *hard skills*. Dat wil zeggen dat we inzicht probeerden te krijgen bijvoorbeeld in wie is een goede orderpicker en wie is een minder goede orderpicker door deze personen speelsgewijs pick-opdrachten te laten uitvoeren en te kijken of deze hier snel mee aan de slag kan of niet. Dat is in drie grote delen de aanpak van het AR-VR project.

L: Ik heb de conclusies van de projecten gelezen en welke opportuniteiten zich volgens jullie verschuilen in beide technologieën. Dit is dan ook de volledige conclusie waartoe jullie zijn gekomen?

F: Heeft u het volledige rapport zelf al gelezen?

L: Ik heb gezocht naar een volledig rapport maar heb dit niet gevonden. Was dit ook beschikbaar op jullie website?

F: Dat rapport is voor u eigenlijk een *must-have* volgens mijn mening. Dat rapport is 30-40 pagina's lang. Heeft u dit gelezen?

L: Neen die rapporten heb ik niet gevonden. Dan denk ik dat ik enkel een verkorte conclusie van jullie projecten ben tegengekomen.

F: Dan stel ik voor dat je dat ook eerst bekomt via de *webshop* en dat je dit ook eens leest. Dat kost niet veel en aangezien dat jij bezig bent met deze technologieën denk ik dat je dat zeker eens moet lezen. Dat gaat al veel van je vragen beantwoorden over wat we juist gedaan hebben en hoe we dat gedaan hebben, denk ik. Ik zal eens even kijken of ik de link kan doorsturen. Maar vraag maar door.

L: U heeft zojuist al Nike ELC, DHL Supply Chain en Scania vernoemd. Bpost en de VDAB hebben dan enkel de *fee* betaald uit interesse voor het onderzoek en jullie te helpen of waarom hebben deze bedrijven meegedaan?

F: Bpost zat hier niet bij dat was bij het vorige project geloof ik.

L: Inderdaad dat is mijn fout. Dat was inderdaad bij het project van "*Vision in Logistics*".

F: Neen, het is niet omdat deze bedrijven niet hebben meegedaan aan de *POC* dat het project daar stopt voor hen. Iedereen haalt er uit wat ze eruit willen halen natuurlijk. Ook niet iedereen heeft evenveel tijd aangezien er in zo'n *POC* enorm veel tijd kruipt om dit tot een goed eind te brengen. Het is dus niet dat de andere bedrijven hebben meegedaan enkel en alleen om het project te sponsoren. Deze bedrijven hebben ook hun *input* gehad. De VDAB bijvoorbeeld heeft zelf een testdag voorzien voor hun mensen om de afgeleverde *software* te testen. Dit was ook een belangrijk gegeven want de VDAB levert mensen aan DHL en Kuehne + Nagel, dus op dat vlak was dat ook een grote hulp. Achteraf is de *software* samen met de brillen ook rondgegaan naar de andere deelnemers. Het is dus niet omdat je niet meedoet aan de *POC*, dat je niets hebt kunnen testen.

L: Mijn volgende vraag is dan ook, voor welke doeleinden AR en VR gebruikt kunnen worden? U heeft zojuist al aangehaald dat ze beiden voor training gebruikt kunnen worden. Deze elementen heeft u ook al verduidelijkt, maar weet u misschien ook van het vorige onderzoek, waaraan meneer Pleysier heeft gewerkt, wat daar is uitgekomen? Buiten hetgeen wat er online staat als conclusie, of moet ik daar ook best het rapport voor lezen?

F: Als ik u was zou ik inderdaad die twee rapporten lezen. Aangezien u een thesis hier over doet denk ik dat deze rapporten een enorm grote bijdrage kunnen leveren. Ik denk zelf dat de UHasselt lid is van het VIL waardoor deze rapporten gratis zijn, maar doet moet u zelf eens bekijken. Ik heb u al een eerste link doorgestuurd van beide projecten, kan u deze zien?

L: Ja, Dat is in orde. Bedankt hiervoor.

F: Dat zijn dus onze rapporten. Dit is uiteindelijk ook onze conclusie van dat hele project natuurlijk. Hier staat alles uitgelegd en wat we gedaan hebben, enzovoort. Maar om even terug te komen op je vraag. Ondertussen is dat project "*Vision in Logistics*" al zeven jaar oud. Die *vision picking* is al veel geëvolueerd maar het is zeker nog niet algemeen aanvaard. Daarmee bedoel ik dat je het niet ziet bij negen van de tien bedrijven. Bij dat project was het echt dat iemand iets scant met zijn bril en die persoon krijgt dan richtingsaanwijzers op zijn bril geprojecteerd waar dat deze persoon naartoe moet gaan. Dat project ging eigenlijk puur om het optimaliseren van het orderpicken. Hoe kan er efficiënter gepickt worden? Hoe kan er sneller gepickt worden? Wat is de tijdwinst? Dat is *basicy* waar dit project over ging

L: Ja, dat is duidelijk. Verder hadden jullie natuurlijk bepaalde verwachtingen toen jullie aan het onderzoek gestart waren. Er was een bepaalde visie waar jullie naartoe wilden werken. Is het project verlopen zoals jullie verwacht hadden of zijn er een aantal complicaties naar boven gekomen?

F: Dat gaat ook allemaal in het rapport staan maar ik zal het in het kort even uitleggen. Ten eerste was er COVID-19 natuurlijk. Iedereen die éézelfde bril moet opzetten is zeer moeilijk in die tijden. Als er iets moeilijk is om te testen in dit soort tijden is het wel het testen van VR doormiddel van brillen die iedereen moet opzetten. Sowieso, in het algemeen, is de implementatie van IT-zaken altijd moeilijk. Dit is nooit *plug and play*. Of dit nu een ERP systeem is, een WMS-systeem is of soortgelijke zaken, dat maakt niet uit. Deze dingen zijn altijd moeilijk om te ontwikkelen. Je moet hiervoor een goede partner hebben om mee samen te werken. Vooral de persoon die de vertaalslag moet maken over wat willen we, en hoe zetten we dat om in een virtuele wereld? Dat is zeer belangrijk. Anders blijf je bezig. Zijn we dus *hiccups* tegengekomen? Absoluut! Zijn we tevreden met het resultaat dat we hebben bekomen? Zeker en vast! Er is enorm knap werk verricht met het budget dat beschikbaar was en in die korte tijd. Wat er is opgeleverd in die korte termijn, daar sta ik versteld van en de leden die hebben deelgenomen ook.

L: U heeft zojuist ook al de Vuzix brillen vernoemd. Heeft u ook andere elementen gebruikt voor augmented reality zoals de *handheld devices* of echte augmented reality *glasses* zoals de Microsoft Hololens 2?

F: Neen, die worden wel gehyped maar die zijn niet gepast voor hetgeen waar wij dergelijke brillen voor nodig hadden.

L: Dan bedoelt u de Microsoft Hololens?

F: Ja, inderdaad.

L: En wat was de reden hiervoor? Waren deze te zwaar of ..?

F: Probeer ten eerste maar eens een Hololens te bemachtigen. Ten tweede, is het moeilijk om daar iets op weer te geven dat je zelf hebt geschreven. Het is een pak gecompliceerder om mee te werken dan de Vuzix bril. Verder is de prijs van de Vuzix bril al iets compleet anders dan deze Microsoft Hololens apparaten. We hadden niet zoveel nodig en de Vuzix brillen deden perfect wat we nodig hadden. Ook het comfort is een factor. Zo'n Hololens ziet er compleet anders uit dan zo'n Vuzix bril.

L: Dat is inderdaad qua omvang al eerder een VR headset dan een slimme bril.

F: Ja inderdaad en verder was ook de communicatie met de mensen die deze Vuzix brillen leverde veel korter. Dat is ook niet onbelangrijk. De makers van die Vuzix brillen zijn Belgen. Ook de personen die de *software* hebben geschreven zijn Vlamingen. Ik moet je niet vertellen dat het een pak gemakkelijker is om met zo iemand te communiceren dan iemand uit Amerika te contacteren om vragen aan te stellen. Om deze redenen was het voor ons beter om voor Vuzix te kiezen.

L: Zijn er tijdens de *proof of concepts* ook echt werknemers van de bedrijven betrokken geweest bij jullie studie of waren dit eerder mensen van het hoger management?

F: Alle lagen van de bedrijven zijn betrokken geweest bij de testen en bij de *proof of concepts*. Dus zowel mensen van het bureel als die van de vloer.

L: Zijn er bij de personen die de technologieën uitgetest hebben ook problemen naar boven gekomen?

F: Ja, natuurlijk. Opnieuw ga ik je doorverwijzen naar het rapport. Duizeligheid en dat soort zaken zijn voorgekomen. Sommige mensen kunnen er goed tegen, andere weer niet. Sommige mensen vonden dat het te warm was aan hun hoofd of te zwaar voor hun nek. Dit soort zaken komen altijd terug, maar het merendeel was zeer enthousiast. Je hebt altijd wel iemand die zegt dat het niks voor hem of haar is en dat ze er niet mee kunnen gewennen.

L: Zijn er buiten deze fysieke problemen ook problemen geweest bij de aanvaarding bij de bedrijven of de werknemers?

F: Integendeel. Het is nieuw speelgoed en je bent vereerd dat je mag meehelpen aan zo'n project. Het is vernieuwend, het is iets leuk en het is eens iets anders. Als het dan werkt en het zit goed in elkaar dan heb je niet veel tegenstand, integendeel zelfs.

L: Dat waren mijn vragen zo'n beetje. Het lijkt me, zoals u zei, interessant om de vernoemde rapporten te lezen. Dat ga ik zeker doen. Dat was ook een vraag van mij aangezien ik de conclusie van de studies vond maar ik had de rapporten zelf nog niet kunnen lezen.

F: Dat zal dan toch op een *one-pager* ofzo zijn.

L: Neen, op de site van het VIL bij het project zelf.

F: Ah ja, dat is de projectfiche van het onderzoek inderdaad. Nee nee, ik zou echt zeggen, lees die rapporten. Voor jou gaat dat enorm handig zijn en als je dan nog vragen hebt, dan mag je me zeker nog eens contacteren.

L: Dat zal ik zeker doen. Verder heb ik dan ook nog één slotvraag voor u. Denkt u dat AR en VR een aanwinst kunnen zijn in de logistieke sector?

F: Absoluut!

L: Ten eerste, voor training en ten tweede, voor het orderpicken als u daar ook een mening over heeft?

F: Absoluut! Ik zal dan ook zeggen waarom dat ik dat zeker weet. Dat is omdat de deelnemende bedrijven van onze studie vermeld hebben dat ze er zelf mee verder willen gaan. Dus ik weet dat onze missie vanuit het VIL geslaagd is en vandaar ben ik zeker dat er een toekomst is voor beide technologieën in de logistieke sector.

L: Top! Heeft u verder nog vragen voor mij of over mijn onderzoek?

F: Neen. Ik zou alleen zeggen dat u zeker de bronvermelding van bepaalde cijfers of bepaalde informatie correct afhandelt, maar dat zullen ze u op de universiteit ook wel uitleggen denk ik.

L: Dat komt zeker in orde.

F: Verder zou ik zeker nog eens voorstellen om de rapporten te lezen. Voor jou gaat dat zeker interessant zijn.

L: Dat zal ik zeker doen want veel valt er qua literatuur nog niet te vinden voor de toepassing van AR en VR in de logistiek sector.

F: Neen, inderdaad u kan eventueel wel eens contact opnemen met een aanbieder van de technologieën zoals Supportsquare. Deze mensen zijn er voortdurend mee bezig dus zij zullen ook wel veel informatie hebben.

F: Je bent zeker bezig met een enorm innovatief punt binnen de logistieke sector moet ik zeggen.

L: Ja, klopt! Ik was erin geïnteresseerd dus heb ik er zelf voor gekozen.

L: Maar goed. We zullen het interview hier afsluiten. Enorm bedankt voor de tijd en moeite die u hierin heeft gestoken.

F: Geen probleem. Dit doe ik met alle plezier. Als er vragen zijn mag je me altijd contacteren.

L: Zal ik zeker doen. Dag!

F: Nog veel succes! Dag.