



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Opportunities and challenges in the use of track-and-trace systems in the healthcare sector

Jella Mentens

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Lien VANBRABANT



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2022
2023



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Opportunities en uitdagingen bij het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg

Jella Mentens

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

PROMOTOR :

Prof. dr. Lien VANBRABANT

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn masteropleiding Handelswetenschappen aan de Universiteit Hasselt met als afstudeerrichting Supply Chain Management. In de masterproef onderzoek ik de opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg. Dit onderzoek omvat een literatuurstudie en een empirische studie, waarbij er drie schakels binnen de farmaceutische toeleveringsketen en één organisatie die opereert in de wegtransportsector bevestigd werden.

Dit eindwerk heeft uiteraard heel wat tijd en inspanning gekost, maar ik heb hier veel uit bijgeleerd. Door grote aantallen wetenschappelijke literatuur te bestuderen, heb ik meer inzicht verworven in de bestaande track-and-trace systemen en in de voor- en nadelen van die specifieke track-and-trace systemen. Daarnaast heb ik ook heel wat kennis opgedaan met betrekking tot het verzamelen en analyseren van data. Ik ben dan ook trots op het eindresultaat van deze masterproef.

Graag zou ik in dit voorwoord ook een woord van dank willen neerschrijven voor de mensen die mij geholpen hebben bij dit onderzoek. Een eerste persoon die ik in het bijzonder wil bedanken is mijn promotor, Prof. dr. Lien Vanbrabant. Naast de aangename samenwerking kon ik rekenen op haar leerrijke en kwalitatieve feedback. Ook kon ik steeds bij haar terecht met vragen, nooit was een vraag te veel. Daarom bedankt voor uw begeleiding en advies doorheen het academiejaar, want hierdoor was het mogelijk om mijn thesis naar een hoger niveau te tillen.

Daarnaast wil ik graag de bevestigde organisaties bedanken voor hun bereidheid tot medewerking aan dit onderzoek. Zonder hun inzichten had ik deze masterproef nooit kunnen afwerken.

Verder wil ik ook de Universiteit Hasselt bedanken voor alle kansen en mogelijkheden die ik heb gekregen doorheen de volledige de bachelor- en masteropleiding. De kennis die ik in de afgelopen jaren heb opgedaan, heeft een grote invloed gehad op mijn ontwikkeling.

Tot slot wil ik nog mijn ouders bedanken. Zij gaven mij alle kansen doorheen mijn gehele studietraject aan de Universiteit Hasselt en gaven mij de steun die ik nodig had om deze masterproef tot een goed einde te brengen

Jella Mentens

Genk, juni 2023

Samenvatting

Track-and-trace technologie is belangrijk in het dagelijkse leven voor bijvoorbeeld retail aankopen, maar nog meer in de gezondheidszorg en vooral wanneer het medicijnen betreft. Medicijnen zijn zeer gevoelige en waardevolle producten die van essentieel belang zijn voor de gezondheidszorg. Daarnaast zijn het producten die een impact hebben op de patiëntveiligheid. Hierdoor is het extra van belang om te weten waar in de supply chain de producten zich bevinden, op welke posities ze ingeslagen zijn, hoe ze getransporteerd worden en aan wie ze worden toegediend. Het monitoren van geneesmiddelen is van cruciaal belang. Dat alles maakt dat de gezondheidszorg beschikt over enorm strenge regels op gebied van tracking en tracing (Van Litsenburg, 2019).

In deze masterproef werd er onderzocht hoe track-and-trace op dit moment gebruikt wordt binnen de gezondheidszorg. Op die manier wordt getracht een antwoord te formuleren op volgende centrale onderzoeksvraag: 'Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen bij het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?' Deze onderzoeksvraag bestaat uit vijf deelvragen. Om een duidelijk antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvraag met zijn deelvragen, wordt er gezocht naar relevante wetenschappelijke literatuur. Daarnaast worden drie schakels uit de farmaceutische toeleveringsketen en één organisatie uit de wegtransportsector bevroegd over hun ervaringen met track-and-trace. Tot slot worden de bevindingen uit de literatuurstudie en de empirische studie vergeleken om een antwoord te bieden op de centrale onderzoeksvraag.

De farmaceutische supply chain kan gedefinieerd worden als de geïntegreerde processen, die verwijzen naar verschillende schakels die betrokken zijn bij de ontdekking en ontwikkeling, bij de productie en bij de verspreiding van medicijnen tot in de distributiecentra, de apothekers en uiteindelijk tot bij de patiënt (Narayana et al., 2014; Mousazadeh et al., 2015).

Een track-and-trace systeem daarnaast kan gedefinieerd worden als een systeem dat het potentieel heeft om doorheen de hele supply chain goederen te volgen door een bepaalde soort informatie vast te leggen. Deze informatiestroom voorziet de mogelijkheid om de historie, locatie of toepassingen van de goederen te onderzoeken (Rotunno, et al., 2014). De farmaceutische industrie is reeds zeer ver gevorderd op vlak van de implementatie van track-and-trace systemen (Rotunno, et al., 2014).

De wetenschappelijke literatuur beschrijft een aantal track-and-trace systemen die in de gezondheidszorg worden gebruikt, namelijk barcodes, RFID-tags en de NFC-technologie met elk zijn voor- en nadelen. Het systeem van de barcodes bestaat uit twee delen, namelijk de barcodelezer en het label (Istiqomah, et al., 2020). Wanneer het label wordt gescand door de barcodelezer, dan wordt het label vertaald naar een binaire code (Baloch, et al., 2018). Barcodes en scanners kunnen worden geïntegreerd in de verschillende zorgsystemen, zijn zeer goedkoop, kunnen eenvoudig en snel geprint worden, zijn makkelijk bruikbaar en kunnen meerdere voordelen bieden om de voorkomende fouten te vermijden (McCathie, et al., 2005). Barcodes maken het bijvoorbeeld mogelijk om patiënten nauwkeurig en snel te koppelen aan hun identiteitsdossiers, medicatie en behandelingen. Op die manier worden fouten ingeperkt tot een minimum en krijgen patiënten de juiste, voor hun voorziene zorg (Gouveia, 2019). Een tweede beschreven track-and-trace systeem is RFID. Radiofrequentie-identificatie (RFID) is een technologie die het mogelijk maakt om grote

hoeveelheden gegevens te verzamelen en op te slaan met behulp van radiofrequentie apparaten en een strategisch geïnstalleerde technologische infrastructuur (Chetouane, 2015; Kumar et al., 2009). RFID-technologie maakt gebruik van radiogolven en het werkt door het plaatsen van unieke elektronische identificatiecodes op producten, in de vorm van stickers ingebed met RFID-chips. RFID-systemen hebben de capaciteit om duizenden gelabelde items per seconde te identificeren en registreren. De RFID-chips kunnen dan gebruikt worden om gegevens over de workflow te verzamelen en inefficiënties in de huidige ziekenhuisoperaties te vinden (Chetouane, 2015; Fisher, 2008). Tot slot is er dan nog de Near Field Communication (NFC). NFC, dat gebaseerd is op RFID, is ontwikkeld volgens het concept van elektromagnetische inductie wat snelle en veilige gegevensuitwisseling mogelijk maakt. Met NFC kunnen gebruikers van mobiele telefoons veilig gegevens en informatie uitwisselen met andere NFC-eindpunten of NFC-tags. Verder is de NFC-technologie een communicatietool met een kort bereik, van ongeveer tien centimeter, wat gemakkelijke en veilige overdracht van real time gegevens tussen verschillende apparaten mogelijk maakt en het risico op ongewenste toegang tot informatie reduceert (Camacho-Cogollo et al., 2020; Egger, 2012).

De praktijk toont echter aan dat er slechts een beperkte diversiteit is in het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg. Zo bleek dat in de praktijk enkel de implementatie van barcodes aan bod kwam binnen alle bevroegde organisaties.

De voornaamste gelijkenissen van barcodes in de literatuur en de praktijk tonen aan dat barcodes een belangrijke rol spelen bij het creëren van efficiëntie in het logistieke proces en het verminderen van fouten binnen de gezondheidszorg. Efficiëntie en foutenreductie zijn essentiële doelstellingen in de logistieke processen binnen de gezondheidszorg. Hoewel barcodes in de praktijk specifiek genoemd worden als systeem dat deze voordelen biedt, is het niet zo dat andere track-and-trace systemen, zoals de in de literatuur beschreven RFID- en NFC-technologie, niet even effectief kunnen zijn bij het bereiken van efficiëntie en het verminderen van fouten. Een andere gelijkenis van barcodes in de literatuur en de praktijk heeft betrekking op de afhankelijkheid van werknemer en technologie. Eén van de respondenten ervaart dat als negatief, aangezien barcodes gevoelig zijn voor technische storingen en ook vatbaar zijn voor menselijke fouten. Ook de literatuur ziet die afhankelijkheid als een beperking.

Naast gelijkenissen zijn er ook een aantal verschillen tussen literatuur en praktijk met betrekking tot het gebruik van barcodes. De lage complexiteit bij de integratie van barcodesystemen met een eenvoudige toepasbaarheid in verschillende types van magazijnen, de verhoogde informatiecapaciteit, de nauwkeurige traceerbaarheid en een eenvoudig voorraadbeheer worden door de bevroegde organisaties als voordeel of meerwaarde gezien. Het tragere procesverloop omwille van de vele manuele handelingen daarentegen wordt als uitdaging gezien en het groot controlerend vermogen geeft een gevoel van verminderde vrijheid voor het personeel. Het managen van het gevoel van verminderde vrijheid dat het personeel ervaart, zorgt voor een grote uitdaging voor leidinggevenden.

Tot slot komen track-and-trace systemen niet alleen voor in de farmaceutische industrie. De literatuur toont aan dat ook andere industrieën zoals de voeding- retail- en textiel- en kledingindustrie hiervan gebruik maken. Ook de bevroegde entiteit uit de wegtransportindustrie geeft

aan gebruik te maken van track-and-trace. Ondanks de specifieke behoeften van de verschillende industrieën en de complexiteit van farmaceutische producten die extra eisen op gebied van veiligheid en traceerbaarheid impliceren, zijn er ook gemeenschappelijke overeenkomsten en uitdagingen die bleken uit zowel literatuur als praktijk.

Deze masterproef kan aanleiding geven tot uitgebreider onderzoek. Over de jaren heen zullen nieuwe track-and-trace systemen ontwikkeld worden, dus het is belangrijk om verder onderzoek te voeren naar andere, nieuwe track-and-trace systemen die eventueel nieuwe opportuniteiten bieden voor de gezondheidszorg. Een volgende aanbeveling voor toekomstig onderzoek betreft het uitbreiden van de steekproef. De literatuur beschrijft naast barcodes nog andere track-and-trace systemen, zoals RFID en NFC. Van deze laatste twee wordt nog geen gebruik gemaakt door de respondenten. Het is belangrijk dat deze conclusie niet veralgemeend wordt, want in het kader van dit onderzoek zijn er slechts een beperkt aantal organisaties bevraagd. Verder onderzoek met een uitgebreidere steekproef zou hieromtrent andere inzichten kunnen opleveren. Hoe groter de steekproef hoe groter de kans dat in een aantal van die organisaties ook gebruik gemaakt wordt van andere track-and-trace systemen. Tot slot wordt de empirische studie uitgevoerd aan de hand van organisaties die gelegen zijn in België. Dat impliceert dat de kijk van buitenlandse bedrijven in dit onderzoek buiten beschouwing wordt gelaten. Andere landen maken misschien, eventueel ook omwille van het feit dat ze onderhevig zijn aan andere wetgeving, gebruik van andere track-and-trace systemen. Om die reden kan het een mogelijkheid zijn om dit onderzoek uit te breiden naar het buitenland.

Inhoudsopgave

1.	Onderzoeksplan	1
1.1	Praktijkprobleem.....	1
1.2	Probleemstelling	6
1.3	Methodologie.....	7
2.	Literatuurstudie	9
2.1	Hoe is een toeleveringsketen in de gezondheidszorg opgebouwd?	9
2.1.1	Toeleveringsketen: algemeen	9
2.1.2	Farmaceutische toeleveringsketen	11
2.2	Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?	14
2.2.1	Streepjescode	14
2.2.2	RFID-tags.....	20
2.2.3	Near-field-communication (NFC).....	25
2.3	Welke track-and-trace systemen bestaan er in andere industrieën, los van de gezondheidszorg?	27
2.3.1	Textiel- en kledingindustrie	27
2.3.2	Voedingsindustrie.....	27
2.3.3	Retailindustrie	28
3.	Empirische studie.....	29
3.1	Opzet empirische studie.....	29
3.2	Identificatie van de geselecteerde steekproef	30
3.3	Resultaten empirische studie	31
3.3.1	Welke track-and-trace systemen worden in de praktijk reeds gebruikt?	32
3.3.1.1	Track-and-trace systemen in de praktijk	32
3.3.1.2	Invloed van wetgeving op het gebruik van track-and-trace systemen	34
3.3.2	Wat zijn volgens de verschillende schakels binnen de toeleveringsketen van de gezondheidszorg de opportuniteiten en uitdagingen van het gebruik van track-and-trace systemen?	36
3.3.2.1	Distributiecentra (LIVLINA)	36
3.3.2.2	Groothandelaars (FEBELCO)	38
3.3.2.3	Demand points (JESSA)	39

3.3.2.4	Andere industrie (Jacobs Transport)	41
4.	Conclusie	43
5.	Discussie.....	45
5.1	Beperkingen huidig onderzoek.....	45
5.2	Aanbevelingen toekomstig onderzoek	45
	Referentielijst	47
	Bijlagen	51
	Bijlage 1: Globale interviewleidraad voor de empirische studie	51

1. Onderzoeksplan

1.1 Praktijkprobleem

Steeds meer Belgen maken gebruik van online bestellingen. Dit zorgt de laatste jaren voor een sterke groei in nationale en internationale transporten van pakketjes (Belga, 2018). Online een pakket bestellen gaat voor de meeste mensen gepaard met de verwachting dat de zending op elk moment gelokaliseerd kan worden. Bijgevolg wordt tracking en tracing op de dag van vandaag steeds meer als een vanzelfsprekendheid beschouwd (Belga, 2018).

Track-and-trace technologie is belangrijk in het dagelijkse leven voor bijvoorbeeld retail aankopen, maar nog meer in de gezondheidszorg en vooral wanneer het medicijnen betreft. Medicijnen zijn zeer gevoelige en waardevolle producten die van essentieel belang zijn voor de gezondheidszorg. Daarnaast zijn het producten die een impact hebben op de patiëntveiligheid. Echter zijn medicijnen vatbaar voor fraude en circuleren er illegaal op de markt verschillende soorten namaakgeneesmiddelen (Van Litsenburg, 2019). Hierdoor is het dus extra van belang om te weten waar in de supply chain de producten zich bevinden, op welke posities ze ingeslagen zijn, hoe ze getransporteerd worden en aan wie ze worden toegediend. Het kunnen monitoren van geneesmiddelen is van cruciaal belang. Dat alles maakt dat de gezondheidszorg beschikt over enorm strenge regels op gebied van tracking en tracing (Van Litsenburg, 2019).

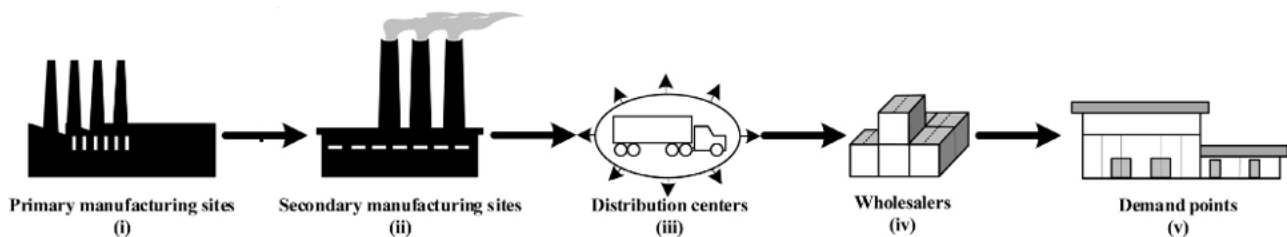
Als gevolg van het belang en de gevoeligheid van farmaceutische producten, is er een Europese richtlijn, de *Falsified Medicines Directive* wetgeving (FMD-wetgeving), die tracking en tracing van medicijnen vanaf 2019 wettelijk verplicht voor alle lidstaten van de Europese Unie (ICT&health, 2019). Deze richtlijn houdt in dat de verschillende spelers in de farmaceutische supply chain het gebruik van track-and-trace systemen, zullen moeten intensifiëren. Op die manier wordt voorkomen dat vervalste medicijnen verzeild raken in reguliere supply chains binnen de gezondheidszorg. Eén van de verplichtingen als gevolg van de FMD-wetgeving is serialisatie. Dit proces omvat het toevoegen van een uniek identificatiebewijs, een 2D-barcode, op de verpakkingen van alle geneesmiddelen. Die 2D-barcode op de verpakking van goederen zorgt ervoor dat distributeurs hun producten wereldwijd en op elk moment kunnen opsporen en ondersteunt alle divisies van de farmaceutische supply chain bij het monitoren van de verschillende soorten geneesmiddelen (Van Litsenburg, 2019).

Uit het onderzoek blijkt dat landen, die bovenstaande Europese richtlijn al correct naleven en de barcodes voor het traceren van geneesmiddelen verplichten, een verhoogde patiëntveiligheid kunnen rapporteren. Naast een verhoging van de patiëntveiligheid, verlaagt de verplichte implementatie van track-and-trace systemen ook de kosten voor zorg (ICT&health, 2019). Dat komt bijvoorbeeld door het inzicht dat verkregen wordt door de track-and-trace systemen, die de werkelijke gebruikshoeveelheid van een bepaald geneesmiddelen kunnen aangeven. Zo kan het zijn dat er aanmerkelijk minder van dat soort geneesmiddel nodig is dan verondersteld, waardoor er in de toekomst een kleinere hoeveelheid besteld kan worden en de kosten als gevolg zullen dalen (Schwietert, 2022). Verder toont het onderzoek ook aan dat het beter identificeren van verpakkingen

een positief effect heeft op het verminderen van de verspreiding van frauduleuze medicijnen, aangezien de namaakgeneesmiddelen tijdig opgespoord kunnen worden (ICT&health, 2019).

Track-and trace systemen kunnen binnen een farmaceutische supply chain meerdere positieve effecten met zich meebrengen. Die positieve effecten zijn niet enkel zichtbaar op gebied van namaakgeneesmiddelen, maar ook in de optimalisatie van activiteiten bij verschillende schakels in de toeleveringsketen. Figuur 1 geeft een overzicht van hoe zo een farmaceutische toeleveringsketen visueel voorgesteld kan worden. De farmaceutische supply chain verwijst naar verschillende schakels die betrokken zijn bij de ontdekking en ontwikkeling, bij de productie en bij de verspreiding van medicijnen tot in de distributiecentra, de apothekers en uiteindelijk tot bij de patiënt (Narayana et al., 2014).

Figuur 1: De structuur van een farmaceutische supply chain



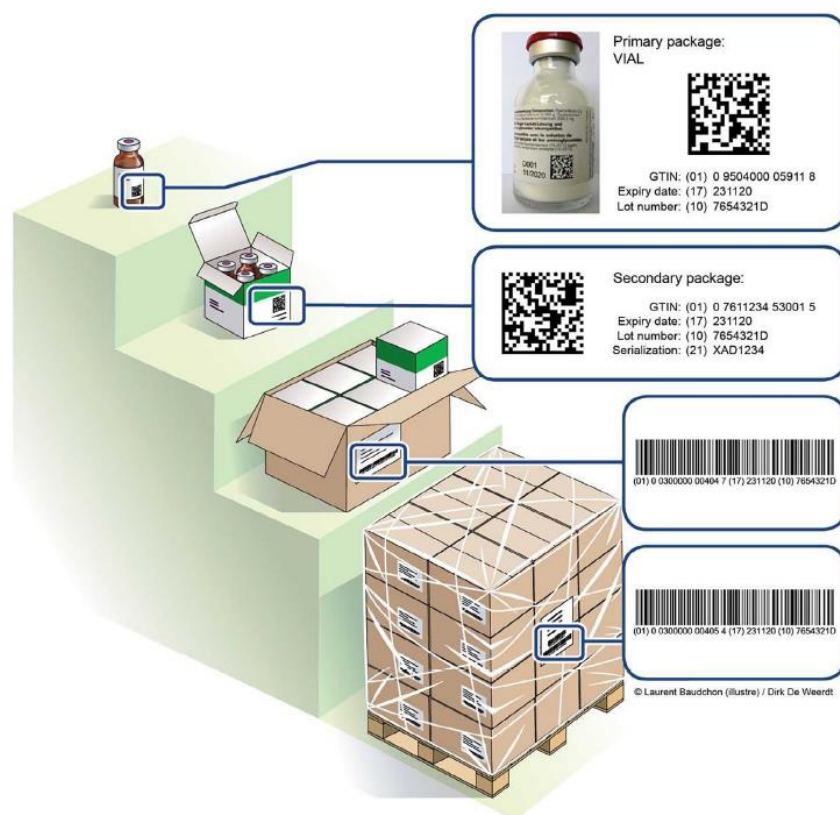
Bron: Mousazadeh et al., (2015)

Een voorbeeld van positieve effecten van track-and trace systemen zijn terug te vinden in de distributiecentra, waar de farmaceutische producten (tijdelijk) worden opgeslagen. De implementatie van barcodes op de producten leidt tot een betere weergave van het aantal voorradige producten in de distributiecentra (Van Litsenburg, 2019). Bovendien kan de optimalisatie van het voorraadbeleid mogelijk worden gemaakt door de integratie van RFID-tags, ook een soort track-and-trace systeem, waardoor continue aanvulling van bijvoorbeeld medicijnen mogelijk is (Volland et al., 2017). Verder zorgen track-and trace systemen ervoor dat de locatie en de staat van een product of apparaat altijd gemonitord wordt. Op die manier verkrijgt bijvoorbeeld ziekenhuispersoneel realtime informatie over bepaalde medicijnen waardoor ze tijd besparen met het zoeken naar de juiste attributen en meer tijd kunnen besteden aan het verlenen van extra zorg (Schwietert, 2022).

Er bestaat een grote variëteit aan track-and-trace systemen. Welk type systeem het meest geschikt is, is afhankelijk van de behoeften van het bedrijf dat de technologie wil implementeren. Een eerste systeem dat in voorgaande paragrafen reeds aan bod is gekomen, is de barcode. De barcode is momenteel de meest gehanteerde identificatietechnologie binnen een farmaceutische supply chain (Volland et al., 2017).

Een goed voorbeeld van het gebruik van barcodes kan gevonden worden in de voorbije coronapandemie, meer bepaald bij de distributie van de coronavaccins. Hierbij stellen Vander Stichele et al. (2021) dat er nood is aan geavanceerde systemen om wereldwijd te kunnen traceren wie met welk COVID-19 vaccin is geïmmuniseerd, op welk moment en op welke plaats. Om het vaccin te kunnen traceren, vanaf productie tot het moment waarop het wordt toegediend, is er gekozen om gebruik te maken van barcodering. Enerzijds is er de lineaire streepjescode, zoals de streepjescode op producten die gekocht worden in de winkel, en anderzijds de moderne 2D-barcodes zoals de QR-codes. Figuur 2 geeft een duidelijke weergave van barcodering op verschillende niveaus van verpakking van COVID-19 vaccins (Vander Stichele et al., 2021).

Figuur 2: Lineaire- en 2D-barcodes op verschillende niveaus van vaccinverpakking



Bron: Vander Stichele et al., (2021)

Door de verschillende gegevens van de producten vast te leggen in die barcodes, kunnen de COVID-19 vaccins beter gemonitord worden en zal de kwaliteit van rapportage verhogen. Op die manier kan de distributie en toediening van de vaccins op de best mogelijke manier verlopen en zal er op ieder moment voldoende informatie over de vaccins beschikbaar zijn. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de COVID-19 pandemie nog een extra toepassingsgebied voor track-and-trace systemen heeft doen ontstaan. Verder moet, volgens Vander Stichele et al., (2021), de coronacrisis ook als opportuniteit beschouwd worden om de supply chain van vaccins verder te moderniseren aan de hand van 2D-barcodes (Vander Stichele et al., 2021).

Naast barcodes zijn er, door de technologische vooruitgang ook nog andere track-and-trace systemen ontwikkeld zoals, RFID-tags. RFID of ook wel *Radio Frequency IDentification* genoemd, is een soort draadloze communicatietechnologie die wordt gebruikt om gegevens te registreren van eenheden die RFID-tags dragen (Chetouane, 2015). De technologie werd ontwikkeld in de jaren 70 en kan radiogolven gebruiken om automatisch mensen of objecten te identificeren. Deze communicatietechnologie is in staat om de etikettering nog nauwkeuriger te maken in vergelijking met barcodes. Het voordeel van RFID-tags is dat ze een opslagapparaat gebruiken om een bepaalde hoeveelheid gegevens op te slaan, zoals het productidentificatienummer, prijs, kosten, fabricagedatum, locatie en voorraad, omdat deze informatie snel kan worden gelezen door een draadloze scanner (Mehrjerdi, 2010). Zo is het met RFID-technologie mogelijk om diverse identificatiecodes toe te kennen aan vergelijkbare artikelen, wat een betere monitoring en traceerbaarheid in de logistieke toeleveringsketen voorziet. In de afgelopen jaren zijn de gezondheidszorg, maar ook andere sectoren zich bewuster geworden van het potentieel van RFID-tags om de efficiëntie van processen te verbeteren (Chetouane, 2015).

Ook in RFID-tags kan er een onderscheid gemaakt worden. Zo zijn er zowel passieve als actieve RFID-tags. Een passieve RFID-tag wordt aangedreven door de elektromagnetische energie maar kan zelf geen radiogolven verzenden (Chetouane, 2015). Passieve tags zenden het radiosignaal dus niet uit, maar reageren op een RFID-scanner wanneer het product voor het scanportaal wordt opgesteld. Deze reageren meestal alleen op signalen die van minder dan drie meter afstand worden verzonden (Kumar et al., 2009). Een actieve tag stuurt onafgebroken radiosignalen uit zodat een product onmiddellijk in een magazijn of gebouw gelokaliseerd kan worden (Kumar et al., 2009). Een actieve tag wordt gevoed door een ingebouwde batterij met lange levensduur die voldoende energie levert om onafhankelijke communicatie mogelijk te maken en wordt gecategoriseerd als elke tag die een signaal verder dan 3 meter kan verzenden (Chetouane, 2015).

Als we dan specifiek naar de ziekenhuizen kijken, dan komt ook daar het belang van tracking and tracing, en specifiek RFID-tags naar boven. Daarom stellen Volland et al., (2017) dat ziekenhuizen ervoor moeten zorgen dat informatie over fabrikanten, productieloten, verzendgegevens enzovoort van farmaceutische producten, geregistreerd kunnen worden. Om hieraan te voldoen en om medicatiefouten te vermijden, is het essentieel dat ziekenhuizen inzetten op RFID-tags (Volland et al., 2017).

Bovendien is het gebruik van RFID-tags ook een opportuniteit voor ziekenhuizen aangezien uit een studie blijkt dat deze communicatietechnologie kan helpen om het aantal medicatiefouten met 55 procent te verminderen. Verder zijn RFID-tags ook duurzamer dan barcode-tags. RFID-tags zijn bestand tegen röntgenstralen en verhitte sterilisatie van medische artikelen. In tegenstelling tot barcode labels, beschadigen RFID-tags niet gemakkelijk en worden ze niet aangetast als er vuil op zit, wat maakt dat dit systeem perfect gebruikt kan worden binnen de gezondheidszorg (Mehrjerdi, 2010).

We kunnen dus concluderen dat de afgelopen decennia een sterke technologische groei heeft plaatsgevonden op gebied van track-and trace systemen. Verder was er ook het stijgende belang van tracking en tracing in de gezondheidszorg, gepaard met de nodige wetgeving hierrond. Het is van vitaal belang dat men zo goed mogelijk de producten kan traceren op elk moment, vanaf productie totdat ze uiteindelijk aan een patiënt worden toegediend. Daarom is het belangrijk om te weten hoe de toeleveringsketen er exact uitziet en welke weg de medicijnen in de gezondheidszorg afleggen. In deze masterproef willen we verder onderzoeken hoe track-and-trace op dit moment gebruikt worden binnen de gezondheidszorg en welke verbetermogelijkheden geïdentificeerd kunnen worden. Er zal ingegaan worden op de verschillende opportuniteiten en uitdagingen waarmee de gezondheidszorg te maken heeft op gebied van track-and-trace systemen.

1.2 Probleemstelling

Op basis van de vorige sectie, het praktijkprobleem, kan volgende centrale onderzoeksvraag gedefinieerd worden: 'Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen bij het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?' Om een antwoord te kunnen formuleren op deze centrale onderzoeksvraag, wordt er eerst dieper ingegaan op onderstaande deelvragen die in deze masterproef behandeld zullen worden:

1. Hoe is een toeleveringsketen in de gezondheidszorg opgebouwd?

In de eerste deelvraag zullen de logistieke processen in de gezondheidszorg gekaderd worden. Er wordt besproken hoe de toeleveringsketen is opgebouwd en welke schakels deze omvat. Op die manier worden de verschillende stappen die producten doorlopen in de toeleveringsketen toegelicht, waarbij de focus hier vooral ligt op de farmaceutische supply chain.

2. Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?

Vervolgens wordt in de tweede deelvraag gekeken naar welke voor- en nadelen er zijn van track-and-trace systemen. Verder wordt er aan de hand van de literatuur bestudeerd welke systemen voor tracering reeds gebruikt worden in de gezondheidszorg. In deze deelvraag zullen zowel algemeen bekende track-and-trace systemen als nieuwe technologieën uitgelicht worden.

3. Welke track-and-trace systemen bestaan er in andere industrieën, los van de gezondheidszorg?

De derde deelvraag zal een overzicht geven van de track-and-trace systemen die gehanteerd worden in andere industrieën dan de gezondheidszorg. Op die manier kan later, met behulp van de literatuur, een vergelijking gemaakt worden tussen de gezondheidszorg en andere industrieën.

4. Empirische studie: Welke track-and-trace systemen worden in de praktijk reeds gebruikt?
5. Empirische studie: Wat zijn volgens de verschillende schakels binnen de toeleveringsketen van de gezondheidszorg de opportuniteiten en uitdagingen van het gebruik van track-and-trace systemen?

De laatste twee deelvragen betreffen de empirische studie, die in een aparte sectie in deze masterproef wordt uitgevoerd. In dit deel zullen, aan de hand van interviews, de verschillende schakels van de toeleveringsketen bevraagd worden. Door het voeren van deze empirische studie zullen de bovenstaande deelvragen gekoppeld kunnen worden aan interviews. Dat is relevant om te controleren of de bevindingen uit de literatuur en de praktijk met elkaar overeenstemmen, enerzijds wat betreft de bestaande track-and-trace systemen en het gebruik ervan, en anderzijds naar opportuniteiten en uitdagingen die aan bod komen.

1.3 Methodologie

De centrale onderzoeksvraag en bijhorende deelvragen zullen beantwoord worden aan de hand van een literatuurstudie en een empirische studie. Op basis daarvan kan niet enkel een conclusie geformuleerd worden vanuit de literatuur, maar kunnen de bevindingen ook aan de praktijk afgetoetst worden. De inzichten uit de literatuurstudie en empirische studie zullen gecombineerd worden om een antwoord te geven op de centrale onderzoeksvraag van deze masterproef.

Door het bestuderen van bestaande wetenschappelijke literatuur zullen de deelvragen met betrekking tot de literatuurstudie beantwoord worden. Hierbij zal gebruikt gemaakt worden van verschillende databanken zoals de universiteitsbibliotheek van Hasselt, Web of Science, EBSCO en Google Scholar. Gebruikmakend van zoektermen zoals 'track-and-trace', 'hospital supply chain', 'track-and-trace in health care' en 'pharmaceutical supply chain' zal een divers aanbod van wetenschappelijke artikels gevonden worden.

Daarnaast is het van belang om kwaliteitsvolle wetenschappelijke artikels te hanteren voor de literatuurstudie. Om er zeker van te zijn dat het kwaliteitsvolle artikels betreft, wordt er rekening gehouden met de impactfactor. Die toont aan hoe hoog de tijdschriften, waarin de wetenschappelijke papers worden gepubliceerd, zijn aangeschreven. Wetenschappelijke artikels afkomstig uit tijdschriften met een hoge impactfactor zullen bijgevolg over voldoende kwaliteit beschikken, aangezien bevestigd is door onderzoekers wereldwijd dat de bronnen correct en betrouwbaar zijn. Daarom zullen in deze masterproef uitsluitend bronnen met een impactfactor gehanteerd worden.

Verder speelt ook de relevantie van de bronnen een cruciale rol. De relevantie zal enerzijds bepaald worden aan de hand van het jaartal waarin het artikel is gepubliceerd. Zo is er voor deze masterproef gekozen om enkel bronnen aan te wenden die gepubliceerd zijn vanaf het jaar 1997. Anderzijds wordt de relevantie bepaald door de wetenschappelijke bronnen globaal door te nemen, op zoek te gaan naar relevante kernbegrippen en de abstract te lezen. Wanneer het artikel schijnbaar voldoende informatie bevat, wordt dit in detail gelezen. De belangrijke fragmenten worden bewaard in een apart bestand, samen met de bijhorende bron, om later te gebruiken in de masterproef. Op die manier wordt er efficiënt gezocht naar relevante informatie. Wanneer er voldoende literatuur verzameld is om een antwoord te kunnen formuleren op de deelvragen, wordt deze wetenschappelijke literatuur gecombineerd en vloeit daaruit de literatuurstudie, bestaande uit verschillende hoofdstukken, voort.

Ook zal er een empirische studie uitgevoerd worden. Kwalitatieve data zullen verzameld worden door het afnemen van interviews. Hiervoor zullen organisaties, die onderdeel zijn van de farmaceutische supply chain, worden geïnterviewd. Er wordt hierbij gedacht aan enerzijds een producent van geneesmiddelen, maar anderzijds ook aan een logistieke dienstverlener alsook aan apothekers en mensen in de magazijnen van die logistieke dienstverleners. Het doel van de interviews is om na te gaan of de verschillende schakels in de supply chain dezelfde opportuniteiten en uitdagingen zien als theoretisch wordt voorgesteld in de literatuurstudie.

2. Literatuurstudie

In de literatuurstudie zal er dieper ingegaan worden op de eerste drie deelvragen van de masterproef. Het begint in sectie 2.1 met een uitleg omtrent de verschillende componenten en processen van een toeleveringsketen in de gezondheidszorg. Hierbij wordt eerst gekeken naar een *supply chain* netwerk in het algemeen alvorens specifiek te kijken naar de farmaceutische toeleveringsketen. Vervolgens worden in sectie 2.2 de opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg toegelicht. Dat zal gebeuren per track-and-trace systeem dat besproken wordt in dit onderzoek. Onder sectie 2.3 zal dan tot slot gekeken worden naar track-and-trace systemen die gehanteerd worden in andere industrieën, los van de gezondheidszorg.

2.1 Hoe is een toeleveringsketen in de gezondheidszorg opgebouwd?

2.1.1 Toeleveringsketen: algemeen

Beamon, (1998) omschrijft de *supply chain* als een geïntegreerd proces waar verscheidene entiteiten coöpereren. Met entiteiten worden de producenten, distributeurs, leveranciers en detailhandelaren of eindklanten bedoeld. Deze entiteiten werken samen om grondstoffen te verkrijgen, maar ook om deze grondstoffen om te vormen naar halffabricaten en afgewerkte producten, om dan uiteindelijk die afgewerkte producten naar de handelaren of eindklanten te distribueren (Mousazadeh et al., 2015).

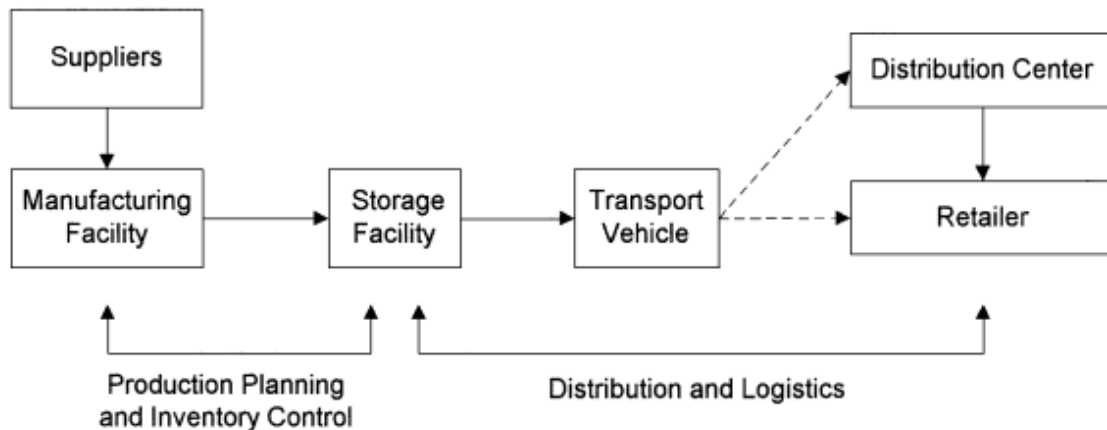
De entiteiten zoals de leveranciers, distributeurs, enzovoort vormen verschillende knooppunten in het toeleveringsproces (Van der Veen et al., 1997). Die knooppunten vormen dan samen een netwerk, dat als één groot geheel wordt voorgesteld (Beamon, 1998). Binnen het netwerk of toeleveringsketen werken de verschillende knooppunten samen om aan de eindconsumenten en handelaren hetzij eindproducten te leveren of diensten te voorzien (Coromina's et al., 2015). Het woord netwerk staat centraal en is essentieel aangezien het aantoont dat een *supply chain* of toeleveringsketen een meer ingewikkelde structuur heeft dan een keten. Ook zijn ook de verschillende stromen tussen de entiteiten onderling een belangrijke eigenschap van een *supply chain* (Coromina's et al., 2015).

Verder wordt de toeleveringsketen gekenmerkt door een voorwaartse stroom van materialen en een achterwaartse informatiestroom (Beamon, 1998). De voorwaartse stroom werd hierboven reeds besproken en betreft het proces waarbij materialen worden getransformeerd tot afgewerkte producten die naar de klanten worden gedistribueerd. De achterwaartse informatiestroom omvat de procedure waarbij informatie over het product van de eindklant aan de fabrikant wordt gerapporteerd. Een voorbeeld hiervan is informatie over de vraag naar producten (Beamon, 1998).

Op figuur 3 wordt een toeleveringsketen visueel voorgesteld. Aan de hand van deze figuur kunnen twee essentiële processen binnen een *supply chain* aangeduid worden. Ten eerste is er het proces van productieplanning en voorraadbeheer. Productieplanning omvat het ontwerp en het beheer van het hele productieproces. Voorraadbeheer daarentegen betreft het opslagbeleid, hierin wordt bepaald

welke procedures er gevolgd moeten worden bij de opslag van grondstoffen, voorraden halffabricaten en voorraden afgewerkte eindproducten (Beamon, 1998).

Figuur 3: Het supply chain proces



Bron: Beamon, B. M., (1998)

Daarnaast is op figuur 3 ook het proces van distributie en logistiek zichtbaar. Dit proces omvat het beheer van de voorraden, maar legt ook vast hoe de afgewerkte producten worden getransporteerd naar de eindklant. Transport kan van het magazijn rechtstreeks naar de handelaren georganiseerd worden, maar de goederen kunnen ook eerst naar verschillende distributiecentra worden overgebracht. In de distributiecentra worden de producten tijdelijk opgeslagen voordat deze verder verdeeld kan worden naar de eindklant. Tot slot omvat het distributieproces ook de levering van het afgewerkt eindproduct aan de eindklant (Beamon, 1998).

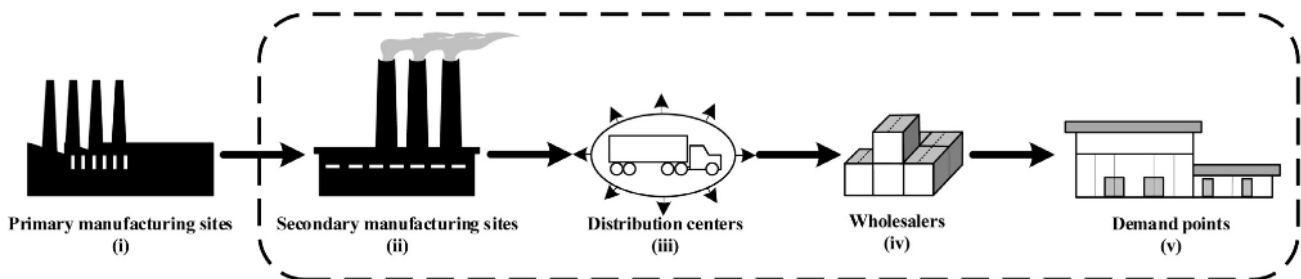
Er is steeds meer aandacht voor de prestaties en analyse van de toeleveringsketen om de efficiëntie te verhogen (Beamon, 1998). Echter speelt ook de vormgeving van de toeleveringsketen een belangrijke rol in de prestaties van die toeleveringsketen (Mousazadeh et al., 2015). Het belang van het managen van de toeleveringsketens neemt dus toe, omdat het de samenwerking met entiteiten, zoals leveranciers, producenten en klanten, omvat. De verschillende entiteiten moeten hun processen op elkaar afstemmen om een geïntegreerde *supply chain* te creëren. Het ontwerp en beheer van deze processen bepalen in hoeverre de toeleveringsketen als een eenheid werkt om aan de vooropgestelde doelstellingen te voldoen (Beamon, 1998; Mousazadeh et al., 2015).

Tot slot is er ook steeds meer aandacht voor "omgekeerde logistiek". Omgekeerde logistiek focust zich op het terugwinnen van producten door middel van het recycleren, herfabriceren en hergebruiken van producten en grondstoffen (Beamon, 1998). De traditionele *supply chain* wordt steeds vaker uitgebreid met die omgekeerde logistiek omwille van de veranderingen in de productiemaatschappij zoals bijvoorbeeld de stijgende productiekosten en de verkorte levenscyclus van producten (Beamon, 1998).

2.1.2 Farmaceutische toeleveringsketen

De farmaceutische industrie kan beschouwd worden als een reusachtige wereldwijde industrie (Mousazadeh et al., 2015). Narayana et al., (2014) en Mousazadeh et al., (2015) definiëren de farmaceutische supply chain als de geïntegreerde processen, die verwijzen naar verschillende schakels die betrokken zijn bij de ontdekking en ontwikkeling, bij de productie en bij de verspreiding van medicijnen tot in de distributiecentra, de apothekers en uiteindelijk tot bij de patiënt. Figuur 4 geeft een overzicht van hoe zo een farmaceutische toeleveringsketen visueel voorgesteld kan worden (Narayana et al., 2014).

Figuur 4: De structuur van een farmaceutische supply chain



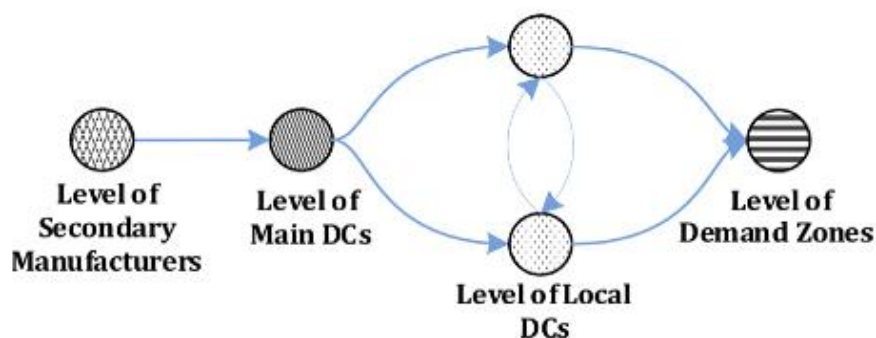
Bron: Mousazadeh et al., (2015)

Zoals op figuur 4 zichtbaar is, bestaat de farmaceutische supply chain uit verschillende entiteiten. Voor een organisatie is het, om de prestatiedoelstellingen te behalen, cruciaal om inzichten te verwerven in die entiteiten zodat de processen op elkaar afgestemd kunnen worden (Mousazadeh et al., 2015; Van der Veen et al., 1997). Hieronder worden de verschillende entiteiten verder verduidelijkt (Mousazadeh et al., 2015).

Een eerste entiteit van de farmaceutische toeleveringsketen zijn de fabrikanten. Hierbij kan er een onderscheid gemaakt worden tussen primaire en secundaire fabrikanten. De primaire producenten zijn verantwoordelijk voor processen die betrokken zijn bij het opbouwen van gecompliceerde moleculen, maar ook grondstofleveranciers behoren tot deze primaire fabrikanten (Van der Veen et al., 1997; Mousazadeh et al., 2015). Echter worden de meeste moleculen en grondstoffen uit het buitenland geïmporteerd. Dat maakt dat in visuele weergaven van het farmaceutische netwerk, de primaire fabrikanten vaak niet voorgesteld worden. Naast primaire zijn er ook de secundaire producenten, die zorgen voor de productie van farmaceutische eindproducten (Mousazadeh et al., 2015). Het toenemende belang van de globalisering maakt dat de secundaire producenten dikwijls kiezen voor productie in een internationale markt. Die internationalisatie brengt natuurlijk risico's voor de totale farmaceutische toeleveringsketen met zich mee, waar tijdig op ingespeeld moet worden (Van der Veen et al., 1997).

De verschillende distributiecentra vormen een tweede entiteit die terug te vinden is in de farmaceutische toeleveringsketen. Ook hier wordt er een onderscheid gemaakt, zo zijn er de hoofddistributiecentra en de lokale distributiecentra. De hoofddistributiecentra hebben doorgaans een uitgestrekte opslagcapaciteit om de farmaceutische eindproducten tijdelijk op te bergen. Een tweede verantwoordelijkheid van de hoofddistributiecentra is het bezorgen van de farmaceutische eindproducten aan de lokale distributiecentra. Die laatste zijn verantwoordelijk voor het invullen van de klantvraag, bijvoorbeeld de vraag van ziekenhuizen en retailers zoals apotheken (Mousazadeh et al., 2015). Figuur 5 toont aan dat er een mogelijkheid is tot voorraadoverdracht tussen de lokale distributiecentra. Dat wordt gezien als een doeltreffende strategie om de dynamische en variërende klantenvraag, die de farmaceutische toeleveringsketen kenmerkt, te vervullen (Mousazadeh et al., 2015).

Figuur 5: Een typisch farmaceutisch supply chain netwerk



Bron: Mousazadeh et al., (2015)

Vervolgens zijn de groothandelaars (*wholesalers*) de derde entiteit die terug te vinden is binnen een farmaceutische *supply chain*. Dat zijn bedrijven die beslag leggen op een autonome functie binnen de farmaceutische toeleveringsketen. Zij organiseren via een eigen distributienetwerk het logistieke proces (Van der Veen et al., 1997).

De laatste entiteit binnen de farmaceutische *supply chain* zijn de "*demand points*", ook wel de eindgebruiker of consument. Door de verbeterde technologie doorheen de jaren is het aanbod van producten groter dan de vraag en heeft de consument een breed spectrum van alternatieven. Het grote aanbod aan producten zorgt er ook voor dat consumenten bereid zijn om diverse producten uit te proberen en dus worden de consumenten in toenemende mate onvoorspelbaar. De uiteindelijke macht in de *supply chain* ligt dus bij de eindgebruiker. Het is de taak van de secundaire producent om te voldoen aan de behoeften, eisen en wensen van de consument (Van der Veen et al., 1997). Echter omvatten de zogenaamde "*demand points*" niet enkel de eindgebruikers of consumenten, maar het omvat ook de retailers. Met retailers worden onder andere de apothekers bedoeld (Mousazadeh et al., 2015). Retailers functioneren als een soort van doorgeefluik en ook zijn ze verantwoordelijk voor het aanbieden van een correct productassortiment (Van der Veen et al., 1997).

De toeleveringsketen van gezondheidsdiensten, zoals ziekenhuizen, zijn ook onderdeel van de farmaceutische toeleveringsketen. Een ziekenhuis *supply chain* is uniek en verschilt veel van de standaard *supply chain* in andere sectoren. Diensten met betrekking tot de zorg, betrokkenheid van werknemers en controle zijn essentieel voor de toeleveringsketen van de gezondheidszorg (Mathur, et al., 2018).

Daarnaast is de toeleveringsketen van gezondheidsdiensten complexer om verschillende redenen. Ten eerste is het complexer omdat het rechtstreeks betrekking heeft op patiëntenzorg. Daarmee wordt er verwezen naar het maatwerk van de geleverde diensten. Iedere patiënt in het ziekenhuis is anders en heeft andere eisen en behoeften. Daarnaast speelt ook de onzekerheid, die aan de basis ligt van het proces, een rol. Die onzekerheid vereist dat een toeleveringsketen in de gezondheidszorg dynamisch en flexibel is en dat heeft een invloed op de prestaties van de zorginstanties (Mathur, et al., 2018).

Tot slot is het bij het ontwerpen van een toeleveringsketen in de gezondheidszorg cruciaal om rekening te houden met de dynamische en onnauwkeurige aard van de hoeveelheid en kwaliteit van de geproduceerde producten (Mousazadeh et al., 2015). Wanneer daar rekening mee gehouden wordt, stelt een goede *supply chain* de gezondheidszorg in staat om de vooropgestelde prestatiedoelstellingen op een effectieve manier te beheren en te controleren. Zo kan een goede ziekenhuistoeleveringsketen zorgen voor een daling van de totale hoeveelheid middelen die nodig is om een goed niveau van klantenservice te bieden (Mathur, et al., 2018).

2.2 Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?

Een track-and-trace systeem kan gedefinieerd worden als een systeem dat potentieel heeft om doorheen de hele supply chain goederen te volgen door een bepaalde soort informatie vast te leggen. Deze informatiestroom voorziet de mogelijkheid om de historie, locatie of toepassingen van de goederen te onderzoeken en kan zowel in voorwaartse als achterwaartse richting gevolgd worden (Rotunno, et al., 2014). Tracking betreft de mogelijkheid om de fysieke locatie op elk moment in de tijd te bepalen. Tracing daarentegen betreft het vermogen is om vroegere staten en oorsprong te bepalen om zo achteraf inzichten te gaan verwerven (Rotunno, et al., 2014; Harrison, et al., 2020). Omwille van het feit dat de farmaceutische industrie frequent geconfronteerd wordt met namaak, is deze industrie reeds zeer ver gevorderd op vlak van implementatie van track-and-trace systemen (Rotunno, et al., 2014).

Deze sectie van de masterproef heeft als doel om, aan de hand van de literatuur, inzichten te verwerven in de reeds bestaande track-and-trace systemen, zoals barcodes, RFID-tags, enzovoort, in de farmaceutische supply chain. Voor elk van de systemen zal er voornamelijk gefocust worden op de opportuniteiten en uitdagingen die ervaren worden bij het gebruik van die track-and-trace systemen.

2.2.1 Streepjescode

In het dagelijks leven wordt er weinig stilgestaan bij het gebruik van de streepjescode, ook wel barcode genoemd. Het wordt vaak slechts gezien als een label, bevestigd op alle items in de winkel, met een aantal verticale lijnen en getallen die vereist zijn om een transactie te verwerken en een item te kopen. Figuur 6 geeft een visuele voorstelling van de lineaire streepjescode. Echter is de streepjescode veel meer dan dat. De barcode is reeds sinds zijn ontstaan al dan niet het meest belangrijke hulpmiddel van het leven geworden en wordt gehanteerd voor meer dan een biljoen mogelijke producten mondiaal over alle sectoren heen. Dit aantal zal steeds blijven oplopen naarmate er meer producten en diensten worden aangeboden aan de consumenten. Ook in de gezondheidszorg zijn de streepjescodes niet weg te denken (Gouveia, 2019). Het systeem van de streepjescode bestaat uit twee delen, namelijk de barcodelezer en het label (Istiqomah, et al., 2020). Wanneer dat label wordt gescand door de barcodelezer, dan wordt het label met verticale strepen vertaald naar een binaire code (Baloch, et al., 2018).

Figuur 6: Lineaire streepjescode



Bron: Vander Stichele et al., (2021)

Naast de ouderwetse lineaire streepjescode, die voorgesteld werd op figuur 6, is er ook de nieuwere tweedimensionale (2D) streepjescode. Die 2D-streepjescode is ook wel gekend als Quick Response (QR) code. Die laatste is de dominante standaard in de toeleveringsketen van de geneesmiddelen en kan zowel op de secundaire verpakking, zoals bijvoorbeeld de kartonnen dozen, als op de primaire verpakking van medicijnen worden aangebracht. Figuur 7 geeft een visuele voorstelling van zo een QR-code (Vander Stichele et al., 2021)

Figuur 7: 2D-streepjescode of Quick Response (QR) codetechnologie



Bron: Vander Stichele et al., (2021)

Deze QR-codes kunnen worden gelezen door speciale scanners of apps die beschikbaar zijn op mobiele smartphones en zijn voorzien van een link naar websites om tekst of afbeeldingen weer te geven. Het wordt op farmaceutisch gebied gebruikt om informatie over de etikettering van geneesmiddelen en vaccins in meerdere talen over te brengen. Verder zorgen QR-codes voor een makkelijkere documentatie en maakt het nauwkeurige productidentificatie mogelijk bij bijvoorbeeld het melden van bijwerkingen van geneesmiddelen (Vander Stichele et al., 2021).

De dag van vandaag wordt er binnen diverse gezondheidszorginstellingen nog te veel vertrouwd op handgeschreven, papieren documenten. Dat kan leiden tot onnodige fouten die het gevolg zijn van bijvoorbeeld onleesbare handschriften of vervagende inkt bij verouderde documenten (Gouveia, 2019). Barcodes zijn zeer goedkoop, kunnen eenvoudig en snel geprint worden en zijn makkelijk bruikbaar en kunnen dus op dat gebied meerdere voordelen bieden, om de voorkomende fouten te vermijden (McCathie, et al., 2005). Dus in plaats van de behandeling handmatig te registreren, kunnen barcodes en scanners worden geïntegreerd in de verschillende zorgsystemen. Dat geeft perspectief om patiënten nauwkeurig en snel te koppelen aan hun identiteitsdossiers, medicatie en

behandelingen. Op die manier worden fouten ingeperkt tot een minimum en krijgen patiënten de juiste, voor hun voorziene zorg (Gouveia, 2019).

De voordelen van barcodes beperken zich niet enkel tot het koppelen van patiënten aan dossiers om zo fouten in te perken, maar zijn zichtbaar in de hele gezondheidszorginstelling. Zo worden barcodes ook gebruikt zodat het zorgpersoneel op een betrouwbare manier met elkaar kan communiceren en vlot en veilig belangrijke medische informatie kan verkrijgen. Aan de hand van streepjescodes kunnen gegevens rechtstreeks worden verzameld en gedeeld, waardoor toegang wordt verkregen tot de belangrijkste gegevens van de patiënt, diagnoses, beeldvorming enzovoort. Echter betreft dat niet enkel patiëntgegevens, maar ook gegevens over de zorginstelling zelf. Denk hierbij aan gegevens om de gezondheidszorginstelling zelf te monitoren, zoals bijvoorbeeld gegevens met betrekking tot het beheer van de inventaris van het ziekenhuis. Al deze bovenstaande voordelen van streepjescodes komen ten goede aan de workflow-efficiëntie, maar ook aan de vermindering van dodelijke ongevallen, het effectiever maken van de zorginstelling en het verbeteren van realtime gegevensuitwisseling en -analyse (Gouveia, 2019).

Niet alleen de zorginstellingen, maar ook andere entiteiten binnen de farmaceutische toeleveringsketen maken gebruik van streepjescodes, zo ook de distributeurs. Aan iedere barcode zit een unieke identificatiecode verbonden, die specifiek is voor iedere verkochte eenheid. Dankzij die code kan de herkomst en samenstelling van een product eenvoudig worden gedetecteerd. De distributeurs bezitten zelf een systeem met eenvoudige 2D-streepjescodescanner waarmee ze hun producten overal ter wereld rechtstreeks kunnen volgen. Stel er zou bijvoorbeeld sprake zijn van een bacteriële besmetting in een product, dan zouden distributeurs aan de hand van hun systeem snel kunnen reageren om te voorkomen dat het product de consument bereikt (Gouveia, 2019).

De streepjescode brengt voornamelijk voordelen met zich mee binnen de toeleveringsketen. Echter zijn er aan de streepjescode ook enkele nadelen verbonden. Een eerste nadeel is de vatbaarheid voor beschadigingen. Bij verplaatsingen doorheen de supply chain is de kans op een beschadiging reëel (Huber, et al., 2007).

Een bijkomend nadeel waarover Huber et al., (2007) en Garcia et al., (2003) spreken betreft de vereiste om het barcodelabel altijd in het zicht te plaatsen van de barcodelezer zodanig dat de barcodes gescand kunnen worden. Wanneer dat niet het geval is heeft dat als gevolg dat een werknemer de producten zal moet roteren of verplaatsen om het label in zicht te brengen van de barcodelezer alvorens scannen mogelijk is (Huber, et al., 2007; Garcia et al., 2003).

Het laatste nadeel heeft te maken met de afhankelijkheid van een werknemer. Barcodes moeten steeds gescand worden door een werknemer, wat veel arbeid met zich meebrengt en kunnen niet met meerdere tegelijkertijd gescand worden. Dat impliceert dat iedere barcode apart gescand moet worden en dat is erg tijdrovend (Huber, et al., 2007; Chanda, 2020). De snelheid van het scannen is dus afhankelijk van hoe snel de werknemer iedere barcode apart scant en de leessnelheid van de barcodelezer (Garcia et al., 2003). Onderstaande tabel voorziet een samenvattend overzicht van de voor- en nadelen van barcodes.

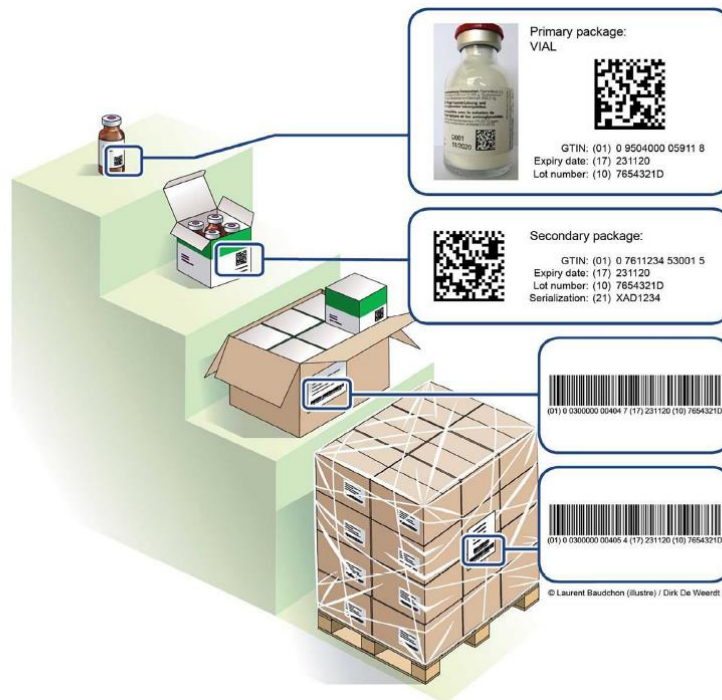
Tabel 1: Overzicht voor- en nadelen barcodes

Voordelen	Nadelen
Goedkoop	Vatbaar voor beschadiging
Reduceren van fouten	Label in het zicht van lezer
Koppelen van patiënten aan dossiers	Ieder label moet apart gescand worden
Veilige manier om medische informatie te verkrijgen	Afhankelijkheid van werknemer en technologie
Eenvoudige traceerbaarheid	
Workflow-efficiëntie	

Er kan geconcludeerd worden dat de streepjescode verschillende cruciale functies heeft in de farmaceutische toeleveringsketen. Echter is zijn voornaamste functie in de supply chain van de gezondheidszorg het volgen en traceren van items door de locatie van elk item ter wereld te kennen (Gouveia, 2019). De grote meerderheid van de ziekenhuizen en zorginstellingen heeft dan ook al systemen voor het afdrukken van streepjescodes geïmplementeerd, maar het gebrek aan gegevens in de toeleveringsketen van de gezondheidszorg maakt het volgen en traceren een grote uitdaging (Colpas, 2012). Dat tonen de aanhoudende hoge aantallen van patiëntfouten en ongunstige medische gebeurtenissen ook aan (Crist, 2014). Het is dus duidelijk dat de meeste zorginstellingen het potentieel van de technologie nog niet op de juiste manier benutten waardoor inefficiënties ontstaan die de kosten verhogen en de patiëntveiligheid verlagen (Colpas, 2012). Het probleem van patiëntveiligheid in ziekenhuizen kan deels opgelost worden door het gebruik van het scannen en printen van streepjescodes op te schroeven naar alle delen van het ziekenhuis, van de patiëntenkamer tot het laboratorium en de apotheek (Crist, 2014). De andere uitdagingen waarvan sprake is binnen de toeleveringsketen van farmaceutische producten, kunnen voorkomen worden aan de hand van de implementatie van de *Unique Device Identifier (UDI)* regel (Colpas, 2012).

Die regel helpt bij de ontwikkeling van een nieuwe aanpak om hoofdzakelijk farmaceutische producten uniek te kenmerken (Innomech develops powerful, 2011). Zo is er de verplichting tot het bezit van een unieke identificatiecode (UDI), in de vorm van een streepjescode die gebruik maakt van automatische identificatie en gegevensverzameling technologie, op het etiket van medische hulpmiddelen en verpakkingen van die hulpmiddelen (Colpas, 2012). Zie figuur 8 die de unieke identificatiecode visueel weergeeft (Colpas, 2012).

Figuur 8: UDI op etiket medische hulpmiddelen en verpakking hulpmiddelen



Bron: Vander Stichele et al., (2021)

Momenteel zijn de meeste medische producten en apparatuur voor de gezondheidszorg enkel voorzien van een specifieke code op het punt van productie. Deze codes zijn gericht op interne traceerbaarheid binnen de productieketen van de fabrikant en dus van beperkt nut. De unieke identificatiecode heeft, omdat deze wordt gebruikt in de gehele toeleveringsketen, een groter nut zoals bijvoorbeeld voor het groeiende probleem van namaakgeneesmiddelen en namaak van andere gezondheidsproducten te voorkomen ("Innomech develops powerful", 2011). De UDI-codes kunnen worden gedrukt op de verpakking van producten. Het kan ook gedrukt of gelaserd worden op de producten zelf en op vrijwel alle plaatsen worden aangebracht, zelfs op het oppervlak van farmaceutische capsules of tabletten. Ze kunnen tot 2mm klein zijn en bevatten een code voor maximaal 10 miljard nummers. De codes kunnen worden gelezen door algemeen verkrijgbare scanners of in veel gevallen volstaat zelfs een eenvoudige camera van een smartphone, waardoor ze ideaal zijn in de strijd tegen namaakgeneesmiddelen ("Innomech develops powerful", 2011).

Daarnaast verplicht de regel dat alle informatie van items die over een UDI beschikken, moeten worden ingediend in een database om ervoor te zorgen dat de UDI kan worden gebruikt om producten te identificeren tijdens de distributie en gebruik (Colpas, 2012). Eigenlijk wordt de UDI beschouwd als een "sleutel" om toegang te krijgen tot veel meer gedetailleerde informatie, zoals de specifieke batchcodes van grondstoffen die gebruikt worden tijdens het productieproces, het tijdstip van fabricage enzovoort. Een versie van de database kan online toegankelijk zijn voor iedereen om te controleren of het item echt is ("Innomech develops powerful", 2011).

Verder brengt een internationaal op elkaar afgestemde en consistente benadering van UDI naar verwachting positieve effecten met zich mee. Het zal de patiëntveiligheid verhogen en de patiëntenzorg optimaliseren omdat het zorgt voor een vermindering van medische fouten en een superieure documentatie van gegevens over medische hulpmiddelen (Colpas, 2012). Tot slot ook omdat de UDI regel van onschatbare waarde blijkt te zijn als maatregel om namaak tegen te gaan. De specifieke codes en validatiesystemen zijn vrijwel onmogelijk te kopiëren en binnen enkele seconden kan de echtheid van een product gevalideerd worden via een onlinesysteem ("Innomech develops powerful", 2011).

Veilige etiketteringspraktijken vormen dus een essentiële basis voor het succes van elk barcodesysteem en dat is waar UDI tot bijdraagt. Een goede identificatie is van cruciaal belang, of patiënten nu worden opgenomen of geopereerd, medicijnen of maaltijden krijgen. Dat kan enkel door middel van juiste en veilige etikettering. Verkeerd geëtiketteerde items zoals bijvoorbeeld medicatie, bloed, stamcellen, beenmerg enzovoort kunnen leiden tot een verkeerde diagnose en onjuiste of zelfs levensbedreigende behandelingen. Om hiervoor te kunnen zorgen moet er worden voldaan aan volgende criteria: nabijheid, leesbaarheid en duurzaamheid. Nabijheid omvat het op aanvraag, ter plekke printen van barcode labels en polsbandjes. Dat zorgt ervoor dat de labels niet verloren gaan of aan de verkeerde items worden vastgemaakt. Het vermindert ook het risico van fouten als gevolg van afleiding of zware werkdruk. Een tweede criteria is de leesbaarheid. Het is belangrijk dat barcodes van de eerste keer snel, gemakkelijk en nauwkeurig kunnen gescand worden. Tot slot is er ook nog duurzaamheid. Polsbandjes met streepjescode moeten leesbaar zijn gedurende het hele ziekenhuisverblijf van een patiënt, zelfs na herhaaldelijk scannen. Dat betekent dat er antimicrobiële polsbandjes nodig zijn die blootstelling aan zeep, oplosmiddelen, bloed en andere elementen kunnen overleven. Voor medicijnen moeten de labels op de etiketten ook bestand zijn tegen vocht, koeling en bevriezing (Crist, 2014).

2.2.2 RFID-tags

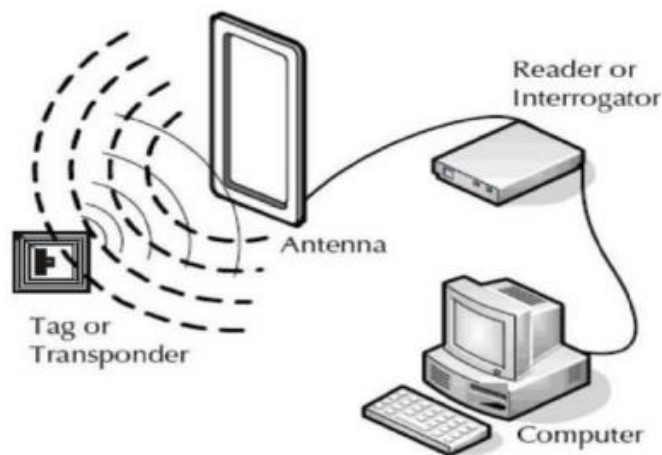
Het belang van de traceerbaarheid van geneesmiddelen wordt door verschillende landen over de hele wereld steeds meer benadrukt (Musamih et al., 2021). Dat maakt dat er naast de streepjescode ook andere track-and-trace systemen zijn ontwikkeld, zo ook de RFID-systemen (Musamih et al., 2021).

Het gebruik van streepjescodes heeft zich sterk verspreid onder de zorginstellingen, maar de beperkingen van deze technologie brengen veel zorgen met zich mee (Fisher, 2008). Deze beperkingen betreffen: de gevoeligheid van barcodes aan beschadigingen, de continue afhankelijkheid van werknemers, de noodzaak om de barcode altijd in het zicht te houden van de barcodescanner en tot slot ook nog het feit dat ieder barcodelabel apart gescand moet worden (Huber, et al., 2007; Chanda, 2019). Om die redenen zoeken de instellingen in de gezondheidszorg naar andere, nieuwe alternatieven. Momenteel worden de streepjescodes in ziekenhuizen in grote mate vervangen door RFID-technologie net omdat dat de nadelen van de barcodes bij RFID-technologie niet van toepassing zijn (Fisher, 2008).

RFID-technologie is een van de verschillende *Real Time Location Systems (RTLS)*. Een RTLS-systeem is een algemene term die gebruikt wordt voor track-and-trace systemen die in staat zijn om goederen in een ruimte te lokaliseren. Deze lokalisatie kan in real time gedaan worden en voor die real time lokalisatie kunnen verschillende technologieën, zoals Bluetooth, GPS en RFID gebruikt worden (Zang et al., 2010). De RTLS-systemen zijn in staat om de precieze locatie van een product vast te stellen en vereisen geen tussenkomst van werknemers voor het scannen van de labels (Wang et al., 2013; Zang et al., 2010).

Radiofrequentie-identificatie (RFID) is dus een voorbeeld van zo een *Real Time Location System* en is een technologie die het mogelijk maakt om grote hoeveelheden gegevens te verzamelen en op te slaan met behulp van radiofrequentie apparaten en een strategisch geïnstalleerde technologische infrastructuur (Chetouane, 2015; Kumar et al., 2009). RFID-technologie maakt gebruik van radiogolven en het werkt door het plaatsen van unieke elektronische identificatiecodes op producten, in de vorm van stickers ingebed met RFID-chips. Figuur 9 stel de werking van de RFID-technologie visueel voor. Naast producten kan ook het medisch personeel unieke elektronische identificatiecodes aangebracht krijgen in de vorm van armbanden of badges ingebed met RFID-chips. Deze RFID-chips kunnen dan gebruikt worden om gegevens over de workflow te verzamelen en inefficiënties in de huidige ziekenhuisoperaties te vinden. Dit laatste type systemen is voornamelijk geïmplementeerd op spoedeisende hulpafdelingen en chirurgische centra, dus plaatsen met grote aantallen patiënten en een verhoogd risico op medische fouten (Fisher, 2008). Eenmaal een RFID-tag is aangebracht, kunnen producten en/of mensen worden geïdentificeerd, gevolgd en beheerd via een gecentraliseerde database (Fisher, 2008). RFID-systemen hebben de capaciteit om duizenden gelabelde items per seconde te identificeren en registreren (Chetouane, 2015).

Figuur 9: De werking van de RFID-technologie



Bron: Baloch et al., (2018)

Het strategisch gebruik van technologische informatie en software in de zorgsector is een cruciaal doel voor het optimaliseren van het zorgsysteem. Ongetwijfeld kan de strategische implementatie van RFID-technologie de identificatie, tracking en tracing van patiënten binnen de waardeketen van de gezondheidszorg, de werking van de gezondheidszorg in het algemeen en de veiligheid van de patiënt verbeteren. Die laatste is een van de belangrijkste factoren die rechtstreeks van invloed is op de kwaliteit van de gezondheidszorg. Tegenwoordig zijn het minimaliseren van de impact van bijwerkingen en het verbeteren van de patiëntveiligheid de belangrijkste uitdagingen voor zorginstellingen. De gezondheidszorg staat momenteel voor de uitdaging om de patiëntveiligheid te verbeteren en de operationele kosten te verlagen, die helaas vaak worden veroorzaakt door menselijke en systematische fouten. De RFID-technologie biedt daarom nieuwe manieren en hulpmiddelen aan voor het verminderen van die fouten in de patiëntenzorg, waaronder het beheer van allergieën, het voorkomen en beheersen van bijwerkingen van geneesmiddelen en onbedoelde effecten van medische hulpmiddelen, en het vermijden van fouten in de medicatiedosering (Fisher et al., 2008). Al deze nieuwe mogelijkheden die mogelijk worden gemaakt door RFID-technologie en het juiste gebruik ervan, stimuleren een beter beheer van zorgmiddelen door real-time identificatie, tracking en tracing mogelijk te maken (Kumar et al., 2009).

Zoals hierboven reeds vermeld, heeft de RFID-technologie enorm veel verschillende functies, zo wordt het toegepast op real-time traceerbaarheid, communicatie, identificatie, locatie van medische apparaten en mensen, het voorkomen van namaak van medicijnen, het verminderen van medische fouten, het beheer van bloeddistributie, het verbeteren van de beveiliging van een ziekenhuis en het scannen van informatie van geïmplanteerde apparaten (Mehrjerdi, 2010).

Over het algemeen worden RFID-tags ingedeeld in drie categorieën. Zo is er als eerste de passieve tag. Deze tags hebben geen interne voeding. Dat wil zeggen dat ze slechts worden geactiveerd wanneer ze binnen het bereik van een RFID-lezer komen. Passieve tags hebben een kleiner formaat,

zijn lichter en goedkoop met een onbeperkte levensduur. Omdat passieve tags goedkoper zijn, hebben deze tags zeer beperkte functionaliteiten, ze kunnen bijvoorbeeld zelf geen radiogolven uitzenden en de capaciteit voor informatieopslag is beperkt. Verder beschikken ze ook over een beperkt leesbereik, dat maximaal drie meter betreft. Hun prestaties zijn minder sterk in elektromagnetisch lawaaiëring omgevingen en ze vereisen krachtige lezers (Kumar et al., 2009; Fisher et al., 2008).

Daarnaast is er ook nog de actieve tag. Deze tags bezitten een ingebouwde batterij, zijn dus altijd actief en kunnen op ieder moment met de lezer communiceren. Actieve tags zenden dus constant informatie uit en dat is het grote verschil tussen actieve- en passieve tags. In tegenstelling tot de passieve tags, bieden actieve tags daarnaast ook een hoger leesbereik, namelijk tot ongeveer 90 meter (Chetouane, 2015). Verder zijn de actieve tags veelomvattender en duurder dan passieve tags vanwege de ingebouwde batterij. Het gebruik van een batterij stelt een grens aan de levensduur van het apparaat. Echter met de huidige batterijtechnologie, die ervoor zorgt dat batterijen tot wel tien jaar kunnen meegaan, wordt die begrenzen levensduur niet langer als een beperking beschouwd. Een actieve tag kan ook extra functionaliteiten hebben zoals geheugen en sensoren (Kumar et al., 2009).

Tot slot zijn er nog de semi-passieve tags, een combinatie van passieve en actieve RFID-tags. Deze tags hebben een batterij die alleen wordt gebruikt om de interne circuits van stroom te voorzien waardoor de semi-passieve tag extra functionaliteit kan bieden. In tegenstelling tot de actieve tag gebruiken ze het elektromagnetische veld dat door de lezer wordt gegenereerd voor communicatie. De batterij blijft inactief totdat deze wordt geactiveerd door een signaal van een lezer. Dit mechanisme bespaart batterijvermogen en verlengt de levensduur van de tag omdat het, in tegenstelling tot de passieve tag, niet volledig afhankelijk is van de energieoverdracht van de RFID-lezer (Fisher et al., 2008).

Er kan geconcludeerd worden dat informatietechnologieën nieuwe kansen biedt voor de zorgsector. De inzet van RFID-technologie zal de werking van ziekenhuizen waarschijnlijk transformeren, onder meer door real-time toegang van zorgpersoneel tot patiëntgegevens voor verbeterde besluitvorming, verbetering van klinische onderzoeken die gepersonaliseerde geneeskunde bevorderen, medische fouten helpen verminderen, patiëntveiligheid verbeteren, de continuïteit van de zorg vergemakkelijken, de communicatie tussen patiënt en arts verbeteren en het verminderen van de administratieve lasten (Fisher et al., 2008).

Toch is de RFID-technologie niet foutloos en bestaan er gevallen waarin de RFID-technologie de zorginstelling in de steek laat en een aantal uitdagingen met zich mee brengt. Zo is er gebleken dat de RFID-technologie last heeft van onnauwkeurigheden in de leessnelheid wat impliceert dat de RFID-toepassingen in de echte wereld maar ongeveer 65 procent van de tags van de eerste keer correct leest. De stabiliteit van RFID bij het lezen van de tag is afhankelijk van verschillende omgevingsfactoren, zoals het getagde object, de plaatsing van de tag, de hoek of rotatie en de leesafstand (Chan et al., 2012).

Daarnaast is de complexiteit van de integratie van de technische systemen, die nodig zijn voor een goede werking van de RFID-technologie, een grote uitdaging. Dat is gedeeltelijk te wijten aan het

eigendomsrecht van de meeste informatietechnologieën. Een grotere beperking voor ziekenhuizen is enerzijds het gebrek aan financiële middelen en technisch personeel dat nodig is om zelfs de basissystemen te implementeren. Anderzijds passen deze systemen zich echter ook niet gemakkelijk aan de ziekenhuisomgeving aan omdat de infrastructuur van ziekenhuizen in termen van ruimte, apparatuur, personeel en patiënten veel complexer is dan in fabrieken of magazijnen (Fisher et al., 2008).

Vervolgens is een ander belangrijk probleem met de huidige RFID-systemen dat de technologieleveranciers geen poging hebben gedaan om ervoor te zorgen dat de systemen voldoen aan de huidige medische regelgeving. Dit is vrij ongebruikelijk in de zorgsector. De norm bij de ontwikkeling van medische apparaten, technologische systemen en organisatorische innovaties is om alle nieuwe producten te laten voldoen aan bepalingen van regelgevende instanties zoals bijvoorbeeld de overheid. Een deel van het probleem met betrekking tot RFID-systemen is dat er weinig industriestandaards zijn voor RFID-technologieën in het algemeen binnen de industrie, waardoor er ook niet voldaan kan worden aan de medische regelgeving (Fisher et al., 2008).

Verder is nog een belangrijke uitdaging van de RFID-technologie de bezorgdheid van het zorgpersoneel, vooral de verpleegkundigen, over het feit dat ze te veel worden gecontroleerd door deze track-and-trace technologieën. Ze geven ook aan dat de systemen zijn gebaseerd op rationale managementmodellen die niet goed aansluiten bij de complexe en dynamische realiteit van ziekenhuizen. Sommige verpleegkundigen worden niet alleen meer gemonitord, maar ervaren ook een intensivering van de arbeid, omdat de taak om RFID en soortgelijke systemen operationeel te houden vaak op hen en hun toch al overbelaste schema's komt te liggen. Zowel controle als arbeidsintensivering kunnen leiden tot extra stress en tot een afname van het moreel in ziekenhuizen. Het is dus bekend dat er onder het ziekenhuispersoneel frustratie ontstaat over nieuwe systemen vanwege de arbeidsintensivering en de toegenomen monitoring die ze mogelijk maken (Fisher et al., 2008).

Bovenstaande alinea bespreekt hoofdzakelijk het nadeel van RFID-tags voor het personeel, maar natuurlijk zijn er ook voordelen van RFID-technologie voor het personeel. Zo maakt RFID het mogelijk dat bepaalde info automatisch wordt ingelezen en opgeslagen terwijl dit momenteel manueel moet worden geregistreerd. Daarnaast weet het verplegend personeel aan de hand van deze tags direct welke medicatie toegediend moet worden en dienen er geen patiëntendossiers meer opgezocht te worden. Het gebruik van RFID-technologie brengt dus efficiëntiewinsten mee voor het personeel (Kumar et al., 2009; Fisher et al., 2008).

Het is dus duidelijk dat RFID-systemen verschillende positieve effecten met zich meebrengen, zoals verbeterde communicatie en patiëntveiligheid, maar ook een groot aantal beperkingen en onverwachte gevolgen, zoals meer fouten bij het lezen van patiëntendossiers, toegenomen complexiteit van meerdere systemen en onvoldoende tijd om personeel op de systemen te trainen (Kumar et al., 2009; Fisher et al., 2008).

Tabel 2: Overzicht voor- en nadelen RFID

Voordelen	Nadelen
Geen tussenkomst werknemer	Onnauwkeurigheid in leessnelheid
Real time informatie	Complexe integratie
Opsporen inefficiënties	Niet conform medische regelgeving
Meerdere labels tegelijk identificeren	Controle
Patiëntveiligheid verbeteren	Onvoldoende tijd voor training

2.2.3 Near-field-communication (NFC)

Naast RFID-tags bestaan er ook andere, vrij recente track-and-trace systemen die werken aan de hand van de radiofrequentie technologie. Zo ook de Near-field-communication (NFC), een groeiende toepassing die innovatiemogelijkheden biedt voor mobiele communicatie en voor tracking-voorstellen. (Camacho-Cogollo et al., 2020).

NFC, dat gebaseerd is op RFID, is ontwikkeld volgens het concept van elektromagnetische inductie wat snelle en veilige gegevensuitwisseling mogelijk maakt. Met NFC kunnen gebruikers van mobiele telefoons veilig gegevens en informatie uitwisselen met andere NFC-eindpunten of NFC-tags. De NFC-tags zijn kleine, passieve apparaten die informatie kunnen bevatten en gelezen kunnen worden door een NFC-apparaat, zoals bijvoorbeeld een smartphone (Egger, 2012). Aan deze passieve NFC-tags is echter wel een nadeel verbonden, namelijk dat deze tags slechts een beperkte opslagcapaciteit hebben. In sommige toepassingen is het vereist om uitgebreide gegevenssets op te slaan, wat een redelijke hoeveelheid opslagruimte vereist en dat kan de NFC-tag niet bieden (Alzahrani, et al., 2013).

Verder is de NFC-technologie een communicatietool met een kort bereik, van ongeveer tien centimeter, wat gemakkelijke en veilige overdracht van real time gegevens tussen verschillende apparaten mogelijk maakt en het risico op ongewenste toegang tot informatie reduceert (Camacho-Cogollo et al., 2020; Egger, 2012).

In tegenstelling tot RFID worden twee over het algemeen gelijke apparaten, een initiator en een doelwit, gebruikt. Beide apparaten kunnen zowel initiator als doelwit zijn. Die tweerichtingscommunicatie maakt een aantal toepassingen mogelijk. Een eerste toepassing is dat de NFC-apparaten een gegevensverbinding kunnen opbouwen die in beide richtingen mogelijk is. Dat is niet mogelijk bij andere RFID gebaseerde technologieën. Nog een andere toepassing is dat één NFC-apparaat wordt gebruikt om een externe tag te lezen of te schrijven. Figuur 10 stelt deze toepassingen visueel voor (Egger, 2012).



Bron: Egger, R., (2012)

Het NFC smartphone-applicatiesysteem is pas de laatste jaren ontworpen om in de gezondheidszorg te worden toegepast (Xidi, et al., 2022). Dit systeem is veel betrouwbaarder dan gedrukte streepjescodes en kan verschillende soorten fouten, die kunnen ontstaan bij het toedienen van geneesmiddelen, voorkomen. Die verschillende soorten fouten zijn: het toedienen aan de verkeerde patiënt, het toedienen van de verkeerde medicatie, op een verkeerd tijdstip en het toedienen van de verkeerde dosis (Camacho-Cogollo et al., 2020).

De NFC-smartphonetoepassing werkt als een lezer en interface naar het systeem. Het kan gemakkelijk worden gedragen en levert real-time waarschuwingen. De smartphone-applicatie waarschuwt de verpleegkundige voordat de medicatie aan de patiënt wordt toegediend. Daarnaast voorziet de applicatie ook een optie waarmee de verpleegkundige een waarschuwing kan uitsturen naar de arts die de medicatie heeft voorgeschreven en de apotheker die deze heeft verstrekt, om deze fouten in de toekomst te verhinderen (Camacho-Cogollo et al., 2020).

Tabel 3: Overzicht voor- en nadelen NFC

Voordelen	Nadelen
Gemakkelijke en veilige informatieoverdracht	Beperkte opslagcapaciteit
Real time informatie	Kort bereik
Tweerichtingscommunicatie	
Reduceren van fouten	

2.3 Welke track-and-trace systemen bestaan er in andere industrieën, los van de gezondheidszorg?

2.3.1 Textiel- en kledingindustrie

Kledingstukken worden gekenmerkt door hun korte productlevensduur en zeer onregelmatige marktvraag. Het succes van modebedrijven is dus afhankelijk van een doeltreffend beheer van zijn toeleveringsketen. RFID-systemen zijn daarom efficiënte technologische ontwikkelingen die veelbelovend zijn voor het effectief beheer van een toeleveringsketen in de mode-industrie (Chan et al., 2012).

In de jaren zestig werden RFID-systemen gebruikt als antidiestalmiddel in kledingwinkels. Deze systemen werden gebruikt in de vorm van verschillende labels die bevestigd werden aan de meest kostelijke en waardevolle modeartikelen, zoals bijvoorbeeld designeritems. Dat bleek een effectieve antidiestalmaatregel te zijn en was het eerste commerciële gebruik van de RFID-technologie in de textiel- en kledingindustrie (Camacho-Cogollo et al., 2020).

Daarnaast is het juist gebruiken van informatie, in de textiel- en kledingindustrie, essentieel. Aangezien een RFID-systeem gebaseerd is op het gebruik van radiofrequentie als een manier om informatie over te dragen, wordt aangenomen dat RFID-technologie ook een efficiënt hulpmiddel kan zijn in de mode-industrie. Op die manier kunnen de informatiestromen en de zichtbaarheid van de voorraden in bedrijven die behoren tot de mode-industrie vergemakkelijkt worden (Chan et al., 2012).

2.3.2 Voedingsindustrie

Traceerbaarheid is cruciaal voor voedselveiligheid. Als de oorsprong van producten onbekend is, dan is het vrijwel onmogelijk om de kwaliteit te controleren of het product terug te roepen in het geval van een door voedsel overgedragen ziekte ("Food Industry reports", 2011).

De wet op de modernisering van de voedselveiligheid, de wetgeving omtrent veilige etikettering en een groeiende consumentenvraag naar meer en betere informatie over voedings- en allergeenproducten onderstrepen nog eens extra de behoefte aan een systeem voor nauwkeurige en tijdige productinformatie ("Food Industry reports", 2011).

Foodservice GS1 US Standards Initiative gaat aan die behoefte proberen te voldoen. Het is een initiatief met als doel om afval uit de toeleveringsketen van de foodservice te bannen, productinformatie te verbeteren en een basis te leggen voor verbeterde traceerbaarheid en voedselveiligheid. Supermarkten en de detailhandel maken al jaren met succes gebruik van een gestandaardiseerd systeem voor productidentificatie en het delen van gegevens. Nu is het de beurt aan de foodservice-industrie. GS1-normen bieden een gemeenschappelijk platform voor het wereldwijd structureren en delen van productinformatie ("Food Industry reports", 2011).

De implementatie van GS1-normen is bedoeld om de traceerbaarheid van producten te verbeteren. De GS1-normen maken gebruik van moderne QR-codes ("Food Industry reports", 2011). Deze 2D-

barcodes kunnen betrouwbaar worden gelezen door speciale scanners of apps op alomtegenwoordige mobiele smartphones Dit maakt meer informatie-inhoudsdichtheid mogelijk maakt traceerbaarheid mogelijk om fouten tegen te gaan, vergemakkelijkt het documenteren en maakt nauwkeurige productidentificatie mogelijk binnen de voedingsindustrie (Vander Stichele et al., 2021).

2.3.3 Retailindustrie

Winkels zijn omgevingen waar veel en vaak verandering in voorkomt. Dat kunnen veranderingen zijn qua lay-out, productvariëteit enzovoort. Door die bijna continue veranderingen is het voor consumenten vaak een uitdagende taak om benodigde producten te kunnen lokaliseren (Stavrou et al., 2019).

Bovenstaande uitdaging kan vergemakkelijkt worden door het Bluetooth Low Energy (BLE) beacon systeem. Dat is een track-and-trace systeem dat gebaseerd is op RFID (Lee et al., 2019). Het systeem maakt gebruik van low energy bluetooth en een beacon, een kleine radiotransmitter die gebruikt maakt van coin cell batterijen die een levensduur hebben van twee jaar (Octaviani et al., 2020). Op alle producten wordt een beacon tag aangebracht en op een bepaalde plaats in de winkel wordt een beacon, een kleine radiotransmitter, opgehangen. Wanneer een consument dan met zijn smartphone de winkel binnenkomt, dan opent er zich op die smartphone een bepaalde app. Op die app zal informatie worden voorzien zoals de locaties van de producten en belangrijke informatie over de producten zoals bijvoorbeeld de vervaldatum (Andiyappillai et al., 2020). Op die manier wordt het winkelproces versneld en moeten consumenten niet de hele winkel aflopen op zoek naar de benodigde producten. De Bluetooth low Energy (BLE) is echter een recent ontwikkelde technologie, die dus met hoge nauwkeurigheid de locatie van een product kan aangeven (Lee et al., 2019).

3. Empirische studie

In sectie 2 werd de toeleveringsketen uitgebreid toegelicht alsook werden de opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen, zowel in de gezondheidszorg als in andere industrieën, in kaart gebracht. In deze sectie wordt onderzocht of de resultaten die voortvloeiden uit de wetenschappelijke literatuur, op dezelfde manier aan bod komen in de praktijk. Dit gebeurt aan de hand van empirisch onderzoek. Voor dit onderzoek worden drie entiteiten van de farmaceutische supply chain en één onderneming, afkomstig uit een andere industrie dan de gezondheidszorg, bevestigd. De toelichting van de resultaten uit de praktijk wordt voorafgegaan door secties 3.1 en 3.2. Die secties bespreken respectievelijk de verdere toelichting van de opzet van de empirische studie en de identificatie van de geselecteerde steekproef.

3.1 Opzet empirische studie

Om te onderzoeken of de wetenschappelijke literatuur overeenstemt met de praktijk, werden vier verschillende organisaties bevestigd. Er is in deze empirische studie geopteerd voor kwalitatieve semigestructureerde interviews, omdat deze vorm garant staat voor bepaalde mate van flexibiliteit, interactie en diepgang. Tijdens de interviews konden de respondenten vrij antwoorden op de verschillende open vragen, die reeds vooraf werden opgesteld in de vorm van een interviewleidraad en te vinden is in bijlage 1 van de masterproef, en werden regelmatig doelgerichte bijvragen gesteld. Het doel hiervan is om voldoende diepgang te verkrijgen in de verschillende topics. Drie van de vier bevestigingen zijn uitgevoerd volgens deze methode. Omwille van grote drukte in het magazijn was het inplannen van het vierde interview niet tijdig mogelijk waardoor de data van de vierde respondent werden verkregen door middel van antwoorden op de vragenlijst, die via mail werd bezorgd. Ook hierin werden open vragen gesteld maar door de aard van het interview was het niet mogelijk om gerichte bijvragen te stellen.

Gedurende de hele empirische studie wordt er gebruik gemaakt van een *case study research* aanpak (Eisenhardt & Graebner, 2007). De cases zijn de vier respondenten, waarbij een interview wordt afgenomen in het kader van dit onderzoek. Meer specifiek gaat het over een *multiple case study*. Deze methode is gekozen omwille van het feit dat hiermee de verschillende cases met elkaar vergeleken kunnen worden (Suddaby, 2006). Op die manier kan er in het verdere verloop van dit onderzoek geconstateerd worden of bepaalde bevindingen zich slechts in één case voordoen of dat die bevindingen consistent in meerdere cases aan bod komen.

De data die verkregen worden door middel van de kwalitatieve onderzoeksinterviews zullen worden geanalyseerd met behulp van de '*grounded theory*' (Fendt & Sachs, 2008). Dat is een iteratieve theorie die gefundeerd is in de data, want er wordt onderzoek gedaan naar topics die niet gemeten kunnen worden aan de hand van een enquête of cijfers (Strauss & Corbin, 1994). Er worden *soft issues*, topics die niet vatbaar zijn voor kwantificering, onderzocht (Nordqvist, Hall, & Melin, 2009).

Met de wederzijdse toestemming van de respondenten werden de verschillende interviews opgenomen om zo de benodigde gegevens te kunnen verzamelen. Door het systematisch verzamelen en analyseren van die gegevens, is het doel om een bepaalde conclusie te ontwikkelen. Deze conclusie zal betrekking hebben op de opportuniteiten en uitdagingen van track-and-trace systemen binnen de gezondheidszorg.

3.2 Identificatie van de geselecteerde steekproef

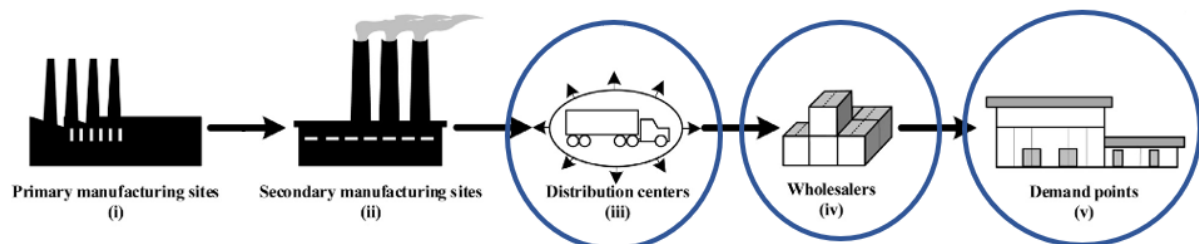
Rekening houdend met het feit dat het doel is om een grondig onderbouwd resultaat te bekomen, is de empirische setting vastgesteld op organisaties die een schakel in het netwerk van de farmaceutische supply chain vormen. Dat is belangrijk om voldoende inzichten te verwerven over de farmaceutische toeleveringsketen in zijn geheel en niet over slechts één schakel binnen die toeleveringsketen. Daarnaast is er ook nog gekozen voor één organisatie buiten de industrie van de gezondheidszorg, om op die manier de verworven resultaten ook te kunnen vergelijken met een andere industrie.

Omwille van privacy redenen zullen de namen van de geïnterviewde personen niet openbaar gemaakt worden. Onderstaande tabel voorziet enkel een overzicht van de bevraagde organisaties, die onderdeel zijn van de empirische setting, en de functie die de respondent bekleedt.

Tabel 4: Overzicht van de geselecteerde steekproef

Organisatie	Functie van de respondent
LIVLINA	Teamlid Business Intelligence Team
Febelco	Supply Chain Manager
Jessa Ziekenhuis	Supply Chain Manager
Jacobs Transport	Driver & Fleet Coördinator

Figuur 11: De bevraagde entiteiten van de farmaceutische supply chain



Bovenstaande figuur (Figuur 11) geeft nogmaals een visuele voorstelling van de farmaceutische supply chain en toont aan welke verschillende entiteiten bevraagd zijn in het kader van dit onderzoek. Een eerste bevraagde entiteit zijn de distributiecentra. Daarvoor is er gekozen om een interview af te nemen met LIVLINA, een logistieke dienstverlener voor de farmaceutische industrie. Zij bezitten verschillende magazijnen in België waarin opslag en distributie van farmaceutische producten wordt voorzien. Klanten van LIVLINA zijn farmaceutische producenten die goederen na productie aan LIVLINA afleveren om op te slaan en te distribueren naar groothandels, (online) apotheken en ziekenhuizen. LIVLINA verzorgt dus opslag, picking en transport van farmaceutische producten en streeft hierbij naar constante optimalisatie van de farmaceutische toeleveringsketen.

De tweede schakel van de farmaceutische supply chain die bevraagd werd, betreft de groothandelaars. Hier werd er gekozen om een interview af te nemen met Febelco. Febelco is een Belgische coöperatieve groothandelaar in farmaceutische producten en diensten. Ze leveren medicijnen, gezondheidsproducten en farmaceutische zorg aan verschillende apotheken, maar ook aan ziekenhuizen verspreid over heel België. Febelco streeft ernaar om kwaliteitsvolle en veilige geneesmiddelen aan de verschillende apothekers te verstrekken, met daarbij voldoende focus op een efficiënte logistiek.

Verder maken ook de "*demand points*", of ook wel de eindgebruikers of consumenten genoemd, deel uit van het onderzoek. Daarom is er gekozen om het Jessa Ziekenhuis te bevragen. Het Jessa Ziekenhuis is het grootste ziekenhuis in Limburg, gevestigd in Hasselt en is een belangrijk referentieziekenhuis in de regio.

Tot slot werd er gekozen om Jacobs Transport, een transportbedrijf gevestigd in Genk, te interviewen. Het bedrijf biedt verschillende vormen van wegtransport aan, zowel nationaal als internationaal. Momenteel is Jacobs Transport voornamelijk actief in de Benelux, Duitsland en Noord-Frankrijk en richten ze zich op een breed scala aan sectoren waaronder: staal, petrochemie, automotive, verpakking enzovoort. Er is voor deze organisatie gekozen om na te gaan of er andere industrieën ook significant andere resultaten optreden met betrekking tot track-and-trace systemen of dat de resultaten van verschillende industrieën in lijn liggen met elkaar.

3.3 Resultaten empirische studie

Nu het duidelijk is geworden wat voor soort organisaties onderdeel hebben uitgemaakt van het onderzoek, kan er dieper worden ingegaan op de resultaten van de topics die aan bod kwamen tijdens de verschillende bevragingen met de verschillende in België gevestigde organisaties, om zo een antwoord te kunnen formuleren op de laatste twee deelvragen die onderzocht worden in de masterproef.

3.3.1 Welke track-and-trace systemen worden in de praktijk reeds gebruikt?

Uit de literatuurstudie werd geconcludeerd dat er verschillende track-and-trace systemen bestaan, denk maar aan RFID-tags, barcodes, real time location systems enzovoort. In dit gedeelte van de empirische studie zal onderzocht of de track-and-trace systemen, die in literatuur aan bod komen, ook in de praktijk reeds gehanteerd worden. Verder zal er in dit gedeelte ook onderzocht worden of bepaalde wetgeving, waarmee de organisaties van de respondenten te maken krijgen, invloed heeft gehad op het al dan niet gebruiken van track-and-trace systemen.

3.3.1.1 Track-and-trace systemen in de praktijk

Wanneer er gepolst wordt naar het gebruik van track-and-trace systemen binnen de verschillende schakels van de farmaceutische supply chain, dan komt bij alle bevroegde organisaties het gebruik van barcodes naar voren.

In het distributiecentrum van LIVLINA en bij groothandelaar Febelco worden barcodes doorheen het hele magazijn gebruikt om producten te kunnen monitoren. Bij Febelco is er enkel een niet geautomatiseerd magazijn, bij LIVLINA zijn er zowel niet geautomatiseerde magazijnen als een volledig geautomatiseerd magazijn. Een product krijgt een barcode bij inslag, elke locatie in het magazijn heeft een barcode, een doos waarin een order gepickt moet worden krijgt een barcode en een pallet waarop orders getransporteerd worden krijgt een barcode. Deze barcodes worden bij alle processen meermaals gescand.

Bij inslag wordt een barcode van een product gelinkt aan een locatie in het magazijn, zodat het Warehouse Management Systeem (WMS) weet waar een product is opgeslagen. Als er een order binnenkomt gaat het WMS bepalen op welke locaties in het magazijn de producten van dat order gepickt moeten worden. Elke doos waarin producten gepickt moeten worden krijgt een label met een barcode die gelinkt is aan dat order. Bij de picking van producten worden zowel de locatie als de doos waarin een order gepickt moet worden, gescand. In de manuele magazijnen wordt de picker dan naar de locaties van de producten in het order gestuurd, moet hij/zij de doos van het order scannen en nadien de locatie van het product scannen om dan het juiste aantal stuks te picken. In het automatische magazijn komen de producten naar de picker toe. De picker staat aan een pickstation waar de dozen voor orders toekomen, evenals de producten voor die orders. De scanning van barcodes van dozen en producten gebeurt hier automatisch op de conveyors. Dit verkleint de mogelijkheid op pickfouten, aangezien de juiste producten naar de picker toekomen in plaats van dat de picker naar de producten moet gaan. Nadat een order gepickt is, worden de dozen op een conveyor gezet, ofwel automatisch ofwel manueel. Die conveyor gaat aan de hand van barcode scanning de dozen naar de juiste spur transporteren. Een spur is een uitsluitbaan waar dozen voor eenzelfde order of transporteur samenkomen om gepalletiseerd te worden. Elke pallet heeft een barcode. Bij palletisatie neemt een magazijnmedewerker een doos van de spur, scant het label van de doos en scant daarna het label van de correcte pallet. Ook hier geeft de scanner een foutmelding als een doos op de foute pallet gezet wordt. Van zodra alles is toegekomen is, dan kan aan de hand

van het systeem nagetrokken worden dat alles correct is gepickt en kan de transporteur de goederen gaan afleveren.

Uit bovenstaande alinea blijkt dat er bij Febelco en LIVLINA dus reeds gewerkt wordt met barcodes. Echter geeft de respondent van Febelco aan dat ze enkel het gebruik van barcodes eigenlijk onvoldoende vinden en dat het gebruik van track-and-trace in de toekomst nog verder geïntensifieerd zal worden. Dat zeker voor koelproducten alsook voor verdooving want dat betreft vaak heel dure producten. Ook wat betreft het transport wat er uitgevoerd wordt. Momenteel wordt er daarvoor geen gebruik gemaakt van een specifiek track-and trace systeem. Dat is echter wel iets wat in de nabije toekomst zal geïmplementeerd worden zodat zendingen beter gemonitord kunnen worden

Tot slot gebruikt het Jessa Ziekenhuis, net zoals de andere bevroegde schakels van de farmaceutische toeleveringsketen, ook barcodes. Binnen deze zorginstelling wordt er gewerkt met één centraal magazijn dat instaat van de bevoorrading van de drie campussen die onderdeel zijn van het Jessa Ziekenhuis. Binnen iedere campus is er in iedere afdeling nog een minimagazijn aanwezig. Niet veel ziekenhuizen werken op deze manier. De meeste ziekenhuizen hebben hun magazijn in het ziekenhuis zelf, wat impliceert dat goederen minder snel zoek geraken en producten niet naar een verkeerde campus gestuurd kunnen worden. Net omwille van die complexe interne supply chain in het Jessa Ziekenhuis valt track-and-trace hier niet weg te denken. Echter zijn in de magazijnen zelf, niet alle goederen uitgerust met track-and-trace technologie. De goederen waarop geen track-and-trace wordt uitgevoerd zijn goedkope goederen zoals bijvoorbeeld het linnen. De waardevolle producten zijn vanzelfsprekend wel uitgerust met barcodes die tijdens de processen op verschillende plaatsen meermaals worden gescand waardoor deze producten zich steeds op de juiste plaats bevinden. De karren, waar goederen in verzameld worden en die verstuurd worden vanuit het centraal magazijn naar de verschillende minimagazijnen om deze te bevoorraden, worden wel allemaal uitgerust met barcodes. Dus iedere kar heeft een barcode die doorheen het proces op verschillende plaatsen gescand moet worden. De laatste scan vindt plaats wanneer de kar wordt afgezet op zijn eindbestemming. Als het dan blijkt dat een kar niet op de juiste afdeling is aangekomen en met andere woorden zoek is, dan kan er nagegaan worden waar en wanneer die kar voor het laatst gezien is. Dat vergemakkelijkt het proces van het zoeken naar de kar zodat deze kar uiteindelijk op de juiste eindbestemming afgeleverd kan worden.

De bevroegde organisaties geven aan dat track-and-trace systemen gebruikt worden om te kunnen voldoen aan de strenge kwaliteitseisen die er binnen de farmaceutische industrie gelden. Het is belangrijk om op elk ogenblik van ieder individueel product te weten waar dit zich bevindt. Dit is natuurlijk van belang in iedere toeleveringsketen, maar in de farmaceutische sector zijn er nog enkele extra redenen om hier extra op toe te zien. Een eerste reden is het feit dat farmaceutische producten waardevolle producten zijn. Verder zijn de producten erg diefstalgevoelig waardoor ze vaak terecht komen op de 'zwarte markt' en doorverkocht worden buiten de officiële kanalen. Dat geldt zeker voor verdovende middelen en producten die enkel te verkrijgen zijn op voorschrift. Nog een laatste reden heeft te maken met de terugroeping van een product. Wanneer er bijvoorbeeld sprake is van een productiefout of contaminatie dan is het essentieel dat het geweten is waar deze

producten in omloop zijn om op die manier te vermijden dat ze in omloop blijven en gezondheidsrisico's inhouden.

Zoals reeds uit de literatuur gebleken is, worden track-and-trace systemen ook in andere industrieën gebruikt. Om dit in de praktijk na te gaan, werd er een interview afgenomen met Jacobs Transport. Zij zijn actief in de transportindustrie en de respondent geeft aan dat er ook door hun gebruik wordt gemaakt van een track-and-trace systeem. Dat track-and-trace systeem betreft de boordcomputers.

Boordcomputers, ook wel bekend als '*onboard computers*', zijn elektronische apparaten die in de vrachtwagens worden geïnstalleerd. Ze zijn uitgerust met GPS-technologie en daardoor kunnen ze de real time locatie van vrachtwagens gaan bepalen. Verder geeft de respondent ook aan dat de boordcomputers verbonden kunnen worden met bepaalde draadloze netwerken waardoor, indien de chauffeurs de boordcomputer correct gebruiken, het mogelijk is om verschillende gegevens te genereren die naar een centrale server verzonden worden. Dat kunnen gegevens zijn over locatie, status van het transport, snelheid en andere relevante informatie. Het correcte gebruik van de boordcomputers, door de chauffeurs, is dus essentieel. Daarnaast bieden boordcomputers ook nog andere toepassingen zoals de mogelijkheid tot ritregistratie, inzichten in de rij- en rusttijden van de chauffeurs, mogelijkheid tot communicatie tussen chauffeurs en de backoffice, en andere voertuigen- en chauffeur gerelateerde gegevens. De respondent geeft dus aan dat de boordcomputers verschillende functionaliteiten bieden, waaronder tracking en tracing van de voertuigen in het wagenpark, enzovoort.

3.3.1.2 Invloed van wetgeving op het gebruik van track-and-trace systemen

In de farmaceutische industrie komt er heel wat wetgeving kijken. Omwille van het feit dat het vaak producten en materialen betreft die duur, waardevol en diefstalgevoelig zijn. Zo zijn er zelfs wetten die het gebruik van track-and-trace systemen verplichten.

Ook de respondenten geven aan dat zij te maken krijgen met zo een wetgeving, namelijk de FMD-wetgeving. FMD staat voor *Falsified Medicines Directive* en is een belangrijke wet die van toepassing is in de strijd om de verspreiding van vervalste geneesmiddelen tegen te gaan. Deze wet verplicht het gebruik van track-and-trace met als doel het instaan voor de veiligheid van geneesmiddelen om zo de volksgezondheid te beschermen. Dat geven de respondenten ook aan. Zo vertellen ze dat die wetgeving hen verplicht om de, door de fabrikanten voorziene, unieke barcode te scannen en te verifiëren alvorens deze op het einde van de supply chain toegediend mogen worden aan de patiënten. Wanneer dat niet zou gebeuren, zouden dat veel gezondheidsrisico's betekenen. Zo moeten ze bij Febelco bijvoorbeeld, wanneer de leveranciers de paletten met medicatie afleveren, ieder doosje medicatie afzonderlijk scannen om op die manier de geneesmiddelen te controleren om zo eventueel verdachte of vervalste geneesmiddelen op te kunnen sporen. De aanwezigheid van deze wet verplicht dus de verschillende schakels in de farmaceutische supply chain om track-and-trace systemen te implementeren in hun organisaties en heeft dus een grote invloed op het gebruik van track-and-trace.

Verder ondervinden ze bij Febelco nog andere wetgeving de betrekking hebben op de verdovende middelen. Ieder doosje met verdovende geneesmiddelen dat verschaft wordt aan de apotheek moet geregistreerd worden. Na afgifte moet de apotheek dan daarrond een brief overhandigen als bevestiging dat die producten effectief besteld zijn geweest door hun. Dat moet ook allemaal geregistreerd worden en moet gelinkt worden aan het order. Voorlopig is dit nog een archaïsch systeem waarbij er effectief nog gewerkt wordt met het uitwisselen van papieren. De respondent verwacht dat dit binnen een aantal jaar volledig zal gebeuren aan de hand van track-and-trace technologie. Dat maakt dat zowel apotheken als organisaties die de verdovende middelen aanleveren, verplicht gebruik zullen gaan moeten maken van track-and-trace.

Tot slot is er ook nog wetgeving die te betrekking heeft op de koelproducten. Alle respondenten geven aan dat ze te maken krijgen met koelproducten. Dat kunnen geneesmiddelen of andere producten zijn die in een koude keten zitten en dus continu gekoeld moeten worden, zowel in de opslagplaatsen als op de momenten dat de goederen worden getransporteerd. De Belgische wetgeving legt hieromtrent wetten vast met daarin specifieke temperatuurvereisten waarbinnen de farmaceutische producten bewaard moeten blijven om hun werkzaamheid te behouden. Op die manier wordt de veiligheid en de kwaliteit van de producten gewaarborgd. Dat maakt dat de verschillende respondenten ervoor moeten zorgen dat die producten op de juiste manier bewaard kunnen worden binnen de juiste geconditioneerde omstandigheden, en dat er ook bewezen moet kunnen worden dat de producten gedurende al die tijd op de juiste manier bewaard zijn. Als producten te warm zouden worden bewaard dan gaat de werking van die producten verloren en kan dat gezondheidsrisico's inhouden wanneer het nog zou worden toegediend aan een patiënt. De verschillende respondenten geven aan dat ze gebruik maken van barcodes, die ervoor zorgen dat de exacte locatie van het product ten alle tijden kan worden bepaald, in combinatie met temperatuursensoren in de magazijnen en op de producten of verpakkingen wanneer deze getransporteerd moeten worden. Op die manier kan de temperatuur van de producten continu gemeten en geregistreerd worden in de hele toeleveringsketen waardoor eventuele temperatuuroverschrijdingen tijdig worden gedetecteerd en is het mogelijk om te voldoen aan de door de wet opgelegde temperatuurvereisten. Deze wetgeving verplicht het gebruik van track-and-trace dus niet, maar het is toch noodzakelijk om track-and-trace technologie te implementeren om te kunnen voldoen aan de wetgeving.

3.3.2 Wat zijn volgens de verschillende schakels binnen de toeleveringsketen van de gezondheidszorg de opportuniteiten en uitdagingen van het gebruik van track-and-trace systemen?

Uit de literatuur kwam voort dat aan de verschillende bestaande track-and-trace systemen zowel voordelen als nadelen verbonden zijn. In deze sectie van de empirische studie wordt, door middel van informatie die de geïnterviewde organisaties verstrekt hebben, afgetoetst welke voor- en nadelen er per schakel van de farmaceutische toeleveringsketen ondervonden worden in de praktijk.

3.3.2.1 Distributiecentra (LIVLINA)

De eerste bevraagde schakel van de farmaceutische supply chain zijn de distributiecentra waarbij LIVLINA de bevraagde organisatie is. Zoals uit vorige sectie duidelijk is geworden, maken zij voornamelijk gebruik van barcodes.

Wanneer er gevraagd wordt welke voordelen ze bij LIVLINA ervaren bij het gebruik van die track-and-trace systemen dan kwam het volgende naar voren. Volgens LIVLINA is een eerste voordeel dat barcode scanning, omwille van zijn eenvoud, het meest gebruikte systeem in een magazijncontext is en om die reden wordt aangeboden door de meeste producenten van magazijninstallaties. Dat heeft als voordeel tegenover andere systemen dat er geen sprake is van complexiteit bij de integratie van de technische systemen.

Een tweede voordeel waarover er gesproken wordt, heeft betrekking op de verschillende types magazijnen die aanwezig zijn bij LIVLINA. Zo wordt er bij LIVLINA enerzijds gebruik gemaakt van niet-geautomatiseerde magazijnen waarbij er wordt gewerkt aan de hand van manuele picking. Anderzijds beschikken ze ook over volledig geautomatiseerde magazijnen waarbij de producten automatisch naar de picker toe komen. Het voordeel van het barcodesysteem dat LIVLINA hanteert is dat het, in tegenstelling tot sommige andere track-and-trace systemen, gebruikt kan worden in verschillende types van magazijnen en dus toepasbaar is in alle magazijnen van LIVLINA.

Nog een derde voordeel van het gebruik van barcodes dat genoemd wordt door de respondent heeft te maken met het creëren van een efficiënt en snel proces. Barcodes dragen hieraan bij omwille van het feit dat ze niet enkel ingelezen kunnen worden door één specifieke organisatie, maar dat ook andere organisaties diezelfde barcodes kunnen scannen. Volgend voorbeeld, dat de respondent aanhaalde, zal dit verduidelijken. "Kleine orders, bijvoorbeeld voor apothekers of ziekenhuizen, kunnen niet als volledige pallet getransporteerd worden aangezien het vaak slechts over enkele dozen gaat. Als dat het geval is dan gaan meerdere orders samen gepalletiseerd worden en gaat de transporteur, bijvoorbeeld PostNL in hun eigen depot de uitsortering doen om nadien verder uit te leveren naar de eindklanten. De barcodes die op de labels van de dozen werden aangebracht, kunnen ook ingelezen worden door de transporteurs. Dat heeft als gevolg dat de transporteurs de dozen niet opnieuw moeten labelen om de uitsortering en uitlevering te kunnen doen. Op die manier wordt een order dus doorheen het hele proces, van picking tot levering, volledig getraceerd aan de hand van eenzelfde barcode." Het voorbeeld toont aan dat door het gebruik van barcodes het proces veel sneller en efficiënter verloopt.

Het laatste voordeel dat ze bij LIVLINA ondervinden door het gebruik van de barcodes, maar wat ook geldt voor alle andere track-and-trace systemen, is het verminderen van eventuele fouten. Als de picker, in het niet-geautomatiseerde magazijn, voor een order op locatie X moet zijn en er wordt een foute locatie gescand, dan krijgt de picker een foutmelding. In de geautomatiseerde magazijnen gebeurt de scanning van barcodes automatisch. Dat verkleint sowieso de mogelijkheid tot het maken van fouten aangezien de juiste producten naar de picker toekomen in plaats van dat de picker naar de producten moet gaan. Dat is ook het geval bij het palletiseren. Wanneer een magazijnmedewerker eerst het label van de doos scant en daarna het label van de correcte pallet scan, dan geeft ook hier de scanner een foutmelding als een doos op de foute pallet gezet wordt. Wanneer er dus niet gewerkt zou worden met track-and-trace systemen dan zouden deze fouten niet opgemerkt worden en zouden er regelmatig fouten kunnen gebeuren tijdens het picking-of palletisatieproces.

Naast de voordelen werd er bij de respondent ook gepolst naar eventuele nadelen die ondervonden worden bij het gebruik de door hun toegepaste track-and-trace systemen. De respondent haalt de afhankelijkheid van de scanners, om te bepalen waar een product of doos zich bevindt, aan als nadeel. Wanneer een doos de scanner niet passeert, dat kan gebeuren omwille van een menselijke fout of een technische fout in het systeem waardoor de scanner niet werkt, dan is het niet geweten waar de doos of het product zich bevindt in het magazijn en gaat er veel kostbare tijd verloren met het zoeken van de doos of het product. Ook indien een magazijnmedewerker een locatie scant en nadien een product pickt van een andere locatie, is er geen tracering over wat er effectief gepickt werd. Met andere woorden zijn ze bij LIVLINA, door het gebruik van barcodes, te sterk afhankelijk van de goede werking van de technologie en de continu correcte handelingen van de magazijnmedewerkers, wat onrealistisch is aangezien het menselijk is om fouten te maken.

Omwille van dit nadeel zou de respondent het gebruik van een ander track-and-trace systeem, zoals RFID of Real Time Location Systems, eventueel aanraden. Dat omdat het via deze systemen mogelijk is om bijvoorbeeld een doos te lokaliseren aan de hand van een camera in de ruimte en niet enkel door een scanner die zich op enkele centimeters van de doos moet bevinden

Tabel 5: Overzicht voor- en nadelen barcode scanning LIVLINA

Voordelen	Nadelen
Geen complexiteit bij integratie technische systemen	Afhankelijk van goede werking technologie en correct handelen van werknemers
Toepasbaar in verschillende types magazijnen	
Zorgt voor efficiëntie in logistiek proces	
Reduceren van het aantal fouten	

3.3.2.2 Groothandelaars (FEBELCO)

De groothandelaars zijn de tweede schakel in de farmaceutische supply chain die bevestigd werden. Zoals uit de literatuur bleek, zijn de groothandelaars een belangrijke entiteit binnen de farmaceutische toeleveringsketen. Febelco, de groothandelaar die voor dit onderzoek bevestigd werd maakt hoofdzakelijk gebruik van barcode scanning in de vorm van QR-codes.

Ook bij deze respondent werd er gepolst naar de voor- en nadelen die ervaren worden bij het gebruik van de QR-codes. Een eerste voordeel waarvan er gesproken wordt is de verhoogde informatiecapaciteit die de QR-codes met zich meebrengen. De voorheen door Febelco gebruikte 1D-barcodes, of ook wel lineaire barcodes genoemd, boden doorgaans alleen maar gestandaardiseerde informatie zoals een CNK-code. Die CNK-code is een code die wordt toegewezen aan ieder geneesmiddel dat op de Belgische markt verkrijgbaar is. Het bestaat uit een aantal cijfers en wordt gebruikt om producten te identificeren in de sector van de gezondheidszorg. De lineaire barcodes bieden dus doorgaans enkel gestandaardiseerde informatie. Verder is er bij deze barcodes sprake van een beperkte capaciteit om aanvullende gegevens op te slaan en juist daar zit nu het voordeel van de QR-codes. QR-codes zorgen voor een makkelijke documentatie en maakt nauwkeurige productidentificatie mogelijk. Met nauwkeurige productidentificatie wordt bedoeld dat QR-codes, in tegenstelling tot de 1D-barcodes, veel meer informatie bevatten. Zo geeft de respondent aan dat ze informatie bevatten over productdetails, lotnummer, vervaldatum, serienummers en andere belangrijke gegevens. Deze extra informatie maakt de traceerbaarheid van de verschillende producten veel interessanter.

Een ander voordeel van het gebruik van QR-codes dat ter sprake kwam tijdens de bevestiging is: het reduceren van het aantal fouten. Het vermijden van fouten is voor meerdere redenen heel belangrijk. Een eerste reden die de respondent aanhaalt is dat het maken van fouten ook effect heeft op de klanten van Febelco. Zo kan het bijvoorbeeld, als gevolg van het picken met pen en papier, zijn dat er verkeerde producten geleverd worden aan de apotheken. Dat heeft als gevolg dat de apothekers de beloofde producten niet tijdig aan de klanten kan aanbieden wat er op zijn beurt tot leidt dat er klachten ontvangen worden van die apotheken. Een tweede belangrijk punt dat de respondent aangeeft is dat het maken van fouten extra kosten met zich meebrengt. Een kost omdat de producten geretourneerd moeten worden, daarnaast moeten die producten ook terugbetaald worden en verder ook nog eens opnieuw verwerkt worden in het magazijn wat een zeer tijdrovend proces is. De respondent geeft aan dat er in de verschillende vestigingen voorheen bij Febelco nog zeer veel gewerkt werd met pen en papier, met als gevolg dat de kans op het maken van fouten reëel is. Het reduceren van die fouten kan door middel van de QR-codes. Dus ten opzichte van het werken met pen en papier kan het gebruik van QR-codes het aantal fouten drastisch verminderen wat een groot voordeel is van het track-and-trace systeem.

Verder ondervindt de respondent nog een derde en laatste voordeel van het gebruik van QR-codes. QR-codes geeft, volgens de respondent van Febelco, het voordeel dat ze in staat zijn om de logistieke processen veel efficiënter te maken. Dat omdat het gebruik van QR-codes het mogelijk maakt om, naast extra informatie over documentatie, waardevolle gegevens te verzamelen over de logistieke processen. Door deze gegevens dan te analyseren, kunnen er inzichten verkregen worden in de

supply chain, zoals de doorlooptijden, moeilijkheden of optimalisatiemogelijkheden. Dat stelt Febelco in staat om gerichte verbeteringen, zoals bijvoorbeeld het aanpassen van looplijnen, aan te brengen om op die manier de algehele efficiëntie van de logistieke processen te verhogen.

Wanneer er ten slotte nog wordt gepolst naar de nadelen die verbonden zijn aan QR-codes dan geeft de respondent aan dat de nadelen niet opwegen tegen de voordelen die het gebruikte track-and-trace systeem met zich meebrengt. Als er echter toch een nadeel gegeven moet worden dan geeft de respondent aan dat het proces eventueel iets trager verloopt. Dat enerzijds omdat het scannen van een QR-code tijd vergt en dat vooral wanneer er veel codes moeten worden gescand. Anderzijds kunnen QR-codes het proces vertragen aangezien er meer handelingen vereist zijn bij het gebruik van QR-codes.

Tabel 6: Overzicht voor- en nadelen QR-codes Febelco

Voordelen	Nadelen
Verhoogde informatiecapaciteit	Proces verloopt trager
Reduceren van het aantal fouten	
Verhoogde efficiëntie in logistiek proces	

3.3.2.3 Demand points (JESSA)

De derde en laatste bevroegde schakel binnen de farmaceutische supply chain zijn de *demand points*. Onder de demand points verstaan we de eindgebruikers, consumenten, maar ook de retailers. In het kader van dit onderzoek is er gekozen om het Jessa Ziekenhuis te bevragen. Ook binnen deze organisatie wordt er gewerkt met het systeem van barcode scanning.

Wanneer er dieper ingegaan werd op de voor- en nadelen van het gebruik van de barcodes binnen het Jessa Ziekenhuis, kwam de respondent naar voren met een aantal voordelen die betrekking hebben op de logistieke processen van het ziekenhuis én enkele voordelen van barcode scanning die het verplegend personeel in het ziekenhuis ervaart.

Een eerste voordeel van barcode scanning op de logistieke processen is dat het gebruik van barcodes een gedetailleerde traceerbaarheid mogelijk maakt in de ziekenhuis supply chain. Zo zorgt barcode scanning ervoor dat iedere stap, gaande van de ontvangst van de goederen van bijvoorbeeld de groothandelaars tot en met de distributie vanuit het centrale magazijn van het Jessa Ziekenhuis naar de verscheidene mini magazijntjes, kan worden vastgelegd en gemonitord. Die gedetailleerde traceerbaarheid is volgens de respondent essentieel omdat er in het Jessa Ziekenhuis gewerkt wordt met één centraal magazijn voor de drie campussen en iedere campus per afdeling nog een minimagazijn heeft. Dat maakt dat er al eens een fout gemaakt wordt bij het verzenden van een kar naar een van de minimagazijnen. Door die mogelijkheid tot monitoring zal er gemakkelijk nagegaan kunnen worden waar een kar zich exact bevindt wanneer deze niet aangekomen zou zijn in het juiste

minimagazijn en kan er snel ingegrepen worden zodat die kar zo snel mogelijk op de juiste plaats terecht komt. Dus de mogelijkheid tot nauwkeurige traceerbaarheid is een groot voordeel van het gebruik van barcodes vergeleken met het gebrek aan track-and-trace systemen.

Nog een tweede voordeel met betrekking tot de logistieke processen heeft te maken met het voorraadbeheer. Hierbij geeft de respondent volgend voorbeeld: "In de minimagazijnen worden, bij verschillende acties, barcodes gescand om op die manier continu bij te houden wat de voorraadniveaus zijn in die minimagazijnen. Wanneer uit deze real-time gegevens blijkt dat het voorraadniveau van bepaalde benodigdheden laag is, dan kunnen de benodigde producten, vanuit het centraal magazijn, naar het betreffende minimagazijn getransporteerd worden om op die manier te voorkomen dat er in de magazijnen bepaalde producten *out-of-stock* zouden gaan." Met andere woorden draagt het barcode scannen bij aan het tijdig aanvullen van voorraden. Dat zorgt ervoor dat alle goederen altijd beschikbaar zijn en dat tekorten voorkomen worden. Het scannen van barcodes heeft dus als voordeel dat ze het proces met betrekking tot voorraadbeheer significant eenvoudiger maken.

Het volgende en laatste voordeel behoort tot de voordelen die het verplegend personeel in het ziekenhuis ervaren. Dat voordeel betreft de tijdsbesparing als gevolg van het gebruik van barcodes. De verpleegkundigen geven aan dat ze, als gevolg van het gebruik van barcodes meer tijd hebben voor de effectieve zorg van de patiënten. Het scannen van barcodes is sneller dan het steeds manueel moeten ingeven van patiëntgegevens op de computer of op papier, zoals welke medicatie er wordt toegediend, de hoeveelheid van die medicatie, het uur van toediening enzovoort. Door het gebruik van het systeem van barcode scanning kunnen de verpleegkundigen hun tijd efficiënter besteden aan de daadwerkelijke zorg van de patiënten.

Wanneer er gesproken wordt over de nadelen van het barcode scannen, dan geeft de respondent aan dat er ondanks voornamelijk voordelen, toch ook enkele nadelen aan het gebruik van het systeem van barcode scanning verbonden zijn. Deze worden hieronder toegelicht.

Een eerste nadeel heeft te maken met controle. Volgend voorbeeld werd hierbij gegeven: "Voordat we de bodes, dat zijn logistieke medewerkers die de producten transporteren tussen de afdelingen, uitrustten met track-and-trace, konden we hen niet controleren. Wij wisten enkel op het einde van de werkdag of hij zijn werk van die dag volledig uitgevoerd had. Dat wil zeggen dat als de bode extra doorwerkte, niemand wist dat hij 's middags bijvoorbeeld anderhalf uur pauze had gepakt in plaats van het gebruikelijke één uur." Dat veranderde bij de implementatie van de barcodes. Vanaf toen was het steeds geweten wat er waar en wanneer werd gescand waardoor het duidelijk was welke taken reeds afgerond waren en hoelang het duurde om een bepaalde taak uit te voeren. Als gevolg van de implementatie van het systeem werd er weerstand van de mensen ervaren. Zij vinden dat het barcode systeem dient als controlemiddel, terwijl het doel ervan niet is om de mensen te controleren naar persoon toe maar wel naar de taken toe om het proces indien nodig te optimaliseren. Met andere woorden ervaarde het ziekenhuispersoneel dus verminderde vrijheid in hun werk als het gevolg van het gebruik van track-and-trace.

Nog een bijkomend klein nadeel dat de verpleegkundigen ervaren heeft te maken met extra trainingen die gevolgd moeten worden om te kunnen werken met het barcode systeem. Als het personeel niet opgeleid is en dus onvoldoende kennis bezit over het gebruik van barcode scanning dan zou dat kunnen leiden tot vertragingen. Verpleegkundigen zijn geen technisch geschoolde mensen, dus het volgen van extra opleidingen is een vereiste. Dus met andere woorden kost het tijd om ziekenhuispersoneel op te leiden en vertrouwd te maken met het gebruik van het barcode systeem.

Tabel 7: Overzicht voor- en nadelen QR-codes Jessa Ziekenhuis

Voordelen	Nadelen
Nauwkeurige traceerbaarheid	Te controlerend
Eenvoudig voorraadbeheer	Extra training
Tijdsbesparing	

3.3.2.4 Andere industrie (Jacobs Transport)

Jacobs Transport, die inzichten omtrent track-and-trace systemen uit een andere industrie oplevert in dit onderzoek, maakt zoals beschreven in sectie 3.3.1.1 gebruik van boordcomputers. Ook aan dit track-and-traces systeem zijn er zowel voor- als nadelen verbonden, maar de respondent geeft aan dat de voordelen van boordcomputers natuurlijk opwegen tegen de nadelen.

Het gebruik van boordcomputers biedt volgens de respondent een breed scala aan voordelen. Een eerste voordeel heeft betrekking op de planning. Met de GPS-technologie die gebruikt wordt in de boordcomputers, zijn ze bij Jacobs Transport in staat om de locatie van hun vrachtwagens in real time te volgen. Daarnaast kunnen de boordcomputers, bij correct gebruik ook actuele informatie geven over de status van de zendingen. Dat biedt waardevolle informatie, want met de gegevens die worden verzameld door de boordcomputers kan er efficiënter gepland worden. Dankzij die real time gegevens kunnen de planners hun planning continu aanpassen zodat al de transporten steeds tijdig op hun locatie aankomen. Daarbij geeft de respondent volgend voorbeeld: "Indien uit de real time informatie blijkt dat het lossen langer duurt dan verwacht waardoor de chauffeur niet tijdig aan zijn volgende taak kan beginnen, dan kan de planning aangepast worden zodat de taak toch op tijd uitgevoerd kan worden." Door die real time gegevens kan er dus efficiënter gepland worden.

Een tweede voordeel is de verbeterde communicatie met de chauffeurs. Boordcomputers kunnen bijdragen aan een directe communicatie met chauffeurs. Wanneer om bepaalde redenen beslist wordt dat de planning van een chauffeur verandert, dan kan dat, door de planners, via de boordcomputer zeer eenvoudig gecommuniceerd worden met de chauffeur in kwestie. Naast het wijzigen van plannings kan ook andere belangrijke informatie via dit track-and-trace systeem gecommuniceerd worden aan de chauffeurs. Denk hierbij aan informatie omtrent routewijzigingen of klantinstructies.

Het gebruik van de boordcomputers vermindert de afhankelijkheid van telefoongesprekken of zelfs papieren instructies wat resulteert in betere en snellere communicatie en minder misverstanden.

Het laatste voordeel waarover gesproken wordt tijdens de bevraging heeft te maken met gegevensverzameling. Boordcomputers hebben de mogelijkheid om gedetailleerde gegevens te verzamelen. Dat kan gaan van gegevens over voertuigprestaties zoals gemiddeld verbruik tot het rijgedrag en andere relevante informatie. Wanneer deze gegevens geanalyseerd worden, dan kunnen inzichten verworven worden in de prestaties en kunnen eventuele inefficiënties en mogelijke prestatieverbeteringen geïdentificeerd worden. Door dan extra te focussen op die inefficiënties kunnen de bedrijfsprestaties verbeterd worden. Volgend voorbeeld werd hierbij door de respondent aangegeven: "De boordcomputers geven ons inzichten in het brandstofverbruik van de verschillende vrachtwagens. Daaruit bleek dat oudere vrachtwagens een significant hoger verbruik hebben dan nieuwere vrachtwagens. Hiermee werd sindsdien rekening gehouden bij het opstellen van de planning en op die manier konden de brandstofkosten verlaagd worden en konden er hogere marges nagestreefd worden omwille van een daling van de kosten." Boordcomputers dragen dus bij aan het verbeteren van de bedrijfsprestaties.

Hoewel boordcomputers verschillende voordelen bieden, is er volgens de respondent ook een nadeel aan dit track-and-trace systeem waarmee rekening gehouden moet worden. Dat nadeel betreft de afhankelijkheid van technologie en chauffeurs. Boordcomputers en bijbehorende software kunnen, net zoals bij ieder elektronisch systeem, gevoelig zijn voor technische storingen zoals bijvoorbeeld soft- en hardware fouten. Deze fouten kunnen resulteren in verminderde functionaliteit van het systeem wat inhoudt dat er onderbrekingen in de gegevensverzameling en communicatieproblemen kunnen optreden. Daarnaast kunnen ook de chauffeurs fouten maken. Zo kan vergeetachtigheid van de chauffeur ertoe leiden dat een bepaalde activiteit niet aangegeven wordt of kan onvoldoende kennis van de boordcomputer leiden tot verkeerd gebruik, waardoor de real time gegevens niet betrouwbaar zijn. Dat kan resulteren in operationele uitdagingen die voorkomen moeten worden.

Tabel 8: Overzicht voor- en nadelen boordcomputers Jacobs Transport

Voordelen	Nadelen
Efficiëntere planning	Afhankelijk van goede werking technologie en correct handelen van chauffeurs
Verbeterde communicatie	
Verbeteren bedrijfsprestaties	

4. Conclusie

In deze sectie van de masterproef zullen de literatuurstudie en de empirische studie met elkaar vergeleken worden. Door deze vergelijking zal er een diepgaand inzicht verkregen worden in overlappingsen of afwijkingen tussen literatuur en praktijk. Op die manier wordt er getracht om op een gepaste manier antwoord te geven op de onderzoeksvraag.

In deze masterproef werd er onderzocht hoe track-and-trace op dit moment gebruikt wordt binnen de gezondheidszorg en welke verbetermogelijkheden er geïdentificeerd kunnen worden. Op die manier werd getracht een antwoord te formuleren op volgende centrale onderzoeksvraag: 'Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen bij het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?'

Track-and-trace systemen kunnen worden gedefinieerd als een systeem dat potentieel heeft om doorheen de hele supply chain goederen te volgen door een bepaalde soort informatie vast te leggen. Deze informatiestroom voorziet de mogelijkheid om de historie, locatie of toepassingen van de goederen te onderzoeken (Rotunno, et al., 2014).

De literatuur beschrijft een aantal track-and-trace systemen die in de gezondheidszorg worden gebruikt, namelijk barcodes, RFID-tags en de NFC-technologie. Uit de literatuur blijkt verder dat er aan ieder van die track-and-trace systeem zowel voor- als nadelen zijn verbonden. Deze voor- en nadelen kunnen variëren afhankelijk van de gebruikte track-and-trace technologie. Inzichten afkomstig van de bevestigingen tonen aan dat er gelijkenissen zijn tussen de voor-en nadelen die in de literatuur worden beschreven en de praktijkervaringen, maar dat de verschillende respondenten in de praktijk ook unieke voor-en nadelen ervaren. Dat kan worden verklaard door het feit dat elke organisatie zijn eigen unieke behoeften heeft op het gebied van track-and-trace systemen. Wat voor de ene organisatie een voordeel is, kan voor een andere organisatie mogelijk als nadeel worden beschouwd afhankelijk van hun specifieke operationele context, technologische infrastructuur, personeelsresources en andere factoren. Voordat deze verschillen en gelijkenissen in voor- en nadelen tussen literatuur en praktijk beschreven kunnen worden, is het echter belangrijk om hierbij een kanttekening te maken. In de literatuur worden de voor-en nadelen bepaald door middel van de vergelijking met andere track-and-trace systemen, terwijl de respondenten in de praktijk het door hun gebruikte track-and-trace systeem op zich evalueren.

De praktijk toont aan dat er slechts een beperkte diversiteit is in het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg. Zo bleek dat in de praktijk enkel de implementatie van barcodes aan bod kwam binnen alle bevestigde organisaties van de farmaceutische industrie.

De voornaamste gelijkenis van barcodes in de literatuur en de praktijk tonen aan dat barcodes een belangrijke rol spelen bij het creëren van efficiëntie in het logistieke proces en het verminderen van fouten binnen de gezondheidszorg. Efficiëntie en foutenreductie zijn essentiële doelstellingen in de logistieke processen binnen de gezondheidszorg. Hoewel barcodes in de praktijk specifiek genoemd worden als systeem dat deze voordelen biedt, is het niet zo dat andere track-and-trace systemen, zoals de in de literatuur beschreven RFID- en NFC-technologie, niet even effectief kunnen zijn bij het bereiken van efficiëntie en het verminderen van fouten. Een andere gelijkenis van barcodes in de literatuur en de praktijk heeft betrekking op de afhankelijkheid van werknemer en technologie. De

respondent van LIVLINA ervaart dat als negatief, aangezien barcodes gevoelig zijn voor technische storingen en ook vatbaar zijn voor menselijke fouten. Ook de literatuur ziet die afhankelijkheid als een beperking.

Naast gelijkenissen zijn er ook een aantal verschillen tussen literatuur en praktijk met betrekking tot het gebruik van barcodes. De lage complexiteit bij de integratie van barcodesystemen met een eenvoudige toepasbaarheid in verschillende types van magazijnen, de verhoogde informatiecapaciteit, de nauwkeurige traceerbaarheid en een eenvoudig voorraadbeheer worden door de bevroegde organisaties als voordeel of meerwaarde gezien. Het tragere procesverloop omwille van de vele manuele handelingen daarentegen wordt als uitdaging gezien en het groot controlerend vermogen geeft een gevoel van verminderde vrijheid voor het personeel. Het managen van het laatste element zorgt voor een grote uitdaging voor leidinggevendenden.

Verder blijkt dat sommige voor- en nadelen die geassocieerd worden met barcodes ook terugkomen bij andere track-and-trace systemen die in de literatuur beschreven zijn. Deze bevinding toont aan dat er sprake is van bredere uitdagingen die eigen zijn aan track-and-trace systemen, los van de specifieke technologie.

Track-and-trace systemen komen niet alleen voor in de farmaceutische industrie. De literatuur toont aan dat ook andere industrieën zoals de voeding-, retail-, en textiel- en kledingindustrie hiervan gebruik maken. Ook de bevroegde entiteit uit de wegtransportindustrie geeft aan gebruik te maken van track-and-trace. Ondanks de specifieke behoeften van de verschillende industrieën en de complexiteit van farmaceutische producten die extra eisen op gebied van veiligheid en traceerbaarheid impliceren, zijn er ook gemeenschappelijke overeenkomsten en uitdagingen die bleken uit zowel literatuur als praktijk. Zo is een gemeenschappelijke overeenkomst het verminderen van de fouten en kan de technische afhankelijkheid gezien worden als een gemeenschappelijke uitdaging.

Tot slot is het belangrijk om te onthouden dat track-and-trace systemen continu evolueren. Zo gaf de wetenschappelijk studie van Huber et al., die gepubliceerd is in 2003, als nadeel van barcodes aan dat deze steeds gescand moeten worden door een werknemer. Op de dag van vandaag zijn barcodes al zo ver geëvolueerd dat dat helemaal niet meer zo hoeft te zijn. Uit de empirische studie blijkt dat barcodes nu ook geïmplementeerd kunnen worden in volledig geautomatiseerde magazijnen, waarbij er helemaal geen werknemer de producten scant. Dit in de literatuur beschreven nadeel kan dus tegenwoordig niet meer als dusdanig gezien worden.

Het is belangrijk om te concluderen dat er geen juist en fout is in de keuze van track-and-trace systemen. Ieder systeem heeft zijn opportuniteiten en uitdagingen en de keuze van een organisatie voor één of meerdere track-and-trace systemen is afhankelijk van de behoeften van de betreffende organisatie (Volland et al., 2017).

De onderzoeksvraag: 'Wat zijn opportuniteiten en uitdagingen bij het gebruik van track-and-trace systemen in de gezondheidszorg?' kan beantwoord worden. Verschillende track-and-trace systemen met bijbehorende voor- en nadelen zijn besproken in de literatuur en praktijk. Toch is er weinig

diversiteit in het gebruik van track-and-trace systemen in de praktijk als onderdeel van dit onderzoek en wordt er vooral geopteerd voor de implementatie van barcodes.

5. Discussie

Na de uitvoering van het huidig onderzoek, worden in onderstaande sectie een aantal beperkingen van het onderzoek besproken. Hoewel deze masterproef waardevolle inzichten heeft opgeleverd, heeft het onderzoek ook enkele beperkingen. De sectie die daarop volgt zal tot slot de aanbevelingen bespreken die kunnen helpen bij toekomstig onderzoek. De beperkingen en aanbevelingen liggen vaak in dezelfde lijn en kunnen dus aan elkaar gekoppeld worden.

5.1 Beperkingen huidig onderzoek

Deze masterproef heeft betrekking op de track-and-trace systemen die momenteel bestaan. Over de jaren heen zal het aanbod van track-and-trace systemen niet meer hetzelfde blijven als het aanbod de dag van vandaag. Dat omdat het hoogstwaarschijnlijk is dat er door de evolutie van de technologie nieuwe systemen uitgevonden zullen worden en oudere systemen om diezelfde reden niet meer gebruikt zullen worden. De kans bestaat dus dat de, in dit onderzoek besproken, track-and-trace systemen niet meer relevant zullen zijn wanneer nieuwe systemen op de markt komen.

Verder werden in de literatuur een aantal verschillende track-and-trace systemen besproken. Echter blijft in de praktijk, bij de bevroegde organisaties, het gebruik van track-and-trace systemen voornamelijk beperkt tot het scannen van de lineaire streepjescodes en QR-codes. Het is belangrijk dat deze conclusie niet veralgemeend wordt, want in het kader van dit onderzoek zijn er, omwille van een beperking in de tijd en een beperkte respons alle gemailde organisaties, slechts een beperkt aantal organisaties bevroegd.

Tot slot wordt de empirische studie uitgevoerd aan de hand van organisaties die gelegen zijn in België. Dat impliceert dat, in dit onderzoek, de kijk van buitenlandse bedrijven op dit topic buiten beschouwing wordt gelaten. Bij de interpretatie van deze resultaten is het belangrijk om in gedachten te houden dat het Belgische organisaties betreft, die onderhevig zijn aan de Belgische wetgeving. De wetgeving van buitenlandse organisaties kan in grote mate verschillen van de Belgische wetgeving waardoor de bevindingen en resultaten die voortkomen uit dit onderzoek niet veralgemeend mogen worden.

5.2 Aanbevelingen toekomstig onderzoek

In dit onderzoek werden de huidige track-and-trace systemen grondig onder de loep genomen en werden de opportuniteiten en uitdagingen van deze systemen besproken. Binnen een aantal jaren bestaat de kans dat de huidige systemen niet meer relevant zijn en dat er nieuwe systemen ontwikkeld zijn. Die nieuwe, specifieke track-and-trace systemen kunnen grondig besproken worden in verder onderzoek.

Een volgende aanbeveling voor toekomstig onderzoek betreft het uitbreiden van de steekproef. De literatuur beschrijft naast de barcodes nog een aantal track-and-trace systemen, zoals RFID en NFC. Uit de empirische studie blijkt dat de bevroagde organisaties hier geen gebruik van maken. Verder onderzoek met meerdere bevroagde organisaties per schakel van de farmaceutische supply chain zou hieromtrent andere inzichten kunnen opleveren, want hoe groter de steekproef hoe groter de kans is dat in een aantal van die organisaties ook gebruik gemaakt wordt van andere track-and-trace systemen.

Een laatste aanbeveling heeft te maken met de vestiging van de bevroagde organisaties. In het huidige onderzoek werden uitsluitend Belgische organisaties bevroagd. Toekomstig onderzoek kan uitgebreid worden naar andere Europese landen of eventueel zelfs naar andere continenten, zoals bijvoorbeeld Azië. Andere landen maken misschien, eventueel ook omwille van het feit dat ze onderhevig zijn aan andere wetgeving, gebruik van andere track-and-trace systemen dan België. Onderzoek naar het wereldwijde gebruik van track-and-trace systemen en bijhorende opportuniteiten en uitdagingen, kunnen zeker een meerwaarde bieden voor toekomstig onderzoek.

Referentielijst

- Akinsiku, A., & Jadav, D. (2016). BeaSmart: A beacon enabled smarter workplace. *NOMS 2016 - IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium*.
- Alzahrani, A., Alqhtani, A., Elmiligi, H., Gebali, F., Yasein, M. S. (2013). NFC security analysis and vulnerabilities in healthcare applications. *IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM)*, 302-305, doi: 10.1109/PACRIM.2013.6625493.
- Andiyappillai, N., P, A., & T, P. (2020). Melioration of the Supply Chain Performance in the Warehouse Management System by Implementing the Fvi-6-Sigma Technique with Beacon Technology. *International Research Journal on Advanced Science Hub*, 2(7), 6–14.
- Baloch, A., Zai, D. S., Baloch, S., Ansari, D. M. A., & Kumar, N. (2018). Performance Comparison of RFID and Barcode Technologies for Library Management System. *Engineering scienc and technology international research journal*, 2(3), 8-15.
- Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models en methods. *International Journal of Production Economics*, 55(3), 281–294. [https://doi.org/10.1016/s0925-5273\(98\)00079-6](https://doi.org/10.1016/s0925-5273(98)00079-6)
- Belga, (2018, 24 mei). Veel track en tracegegevens van bpost blijken niet te kloppen. *Plus Magazine*. Geraadpleegd op 31 oktober 2022 van https://plusmagazine.knack.be/recht-en-geld/veel-track-en-tracegegevens-van-bpost-blijken-niet-te-kloppen/article-normal-1151485.html?cookie_check=1668019709
- Camacho-Colollo, J.E., Bonet, I., Iadanza, E. (2020). Chapter 4 – RFID technology in health care. *Clinical Engineering Handbook (Second Edition)*, 33-41. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813467-2.00004-3>
- Chan, H.-L., Choi, T.-M., & Hui, C.-L. (2012). RFID versus bar-coding systems: Transactions errors in health care apparel inventory control. *Decision Support Systems*, 54(1), 803-811. <http://doi.Org/10.1016/j.dss.2012.08.004>
- Chanda, D. A. (2019). Barcode Technology and its Application in Libraries. *SSRN Electronic Journal*.
- Chetouane, F. (2015). An overview on RFID Technology Instruction and Application. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 382-387. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.111>
- Colpas, P. (2012). Unlocking the power of barcoding. *Health Management Technology*, 33(11), 6-7.

- Corominas, A., Mateo, M., Ribas, I., Rubio, S. (2015). Methodological elements of supply chain design. *International Journal of Production Research*, 53(16), 5017-5030. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1013641>
- Crist, D. (2014). Barcoding 2.0: Better patient monitoring, better patient safety. *Health management technology*, 35(10), 12-13.
- Egger, R., (2012). The impact of near field communication on tourism. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 4(2), 119-133. DOI 10.1108/JHTT-04-2012-0014
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32.
- Fendt, J., & Sachs, W. (2008). Grounded theory method in management research. Users' perspectives. *Organizational Research Methods*, 11(3), 430–455. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094428106297812>
- Fisher, J.A., Monahan, T. (2008). Tracking the social dimension of RFID-systems in hospitals. *International Journal of Medical Informatics*, 77(3), 176-183. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2007.04.010>
- Food Industry Reports Benefits of Track-and-Trace Technology. (2011). (Journal, Electronic). <https://www.proquest.com/docview/898829558?parentSessionId=EkDPOBoHxn4cpjdE1paGDbNaalFGxCMfvJ0MbZQ8syE%3D&pq-origsite=summon&accountid=27889>
- García, A., McFarlane, D., Thorne, A., & Fletcher, M. (2003). The Impact of Auto-ID Technology in Materials Handling Systems. *IFAC Proceedings Volumes*, 36(3), 187–192.
- Gouveia, N. (2019). Barcoding the healthcare world. *Bizcommunity.com*. <https://www.proquest.com/docview/2215370939?parentSessionId=CDpET%2F1sIn76EgYvofY%2B3Y51n5EkVT5dxE8UbcWuXCk%3D&pq-origsite=summon&accountid=27889>
- Harrison, G., Grant-Muller, S.M., Hodgson, F.C. (2020). New and emerging data forms in transportation planning. Opportunities and challenges for "Track and trace" data. *Transportation research part C: emerging technologies*, volume 117. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102672>
- Huber, N., Michael, K., & McCathie, L. (2007). Barriers to RFID Adoption in the Supply Chain. 2007 *1st Annual RFID Eurasia*. DOI:10.1109/RFIDEURASIA.2007.4368128
- Innomech develops powerful "track and trace" technology for healthcare markets. (2011). *Assembly automation*, 31(1). doi:10.1108/aa.2011.03331aab.002
- Istiqomah, N. A., Sansabilla, P. F., Himawan, D., & Rifni, M. (2019). The Implementation of Barcode on Warehouse Management System for Warehouse Efficiency. *Journal of Physics: Conference Series*, 1573(1). DOI:10.1088/1742-6596/1573/1/012038

- Jonas Volland, Andreas Fügener, Jan Schoenfelder, Jens O. Brunner (2017) Material logistics in hospitals: A literature review. *Omega*, Volume 69, June 2017, Pages 82-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2016.08.004>
- Kumar, S., Swanson, E., Tran, T. (2009). RFID in the healthcare supply chain: usage and application. *International Journal of Health Care Quality Assurance; Bradford* 22, 67–81.
- Lee, C. K. M., Ip, C. M., Park, T., & Chung, S. (2019). A Bluetooth Location-based Indoor Positioning System for Asset Tracking in Warehouse. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1408–1412.
- Mathur, B., Gupta, S., Lal Meena, M., Dangayach, G.S. (2018). Healthcare supply chain management: literature review and some issues. *Journal of advances in management research; Bingley*, 15(3), 265-287. DOI:10.1108/JAMR-09-2017-0090
- McCathie, L. and Michael, K. (2005). Is it the End of Barcodes in Supply Chain Management? *In Proceedings of the Collaborative Electronic Commerce Technology and Research Conference LatAm, University of Talca, Chile*, 1, 1–19.
- Mehrjerdi, Y.Z. (2010). RFID-enabled healthcare systems: risk-benefit analysis. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing; Bradford* 4, 282–300.
- Mousazadeh, M., Torabi, S.A., Zahiri, B. (2015). A robust possibilistic programming approach for pharmaceutical supply chain network design. *Computers & chemical engineering*, 82, 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.06.008>
- Musamih, A., Salah, K., Jayaraman, R., Arshad, J., Debe, M., Al-Hammadi, Y., Ellahham, S. (2021). A blockchain-based approach for drug traceability in healthcare supply chain. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3049920
- Narayana, S.A., Pati, R.K., Vrat, P. (2014). Managerial research on the pharmaceutical supply chain – A critical review and some insights for future directions. *Journal of Purchasing & Supply management*, 20, 18-40. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.09.001>
- Nordqvist, M., Hall, A., & Melin, L. (2009). Qualitative research on family businesses: The relevance and usefulness of the interpretative approach. *Journal of Management & Organization*, 15(3), 294–308.
- Octaviani, P., & Ce, W. (2020). Inventory Placement Mapping using Bluetooth Low Energy Beacon Technology for Warehouses. *International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*, 354–359.
- Rotunno, R., Cesarotti, V., Bellman, A., Introna, V., Benedetti, M. (2014). Impact of Track and Trace Integration on Pharmaceutical Production Systems. *International Journal of Engineering Business Management*, volume 6. <https://doi.org/10.5772/58934>

- Schwieter, H., (2022, 14 februari). Zoektocht naar betrouwbaarheid van asset tracking. *Computable*. Geraadpleegd op 2 december 2022 van <https://www.computable.nl/artikel/blogs/zorg/7313722/5260614/zoektocht-naar-betrouwbaarheid-van-asset-tracking.html>
- Stavrou, V., Bardaki, C., Papakyriakopoulos, D., Pramadari, K. (2019). An Ensemble Filter for Indoor Positioning in a Retail Store Using Bluetooth Low Energy Beacons. *Sensors*, 1-25.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1994). Grounded theory methodology. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*. London: Sage. <https://psycnet.apa.org/record/1994-98625-016>
- Suddaby, R. (2006). What grounded theory is not. *Academy of Management Journal*, 49(4), 633–642.
- Vander Sichele, R.H., Hay, C., Fladvad, M., Sturkenboom M.C.J.M., Chen, R.T. (2021). How to ensure we can track and trace global use of COVID-19 vaccines? *Vaccine*, 39, 176-179. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.11.055>
- Van der Veen, J., & Robben, H. (1997, januari). Supply Chain Management: een overzicht. https://www.researchgate.net/publication/4764100_Supply_Chain_Management_een_overzicht
- Van Litsenburg, C. (2019, 16 december). *Is de farmaceutische industrie klaar voor het traceren van medicijnen?* FMT gezondheidszorg. Geraadpleegd op 2 november 2022 van <https://fmtgezondheidszorg.nl/is-de-farmaceutische-industrie-klaar-voor-het-traceren-van-medicijnen/>
- *Verplichten barcodes voor traceren medicatie redt levens*. (2019, 29 maart). ICT&health. Geraadpleegd op 1 november 2022 van <https://icthealth.nl/nieuws/verplichten-barcodes-voor-traceren-medicatie-redt-levens/>
- Wang, B., Toobaie, M., Danskin, R., Ngarmnil, T., Pham, L., & Pham, H. (2013). Evaluation of RFID and Wi-Fi technologies for RTLS applications in healthcare centers. *Proceedings of PICMET 2013: Technology Management in the IT-Driven Services*, 2690–2703.
- Xidi, S., Chengyan, Z., Hao, L., Huiwen, Y., Zhang, J. (2022). Wearable Near-Field Communication Sensors for Healthcare: Materials, Fabrication and Application. *Micromachines*, 13(5). DOI:10.3390/mi13050784
- Zang, Y., & Wu, L. (2010). Application of RFID and RTLS Technology in Supply Chain Enterprise. *International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, 43-46. DOI:10.1109/WICOM.2010.5600154

Bijlagen

Bijlage 1: Globale interviewleidraad voor de empirische studie

Algemene vragen:

- Zou u uzelf en het bedrijf/organisatie waarbinnen u werkzaam bent even willen voorstellen?
- Wat is de naam van uw functie en wat houdt de functie in? Hoe zou u deze functie omschrijven?
- Hoe ziet de supply chain van uw bedrijf/organisatie eruit?

Vragen met betrekking tot track-and-trace:

- Er wordt steeds meer gebruik gemaakt van track-and trace systemen, gebruiken jullie dat ook? (Voorbeelden van track-and-trace systemen zijn: Barcodes, RFID-tags, Real Time Location systems,...)
 - o Zo ja, welke systemen + uitleg
- Waarom is er beslist om gebruik te maken van deze specifieke systemen? (Uitleggen per systeem)
- Waarom wordt er gebruik gemaakt van track-and-trace systemen? Waarom is het belangrijk? Wat is het doel?
- Waar, op welke plaats in het bedrijf/organisatie gebruiken jullie die systemen?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de systemen die jullie gebruiken? (Voor- en nadelen per systeem)
- Is bepaalde wetgeving omtrent track-and-trace waar jullie rekening mee moeten houden?