

Radio Frequentie Identificatie in het magazijnbeheer

Jonas VAN DEN BROECK

promotor :

Prof. ir. Firmin RENTMEESTERS

Woord vooraf

Deze eindverhandeling, voorgedragen tot het behalen van de graad van Handelsingenieur met als afstudeerrichting Operationeel Management en Logistiek, vormt het sluitstuk van mijn opleiding aan de Universiteit Hasselt.

Het onderwerp van deze eindverhandeling is RFID in het magazijnbeheer. Dit sluit perfect aan bij mijn afstudeerrichting Operationeel Management en Logistiek. Het leek me zeer interessant om over dit actuele onderwerp in de logistiek meer kennis op te doen. De opgedane kennis en ervaring zouden mij misschien goed van pas kunnen komen in mijn toekomstige loopbaan.

De realisatie van deze eindverhandeling was niet mogelijk geweest zonder de hulp en steun van een aantal personen. Langs deze weg zou ik daarom iedereen die heeft bijgedragen tot de verwezenlijking van dit werkstuk van harte willen danken.

Vooreerst gaat mijn dank uit naar mijn promotor, Prof. ir. Firmin Rentmeesters, voor zijn deskundige raadgeving, opbouwende kritiek en kostbare tijd die hij hiervoor heeft vrijgemaakt.

Daarnaast wil ik mijn oprechte dank betuigen aan Dhr. Eric Sterken, Logistics & System Supervisor bij D' Ieteren, voor zijn bereidwillige medewerking en toelichtingen tijdens zijn drukke bezigheden. Ook Dhr. Lieven Joris, projectverantwoordelijke engineer controls bij Egemin, wil ik danken voor het verschaffen van informatie en toelichtingen.

Ten slotte mag ik zeker mijn ouders en mijn vriendin niet vergeten te danken. De afgelopen vijf jaar hebben ze me onvoorwaardelijk gesteund en stonden ze altijd voor me klaar.

Diepenbeek, mei 2006

Samenvatting

Radio Frequentie Identificatie (RFID) is een methode om met behulp van radiosignalen objecten te identificeren. Deze technologie maakt het mogelijk om één of meerdere objecten zonder menselijke handelingen op afstand te herkennen aan de hand van een unieke identificatiecode. De toepassing van RFID is de laatste jaren aan een indrukwekkende opmars bezig. Er is als het ware een echte hype over RFID aan de gang.

Deze eindverhandeling heeft tot doel om na te gaan welke invloed de implementatie van RFID kan hebben op de efficiëntie van het hedendaagse magazijnbeheer. Hierbij wordt er nagegaan welke technische middelen noodzakelijk zijn en welke toepassingen RFID vindt binnen het magazijnbeheer. Eveneens worden de voor- en nadelen alsook de kosten en baten die de RFID-technologie met zich meebrengt, besproken.

Om dit te onderzoeken wordt er in deze eindverhandeling vertrokken vanuit een literatuurstudie, gevolgd door een praktijkstudie. In het theoretische gedeelte wordt met behulp van de bestaande literatuur gezocht naar antwoorden op de onderzoeksvraag. In het tweede gedeelte worden de theoretische bevindingen getoetst aan de praktijk. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een praktijkstudie bij D' Ieteren.

Het theoretische gedeelte begint met een inleiding gevolgd door een historische schets van de ontwikkeling van RFID. Naast de belangrijkste ontwikkelingen worden ook de oorzaken van de doorbraak en de huidige stand van zaken aangehaald.

Daaropvolgend wordt het concept van de RFID-technologie besproken. Na een korte bespreking van de werking wordt er aandacht besteed aan de belangrijkste componenten: RFID-tags, RFID-lezers en de software. Hieruit blijkt dat er zeer veel verschillende mogelijkheden bestaan, zowel op het gebied van tags (actief, passief, ...) als op het gebied van lezers (vorm, frequenties, ...), zodat er voor elke RFID-toepassing wel geschikte mogelijkheden voorhanden zijn.

Na de bespreking van de RFID-technologie wordt RFID vergeleken met de barcodesystemen. Hierbij wordt vooral de nadruk gelegd op de verschillen bij het gebruik in het magazijnbeheer. De beide systemen kunnen voordelen bieden ten opzichte van elkaar, maar de keuze voor een bepaald systeem is volledig afhankelijk van geval tot geval.

Vervolgens worden het concept en de basisactiviteiten van een magazijn kort toegelicht. Nu de activiteiten die in een magazijn plaatsvinden, gekend zijn en er geweten is wat RFID-technologie inhoudt, wordt er besproken hoe de RFID-technologie kan worden toegepast op de verschillende activiteiten van het magazijnbeheer.

Aan het implementeren van RFID zijn zowel een aantal voordelen als nadelen verbonden. De toepassing van RFID in het magazijn heeft een positieve invloed op onder andere de arbeidsproductiviteit, het voorraadbeheer, ... Naast deze voordelen kunnen er ook nadelen optreden, zoals bijvoorbeeld de inbreuk op de privacy.

In de economische realiteit wordt de haalbaarheid van een toepassing niet enkel beoordeeld op de mogelijkheden en de voor- en nadelen. Voornamelijk de afweging van kosten en baten zal tot een beslissing leiden. Er wordt een overzicht gegeven van kosten en baten die de invoering van RFID met zich kan meebrengen, en ook de return on investment van RFID wordt besproken.

Tenslotte worden ook de belangrijkste stappen besproken bij het implementeren van een RFID-systeem. Het besproken implementatieplan bestaat uit zes verschillende stappen, waarbij de nadruk gelegd wordt op de belangrijkste beslissingen bij elke stap.

Uit de literatuurstudie kan afgeleid worden dat RFID op verschillende gebieden in het magazijnbeheer ingezet kan worden. Hiervoor zijn verschillende technologische mogelijkheden beschikbaar. De invoering heeft het potentieel om vele voordelen te bieden, alhoewel er toch ook enkele nadelen kunnen optreden. Uit de analyse van de kosten en baten kan besloten worden dat het mogelijk is om een positieve return on investment te behalen. Dit klinkt allemaal zeer mooi maar uit de theorie kan er geconcludeerd worden dat alles zeer afhankelijk is de situatie.

Daarom wordt in het tweede deel van deze eindverhandeling de theorie vergeleken met de praktijksituatie bij D' Ieteren. Hierbij worden eventuele verschillen benadrukt en andere aspecten extra toegelicht. Deze praktijkstudie is tot stand gekomen via gesprekken met bevoorrechte getuigen en rondleidingen in het magazijn van D' Ieteren.

Uit de praktijkstudie kunnen we besluiten dat de invoering van RFID in het magazijn van D' Ieteren een positieve invloed heeft gehad op een aantal activiteiten van hun magazijnbeheer. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de aspecten die aangehaald werden in de theorie, niet alle terug te vinden zijn bij de toepassing van RFID bij D' Ieteren. Zo worden bijvoorbeeld niet alle voordelen gerealiseerd en ondervindt men geen last van de aangehaalde nadelen. D' Ieteren is zeer tevreden over de invloed die de invoering van RFID heeft teweeggebracht in hun magazijn.

De implementatie van de RFID-technologie in het magazijnbeheer kan dus vele voordelen bieden, wat een positieve invloed kan hebben op de efficiëntie van het magazijnbeheer. Maar zoals blijkt uit de literatuurstudie en bevestigd wordt door de praktijkstudie, is deze invloed zeer afhankelijk van situatie tot situatie. Het is dus moeilijk een antwoord te geven dat veralgemeenbaar is. Daarom is het opportuun om enkel conclusies te trekken op basis van concrete gevallen.

Inhoudsopgave

Woord vooraf

Samenvatting

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1: Probleemstelling	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Centrale onderzoeksvraag	2
1.3 Onderzoeksontwerp	3
1.3.1 Literatuurstudie	3
1.3.2 Praktijkstudie	4
HOOFDSTUK 2: Historische schets van RFID	5
2.1 Ontstaan van RFID-technologie	5
2.2 Ontwikkeling van de RFID-technologie	6
2.3 Hindernissen bij de doorbraak	7
2.4 Doorbraak van RFID	7
2.5 Oorzaken van de doorbraak	8
2.5.1 Push vanuit de technologie	9
2.5.2 Pull vanuit de markt	10
2.6 Huidige stand van zaken	11
HOOFDSTUK 3: RFID-technologie	13
3.1 Definitie RFID	13
3.2 Fysieke laag	14
3.2.1 RFID-tags	14
3.2.1.1 <i>Indeling van de tags op basis van energievoorziening</i>	15
3.2.1.2 <i>Indeling van de tags op basis van dataopslag</i>	16
3.2.1.3 <i>Classificatie van de tags</i>	17
3.2.2 RFID-lezers	18
3.2.3 Frequenties	18

3.3 Virtuele laag	20
3.3.1 Middleware	20
3.4 Standaarden	21
3.4.1 ISO 18000	21
3.4.2 Electronic product code (EPC)	21
HOOFDSTUK 4: Vergelijking van RFID met de barcode	24
4.1 Automatische Identificatie en Data Collectie (AIDC)	24
4.2 Verschillen tussen barcode en RFID	25
4.3 RFID of barcode?	26
4.3.1 Keuze voor de barcode	26
4.3.2 Keuze voor RFID	27
HOOFDSTUK 5: Magazijnbeheer	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Basisfuncties van een magazijn	29
5.2.1 Lossen van de goederen	30
5.2.2 Controle van de ontvangen goederen	30
5.2.3 Opslaan van de goederen	30
5.2.4 Orderverzamelen	31
5.2.5 Inpakken	31
5.2.6 Gereedzetten van de te verzenden goederen	31
5.2.7 Laden van de goederen	32
HOOFDSTUK 6: RFID toepassingen in het magazijnbeheer	33
6.1 Identificatieniveaus	33
6.2 Toepassingen in het magazijnbeheer	34
6.2.1 Lossen en controle van de goederen	34
6.2.2 Opslaan van de goederen	36
6.2.3 Orderverzamelen	37
6.2.4 Inpakken van de goederen	37
6.2.5 Verzending	38

HOOFDSTUK 7: Voor- en nadelen van RFID	39
7.1 Voordelen van RFID	39
7.1.1 Verhoogde arbeidsproductiviteit	39
7.1.2 Beter voorraadbeheer	39
7.1.3 Betere servicegraad	41
7.1.4 Reductie van de menselijke fouten	42
7.1.5 Vermindering van uitval	42
7.2 Nadelen van RFID	42
7.2.1 Technologische beperking	43
7.2.2 Privacy	43
7.2.3 Milieu	44
HOOFDSTUK 8: Kosten en baten van RFID	45
8.1 Kosten van RFID	45
8.1.1 Investeringsuitgaven	45
8.1.1.1 <i>Aankoop tags, lezers en middleware</i>	46
8.1.1.2 <i>Installatie van de componenten</i>	46
8.1.1.3 <i>Systeemintegratie</i>	47
8.1.1.4 <i>Training en communicatie</i>	47
8.1.1.5 <i>Projectkosten</i>	47
8.1.2 Exploitatiekosten	48
8.1.2.1 <i>Jaarlijkse gebruikskosten</i>	48
8.1.2.2 <i>Jaarlijkse beheerskosten</i>	49
8.1.3 Kosten voor uitbreiding en vernieuwing	49
8.2 Baten van RFID	50
8.2.1 Verhoging van de opbrengsten	51
8.2.2 Verlaging van de operationele kosten	52
8.2.3 Optimalisatie van het asset management	52
8.2.4 Verbetering van kwaliteitscontroles en veiligheid	53
8.2.5 Baten bij gebruik in supply chain	54
8.3 Return on investment (ROI)	55

HOOFDSTUK 9: Implementatieplan voor RFID-technologie	56
9.1 Initiatiefase	56
9.2 Conceptuele fase	57
9.3 Pilootfase	58
9.4 Evaluatiefase	59
9.5 Implementatiefase	59
9.6 Optimalisatiefase	60
HOOFDSTUK 10: Praktijkcase D' Ieteren	61
10.1 Voorstelling van het bedrijf	61
10.1.1 Distributiecentrum	62
10.2 De implementatie van RFID	64
10.3 Het RFID-syteem	66
10.3.1 RFID-tags	66
10.3.2 RFID-lezers	67
10.3.3 Software	68
10.4 Toepassing van RFID in het magazijnbeheer van D' Ieteren	68
10.5 Voor- en nadelen	71
10.5.1 Voordelen	71
10.5.2 Nadelen	74
10.6 Kosten en baten	75
10.6.1 Kosten	75
10.6.1.1 Investeringsuitgaven	75
10.6.1.2 Exploitatiekosten	77
10.6.1.3 Kosten voor uitbreiding	77
10.6.2 Baten	78
10.6.3 Return on investment	79
10.7 Toekomstplannen	79
HOOFSTUK 11: Algemeen besluit	81
Overzicht van figuren en tabellen	
Lijst van de geraadpleegde werken	
Bijlagen	

HOOFDSTUK 1: Probleemstelling

1.1 Inleiding

In de logistieke sector staan de winstmarges steeds meer onder druk. Hierdoor moeten de kosten gedrukt worden en is er nauwelijks ruimte voor fouten. De orderdoorlooptijd en de voorraadbetrouwbaarheid zijn van zeer groot belang en verkeerd of niet leveren van producten is helemaal uit den boze¹.

Om aan deze eisen te voldoen wordt er tegenwoordig steeds meer belang gehecht aan supply chain management². Hierbij wordt echter vaak over het hoofd gezien dat de interne processen binnen het magazijn belangrijk zijn voor het gehele succes. Het is dus voor organisaties zeer belangrijk om onder andere te streven naar een efficiënt magazijnbeheer vooraleer ze deel kunnen uitmaken van een goed functionerende samenwerking in de supply chain.

Om tot een optimaal magazijnbeheer te komen moet men ernaar streven het beste te halen uit het gehele proces in plaats van individuele processtappen te suboptimaliseren. Optimalisatie is een integrale benadering waarbij er gezocht wordt naar de meest kostenefficiënte manier om zowel producten te verzamelen als te vershippen. Men moet dus verder kijken dan enkel naar de goedkoopste manier van verzending of de efficiëntste manier van verzamelen.

Deze magazijnoptimalisatie is niet mogelijk zonder tijdige en accurate informatie. Daarom zijn realtime datacollectiesystemen zeer belangrijk om te weten of er op een bepaald moment volgens het optimale plan gepresteerd wordt. Binnen het magazijnbeheer betekent realtime inzicht in de voorraad en in de processen op het moment dat ze plaatsvinden. Dit

¹ MOLENAAR, C.N.A., VAN OORSCHOT, G.G., 2005, p.25

² Supply chain management = Het afstemmen van activiteiten tussen en binnen de afzonderlijke schakels van een keten ten behoeve van planning, besturing en uitvoering van logistieke processen met als doel de logistieke prestatie van de gehele keten te verbeteren. [Van Goor, A.R. e.a, 1999, p.424]

wil zeggen dat men inzicht heeft vanaf het moment dat producten worden uitgeladen op het losdock totdat ze weer worden ingeladen op het laaddock, maar ook in alle andere onderdelen van het magazijnbeheer die hiertussen vallen zoals de inslag, orderpicking, ...³

Deze realtime data vanuit het magazijn kunnen bekomen worden aan de hand van de RFID-technologie (Radio Frequentie Identificatie). Deze technologie zorgt ervoor dat informatie op een eenvoudige en snelle manier wordt overgedragen. Door de contactloze informatieoverdracht wordt het aantal handmatige handelingen verminderd, is er geen zichtbare verbinding met het etiket meer nodig, kunnen er meer codes tegelijkertijd uitgelezen worden,... Aangezien er in het magazijnbeheer vele transacties zijn waarbij deze techniek kan worden toegepast, biedt het een aantal mogelijkheden binnen het magazijnbeheer.

1.2 Centrale onderzoeksvraag

Vanuit de voorgaande inleiding wordt de centrale onderzoeksvraag afgeleid. Deze luidt als volgt:

“ Welke invloed heeft de toepassing van RFID (Radio Frequentie IDentificatie) op de efficiëntie van het hedendaagse magazijnbeheer?”

Met behulp van de onderstaande deelvragen tracht ik tot een antwoord te komen op de voorgaande centrale onderzoeksvraag:

- Welke technische middelen worden er aangewend om RFID toe te passen?
- Welke toepassingen van RFID zijn er in het magazijnbeheer?
- Welke voor- en nadelen levert de implementatie van RFID op?
- Welke kosten en baten zijn er verbonden aan RFID?

³ MOLENAAR, C.N.A., VAN OORSCHOT, G.G., p.14-22

1.3 Onderzoeksontwerp

Om een antwoord te kunnen formuleren op de centrale onderzoeksvraag en de bijhorende deelvragen, heb ik ervoor gekozen om eerst een theoretische achtergrond te schetsen en antwoorden te zoeken in de bestaande literatuur. Tijdens deze literatuurstudie heb ik gebruik gemaakt van boeken, tijdschriftartikels, papers, internetsites, presentaties van verschillende seminars, ...

Om de theorie aan de praktijk te toetsen heb ik na de literatuurstudie een praktijkgedeelte besproken. Hierbij ben ik vertrokken vanuit de case van D' Ieteren. Het doel hiervan was om de theorie met de praktijk te vergelijken en eventuele verschillen te benadrukken of andere aspecten extra toe te lichten. Deze praktijkstudie is tot stand gekomen aan de hand van gesprekken met bevoorrechte getuigen en rondleidingen in het magazijn van D' Ieteren.

1.3.1 Literatuurstudie

In het *eerste hoofdstuk* wordt een inleiding geschetst. Aan de hand van deze inleiding wordt dan de centrale onderzoeksvraag met de bijhorende deelvragen afgeleid. Vervolgens volgt een kleine beschrijving van hoe ik het onderzoek voor deze thesis heb aangepakt. Het *tweede hoofdstuk* bevat een historische schets van de ontwikkeling van RFID. Naast de belangrijkste ontwikkelingen doorheen de geschiedenis worden hier de oorzaken van de doorbraak en de huidige stand van zaken aangehaald. Het *derde hoofdstuk* gaat over RFID-technologie met onder andere een beschrijving van de verschillende componenten. Het vierde hoofdstuk geeft een vergelijking weer tussen RFID en de barcodesystemen. Het *vijfde hoofdstuk* licht het concept en de basisactiviteiten van een magazijn kort toe. In *hoofdstuk zes* wordt besproken welke invloed RFID kan uitoefenen op deze basisfuncties. Het *zevende en achtste hoofdstuk* bespreken respectievelijk de voor- en nadelen en de kosten en baten van een RFID-toepassing. Het laatste hoofdstuk, *hoofdstuk 9* geeft een overzicht van de te volgen stappen bij de implementatie.

1.3.2 Praktijkstudie

Bij de praktijkstudie wordt er vertrokken vanuit de case bij D' Ieteren N.V. Zij maken gebruik van RFID in hun magazijn voor het behandelen van wisselstukken. Op basis van gesprekken met bevoorrechte getuigen wordt deze toepassing besproken. Hierbij komen alle behandelde onderdelen van de literatuurstudie aan bod zodat deze vergeleken kunnen worden met een praktijkgeval. Zo gaat het onder andere over de implementatie, het RFID-systeem, voor- en nadelen, kosten en baten en de toekomstplannen.

HOOFDSTUK 2: Historische schets van RFID

De toepassing van RFID is de laatste jaren aan een indrukwekkende opmars bezig. Het groot aantal publicaties, de vele seminars en congressen, het groeiend aantal leveranciers op de markt, ... laten voelen dat er een echte hype over RFID aan de gang is. RFID is echter geen nieuwe technologie, er is eerder sprake van een publieke doorbraak dan van een nieuwe technologische ontwikkeling.⁴

2.1 Ontstaan van RFID-technologie⁵

De oorsprong van RFID is terug te vinden in WO II. De Duitsers, Japanners, Amerikanen en Britten gebruikten allemaal radarsystemen. Dit was in 1935 reeds uitgevonden door de Schotse fysicus Sir Robert Alexander Watson-Watt. Deze radar gaf hun een waarschuwing wanneer er vliegtuigen naderden. Men kon vliegtuigen al van kilometers ver zien aankomen, maar men kon de vliegtuigen nog niet identificeren. Men wist niet of het een vliegtuig van hen was of een vijandig vliegtuig.

De Duitsers ontdekten dat wanneer de piloten met hun vliegtuigen rolden bij hun terugkeer, er op de radar een ander radiosignaal werd waargenomen. Hierdoor konden de Duitsers hun terugkerende vliegtuigen onderscheiden van die van de vijand. Op basis van deze wijziging in de radiosignalen, startten de Britten met een geheim project onder leiding van Sir Watson-Watt.

Om dit probleem op te lossen ontwierpen de Britten een systeem waardoor ze hun eigen vliegtuigen konden herkennen, het "Friend or Foe" systeem. Op elk Brits vliegtuig werd een zender geplaatst. Als de zender een signaal ontving van de radar, stuurde hij een signaal terug. Op deze manier konden de naderende vliegtuigen geïdentificeerd worden. Hiermee was meteen de basis gelegd waarop RFID verder uitgebouwd zou worden.

⁴ GETRONICS, 2005, p.3

⁵ <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1338/1/129/>

2.2 Ontwikkeling van de RFID-technologie⁶

In de jaren '50 en '60 werd de technologie van RFID verder verkend en ontwikkeld. Wetenschappers en academici over heel de wereld verrichtten onderzoek naar RFID. Er verschenen vele papers waarin uitgelegd werd hoe radio frequentie gebruikt kon worden om objecten van op een afstand te identificeren.

Begin jaren '60 kwamen de eerste commerciële toepassingen te voorschijn. De allereerste commerciële toepassing was het gebruik van RFID voor "Electronic Article Surveillance" (EAS). Hierbij wordt RFID gebruikt om producten te beveiligen tegen diefstal. De lezer aan de uitgang van de winkel detecteert de tags aangebracht op producten. Wanneer men niet betaald en de tag dus niet uitgeschakeld is, gaat het alarm af bij het passeren van de lezer aan de uitgang.

Begin jaren '70 werden er grote vooruitgangen geboekt in de ontwikkeling van RFID-technologie. Er werd actief gewerkt aan de verdere ontwikkeling door bedrijven, onderzoekscentra, overheidslaboratoria, ... In 1973 werden dan ook de eerste patenten voor RFID uitgereikt. Door de vele onderzoeken ontstonden er steeds meer nieuwe toepassingen op basis van deze technologie.

In de jaren '80 vermenigvuldigde het aantal bedrijven dat werkte aan RFID, dit was een positief teken en toonde de potentie van RFID aan. Al snel volgden er nieuwe toepassingen van RFID: tolwegen, toegangspasjes, traceren en identificeren van dieren, ...

De toepassing van RFID voor elektronische tolbetalingen kende zeer veel succes in de jaren '90. In heel de wereld werd deze toepassing veelvuldig gebruikt. Al snel volgde nog andere ontwikkelingen. Zo werden de eerste pilots gestart waarbij tags gebruikt werden voor industriële toepassingen. RFID bood de mogelijkheid om te functioneren naast de reeds bestaande barcodes om zo producten te identificeren en te volgen.

⁶ LANDT, J., 2001, p.3-7

2.3 Hindernissen bij de doorbraak⁷

Ondanks de mogelijkheden die RFID biedt bij de toepassing in de productie- en logistieke keten, werd het nog nooit op grote schaal toegepast. Er zijn verschillende oorzaken die de doorbraak van RFID bij deze toepassingen verhinderd hebben.

Ten eerste was er een gebrek aan standaarden. Iedereen gebruikte andere frequenties, tags, lezers,... Hierdoor kon RFID enkel in gesloten systemen gebruikt worden. Enkel de gebruiker en zijn partners konden gebruik maken van dit systeem. Anderen moesten bijkomende readers aanschaffen om ook met dezelfde tags te kunnen werken. Hierdoor werd het dus zeer moeilijk en vaak zeer duur om op elkaar in te kunnen inspelen.

Ten tweede was er het kostenplaatje verbonden aan de invoering van RFID in het bedrijf. De prijs van de lezers kon zeer hoog oplopen en er waren dikwijls tientallen lezers nodig om het systeem te laten functioneren. Daarnaast zijn er de tags die aangekocht moeten worden; het gaat hier vaak over grote hoeveelheden, waardoor ook deze kosten al snel de hoogte ingingen.

2.4 Doorbraak van RFID⁸

De echte doorbraak van RFID kwam er toen Wal-mart op 11 juni 2003 bekend maakte dat haar 100 grootste leveranciers hun producten moesten uitrusten met RFID tegen 2005 en de andere leveranciers tegen 2006. Indien ze dit niet deden, zouden ze door Wal-mart van de leverancierslijst geschrapt worden. Ook het Departement van Defensie van de Verenigde Staten kwam met een gelijkaardige aankondiging op de proppen voor zijn veertigduizend leveranciers. Hierdoor werden de RFID-toepassingen plotseling in de schijnwerpers gezet, zowel bij de productie- en distributieindustrie als bij de pers en verschillende vakbladen.

⁷ <http://www.rfidjournal.com/faq/16/54>

⁸ http://www.nutechsystems.com/news_rfid.html

De bedrijven die zaken wilden blijven doen met Wal-mart en het Departement van Defensie, hadden dus geen keuze: ze moesten RFID invoeren. Doordat deze bedrijven met de toepassing begonnen, werden de voordelen ook duidelijk voor bedrijven die niets met Wal-mart te maken hadden. Daarom begonnen ook deze met de implementatie van RFID-toepassingen. Dit zorgde voor de uiteindelijke doorbraak van RFID.

De twee hinderpalen werden ook overwonnen. Het probleem van het gebrek aan internationale standaarden werd opgelost door de introductie van de "Electronic Product Code" (EPC). Ook de kostprijs van de RFID-toepassingen daalde door innovaties in het ontwerp van de tags en lezers; ook de grotere hoeveelheden die gevraagd werden, zorgden voor een daling in de prijs.

2.5 Oorzaken van de doorbraak⁹

Niet enkel de vereiste van Wal-mart heeft tot de doorbraak van RFID geleid. Er zijn nog een aantal andere redenen waarom RFID tot een doorbraak is gekomen. Deze is er gekomen door zowel een "push" langs de technologie-zijde als een "pull" langs de markt zijde. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste factoren die voor de doorbraak van RFID gezorgd hebben.

Technologie Push:	Markt Pull:
RFID - automatische scanning en dataverzameling	Focus op verhogen kwaliteit en productiviteit
RFID - neerwaartse prijsontwikkeling tags en readers	Om kunnen gaan met groeiend dataverkeer
RFID - beschikbaarheid standaarden	Toenemende ketensamenwerking
RFID - koppelingen met omgevingsfactoren	Aangescherpte controle en kwaliteitseisen

Tabel 1: Doorbraakfactoren RFID¹⁰

⁹ FLEDERUS, M., e.a., 2005, p.11-18

¹⁰ FLEDERUS, M., e.a., 2005, p.11

2.5.1 Push vanuit de technologie

Er zijn een aantal veranderingen opgetreden in de technologie van RFID waardoor de toepassingen ervan meer aandacht hebben gekregen dan voorheen.

Een eerste belangrijke verbetering die kan worden bereikt door de invoering van RFID, is het automatisch scannen van zowel ingaande als uitgaande goederen, zonder dat er een menselijke activiteit aan te pas komt. Producten die voorzien zijn van een tag, passeren een lezer (bijvoorbeeld aan het laaddock). Bij het passeren van de zender worden de tags automatisch gelezen en hoeft dit niet meer handmatig te gebeuren zoals bij de barcode wel het geval is. Deze automatische inlezing vergt veel minder tijd dan de handmatige vorm.

Een struikelblok bij de implementatie van RFID was de prijs van de tags en lezers. Sinds het ontstaan van de RFID-technologie zijn er al vele veranderingen opgetreden, bijvoorbeeld kleinere tags, tags zonder batterij, ... Door deze innovaties in het tag- en lezerdesign zijn de prijzen reeds aanzienlijk gedaald. De ontwikkeling gaat nog steeds verder waardoor de prijzen in de toekomst nog verder zullen afnemen.

Omdat RFID kan dienen als de opvolger van de barcode en gebruikt kan worden over heel de keten, was er een noodzaak aan een wereldwijde standaard. Om deze reden is de "Electronic Product Code" ontwikkeld. Dit is een unieke code, die gebruikt kan worden om producten te identificeren. Hierdoor kunnen de aangemaakte tags ook bij andere spelers uit de keten gebruikt worden, en niet enkel bij hen die de tags aanbrengen.

Tenslotte kan RFID zorgen voor een koppeling tussen de fysieke en virtuele wereld. De technologie kan ervoor zorgen dat niet alleen het object geïdentificeerd wordt, maar dat er ook informatie over de omgeving kan worden opgeslagen, zoals temperatuur, druk, ... Er zijn dus nog vele nieuwe ontwikkelingen mogelijk waarbij RFID-technologie de basis vormt. Bij technologieën zoals de barcode zijn deze ontwikkelingen niet meer mogelijk.

2.5.2 Pull vanuit de markt

Het is niet enkel de technologie die voor een doorbraak heeft gezorgd. Er moet natuurlijk ook vraag zijn naar RFID. Er zijn een aantal ontwikkelingen op de markt waardoor er een vraag naar RFID ontstaan is.

Ten eerste is er de wisselwerking tussen kwaliteit en productiviteit in de logistieke processen. Er bestaan processen met een hoge productiviteit (er worden veel producten per uur verwerkt met een beperkt aantal werknemers) maar dit gaat vaak ten koste van de kwaliteit. De kwaliteit kan men opdrijven door op meer punten in het proces de producten te scannen, dit gaat dan weer ten koste van de productiviteit omdat er dan meer werknemers nodig zijn. Aan de hand van RFID kan men de processen automatiseren waardoor bij dezelfde productiviteit een hogere kwaliteit kan afgeleverd worden of dezelfde kwaliteit kan geleverd worden bij een betere productiviteit.

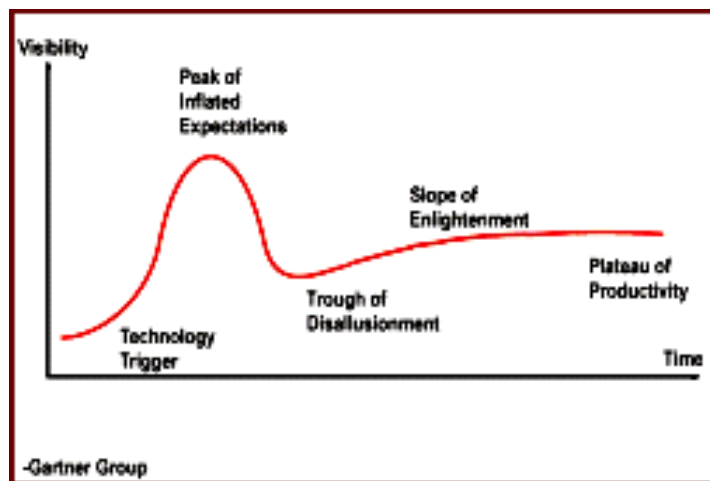
De hoeveelheid data die beschikbaar en nodig is om een goed beleid te kunnen voeren, stijgt zeer sterk. Tot op heden moesten al deze data ingegeven worden met de tussenkomst van mensen. Dit levert vertragingen en een bron van fouten op. Bovendien legt de manuele invoer een limiet op de hoeveelheid data die op een economisch verantwoorde manier verzameld kan worden. Op dit gebied biedt RFID de mogelijkheid om de gegevensverzameling te automatiseren, zodat men op een snellere manier meer informatie kan verzamelen.

Er bestaat een toenemende ketensamenwerking, waarbij de verschillende processen op elkaar afgestemd worden. Om een goede samenwerking te creëren moet er een goede gegevensuitwisseling tot stand komen. Door RFID tags aan te brengen op de goederen kan men op elektronische wijze de producten door de ganse keten volgen waardoor er een betere samenwerking kan ontstaan.

Met behulp van RFID kunnen er nauwkeurige en consistente controles uitgevoerd worden op de kwaliteit van de producten. Men kan de goederen beter traceren, zodat er een betere kwaliteitscontrole van elke stap in het proces mogelijk is. Dit is bijvoorbeeld zeer nuttig bij de controle van de voedselveiligheid, men kan exact zeggen waar de producten vandaan komen en waar ze naartoe gaan. Door het aanbrengen van tags in bepaalde producten is het ook mogelijk om namaakproducten te onderscheiden van de authentieke producten.

2.6 Huidige stand van zaken

Waar staan we op dit moment met de RFID-technologie? Om hier een antwoord op te formuleren kunnen we gebruik maken van de “hype cycle” opgesteld door het onderzoeksbureau Gartner. De “hype cycle” omschrijft de weg die een nieuwe technologie aflegt.



Figuur 1: Hype cycle ¹¹

Op de figuur zijn vijf verschillende fases te onderscheiden¹²:

- *“Technologie trekker”*: De technologie beklimt eerst een steile curve. Dit gebeurt meestal bij de lancering of bij een verhoogde aandacht in de nieuwe technologie, onder invloed van experts, pers, ... die de voordelen en paradigma-verplaatsende kenmerken beschrijven.

¹¹ <http://www.rfid-weblog.com/archives/gartnerhypecyclesmall.gif>

¹² <http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=917>

- *“Piek van de opgeblazen verwachtingen”*: Op dit moment bereiken de overenthousiaste en onrealistische verwachtingen hun hoogtepunt. Door de onrealistische verwachtingen lopen de meeste projecten uit op een faling. Slechts enkele projecten eindigen als een succes.
- *“Trog van desillusie”*: Dit moment wordt bereikt wanneer de opgeblazen verwachtingen niet bereikt kunnen worden.
- *“Helling van de verlichting”*: Ondanks de tegenslagen zijn er een aantal doorzetters die niet opgeven. Hierdoor begrijpen ze de voordelen, risico's en praktische toepassingen beter en kunnen er toch successen geboekt worden.
- *“Plateau van productiviteit”*: De technologie wordt stabiel en evolueert naar nieuwe generaties, omdat de voordelen van de technologie zijn aangetoond en successen mogelijk zijn. Er zijn meer gebruikers van de technologie door het verlaagde risico.

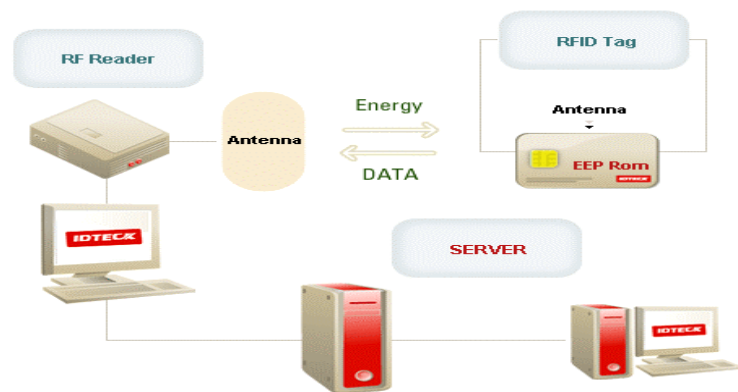
De eerste fase die RFID heeft doorgemaakt (*“Technologie trekker”*) is begonnen bij de bekendmaking van de eisen van Wal-mart en het Departement van Defensie van de VS. Zij eisten dat hun belangrijkste leveranciers de producten zouden uitrusten met RFID. Dit leidde al vlug tot de tweede fase met veel media-aandacht, overenthousiaste en onrealistische verwachtingen. Uit een onderzoek dat uitgevoerd werd in augustus 2005 door Gartner blijkt dat RFID zich momenteel in de fase van de desillusie bevindt. Dit komt voornamelijk door de hoge kosten van RFID en de onduidelijkheid over de return investment (ROI) van de RFID implementatie¹³.

¹³ <http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=917>

HOOFDSTUK 3: RFID-technologie

3.1 Definitie RFID

Radio Frequentie IDentificatie (RFID) is een methode om met behulp van radiosignalen objecten te identificeren. Een RFID-tag die geprogrammeerd is met een uniek identificatienummer en eventuele andere informatie, wordt op het product bevestigd. Wanneer deze tag binnen het leesbereik van een RFID-lezer komt, wordt de informatie via radiosignalen doorgegeven aan de lezer. De lezer converteert de opgevangen radiogolven in digitale informatie, die daarna verwerkt kan worden door de computersoftware.¹⁴



Figuur 2: Rfid-systeem¹⁵

Een RFID-systeem bestaat in het algemeen uit drie verschillende componenten:

- RFID-tags
- RFID-lezer
- Software (verwerking van de data)

De RFID-tag en de RFID-lezer vormen samen de fysieke laag van de technische infrastructuur. De software vormt de virtuele laag van de RFID-technologie.

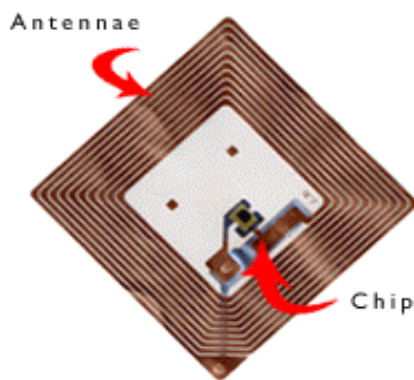
¹⁴ <http://www.rfidnederland.nl>

¹⁵ <http://www.idteck.com/technology/rfid.jsp>

3.2 Fysieke laag

De fysieke laag bestaat dus uit de RFID-tags en de RFID-lezers. De tags bevatten de informatie over het product, de lezers zorgen voor de communicatie en identificatie van de tags. Deze verschillende onderdelen worden in de volgende paragrafen besproken.

3.2.1 RFID-tags



Figuur 3: RFID-tag

De tag is de gegevensdrager van het RFID-systeem. De tag bevat informatie over het object waaraan hij bevestigd is. Er bestaan veel verschillende soorten tags; zo kan er een onderscheid gemaakt worden op basis van de vorm, communicatiefrequentie, opslagvermogen, enz. Maar de tags zijn alle opgebouwd uit dezelfde onderdelen: een chip, een ingebouwde antenne en een omhulsel.

De eigenlijke gegevens zitten opgeslagen op de chip in de tag. Deze is vervaardigd uit halfgeleiders (meestal silicium). De chip is verbonden met de ingebouwde antenne, die zorgt voor het ontvangst van de signalen die uitgezonden worden door de RFID-lezer. Op deze manier kunnen de gegevens op de chip doorgezonden worden. Het geheel van de chip en de antenne zit bevestigd in een omhulsel (bijvoorbeeld van plastic of papier) om het geheel te beschermen. Het plastic omhulsel kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat de tags beschermd zijn tegen water en dergelijke. Een omhulsel van kunststof of zelfs metaal kan voorkomen dat de chips beschadigd worden bij het transport, opslag, ... van goederen voorzien met een RFID-tag.

Zoals eerder vermeld bestaan er verschillende soorten tags. Er kan een indeling gemaakt worden op basis van de energievoorziening van de tags maar ook op basis van de manier waarop de data worden opgeslagen. De kenmerken samen met de voor- en nadelen van elk type tag worden aangehaald in de volgende paragrafen.

3.2.1.1 Indeling van de tags op basis van energievoorziening

Op basis van de energievoorziening van de tag kunnen er drie verschillende soorten tags onderscheiden worden: actieve, passieve en semi-passieve tags.

De *actieve tag* bevat naast een chip en een antenne ook een batterij die zorgt voor de energievoorziening. Hierdoor is de tag in staat om een signaal te verzenden naar de lezer, zonder dat de lezer daarom vraagt. Het voordeel hiervan is dat de tag op grote afstanden gelezen kan worden (> 100m). Een actieve tag heeft een datacapaciteit van 512 Kb. Een nadeel van de actieve tag is dat de batterij: de omvang van de tag aanzienlijk vergroot. De tag blijft niet voor altijd een actieve tag door de beperkte levensduur van de batterij (< 10 jaar). Als de batterij op is, verandert de actieve tag meestal in een passieve tag waardoor de opgeslagen informatie niet verloren gaat.

De *passieve tag* bevat geen batterij, dit wil zeggen dat de tag energie moet ontvangen van de lezer alvorens de informatie verzonden kan worden. Er wordt dus gesproken over een passieve tag omdat de tag wacht op een signaal van de lezer vooraleer de tag zijn informatie doorgeeft. De tag verzendt geen signalen op eigen initiatief, enkel op aanvraag van de lezer. Een voordeel verbonden aan de passieve tag zijn dat ze vrij klein gehouden kunnen worden omdat er geen batterij aangebracht moet worden. De levensduur van dit type tag is onbeperkt. Anderzijds is de leesafstand beperkt tot ongeveer vijf meter en kan er slechts 4 Kb aan data opgeslagen worden.

De *semi-passieve tag* heeft een eigen batterij die het circuit van de chip voorziet van stroom. De semi-passieve tag maakt in tegenstelling tot de actieve tag geen gebruik van deze energie om zelf signalen naar de RFID-lezer te versturen. Dit type tag wacht met het verzenden van signalen tot de tag opdracht krijgt van de lezer, net zoals de passieve tag. Door de energie voor het intern gebruik wordt de leesafstand bij de semi-passieve tag aanzienlijk vergroot (± 12 m) ten opzichte van de leesafstand van de passieve tag. De leesafstand van de semi-passieve tag blijft wel kleiner dan die van de actieve tags.

De keuze van het type tag is afhankelijk van de toepassing waarvoor de tag gebruikt wordt. Afhankelijk van de vereiste leesafstand, grootte van de tag, datacapaciteit, ... zal één van de types het meest geschikt zijn. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de kenmerken per type.

Type tag	Batterij	Zenden op eigen initiatief	Leesafstand	Datacapaciteit
Actief	ja	ja	> 100 m	512 Kb
Semi-passief	ja	nee	± 12 m	4 Kb
Passief	nee	nee	± 5 m	512 Kb

Tabel 2: Vergelijking tussen soorten tags¹⁶

3.2.1.2 Indeling van de tags op basis van dataopslag

Op basis van de verschillende wijzen van dataopslag op een tag zijn er drie types van RFID-tags te onderscheiden: read only tags, write-one read-many (worm) tags en de read-write tags.

De *read-only tags* krijgen door de fabrikant van de tags een code. Deze code kan nadien niet meer gewijzigd worden, er kan dus geen extra informatie aan de tag toegevoegd worden. Op dit soort tag kan 32-64 bits aan informatie opgeslagen worden.

De *write-once read-many tags* (worm-tags) kunnen éénmalig door de gebruiker met informatie beschreven worden. Naast het serienummer op de tag kunnen er ook een lotnummer, beschrijving van het product, ... toegevoegd worden. Nadat de tag beschreven is door de gebruiker, kunnen de gegevens enkel nog gelezen worden maar niet meer worden gewijzigd. Op deze tags kunnen 128 tot 256 bits aan gegevens opgeslagen worden. Het grootste voordeel van dit type tag is dat de gebruiker dus zelf nog éénmalig gegevens kan toevoegen naast het reeds door de leverancier ingevoerde serienummer.

¹⁶ FLEDERUS, M., e.a., 2005, p.21 en PLEYSIER, L., VAN BREEDAM, A., KROLS, K., 2004, p. 74

De *read-write tags* bevatten gegevens die door iedere lezer gewijzigd of overschreven kunnen worden. Op elk ogenblik kan men nieuwe data op de tag plaatsen of oude data verwijderen en overschrijven. Op een read-write tag kan tot 512 Kb aan informatie opgeslagen worden. Doordat deze tags meer mogelijkheden bevatten dan de andere types, zijn de read-write tags duurder dan de andere.

3.2.1.3 Classificatie van de tags

De verschillende soorten tags zijn georganiseerd volgens een bepaalde structuur op basis van de karakteristieken die de tags bezitten:

- Klasse 0: Read-only passieve tags
- Klasse 1: Worm-tags
- Klasse 2: Passieve tags die volledig herschrijfbaar zijn
- Klasse 3: Semi-passieve tags
- Klasse 4: Actieve tags
- Klasse 5: Tags die de mogelijkheden hebben om tags van klasse 1, 2 en 3 van energie te voorzien, waardoor er draadloos gecommuniceerd kan worden.

De verschillende eigenschappen per klasse worden samengevat in de onderstaande figuur.

RFID tags and functionalities by class						
	Class0	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5
Description	Factory Read Only	User programmed	Read Write Passive	Semi Passive RW	Active RW	Active Autonomous RW
Empowerment	Passive	Passive	Passive	Semi Passive	Active	Active
Memory	RO	WORM	RW	RW	RW	RW
Transmission Reliability	Low	Low	Low	High	High	High
Battery	No	No	No	Lithium/ Manganese	Lithium/ Manganese	Various types possible
Life Span	High	High	Short	High	High	High
Communication Range	Low	Low	High	Mid	High	High

Figuur 4: Eigenschappen van de tags per klasse¹⁷

¹⁷ ADM, 2005, p.16

3.2.2 RFID-lezers

De tweede component van de fysieke laag van het RFID-systeem vormen de lezers. Een lezer is een apparaat dat de RFID-tags kan uitlezen en samen met de antennes voor een leesveld zorgt. Zodra een tag in het leesbereik van een lezer komt, zendt de tag zijn gegevens door naar de lezer. De opgevangen radiosignalen worden in de lezer omgezet naar digitale data, die dan later door de computer verwerkt kunnen worden.

De lezer en zijn antennes kunnen in vele vormen voorkomen. De antennes kunnen als lussen in de vloer geplaatst zijn maar kunnen bijvoorbeeld ook geïntegreerd zijn, in de laad- en lospoorten. De lezers komen voor als vaste apparaten maar ook als draagbare toestellen.

3.2.3 Frequenties¹⁸

De RFID-tags en de RFID-lezers communiceren met elkaar aan de hand van radiogolven. Er zijn verschillende frequenties waarop beide met elkaar kunnen communiceren. Radiogolven gedragen zich anders op verschillende frequenties, daarom heeft elke frequentie andere eigenschappen met bijhorende voor- en nadelen. De gekozen frequentie moet dus goed aansluiten bij de functionele eisen die een toepassing stelt. Voor RFID zijn er vier basisfrequenties: lage frequentie (LF), hoge frequentie (HF), ultrahoge frequentie (UHF) en de microgolffrequentie (μ W). De belangrijkste eigenschappen van de verschillende frequenties worden in de onderstaande tekst besproken. Een volledig overzicht is terug te vinden in bijlage 1.

De *lage frequentie* (125-134 KHz) is een reeks van wereldwijd geaccepteerde frequenties. Deze wordt veel gebruikt bij toepassingen zoals toegangscontrole. De tags die werken op een lage frequentie, gebruiken weinig energie en functioneren goed in omgevingen met water of metaal. De leesafstand is echter beperkt tot minder dan een halve meter (bij passieve tags). In vergelijking met de andere frequenties ligt de communicatiesnelheid op deze frequentie zeer laag.

¹⁸ ADM, 2005, p.18-21

De *hoge frequentie* (16,56 Mhz) is een wereldwijd aanvaarde frequentie. De tags op deze frequentie werken goed in vochtige omgevingen of in omgevingen met veel metaal. De maximale leesafstand voor passieve tags ligt ongeveer op 1,5 meter. Deze frequentie wordt toegepast in bibliotheken, tracking van paletten en containers, ...

De *ultrahoge frequentie* (869-950 Mhz) biedt een betere leesafstand en een snellere communicatiesnelheid dan de andere frequenties. De leesafstand voor een passieve tag op deze frequentie schommelt tussen de drie à vijf meter. Het probleem met de ultrahoge frequentie is dat er wereldwijd andere frequenties worden gebruikt. Bijvoorbeeld de frequentie die in Europa wordt gebruikt, komt overeen met de frequentie waarop de Amerikaanse gsm toestellen functioneren en omgekeerd. De ultrahoge frequentie tags hebben ook een probleem met het lezen in vochtige of metalen omgevingen. De ultrahoge frequentie wordt veelal gebruikt bij de tracking van containers, vrachtwagens, ...

De *microgolffrequentie* (2,45 Ghz) is vergelijkbaar met de ultrahoge frequentie. Een extra voordeel van deze frequentie is dat de communicatiesnelheid nog sneller verloopt dan bij de anderen. De microgolffrequentie wordt gebruikt bij het identificeren van voorwerpen met hoge snelheden zoals bijvoorbeeld auto's, containers, ...

De keuze voor een bepaalde frequentie is erg belangrijk omdat ze in grote mate de kost, snelheid en toepasbaarheid bepaalt. Er zijn geen regels om te bepalen welk de beste frequentie is voor een bepaalde situatie. Men kan best ter plaatse enkele testen uitvoeren om te zien welke frequentie de beste resultaten oplevert.

Het zijn voornamelijk de hoge en de ultrahoge frequenties die gebruikt worden in de productie-industrie en in de logistieke keten. Vooral de ultrahoge frequentie wint aan populariteit. Dit is onder andere te wijten aan de goede leesbaarheid en de aanvaardbare kostprijs van de tags op deze frequentie.

3.3 Virtuele laag

Naast de fysieke laag bestaat er ook een virtuele laag in het RFID-systeem. De gegevens die verzameld en aangemaakt worden door de fysieke laag, moeten ook gebruikt kunnen worden. Hiervoor maakt men gebruik van middleware die ervoor zorgt dat de gegevens verwerkt kunnen worden in de andere software-applicaties.

3.3.1 Middleware

Middleware-oplossingen zijn software-toepassingen die zorgen voor de koppeling van RFID-data met de achterliggende ICT-infrastructuren van de gebruiker zonder dat er een rechtstreekse verbinding wordt aangelegd tussen alle verschillende onderdelen. RFID-lezers die de tags lezen, generen al snel een enorme hoeveelheid data. Hoewel de eerste filtering en verwerking reeds in de lezer zelf plaatsvinden, is een verdere bewerking vaak noodzakelijk. De data uit de lezer worden daarom door de middleware verwerkt en daarna doorgezonden.

Het is belangrijk dat er al een eerste verwerking van de data gebeurt omwille van de hoeveelheid data die door een RFID-systeem verzameld kan worden. Vaak worden bijvoorbeeld sommige tags dubbel ingelezen. De middleware zorgt er dan voor dat deze gegevens gefilterd worden en dat enkel de belangrijke gegevens doorgestuurd worden naar de andere software-toepassingen.

Nadat de gegevens verzameld werden in de lezer en de eerste verwerking plaatsvond in de middleware, kunnen de gegevens doorgestuurd worden naar de achterliggende systemen. Andere ICT-infrastructuren van de organisatie zoals bijvoorbeeld het enterprise resource planning systeem (ERP) of het warehouse management systeem (WMS) kunnen deze gegevens dan gebruiken voor verdere verwerking.

3.4 Standaarden

In gesloten systemen is standaardisatie niet echt belangrijk omdat de eigenaar van het systeem de controle heeft over de technologie. Vanaf het moment dat het systeem de bedrijfsgrenzen overschrijdt, is het belangrijk dat er afspraken gemaakt worden. Standaardisatie is dus van belang bij de toepassing van RFID tussen verschillende bedrijven. Er bestaan verschillende standaarden die betrekking hebben op de inhoud van de tag en de manier waarop de tags en lezers met elkaar communiceren (frequenties). De twee voornaamste standaarden die hierop betrekking hebben, zijn de ISO 18000 standaard en de "Electronic Product Code" (EPC).

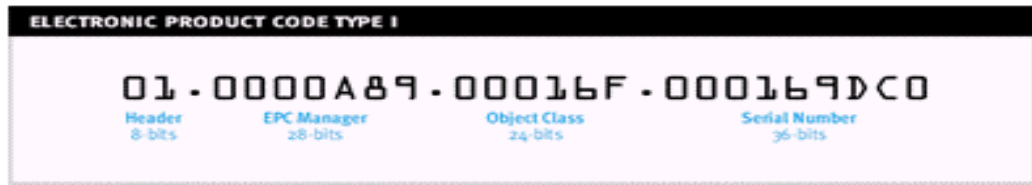
3.4.1 ISO 18000

De ISO 18000 reeks is een standaard die een aantal parameters vastlegt van de manier waarop tags en lezers met elkaar communiceren. De standaard bestaat uit zeven verschillende onderdelen. Het doel van deze norm is de interoperabiliteit tussen de verschillende RFID-systemen te garanderen.

In de standaard worden per frequentie een aantal parameters vastgelegd. Zo legt men waarden vast voor onder andere het communicatieprotocol tussen de RFID-tag en de RFID-lezer, communicatiesnelheden, ...

3.4.2 Electronic product code (EPC)

De Electronic Product Code (EPC) is een standaard die ontwikkeld is door EPCglobal. Het doel van deze standaard is om elk product een eigen en unieke identificatiecode toe te kennen, de EPC. Op deze manier kan er op een snelle manier zeer gedetailleerde informatie over producten uitgewisseld worden.



Figuur 5: Electronic product code¹⁹

Zoals te zien is op de figuur, is de EPC opgebouwd uit vier verschillende onderdelen:

- Header: De header bevat het versienummer van de EPC
- EPC Manager: Dit is een unieke code die de producent kan identificeren
- Object Class: Hiermee kan het type product geïdentificeerd worden
- Serial Number: Serienummer voor elk individueel product

De EPC bestaat in een 64 en een 96 bitsvariant. De 96 bitsvariant biedt de mogelijkheid een unieke identificatie te geven aan 268 miljoen bedrijven met per bedrijf 16 miljoen verschillende producttypes. Per producttype kunnen er dan nogmaals 68 miljard unieke serienummers geïdentificeerd worden. In het totaal geeft dit één triljoen (1×10^{18}) unieke nummers.²⁰

Elke RFID-tag bevat dan enkel een EPC, de bijhorende informatie is opgeslagen in een netwerk van databases. Gegevens over de samenstelling van het product, productiedata, ... worden gekoppeld aan de EPC code. Op Internet kunnen de gegevens, verbonden aan de EPC, geraadpleegd worden in de beschikbare databases.

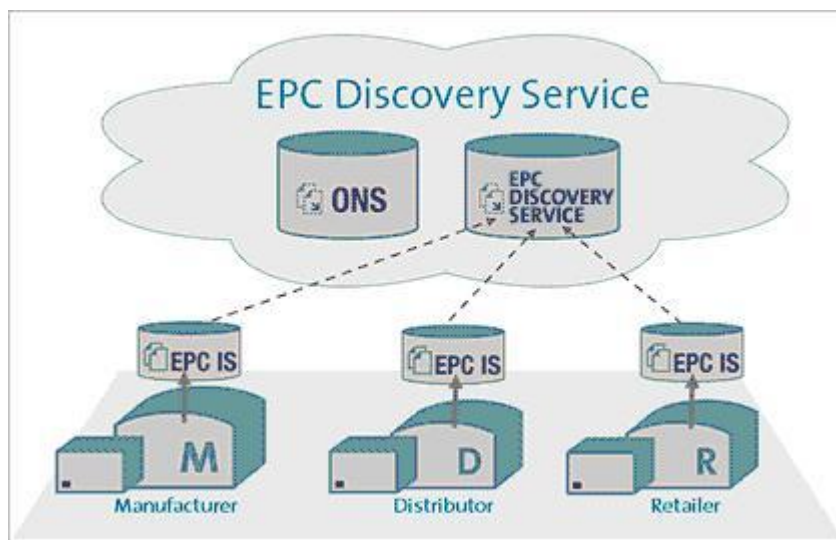
Door enkel een gestandaardiseerde code te plaatsen op alle RFID-tags wil men het mogelijk maken om goedkopere tags te produceren. Door een daling van de prijs van de tags wordt het mogelijk om alle producten te voorzien van een tag. Door een standaardcode te nemen wordt het ook mogelijk om de producten over gans de wereld te identificeren.

¹⁹ APPEL, H., 2003, p.4

²⁰ APPEL, H., 2003, p.4

Het EPCglobal-netwerk dat deze toepassing mogelijk maakt, is opgebouwd uit 5 verschillende onderdelen:²¹

- *EPC*: een unieke code voor elk product
- *RFID-systeem*: De EPC staat opgeslagen op de RFID-tags, deze code kan doorgegeven worden met behulp van de RFID-lezers.
- *EPC discovery service*: Het geheel aan diensten waardoor gebruikers specifieke EPC informatie kunnen vinden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van Object name service (ONS). Dit is een register met de verwijzingen naar de plaats waar de gegevens over een object zijn vastgelegd. Het is vergelijkbaar met de Url's van internetsites.
- *EPC information system*: Set van standaarden voor het onwerpen van software voor de gegevensuitwisseling met het EPCglobal-netwerk.
- *EPC middleware*: Software die informatieoverdracht tussen de systemen verwerkt, zodat de systemen niet overbelast raken.



Figuur 6: Onderdelen van het EPCglobal-netwerk²²

²¹ VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., 2004, p.73

²² http://www.eaiti.com/images/epcis_arch.jpg

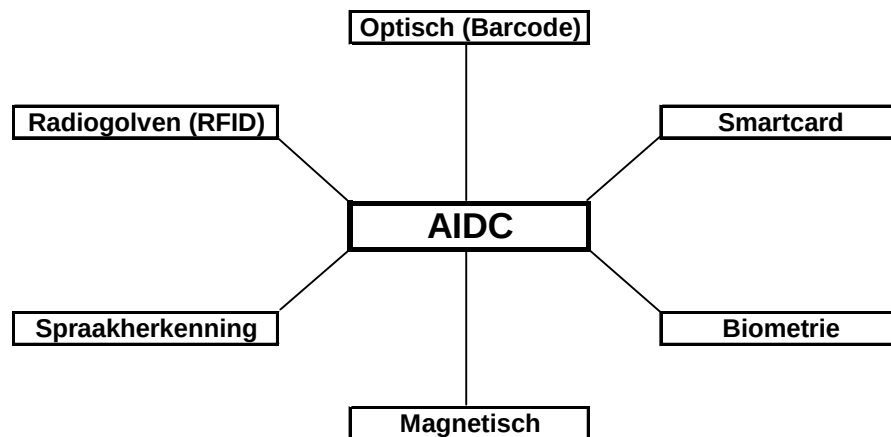
HOOFDSTUK 4: Vergelijking van RFID met de barcode

RFID-technologie is niet de enige methode om producten automatisch te identificeren. RFID maakt deel uit van de Automatische Identificatie en Data Collectie (AIDC)-methodes. Er bestaan dus ook andere vormen van automatische identificatie.

4.1 Automatische Identificatie en Data Collectie (AIDC)

AIDC is een term die gebruikt wordt voor alle technologieën die automatisch, zonder enige manuele interactie, objecten kunnen identificeren. AIDC zorgt voor een efficiënte en accurate methode voor het identificeren van producten en het opslaan van de verzamelde gegevens.²³

Er zijn een reeks van technologieën die onder de noemer van AIDC vallen. De verschillende AIDC-technologieën zijn: barcode, RFID, spraakherkenning, magnetische toepassingen, biometrische toepassingen en de smartcards. De onderstaande figuur geeft nogmaals een overzicht van deze verschillende technologieën.



Figuur 7: AIDC technologieën²⁴

²³ <http://et.wcu.edu/aidc>

²⁴ FINKENZELLER, K., 2003, p.2

In het magazijnbeheer zijn RFID en de barcode de voornaamste technologieën die een bijdrage leveren aan de automatische identificatie van producten in het magazijn. Ook de spraakherkenning kan een bijdrage leveren aan de identificatie van goederen in het magazijn. Aangezien de werknemer nog steeds alles moet inspreken, is het niet zover gevorderd als de barcode of RFID. In wat volgt concentreren we ons dan ook op de vergelijking tussen de barcode en RFID.

4.2 Verschillen tussen barcode en RFID

Er bestaat een groot aantal verschillen tussen de RFID-technologie en deze van de barcodes. De belangrijkste verschillen tussen beide zijn:

- Er is geen directe zichtbaarheid nodig voor het lezen van de RFID-tags. Het systeem van de barcodes is gebaseerd op de reflectie van licht. Er is dan een direct contact nodig tussen de barcode en de barcodelezer. Bij RFID wordt er gebruik gemaakt van radiogolven, de tags moeten dus niet in het zicht van de RFID-lezer komen. Ook al zit de tag bijvoorbeeld in een doos, toch kunnen de signalen die de tag uitzendt, ontvangen worden.
- Het lezen van de RFID-tags gebeurt volledig automatisch. Wanneer een tag in het leesbereik van een lezer komt, wordt deze automatisch ingelezen. Bij de barcode is er nog steeds een manuele handeling nodig voor het scannen van het product.
- Bij de barcode kunnen de labels slechts één voor één uitgelezen worden. De RFID-systemen bieden de mogelijkheid om meerdere tags tegelijk uit te lezen.
- De afstand waarop de tags en de barcodes afgelezen kunnen worden, verschillen aanzienlijk. De barcode heeft een kleine leesafstand (van een aantal cm tot een aantal meter). Bij de RFID-tag bedraagt deze leesafstand, afhankelijk van het type tag, tientallen meters.

- De barcode is enkel uitleesbaar, er kan geen extra informatie aan toegevoegd worden. De RFID-tag biedt de mogelijkheid om beschreven te worden. Op deze manier kan men extra informatie aan de tag toevoegen. De barcode is trouwens enkel een herkenning van een productklasse, terwijl bij RFID de tags een uniek serienummer kunnen toevoegen aan elk product.
- De barcode scoort wel beter dan de RFID-tag wanneer het op de kosten aankomt. De kostprijs van de barcode is bijna te verwaarlozen terwijl de tags nog vrij duur zijn.

Een volledig overzicht van de verschillen tussen RFID en de barcode is terug te vinden in de bijlagen.

4.3 RFID of barcode?

Aangezien de tags, zeker in de nabije toekomst, duurder zullen blijven dan de barcodes, wordt er niet verwacht dat RFID de barcodes volledig zullen vervangen. RFID zal eerder gebruikt worden ter aanvulling van de barcodes dan ter vervanging. Bijvoorbeeld RFID-tags worden aangebracht op de pallet terwijl de individuele producten uitgerust worden met een gewone barcode. De RFID-technologie zal eerder een toegevoegde waarde en verbetering bieden aan de huidige systemen dan de huidige barcodesystemen volledig te vervangen.

4.3.1 Keuze voor de barcode

Ondanks het feit dat RFID meer voordelen kan bieden dan het gebruik van de barcode in het algemeen maar ook bij de toepassingen in het magazijnbeheer, zijn er toch sommige situaties waarin de voorkeur uitgaat naar de barcode:

- De barcode krijgt vaak de voorkeur op RFID wanneer er sprake is van een goed gestructureerde omgeving. In deze omgevingen is het vaak perfect mogelijk een zeer geautomatiseerd systeem op te zetten op basis van barcodes.

- In magazijnen waar er reeds gewerkt wordt met een volledig geautomatiseerd barcodesysteem krijgt de barcode, vaak de voorkeur ten opzichte van RFID. Wanneer alle goederen bij ontvangst onmiddellijk op een lopende band geplaatst worden, waar ze dan door een barcodelezer gescand worden, zal de invoering van RFID weinig bijdragen tot een verbetering van het systeem. De kosten van de investering lopen in deze gevallen meestal hoger op dan de gerealiseerde baten.

4.3.2 Keuze voor RFID

De barcode kan dus in sommige gevallen een beter alternatief bieden voor de automatische identificatie van goederen dan RFID. Er bestaan ook een aantal situaties waar het omgekeerde geldig is, namelijk dat RFID beter geschikt is dan de barcodes:²⁵

- Wanneer er sprake is van een ongestructureerde omgeving, waarin het zeer moeilijk is om een automatisch identificatiesysteem op te zetten aan de hand van barcodes, kan een RFID-systeem de oplossing bieden. Omdat er geen zichtbaar contact nodig is tussen de tags en de lezers, is RFID vaak de geschikte oplossing in complexe omgevingen.

Bijvoorbeeld bij de opslag van een zeer uiteenlopend assortiment goederen, is het moeilijk om deze gestructureerd op te slaan zonder al te veel plaats in te nemen. Wanneer er in deze gevallen met barcodes wordt gewerkt en de goederen niet gestructureerd opgeslagen zijn, vindt men de goederen vaak niet snel genoeg terug. Met behulp van RFID kunnen de goederen op de optimale wijze opgeslagen worden en zijn ze toch snel traceerbaar.

Er dient echter wel opgemerkt te worden dat een optimale wijze van opslaan waarbij de goederen snel traceerbaar blijven, ook bereikt kan worden aan de hand van een AS/AR systeem²⁶. Bij een automated storage and retrieval system wordt de picker automatisch door de computer naar de juiste plaats gestuurd wanneer goederen opgehaald of opgeslagen dienen te worden. In het geval van een complexe omgeving is het dus niet zo dat alleen RFID een oplossing biedt om goederen optimaal op te slaan en te traceren.

²⁵ http://www.logistiek.nl/dossierartikelen/id68-Wat_is_de_toegevoegde_waarde_van_RFID.html

²⁶ CHASE, B., JACOBS, R., AQUILANO, J., 2005, p. 769

- Het gebeurt vaak dat de barcodelabels onleesbaar worden door beschadigingen. Labels kunnen soms niet meer gelezen worden waardoor er fouten gebeuren omdat de barcodelabels gevoelig zijn voor stof, vocht,... In deze gevallen kan RFID een oplossing bieden. De tags kunnen namelijk aan de binnenkant van de verpakking aangebracht worden, ze kunnen een behuizing krijgen waardoor de tag zelf niet beschadigd kan worden,...

Het is dus duidelijk dat RFID vele voordelen te bieden heeft ten opzichte van de barcodetechnologie. Wanneer er in een onderneming een keuze gemaakt moet worden, krijgt het barcode-systeem toch vaak de voorkeur op RFID. Dit omdat de hoge kostprijs van een RFID-systeem in vele gevallen niet opweegt tegen de voordelen in die bepaalde omgeving. Er zijn dus situaties waarin de efficiëntie van de processen verhoogd kan worden met behulp van automatische identificatie op basis van barcodes tegen een lagere kostprijs dan bij de invoering van RFID. Zoals aangetoond werd, is de keuze tussen RFID of de barcode volledig afhankelijk van geval tot geval.

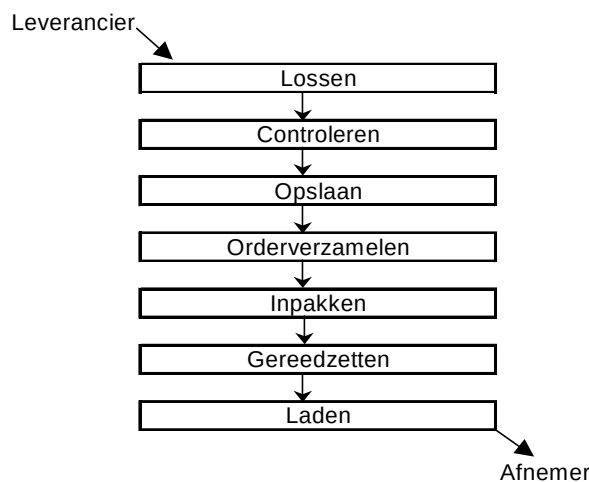
HOOFDSTUK 5: Magazijnbeheer

5.1 Inleiding

Een magazijn wordt omschreven als: “a commercial building for storage of goods. Warehouses are used by manufacturers, importers, exporters, wholesalers, transport businesses, customs, etc. They are usually large plain buildings in industrial parts of towns. They come equipped with loading docks to load and unload trucks; or sometimes are loaded directly from railways, airports, or seaports. They also often have cranes and forklifts for moving goods, which are usually placed on ISO standard pallets.”²⁷

5.2 Basisfuncties van een magazijn

Volgens Bakker e.a.²⁸ kunnen er in een magazijn zeven hoofdfuncties onderscheiden worden. In de onderstaande figuur zijn de belangrijkste schakels in de goederenstroom van een magazijn weergegeven.



Figuur 8: Basisfuncties in een magazijn²⁹

²⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse>

²⁸ BAKKER, C.G., VAN GOOR, A.R., VANHOUTEN, J.W.M., 1988, p.124

²⁹ BAKKER, C.G., VAN GOOR, A.R., VANHOUTEN, J.W.M., 1988, p.125

5.2.1 Lossen van de goederen

Het lossen van de goederen of de goederenontvangst is het uitladen van producten die geladen staan op het transportmiddel. Het lossen van de goederen vindt meestal plaats aan de loskade. Er wordt niet enkel over goederenontvangst gesproken wanneer de goederen van een externe leverancier komen maar ook wanneer de goederen bijvoorbeeld van de productieafdeling naar het magazijn gebracht zijn.

5.2.2 Controle van de ontvangen goederen

Bakker e.a. (1988) omschrijven de controle van de ontvangen goederen als een tweede functie van het magazijn. Andere auteurs³⁰ beschouwen de controle echter als een onderdeel van de ontvangst van de goederen maar over de inhoud van deze functie zijn er geen verschillen op te merken. Bij de controle wordt er nagegaan of de producten voldoen aan de vooropgestelde specificaties. Er wordt gecontroleerd of de ontvangen goederen voldoen aan de vereiste kwaliteit en kwantiteit. Ook wordt er gekeken of het product geen beschadigingen heeft opgelopen tijdens het transport.

5.2.3 Opslaan van de goederen

De goederen worden na de controle overgebracht vanuit de ontvangstruimte naar de opslagruimte. In de opslagruimte worden de goederen bewaard op een bepaalde locatie totdat deze moeten doorstromen om verzonden te worden. Vaak wordt de locatie van de opgeslagen goederen in de database van het warehouse management systeem opgeslagen. Dit gebeurt door het koppelen van de barcode op de pallet aan de barcode van de opslagplaats. Op deze manier zijn opgeslagen goederen snel terug te vinden.

³⁰ ACKERMAN, K.B., 1990, p. 452-453

5.2.4 Orderverzamelen

Het verzamelen van de orders houdt in dat wanneer de goederen besteld zijn, men deze uit de voorraad moet halen en klaarmaken voor de verzending. Het verzamelen van de juiste orders is één van de belangrijkste activiteiten in een magazijn. Het orderverzamelen is zeer belangrijk omdat de juiste goederen moeten opgehaald worden om zo te voldoen aan de eisen van de klant. Anderzijds is het orderverzamelen een magazijnoperatie die veel kosten met zich meebrengt onder andere door het arbeidsintensieve karakter van de handeling.

5.2.5 Inpakken

De meeste goederen liggen volledig afgewerkt in het magazijn en kunnen onmiddellijk zonder verdere verwerking getransporteerd worden. Andere goederen daarentegen moeten nog wel verpakt worden of een bewerking ondergaan vooraleer ze verzonden kunnen worden. Met de opkomende trend van “value added logistics” komt dit laatste meer en meer voor in magazijnen. Bij “value added logistics” worden er waardetoevoegende activiteiten uitgeoefend als aanvullende dienst. Het gaat bijvoorbeeld over het verpakken, assembleren, labelen, ... van goederen.³¹

5.2.6 Gereedzetten van de te verzenden goederen

Nadat de goederen volledig zijn verpakt en klaar zijn om verzonden te worden, worden ze overgebracht naar de laadzone. Hier staan de goederen totdat ze verscheept kunnen worden. Het is belangrijk dat men hier de goederen voor verschillende zendingen goed gescheiden kan houden. Op deze manier kunnen eventuele fouten bij het laden vermeden worden.

³¹ <http://www.logistiek.nl/warehousing/>

5.2.7 Laden van de goederen

Het laden en verzenden van de orders is het laatste contact met de goederen. Het is dus zeer belangrijk dat er gecontroleerd wordt dat de hoeveelheid goederen overeenstemt met de bijhorende documenten. Ook moet er nagekeken worden of het de juiste goederen zijn voordat de goederen door de laadkade op het transportmiddel geplaatst worden.

HOOFDSTUK 6: RFID toepassingen in het magazijnbeheer

In het voorgaande hoofdstuk werden de basisactiviteiten van het magazijnbeheer besproken. Nu we weten welke activiteiten er in een magazijn plaatsvinden en wat RFID-technologie inhoudt, wordt er in dit hoofdstuk besproken hoe de RFID-technologie kan worden toegepast op de verschillende activiteiten van het magazijnbeheer.

6.1 Identificatieniveaus³²

Voor de toepassing van RFID in het magazijnbeheer besproken wordt, dient er opgemerkt te worden dat er verschillende niveaus zijn waarop de tags aangebracht kunnen worden. De tags kunnen aangebracht worden op de pallet, container, RTI³³, op de verpakking of op het product zelf.

Het voorzien van goederen van een tag brengt vaak enorme investeringen met zich mee. Daarom wordt er vaak gekozen om niet het individuele product te voorzien van een tag maar wel de verpakking, de container of de pallet waarop de goederen zich bevinden.

De toepassingen zijn dus afhankelijk van het niveau waarop de tags zijn aangebracht. Wanneer de tags zijn aangebracht op productniveau, is er veel meer informatie beschikbaar en levert de toepassing meer voordelen op dan bijvoorbeeld tagging op palletniveau.

In de meeste gevallen wordt in de praktijk gebruik gemaakt van tags op pallet- of containerniveau. Hierdoor is de investering niet te groot. De tag op een pallet bevat dan wel alle informatie van de goederen die op de pallet staan waardoor men toch kan profiteren van de voordelen van RFID-technologie.

³² PLEYSIER, L., VAN BREEDAM, A., KROLS, K., 2004, p. 43-44 en VAN AMSTEL, W.P., 2005, p.6

³³ RTI= returnabel transport item, bijvoorbeeld bakken waarin goederen geladen worden om deze naar de klanten te brengen, na het transport keren deze bakken terug. Ze kunnen dan opnieuw ingezet worden voor een andere bestelling. De bakken worden dan soms gereinigd en daarom is de RFID-tag een goede oplossing voor de identificatie van deze RTI's, het is namelijk mogelijk de tag in een omhulsel te plaatsen zodat de RFID-tag beschermt is tegen vocht, ... (zie paragraaf 3.2.1)

6.2 Toepassingen in het magazijnbeheer³⁴

Door de RFID-technologie toe te passen op de verschillende basisfuncties van het magazijnbeheer kan er een verbetering gerealiseerd worden in de werking van het magazijn. Per activiteit zal in de volgende paragrafen besproken worden hoe RFID kan bijdragen tot het verbeteren van de activiteit.

6.2.1 Lossen en controle van de goederen

Als er tijdens het lossen van de goederen gebruik gemaakt wordt van barcodes, moeten de werknemers elk product meestal handmatig scannen vooraleer de producten in het magazijn opgenomen kunnen worden. Wanneer de goederen die aankomen aan de loskade voorzien zijn van RFID-tags (op pallet- of productniveau) en de loskade van RFID-lezers kan RFID het ontvangstproces ondersteunen.

Gemiddeld neemt het handmatig scannen van barcodelabels zeven seconden in beslag³⁵. De RFID-lezer leest automatisch alle tags die door de loskade komen, zonder dat elk product stuk voor stuk manueel gescand moet worden. Hierdoor verhoogt de snelheid van de ontvangst van de goederen aanzienlijk. Er kunnen dus op dezelfde tijd meer goederen behandeld worden.

Bij het gebruik van RFID bij de ontvangst van goederen worden de geleverde goederen automatisch vergeleken met de bestelnota en de vrachtbrief. De manuele handelingen tijdens deze activiteit, de vergelijking van de geleverde goederen met de bijhorende documenten, verminderen dus waardoor de arbeidskosten verlagen. Ook het aantal producten dat men aan de loskade kan behandelen stijgt.

³⁴ PLEYSIER, L., VAN BREEDAM, A., KROLS, K., 2004, p. 49-52 en CAPONE, G., e.a., 2004, p.10-12

³⁵ HIGHJUMP, 2004, p.10

Doordat de goederen bij de ontvangst aan de loskade direct ingescand worden, is het mogelijk om de gegevens van de ontvangen goederen te gaan vergelijken met de openstaande orders. De computer geeft dan aan welke goederen nodig zijn voor openstaande bestellingen, waardoor de producten vanuit de loskade onmiddellijk naar de laadkade gebracht kunnen worden. Dit wordt ook wel cross-docking genoemd.

Bij cross-docking gaan de goederen doorheen het magazijn zonder dat ze opgeslagen dienen te worden. Bij een barcode-systeem gebeurde de vergelijking met de openstaande orders pas wanneer de goederen op de ontvangstvloer stonden in plaats van bij het uitladen van de vrachtwagen. Door het toepassen van RFID kunnen orders dus veel sneller afgehandeld worden en wordt het soms overbodig om reeds bestelde goederen nog in voorraad te plaatsen.

Ook voor magazijnen die werken met een lopende-band-systeem, kan RFID voordelen bieden. Bij het werken met barcodes moeten de producten in de juiste positie op de band geplaatst worden opdat de barcodes ingelezen kunnen worden. Daarom worden er vaak afspraken gemaakt met de leverancier om via een poka-yoke-systeem³⁶ te werken.

Omdat RFID tags en readers niet zichtbaar met elkaar in contact moeten komen, is er minder werk om de goederen op de lopende band te plaatsen of hoeven er geen afspraken meer gemaakt te worden met de leveranciers. Eventuele leesfouten die optreden door slechte plaatsing van de producten op de band bij de barcodes, worden bij RFID vermeden. RFID zorgt namelijk voor een goede leesbaarheid van de tags ongeacht de wijze waarop de goederen op de lopende band geplaatst worden. Omdat er geen eisen meer gesteld worden aan de positie van de producten op de lopende band, zal het lossen veel sneller gebeuren en zal bijgevolg de doorloopsnelheid van de goederen doorheen het magazijn vergroten.

³⁶ Poka-yoke = procedure of systeem dat ervoor zorgt dat de werknemers geen vergissingen kunnen begaan die zouden leiden tot een fout voordat het proces van start is gegaan. Bijvoorbeeld een systeem waarbij de verpakking zo op de lopende band geplaatst wordt zodat het barcodelabel steeds naar de lezer gericht is. Ook kunnen poka-yokes snelle feedback geven over eventuele afwijkingen in het proces. Op deze manier kunnen de werknemers afwijkingen snel herstellen en fouten tot een minimum beperken. [CHASE, B., JACOBS, R., AQUILANO, J., 2005, p. 333]

6.2.2 Opslaan van de goederen

Ook bij het opslaan van de goederen in het magazijn biedt de RFID-technologie mogelijkheden. De accuraatheid en de efficiëntie van het opslaan van de goederen kan verhoogd worden door het gebruik van RFID.

Door gebruik te maken van een RFID-systeem moet bijvoorbeeld de heftruckchauffeur bij het *wegplaatsen van de goederen* niet langer de barcode van de pallet en de barcode van de opslagplaats handmatig inscannen, opdat het Warehouse Management Systeem (WMS) weet waar de goederen zich bevinden. De RFID-lezers lezen automatisch de tags van de goederen en de gekozen plaats. Wanneer deze niet overeenkomen met de specificaties in het WMS, wordt de heftruckchauffeur verwittigd dat de goederen op de verkeerde plaats gezet worden. Door gebruik te maken van RFID bestaat er een grotere zekerheid dat de goederen op een betrouwbare manier in het magazijn geplaatst worden.

Het *opslagsysteem* kan ook verbeterd worden door het gebruik van RFID. Omdat de tags overal gelezen kunnen worden, moeten de producten/paletten niet langer op vooraf bepaalde en specifieke plaatsen gezet worden. Doordat men de goederen een willekeurige plaats kan geven, wordt het opslagsysteem veel flexibeler. Bij het gebruik van de barcode moeten de goederen vaak op een specifieke plaats gezet worden. Door deze manier van stockeren ontstaan er in de rekken dan grote gaten die niet gebruikt kunnen worden. Bij de toepassing van RFID kunnen deze lege plaatsen wel opgevuld worden, waardoor de ruimte optimaal benut kan worden.

Tevens ontstaat er in het magazijn een verhoogde *voorraadvisibiliteit*, omdat de gegevens verzameld door het RFID-systeem in real-time beschikbaar zijn. Het systeem weet precies welke goederen er binnenkomen, welke buitengaan, welke in behandeling zijn,... Hierdoor heeft men te allen tijde een goed beeld van het niveau van de voorraad van alle producten. Dit biedt een aantal voordelen bij het beheren van het magazijn.

6.2.3 Orderverzamelen

Bij het orderverzamelen kan RFID ervoor zorgen dat de juiste goederen en de juiste hoeveelheden uit voorraad gehaald worden. Dit systeem werkt hetzelfde als het wegplaatsen van de goederen in de opslagruimte.

Doordat er een koppeling bestaat tussen het RFID-systeem en het warehouse management systeem (WMS) of het order management systeem (OMS) kan de werknemer zien of hij de juiste producten toevoegt aan de bestelling van een klant. Het RFID-systeem verwittigt de werknemer indien hij de foute producten op een pallet plaatst. Hierdoor worden steeds de juiste producten en de juiste hoeveelheden uit voorraad gehaald voor het afwerken van een bestelling van een bepaalde klant.

De tijdspanne waarin de werknemer de orders kan verzamelen, wordt door de RFID-toepassing aanzienlijk verlaagd. Door de automatische lezing van de producten moet de werknemer niet langer zoeken naar de te verzamelen goederen. Er bestaan bijvoorbeeld systemen waarbij rolcontainers in een vaste baan doorheen het magazijn circuleren. Op plaatsen waar goederen toegevoegd moeten worden, stoppen de rolcontainers automatisch.

6.2.4 Inpakken van de goederen

Bij de verpakking van de goederen die verzonden moeten worden, wordt er vaak gebruik gemaakt van RTI's (returnable transport items) zoals paletten, kratten, rolcontainers,...

Deze RTI's circuleren meestal in een gesloten kringloop, omdat ze na gebruik terug komen naar het magazijn en terug ingezet kunnen worden. Bijvoorbeeld bij de verzending van goederen worden de goederen in een rolcontainer geplaatst. Deze rolcontainer, die de bestelde goederen bevat, wordt tot bij de klant gebracht. De klant haalt de goederen uit de rolcontainer en bezorgt deze nadien terug. Door gebruik te maken van RFID op deze RTI's zijn ze beter traceerbaar en kunnen ze bijgevolg ook beter ingezet worden. Om deze reden kan na het aanbrengen van tags op de RTI's het aantal benodigde RTI's verlaagd worden.

Bij het bespreken van de basisfuncties, werd er bij het verpakken reeds gesproken over value added logistics. Ook op dit onderdeel kan RFID toegepast worden. Bij de verpakking, herverpakking, assemblage, ... kan RFID de werkzaamheden efficiënter laten verlopen. Met behulp van RFID sluit de informatiestroom veel beter aan bij de goederenstroom. Zo kunnen de tags op de producten bijvoorbeeld instructies bevatten voor de verpakkingsmachines zodat de juiste verpakking wordt aangebracht.

6.2.5 Verzending

Bij het inladen van de transportmiddelen met de te verzenden goederen kan aan de hand van RFID gecontroleerd worden of elk item op het juiste vervoersmiddel wordt geplaatst. Goederen die voorzien zijn van een tag, en door de met RFID-lezer voorziene laadkade gaan, worden automatisch gecontroleerd, en niet langer handmatig. Er wordt nagegaan of de juiste producten op de juiste vrachtwagens worden geplaatst. Wanneer er foutieve producten of foutieve hoeveelheden worden ingeladen, zal er een signaal gegeven worden (bijvoorbeeld een geluidssignaal samen met een rood licht).

Omdat de manuele controles uitgesloten worden, kan het laden van de transportmiddelen veel vlotter verlopen. Men hoeft vlak bij het inladen niet langer elk product in te scannen, maar men kan gewoon met de goederen door de laadpoort rijden. De RFID-lezer scant dan automatisch alle producten. Bovendien zullen op deze manier veel minder fouten begaan worden, zoals verkeerde levering, goederen op foutieve vrachtwagen, ... Hierdoor kan de klant een verhoogde servicegraad aangeboden worden.

Als de poorten van de laadkades voorzien zijn met RFID-lezers, worden de producten voor een stuk beveiligd door de RFID tags. Diefstal van producten kan aanzienlijk beperkt worden, omdat er geen producten zijn die het magazijn kunnen verlaten zonder dat de RFID-lezers dit opmerken.

HOOFDSTUK 7: Voor- en nadelen van RFID

Aan het implementeren van RFID zijn zowel voordelen als nadelen verbonden. De voor- en nadelen, met nadruk op de toepassingen in het magazijnbeheer, zullen in dit hoofdstuk besproken worden. Wanneer RFID toegepast wordt op andere gebieden dan het magazijnbeheer, zal dit in beperkte mate andere voor- en nadelen met zich meebrengen. Deze zullen hier niet behandeld worden.

7.1 Voordelen van RFID

De toepassing van RFID in het magazijnbeheer levert een aantal voordelen op. De meeste voordelen werden reeds in hoofdstuk 6 bij de toepassing van RFID in het magazijnbeheer aangehaald. Per activiteit werden de mogelijke toepassingen van RFID opgesomd, samen met de eventuele voordelen die de implementatie met zich meebrengt. De voordelen van RFID zijn samen te vatten als: een verhoogde arbeidsproductiviteit, beter voorraadbeheer, betere servicegraad, reductie van de menselijke fouten en een vermindering van uitval.

7.1.1 Verhoogde arbeidsproductiviteit

De arbeidsproductiviteit in het magazijn zal dus stijgen omwille van de toegenomen graad van automatisatie na de implementatie van een RFID-systeem. Zoals reeds vermeld werd in hoofdstuk 6, daalt het aantal manuele handelingen waardoor verschillende taken sneller uitgevoerd kunnen worden. Dit voordeel is terug te vinden bij praktisch alle activiteiten die in een magazijn plaatsvinden. (zie hoofdstuk 6)

7.1.2 Beter voorraadbeheer

RFID biedt vele voordelen op het gebied van voorraadbeheer in het magazijn. Omdat men op elk moment exact weet welke goederen er in het magazijn aanwezig zijn, heeft men een veel beter inzicht in het aanwezige voorraadmiveau. Het verhoogde inzicht in deze voorraden heeft zowel een invloed op de voorraadtellings als op de veiligheidsvoorraad.

De voorraadgegevens op papier komen in werkelijkheid heel vaak niet overeen met de aanwezige voorraad in het magazijn. Er zijn verschillende redenen waarom er een verschil kan optreden. Goederen kunnen bijvoorbeeld uit voorraad gehaald worden zonder dat de voorraadgegevens worden aangepast, goederen kunnen op verkeerde plaatsen opgeslagen worden waardoor men denkt dat deze niet meer in voorraad zijn, soms worden er bestellingen als ontvangen geregistreerd terwijl ze toch niet geleverd zijn, ...

Accurate voorraadgegevens zijn noodzakelijk opdat het productie- en bestelproces efficiënt kunnen verlopen. Een methode om de gegevens zo accuraat mogelijk te houden, is de methode van permanente inventaris. Dit is een methode waarbij de fysieke voorraad regelmatig geteld wordt om zo de voorraadlijsten correct te houden.³⁷

De implementatie van RFID zorgt ervoor zorgen dat er te allen tijde een correcte weergave van de fysieke voorraad is. Dankzij deze invoering hoeven de voorraadtellingen niet langer handmatig te gebeuren en kunnen de manuele controletellingen voor de permanente inventaris sterk gereduceerd worden.

Dankzij de accurate gegevens over de aanwezige voorraad, verkregen door de invoering van RFID, wordt het mogelijk om de veiligheidsvoorraad te verminderen. Door betrouwbare gegevens over de voorraad in het systeem kan de veiligheidsbuffer voor mogelijke fouten verlaagd worden.

Het verlagen van de veiligheidsvoorraad heeft als gevolg dat er dus minder voorraad aanwezig is in het magazijn. Hierdoor is het mogelijk dat de voorraadrotatie³⁸ verlaagd wordt. Dit wil zeggen dat het gemiddeld minder lang zal duren voor de volledige aanwezige voorraad verkocht wordt. Op deze manier kunnen de voorraadkosten van goederen dus verlagen.

³⁷ CHASE, B., JACOBS, R., AQUILANO, J., 2005, p. 611-612

³⁸ voorraadrotatie = ratio die aangeeft hoeveel keer per jaar de aanwezige voorraad volledig opgebruikt wordt. [LIMERE, 2000, p.51]

Goederen kunnen dankzij RFID ook opgeslagen worden op de meest efficiënte manier. De goederen hoeven niet langer opgeslagen te liggen op vaste locaties. Dit resulteert in een beter gebruik van de beschikbare ruimte in het magazijn. Door de vermindering van veiligheidsvoorraden en een efficiëntere manier van stockeren, bestaat in sommige gevallen de mogelijkheid dat men een overschot aan magazijnruimte krijgt. Men kan dus voor dezelfde activiteiten vaak overschakelen naar een magazijn met een kleinere oppervlakte.

Door de hoeveelheid informatie die op de tags opgeslagen kan worden, zoals bijvoorbeeld de tijd van aankomst in het magazijn, kan men deze tijden in rekening gaan brengen. Bij het uit voorraad halen van goederen kan men dus op een snelle manier vaststellen welke producten reeds het langst in voorraad liggen. Deze goederen kunnen dan verzonden worden in plaats van de goederen die nog maar pas in voorraad liggen. Door deze manier van werken toe te passen, kan men een veroudering van de goederen in stock vermijden. Dit is bijvoorbeeld zeer interessant als er gewerkt wordt met bederfbare goederen zoals groenten en fruit.

7.1.3 Betere servicegraad

Bestellingen die binnenkomen in het magazijn, kunnen beter behandeld worden dankzij de toepassing van RFID. Omdat men te allen tijde een goed beeld heeft van de beschikbare voorraad, kan men onmiddellijk zeggen hoe lang het zal duren voor de bestelling verzonden kan worden. Ook de doorstroomsnelheid van producten in het magazijn is toegenomen, waardoor bestellingen veel sneller afgewerkt kunnen worden.

De automatische identificatie bij het orderpicken en het verschepen van de goederen zorgt ervoor dat er minder fouten gebeuren bij het voltooien van een bestelling. De kans dat een klant een onvolledige of zelfs foutieve bestelling binnenkrijgt, verkleint aanzienlijk. Deze verlaging van fouten in de bestellingen zorgt voor een verhoogde klantenservice.

7.1.4 Reductie van de menselijke fouten

In het algemeen zullen in alle verschillende taken van het magazijn, van het ontvangen tot het verzenden van de goederen, veel minder menselijke fouten kunnen optreden. Door het automatisch scannen kan men niet vergeten producten te scannen, goederen kunnen niet op verkeerde plaatsen gezet worden, ...

7.1.5 Vermindering van uitval

Met uitval worden producten bedoeld die verloren geraken. Er zijn verschillende oorzaken van uitval, zoals diefstal van de producten door de werknemers of producten die als onbestaande beschouwd worden omdat ze op de verkeerde plaats gezet zijn.

De diefstal van goederen uit het magazijn zal sterk afnemen doordat de lezers elke verplaatsing van de goederen kunnen waarnemen. Er kan geen enkel product waaraan een tag bevestigd is, het magazijn verlaten zonder dat dit waargenomen wordt door de RFID-lezers.

Het niet meer terugvinden van goederen in het magazijn behoort na de invoering van een RFID-systeem tot het verleden. Elk product zal kunnen getraceerd worden door de verschillende lezers die over het ganse magazijn verspreid zijn. Het is dus best mogelijk dat een product zich niet op de juiste plaats bevindt, maar het RFID-systeem is toch in staat om te zeggen dat het nog aanwezig is.

7.2 Nadelen van RFID

De nadelen die in de komende paragraaf besproken worden, zijn geen echte nadelen. Het is beter om ze te beschouwen als uitdagingen voor het RFID-systeem. De gebieden waarin de uitdagingen zich in situeren, zijn gebieden waaraan volop gewerkt wordt. De nadelen die opgesomd zullen worden, zijn niet blijvend gebonden aan de RFID-systemen. Wanneer er een vooruitgang geboekt wordt, zullen deze nadelen gedeeltelijk of zelfs helemaal verdwijnen.

7.2.1 Technologische beperking

RFID-lezers geven vaak geen 100 percent nauwkeurigheid bij het uitlezen van de tags. De nauwkeurigheid van het lezen wordt sterk beïnvloed als er metaal of vocht aanwezig is in de omgeving van de tags. Ook het aantal tags dat in één maal uitgelezen wordt, heeft een invloed op de nauwkeurigheid van het lezen. De verschillende opgevangen signalen in de lezer kunnen voor verwarring zorgen, waardoor de leesbetrouwbaarheid afneemt.

Deze beperkingen kunnen eventueel voorkomen worden door te experimenteren met verschillende opstellingen van het RFID-systeem. Ook het gebruik van een andere soort frequentie kan een positieve invloed hebben op de leesnauwkeurigheid van de tags.

7.2.2 Privacy

Als er over RFID gesproken wordt, wordt privacy vaak aangehaald als een veel voorkomend probleem. Bij het magazijnbeheer is privacy echter niet meteen een struikelblok. Het is eerder bij de toepassing van RFID op consumentengoederen dat de privacykwestie van belang is. Vele consumenten vermoeden dat ze door de tags, die bevestigd zijn op producten, overal gevolgd zullen kunnen worden. Dit is eerder fictie dan realiteit. Het is mogelijk, maar dan moeten er satellieten en gps-systemen gekoppeld worden aan de tag. Bovendien bestaan er mogelijkheden om een tag uit te schakelen zodat de vrees voor schending van de privacy niet gegrond is.

Bij het magazijnbeheer is het eerder een probleem van data-eigendom dan een privacyprobleem. In de logistieke keten kan de informatie op de tags door iedereen gelezen worden. De vraag die men zich hierbij stelt, is aan wie deze informatie toebehoort? Met de steeds groeiende belangstelling voor de toepassing van RFID in de volledige supply chain is dit ook niet langer een probleem. Door mee te werken aan deze toepassing zijn de bedrijven dus bereid om informatie met elkaar te delen, in ruil voor de voordelen die deze toepassing hun kan bieden. Bedrijven die niet bereid zijn hun informatie te delen met andere bedrijven, zullen RFID dan meestal alleen gebruiken in een gesloten systeem. De gegevens op de tags zullen dan nooit buiten de bedrijfsmuren komen.

7.2.3 Milieu

Er wordt aangehaald dat het gebruik van RFID gevolgen kan hebben voor het milieu. In de tags wordt namelijk gebruik gemaakt van silicium voor de productie van de chips. Vanaf het moment dat de tags op grote schaal zullen aangebracht worden op de individuele producten en dus uiteindelijk op de afvalberg terechtkomen, kan dit schadelijke effecten hebben voor het milieu.

Ook beweert men dat de radiogolven waarmee de tags en lezers met elkaar communiceren, schadelijke effecten kunnen hebben voor de mens. Een werknemer die een ganse dag wordt blootgesteld aan de radiosignalen in een magazijn, zou gezondheidsproblemen kunnen krijgen. Dit is echter een discussie die ook optreedt bij het gebruik van gsm's (werken op dezelfde frequentie als de UHF-tags), dus dit zal de invoering van RFID waarschijnlijk niet in de weg staan.

HOOFDSTUK 8: Kosten en baten van RFID

De toepassingen van RFID bieden vele mogelijkheden en voordelen. In de economische realiteit wordt de haalbaarheid van een toepassing niet beoordeeld op de mogelijkheden. Voornamelijk de afweging van de kosten en baten zal tot een beslissing leiden. In dit hoofdstuk wordt er een overzicht gegeven van de kosten en baten die de invoering van RFID met zich meebrengt.

8.1 Kosten van RFID

Bij de beoordeling van de kosten van een RFID-systeem wordt vaak alleen rekening gehouden met de kosten van de tags. Dit is echter slechts één van de kostencomponenten voor het beoordelen van de investering. De kosten verbonden aan de invoering van een RFID-systeem zijn onder te verdelen in drie categorieën:³⁹

- Investeringsuitgaven
- Exploitatiekosten
- Kosten voor uitbreiding en vernieuwing

8.1.1 Investeringsuitgaven

De investeringsuitgaven die verbonden zijn aan een RFID-project, bestaan uit de volgende onderdelen:

- aankoop tags, lezers en middleware
- installatie van de componenten
- systeemintegratie
- training en communicatie
- projectkosten

³⁹ VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., 2004, p.101-107

8.1.1.1 Aankoop tags, lezers en middleware

Het aantal vereiste *RFID-tags* is afhankelijk van het aantal producten, paletten, ... die men met tags wil voorzien. De kostprijs verbonden aan het aantal is afhankelijk van het type tag dat geschikt is voor de toepassing. De prijzen van de passieve tags schommelen van 0,20 tot 1 euro afhankelijk van de bestelhoeveelheid en de specificaties. De actieve tags hebben een prijskaartje dat varieert van 25 tot 150 euro per tag.⁴⁰

De hoeveelheid aan te schaffen *lezers* is afhankelijk van het aantal benodigde leespunten doorheen het magazijn. Men kan kiezen om enkel de laad- en loskade te voorzien van een lezer, of men kan ervoor opteren over heel het magazijn lezers te plaatsen zodat de producten overal zichtbaar zijn. Naast het aantal moet er ook een keuze gemaakt worden tussen een vaste of mobiele lezers. Afhankelijk van het type tag schommelen de prijzen tussen 500 en 10.000 euro per stuk.

Tenslotte moet ook *middleware* aangekocht worden, deze zorgt voor een koppeling tussen het RFID-systeem en de achterliggende ICT-infrastructuur zoals het WMS. Het bedrijf heeft hier de keuze tussen standaardproducten of op maat gemaakte toepassingen. De kosten voor de middleware zijn zeer uiteenlopend en afhankelijk van de vereiste specificaties en de bestaande structuren in de onderneming.

8.1.1.2 Installatie van de componenten

Alle aangekochte componenten (tags, lezers en middleware) moeten in het bedrijf geïnstalleerd worden. Hiervoor wordt een beroep gedaan op gespecialiseerde bedrijven. De installatiekosten bestaan uit het uurloon, de installatietijd en het aantal te installeren componenten. De tags worden meestal door de eigen werknemers op de producten aangebracht, hiervoor geldt dus het uurloon van een werknemer en niet dat van een expert.

⁴⁰ GETRONICS, 2005, p.6

8.1.1.3 Systeemintegratie

Om de verzamelde informatie te verwerken in de bestaande systemen moet er een bepaald netwerk aangelegd worden, zodat alle informatie optimaal uitgewisseld kan worden. De verzamelde gegevens moeten overgebracht worden naar de computersoftware maar ook de werknemer moet de gegevens kunnen raadplegen. Voor deze doeleinden moet in het magazijn een netwerk met bijhorende interfaces aangelegd worden. Bijvoorbeeld aan de laadkade moet een computersysteem komen waarop verschijnt of de juiste producten geladen worden. Het aanleggen van dit netwerk met de bijhorende interfaces maakt deel uit van de investeringsuitgaven van het RFID-systeem.

8.1.1.4 Training en communicatie

Door de implementatie van RFID wordt de werknemer geconfronteerd met nieuwe werkmethodes en materialen. De werknemers moeten precies weten hoe het nieuwe proces werkt opdat het proces succesvol kan functioneren. Daarom moet ervoor gezorgd worden dat de werknemers de juiste voorlichting en opleidingen krijgen. De kost van deze opleidingen bestaat meestal uit de cursuskost per uur vermenigvuldigd met de duur van de opleiding. Als algemene regel geldt dat een opleiding ongeveer 6 à 10 uur in beslag neemt.⁴¹ Er moet echter ook rekening gehouden worden met de extra kosten als gevolg van het productiviteitsverlies tijdens de opleiding van de werknemers.

8.1.1.5 Projectkosten

Het invoeren van een RFID-systeem vergt veel tijd en onderzoek. Het invoeren gebeurt meestal in een aantal stappen, zoals het bepalen van strategie, financiële consequenties, opzetten pilot,... Bij deze verschillende stappen wordt een beroep gedaan op zowel interne als externe experts. De kosten van het opzetten van het project bestaan dus uit de uurlonen van deze experts.

⁴¹ SWEENEY, P.J., 2005, p.301

In de onderstaande tabel worden de verschillende investeringsuitgaven met de bijhorende berekeningswijze weergegeven:

Investeringsuitgaven	Berekening
1. Aanschaf	Prijs per component x aantal benodigde componenten
2. Installatie	Uurloon x installatietijd x aantal per component
3. Systeemintegratie	Uurloon x aantal uren + kostprijs interfaces
4. Training en communicatie	Trainingskosten x cursustijd x aantal werknemers
5. Projectkosten	Uurloon x besteed aantal uren

Tabel 3: Investeringsuitgaven⁴²

8.1.2 Exploitatiekosten

De exploitatiekosten zijn opgebouwd uit enerzijds de jaarlijkse gebruikskosten en anderzijds de jaarlijkse beheerskosten. Beide onderdelen kunnen nog verder opgesplitst worden in een aantal verschillende kostencomponenten.

8.1.2.1 Jaarlijkse gebruikskosten

De jaarlijkse gebruikskosten bestaan ten eerste uit de *licenties* die elk jaar dienen aangekocht te worden voor het gebruik van de software. Voor het gebruik van de software moet jaarlijks een vast bedrag betaald worden aan de producenten van de software.

Een tweede onderdeel zijn de *operationele kosten* van het RFID-systeem. Deze bestaan uit de transactiekosten (voor het uitwisselen van de data) en de energiekosten voor de energie gebruikt door de hardware onderdelen van het systeem.

Tenslotte zijn er nog de kosten van de RFID-tags die *vervangen* dienen te worden als sommige beschadigd zijn. De mate waarin dit voorkomt, is afhankelijk van geval tot geval.

⁴² VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., 2004, p.104

8.1.2.2 Jaarlijkse beheerskosten

De jaarlijkse beheerskosten bestaan enerzijds uit de *opleidingskosten* voor nieuwe werkrachten, aangezien ook zij met de technologie moeten leren werken. Anderzijds zijn er de onderhoudskosten van de RFID componenten. Deze *onderhoudskosten* bestaan meestal uit een bepaald percentage van de oorspronkelijke aanschaffingskosten. Deze onderhoudskosten komen in het algemeen overeen met 15 tot 18 percent van de aanschaffkosten van het RFID-systeem.⁴³

In de onderstaande tabel worden de exploitatiekosten nogmaals opgesomd samen met de berekeningswijze.

Exploitatiekosten	Berekening
1. Licenties	Kostprijs per licentie x aantal benodigde software-toepassingen
2. Operationele kosten	Transactiekost + energiekosten
3. Vernieuwing tags	Uitval tags x prijs per tag
4. Opleiding	Trainingskosten x cursustijd x aantal nieuwe werknemers
5. Onderhoud	Onderhoudspercentage x aanschaffingskosten

Tabel 4: Exploitatiekosten⁴⁴

8.1.3 Kosten voor uitbreiding en vernieuwing

Bij het gebruik van de tags moet rekening gehouden worden met de kosten voor de aanschaf van nieuwe tags. Wanneer men de tags aanbrengt op individuele producten, zullen er steeds nieuwe tags aangeschaft moeten worden. De kosten die deze steeds terugkomende aankoop met zich meebrengt, zijn vrij groot. Ten eerste door de meestal (nog) vrij hoge prijs van de tags en ten tweede door de grote hoeveelheid die aangekocht moet worden.

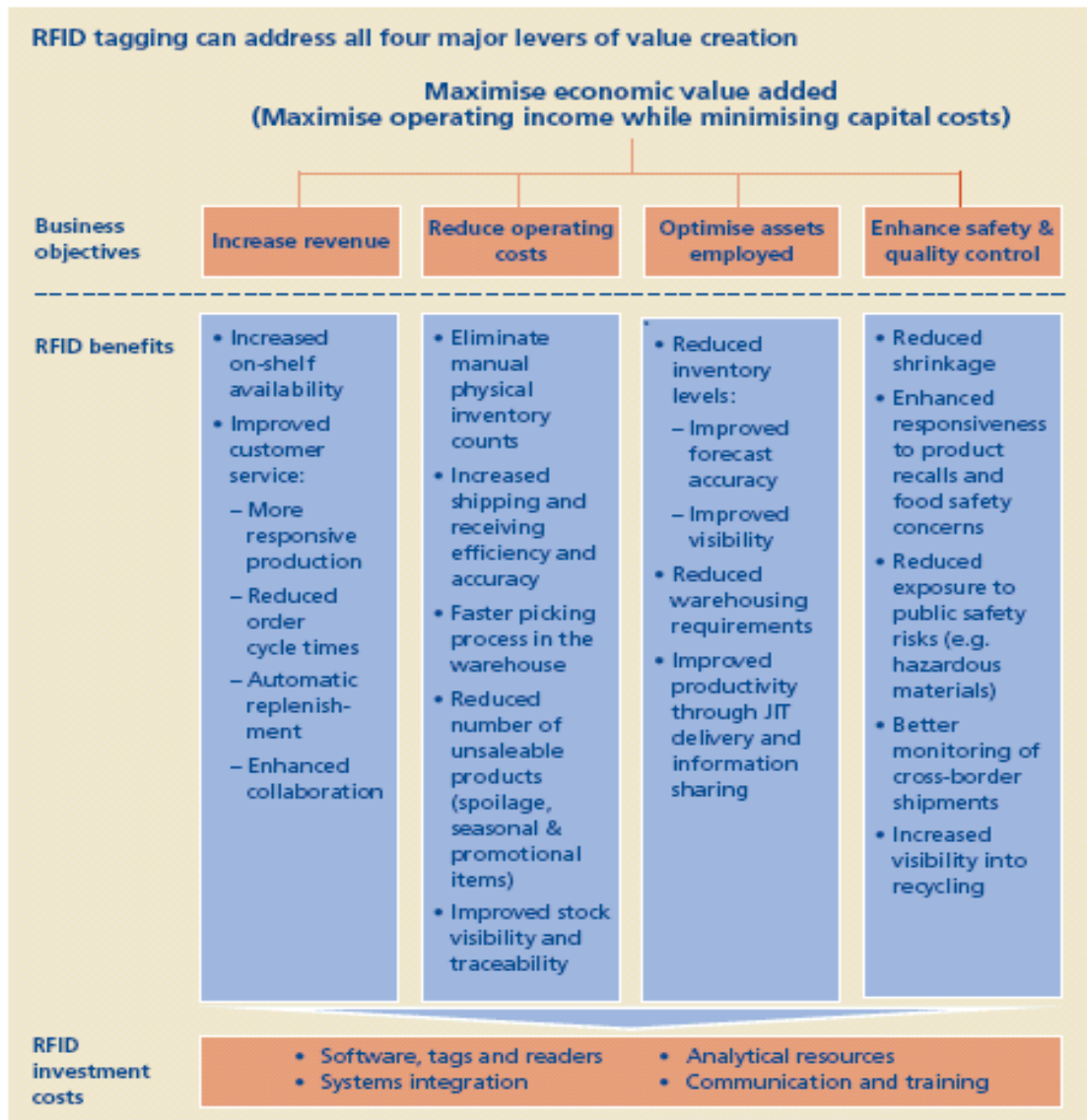
⁴³ SWEENEY, P.J., 2005, p.302

⁴⁴ VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., 2004, p.105

8.2 Baten van RFID

De baten die verbonden zijn aan de invoering van een RFID-systeem zijn sterk afhankelijk van de gekozen toepassing. Zo zal het taggen van individuele producten meer baten opleveren dan het taggen van pallets. De baten verschillen dus van case tot case.

In de onderstaande figuur wordt een volledig overzicht gegeven van de baten die RFID met zich meebrengt, opgesplitst in vier categorieën.



Figuur 9: Baten van RFID⁴⁵

⁴⁵ DELOITTE, 2005, p. 4

In het algemeen zijn de baten die voortvloeien uit de toepassing van RFID onder te brengen in vier categorieën⁴⁶:

- Verhoging van de opbrengsten
- Verlaging van de operationele kosten
- optimalisatie van het asset management
- verbetering van kwaliteitscontroles en veiligheid

8.2.1 Verhoging van de opbrengsten

De verhoging van de opbrengsten die gerealiseerd worden door een hogere verkoop, is niet rechtstreeks waar te nemen in het magazijn. Het zal eerder de verkoopsafdeling zijn die de extra opbrengsten op haar rekening zal schrijven.

De oorzaak van de verhoging van de opbrengsten is wel terug te vinden in het magazijn. Men heeft er een beter inzicht in de aanwezige voorraad waardoor de orders veel beter behandeld kunnen worden. Zo zijn er bijvoorbeeld minder kosten omdat goederen waarvan men denkt dat ze in stock liggen aan de klant verkocht worden, terwijl ze niet meer aanwezig zijn.

Omdat de automatische identificatie de doorloopsnelheid van goederen doorheen het magazijn verhoogt, is er minder tijd nodig om een bestelling van een bepaalde klant af te handelen.

Deze twee voordelen die behaald worden door de invoering van RFID in het magazijn verhogen de klantenservice die door een onderneming geleverd kan worden. Door deze verbeterde service zal een bestaande klant misschien meer orders plaatsen en zullen er ongetwijfeld nieuwe klanten bijkomen. Hierdoor zal de omzet van het bedrijf toenemen, wat uiteindelijk zal resulteren in een hogere winst.

⁴⁶ DELOITTE, 2005, p. 4

8.2.2 Verlaging van de operationele kosten

De volgende baten die gerealiseerd kunnen worden met behulp van RFID, hebben betrekking op een verlaging van de operationele kosten. Deze groep is nog verder onder te verdelen in lagere kosten van verkochte goederen en lagere operationele kosten.

De *kosten van de verkochte goederen* worden lager door de efficiëntieverhoging van de operationele taken in het magazijn. Ten eerste verlaagt de kost van de verkochte goederen door een efficiëntere en meer accurate ontvangst en verzending van de goederen. Daarnaast is er een snellere doorstroming van de goederen doorheen het magazijn, waardoor de behandelingskosten van de goederen dalen. Deze lagere behandelingskosten verlagen op hun beurt de kost van de verkochte goederen.

De *operationele kosten* worden gereduceerd door een betere beheersing van de processen. De kosten dalen omdat men een beter inzicht heeft in de voorraad aanwezig in het magazijn, waardoor het aantal fysieke voorraadtellingen drastisch vermindert. Ook de loonkosten van de arbeiders zullen afnemen, wat een positieve invloed heeft op de operationele kosten. Daarnaast zullen er minder goederen zijn die niet verkocht kunnen worden door een te trage doorstroming van de goederen doorheen het magazijn.

8.2.3 Optimalisatie van het asset management

Met behulp van RFID-technologie krijgt men betere inzichten in de aanwezige voorraden. Hierdoor zijn de beschikbare gegevens over de voorraad betrouwbaarder, zodat men meer zekerheid heeft over de aanwezige voorraad. Een gevolg hiervan is dat men de aangehouden veiligheidsvoorraad kan reduceren. Omdat de veiligheidsvoorraden afgebouwd worden maar ook omdat de goederen op een optimale stapelmanier in het magazijn kunnen geplaatst worden, verlagen de vereisten die aan het magazijn gesteld worden. Het is dan eventueel mogelijk om de grootte en de infrastructuur van het magazijn met 1 tot 5 percent te reduceren, wat minder kosten met zich zal meebrengen⁴⁷.

⁴⁷ MOLENAAR, C.N.A., 2004, p.27

Door de vermindering van de veiligheidsvoorraad is het ook mogelijk om het werkkapitaal, dat nodig was om de veiligheidsvoorraad te handhaven, te reduceren. Het verwachte werkkapitaal dat hierdoor vrijkomt, ligt tussen 2 en 8 percent en kan aangewend worden voor andere doeleinden.⁴⁸

Het beheer van de RTI's kan sterk verbeterd worden. Met behulp van RFID kunnen de RTI's efficiënter ingezet worden waardoor ze een snellere omloopsnelheid krijgen. Op deze manier zijn er voor dezelfde hoeveelheid orders minder RTI's nodig. Hiernaast wordt het aantal RTI's die verloren gaan of gestolen worden, beperkt. Hierdoor wordt het mogelijk om het aantal ingezette RTI's in het magazijn te verlagen. De verlaging van het aantal RTI's resulteert in een mogelijke verlaging van het werkkapitaal.

8.2.4 Verbetering van kwaliteitscontroles en veiligheid

Tenslotte kunnen er ook financiële voordelen gehaald worden uit het feit dat het aantal gestolen goederen in het magazijn aanzienlijk beperkt wordt door de toepassing van RFID. In sommige gevallen kan de waarde van de verdwenen goederen uit een magazijn zeer hoog oplopen. De beperking van deze praktijken kan voor een onderneming een verlaging betekenen van een soms aanzienlijke uitgavenpost.

Tenslotte verhoogt de hoeveelheidcontrole van de goederen want zowel bij de ontvangst als bij de verzending worden de goederen automatisch gescand. Op deze manier wordt er onmiddellijk gecontroleerd of alle goederen van een bestelling aanwezig zijn. Hierdoor worden de bestellingen van de klanten beter afgehandeld en dalen de kosten voor foutieve zendingen aanzienlijk. Ook kan er sneller gereageerd worden wanneer een leverancier een onvolledige bestelling afgeleverd heeft. Niet geleverde goederen moeten dus ook niet betaald worden.

⁴⁸ MOLENAAR, C.N.A., 2004, p.27

8.2.5 Baten bij gebruik in supply chain

Bij de baten die realiseerbaar zijn ten gevolge van een RFID-toepassing, dient opgemerkt te worden dat deze baten aanzienlijk versterkt kunnen worden wanneer men de toepassing uitbreidt van enkel intern gebruik naar gebruik over de ganse supply chain.

De supply chain is te definiëren als: "The sequence of steps, often done in different firms and/or locations, needed to produce a final good from primary factors, starting with processing of raw materials, continuing with production of perhaps a series of intermediate inputs, and ending with final assembly and distribution"⁴⁹.

Wanneer alle verschillende partijen in deze keten gebruik maken van RFID-systemen die op elkaar afgesteld zijn, is het mogelijk om een aantal gemeenschappelijke activiteiten te benadrukken en de communicatie omtrent deze activiteiten te verhogen. Op deze manier kunnen de voordelen en baten gerealiseerd op intern niveau uitgebreid worden, waardoor meer partijen nuttig gebruik kunnen maken van de 'real time' verzamelde gegevens.

Eén van de baten die ontstaat door het gebruik in de supply chain, is de mogelijkheid tot het beter en accurater voorspellen van de vraag. Omdat men nu verder in de keten kan kijken, kan men beter bepalen welke goederen er nog in omloop zijn en wat de behoeften zijn. De producent kan nu rechtstreeks bij de kleinhandel zien wat er nog in voorraad ligt. Hierdoor neemt de onzekerheid over de vraag naar goederen sterk af, waardoor het mogelijk wordt de aangehouden veiligheidsvoorraden, om de onzekere vraag op te vangen, te verminderen.

Ook wordt het mogelijk om goederen doorheen de ganse keten te volgen. Hierdoor kan de veiligheid van de goederen verhoogd worden. Bijvoorbeeld: er kunnen nog moeilijk goederen gestolen worden omdat men precies weet waar alles zich bevindt. Ook voor de voedselveiligheid levert RFID in de supply chain voordelen, omdat men precies weet waar de goederen vandaan komen.

⁴⁹ <http://www-personal.umich.edu/~alandear/glossary/s.html>

8.3 Return on investment (ROI)

Zoals in de voorgaande paragrafen besproken werd, zijn er aan het invoeren van RFID zowel kosten als baten verbonden. In vele nieuwsberichten over RFID wordt in grote mate gespeculeerd over de ROI van RFID. De ene keer zijn het positieve resultaten, de andere keer weer negatieve. Er wordt beweerd dat de ROI van RFID tijdgevoelig is. De ROI zal pas positief worden als er voldoende bedrijven het toepassen waardoor de prijzen van de tags zullen dalen.

Voor sommige ondernemingen zal de bovenstaande uitspraak waar zijn. Maar zoals reeds aangetoond werd, biedt het implementeren van RFID vele mogelijkheden maar is de ROI afhankelijk van geval tot geval en niet zozeer afhankelijk van de tijd. Of de baten opwegen tegen de kosten en dus een positieve ROI opleveren, is afhankelijk van de situatie en de gekozen toepassing in de onderneming.

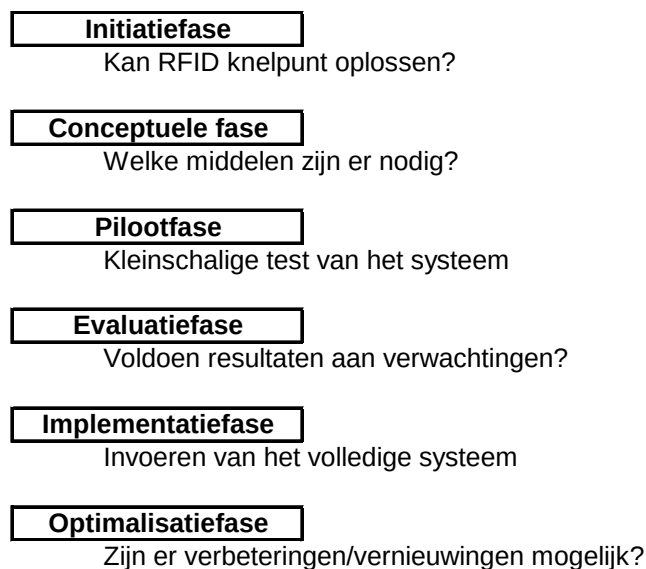
Als een bedrijf al zeer geautomatiseerd te werk gaat met barcodes bij het identificeren van producten, zal de implementatie van RFID meer kosten dan het zal opbrengen. Bij andere bedrijven waar de automatische identificatie op basis van de barcode moeilijk was, zal de implementatie wel meer opbrengsten krijgen dan de uitgaven verbonden aan de invoering.

Het is dus moeilijk om een uitspraak over de ROI van RFID te veralgemenen. De aangegeven kosten en baten moeten voor elke situatie beoordeeld worden om een uitspraak te kunnen geven over de ROI.

In sommige gevallen zal er toch gekozen worden om een RFID-toepassing te implementeren ondanks een negatieve return on investment. Hierbij wordt de investering dan gezien als een strategische investering en moet er dus ook rekening gehouden worden met de strategische voordelen van de investering. Deze voordelen zijn meestal moeilijk uit te drukken in geldwaarden, zodat ze niet opgenomen worden in de berekening van de ROI.

HOOFDSTUK 9: Implementatieplan voor RFID-technologie

Bij het invoeren van RFID-technologie is het belangrijk om gestructureerd te werk te gaan. In de literatuur zijn er verschillende implementatieplannen terug te vinden. Uiteindelijk bevatten ze alle inhoudelijk dezelfde onderdelen, maar de verschillende onderdelen worden vaak onder een andere noemer of in meerdere stappen weergegeven. Een overzicht van een aantal te volgen stappen met het belangrijkste kenmerk van elke stap is weergegeven in de bijgevoegde figuur. De verschillende stappen worden verder besproken in de onderstaande paragrafen.



Figuur 10: Implementatieplan⁵⁰

9.1 Initiatiefase

In de eerste fase is het belangrijk om inzicht te krijgen in wat RFID precies inhoudt, wat het kan betekenen voor het bedrijf en waar eventuele beperkingen aanwezig zijn. Men moet zich dus bewust worden van een technologie die op een aantal punten tot interessante vernieuwingen kan leiden.

⁵⁰ VAN HEK, J., 2005, p.13

Het is dus belangrijk om te bepalen waar in de onderneming knelpunten zitten die opgelost kunnen worden aan de hand van RFID-toepassingen. Wanneer er beslist is welke knelpunten er dienen aangepakt te worden, is het belangrijk de concrete doelen van het project vast te leggen.

De belangrijkste vraag die men zich in deze fase moet stellen is: “Kan RFID ons probleem oplossen?”. Hierbij mag zeker niet vergeten worden om te kijken naar de mogelijke alternatieven, naast de RFID-technologie, om de knelpunten op te lossen.

9.2 Conceptuele fase

Na het bepalen van de op te lossen knelpunten is het nodig om de functionaliteiten van het RFID-systeem te gaan specificeren.

Ten eerste moet er bepaald worden of men zal opteren voor een bedrijfsspecifieke of ketenbrede toepassing. Vaak is het interessanter om samen te werken met andere bedrijven uit de keten omdat er zo meer voordelen gerealiseerd kunnen worden. Ook moet er bepaald worden op welk niveau de RFID-tags aangebracht zullen worden. Men heeft zoals reeds eerder aangehaald de keuze uit pallet- of productniveau. Deze keuzes zullen de vereisten van het systeem sterk beïnvloeden.

Daarnaast is het ook belangrijk dat men vastlegt hoe er met de verzamelde informatie omgegaan zal worden. Ten eerste moet men weten welke informatie er precies nodig is voor een goede beheersing van het proces. Bovendien moet men ook beslissen op welke plaatsen informatie toegevoegd, veranderd of gelezen zal worden. Tenslotte is het ook van belang dat men weet op welke manier de verzamelde data beheerd zullen worden.

Wanneer al deze functionaliteiten bepaald zijn, kan men hieruit afleiden welke RFID-tags en lezers geschikt zijn voor de gekozen toepassing. Ook de vereisten voor software en de noodzakelijke integratie ervan kunnen gedefinieerd worden.

Als dit alles vastgelegd is, is het noodzakelijk om eens een kijkje te nemen naar de haalbaarheid van de vooropgestelde concepten. Het is belangrijk om de concepten te beoordelen op hun economische (via kosten-baten analyse), technische en organisatorische haalbaarheid. Een zeer belangrijke vraag bij deze fase is of de organisatie klaar is voor de implementatie van de nieuwe technologie.

9.3 Pilootfase

Wanneer blijkt dat de RFID-technologie een oplossing kan bieden voor een bepaald knelpunt en dat de toepassing ervan haalbaar is voor de onderneming, wordt het tijd om de toepassing in de praktijk te brengen. De implementatie van RFID kan een zeer grote impact hebben op de organisatie, daarom worden in deze fase de gevolgen van de technische veranderingen op de organisatie in kaart gebracht. In een kleine en gecontroleerde omgeving wordt de RFID-toepassing gestart.

Aan de hand van deze pilot kunnen de eerste ervaringen met het nieuwe systeem opgedaan worden. Zo kan men in een gecontroleerde omgeving bepalen welke gevolgen het systeem heeft op de processen, procedures, personeel, ... Aan de hand van de bevindingen kan men de parameters van een aantal voorkomende processen vastleggen. Het gaat onder andere over parameters zoals de optimale passeersnelheid, foutenmarges, ... Maar ook procedures voor het oplossen van eventueel optredende problemen, zoals tags die niet gescand worden, kunnen aan de hand van de pilot opgesteld worden.

Door de aandacht te richten op de toepassing in een beperkte en gecontroleerde omgeving kunnen er een aantal kritische succesfactoren vastgelegd worden. Kritische succesfactoren voor de implementatie van een RFID-systeem zijn onder andere de juiste infrastructuur, de juiste toestellen, noodzakelijke opleiding, goede integratie in het bestaande computersysteem,... Wanneer alle kritische punten gekend en de eerste ervaringen opgedaan zijn, zal de kans op succes van de implementatie aanzienlijk toenemen.

9.4 Evaluatiefase

Tijdens de evaluatiefase worden alle testgegevens die verzameld werden tijdens de pilotfase, vergeleken met de verwachtingen van de toepassing. Er wordt gekeken of er effectief verbeteringen waar te nemen zijn bij de knelpunten die men wou oplossen aan de hand van de RFID-implementatie.

Wanneer de gerealiseerde verbeteringen niet voldoen aan de vooropgestelde eisen, moet het project eventueel bijgesteld worden. In sommige gevallen is het zelfs beter om het project uit te stellen of gewoon af te blazen. Als de resultaten voldoen aan de opgestelde eisen, of ze zelfs overtreffen, kan men overgaan tot de volgende stap.

9.5 Implementatiefase

Wanneer de pilot na de evaluatie een succes blijkt te zijn, moet de organisatie worden voorbereid op de verdere invoering van de nieuwe technologie. Om dit te kunnen bereiken moet er een realiseerbaar projectplan opgesteld worden, waarin aandacht besteed wordt aan de kritische factoren, organisatie van het project, training en opleiding.

In het projectplan wordt uitgebreid ingegaan op de mogelijke kritische punten. Deze punten worden aangehaald en eventuele standaardinstructies worden toegelicht. Naast de kritische punten besteedt men ook aandacht aan de organisatie van het project. Dit houdt onder andere het toewijzen van verantwoordelijkheden en taken aan de verschillende projectleden in. Er moeten waarschijnlijk ook trainingen en inlichtingssessies ingepland worden voor de mensen die met het systeem zullen werken.

Na het opstellen van het projectplan moeten alle betrokken partijen hierover ingelicht worden en moet er duidelijke communicatie zijn over het verloop van de implementatie. Bij de implementatie moet men zeker trachten dit plan zo goed mogelijk na te streven zonder dat er al te grote afwijkingen ontstaan.

9.6 Optimalisatiefase

Na de implementatie dienen de nieuwe processen gestabiliseerd te worden. Dit wil zeggen dat de eerste kinderziekten uit het volledige systeem weggewerkt dienen te worden. Wanneer het proces dan volledig draait zoals het hoort, kunnen de eerste meetgegevens verzameld en geanalyseerd worden. Deze meetresultaten worden beoordeeld en vergeleken met de initiële verwachtingen. De resultaten kunnen eventueel afwijken van de resultaten van de pilot omdat men nu in de eigenlijke omgeving werkt, en niet langer in een gecontroleerde testomgeving.

Op basis van de analyse en eventueel opgedane ervaringen met de toepassing in het proces, is het mogelijk dat er verbeterprojecten gedefinieerd zullen worden. Als het project voldoet aan de verwachtingen, begint men vaak al te denken aan de uitbreiding van het bestaande systeem. Bijvoorbeeld evolueren van palletniveau naar itemniveau, op andere gebieden ook gebruik maken van deze technologie, ...

HOOFDSTUK 10: Praktijkcase D' Ieteren

Nadat in de vorige hoofdstukken een overzicht werd gegeven van de theoretische bevindingen omtrent RFID-toepassingen, zal in dit hoofdstuk een vergelijking gemaakt worden van de theorie met een concrete praktijkcase. Om de toetsing van de theorie met de praktijk tot stand te brengen, heb ik de theorie vergeleken met de RFID-toepassing in het distributiecentrum van D' Ieteren N.V.

10.1 Voorstelling van het bedrijf⁵¹

D' Ieteren is een beursgenoteerd bedrijf met hoofdzetel in België. Deze is gevestigd aan de Leuvensesteenweg in Kortenberg. De oorsprong van de onderneming gaat terug tot in 1805. Vandaag is D' Ieteren N.V. een internationale groep ten dienste van de automobilist. De groep D' Ieteren is met zijn activiteiten aanwezig in 115 landen, verdeeld over 5 continenten, waar ze meer dan 13 miljoen klanten per jaar bedient. De activiteiten zijn evenwichtig verdeeld over drie pijlers:

- De *distributie* in België van voertuigen van de merken Volkswagen, Audi, Seat, Skoda, Bentley, Lamborghini en Porsche, evenals van Yamaha- en MBK-motoren.
- De *autoverhuur* op korte termijn in Europa, Afrika, het Midden-Oosten en Azië via Avis Europe plc en zijn merknamen Avis en Budget.
- De herstelling en vervanging van *voertuigbeglazing* in Europa, Canada, Brazilië, de Verenigde Staten, Australië en Nieuw-Zeeland via Belron s.a. en onder meer zijn merknamen CARGLASS en AUTOGLASS.

De groep D' Ieteren behaalde in het jaar 2005 een omzet van 4,76 miljard euro, dit resulteerde in een winst van ongeveer 127 miljoen euro. Het bedrijf stelt ongeveer 18.690 werknemers te werk.

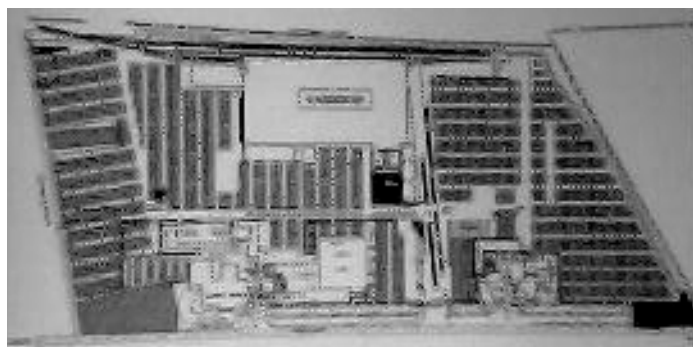
⁵¹ <http://www.dieteren.com/zones/dieteren/>

10.1.1 Distributiecentrum

D' Ieteren Auto verzorgt alle distributieactiviteiten in België van de merken Volkswagen, Audi, Seat, Skoda, Bentley, Lamborghini, Porsche en Yamaha. De onderneming levert aan 372 verschillende dealers die zowel uit eigen car-centers als uit zelfstandige concessiehouders bestaan. In 2005 nam D' Ieteren Auto 19% van de markt van de nieuwe wagens in. Dit wil zeggen dat er in het verkeer ongeveer 950.000 wagens en bedrijfsvoertuigen van deze merken rondrijden.

Naast het verdelen van de nieuwe wagens neemt D' Ieteren ook de dienst na verkoop op zich. D' Ieteren Auto zorgt voor een zeer snelle levering van wisselstukken en accessoires aan al zijn concessiehouders. Het hoogtechnologisch magazijn heeft meer dan 60.000 verschillende artikelen in voorraad. Deze artikelen variëren van autobanden over schokdempers tot gps-toestellen.

Het distributiecentrum van D' Ieteren heeft een oppervlakte van ongeveer 360.000 vierkante meter. Zoals op de onderstaande figuur te zien is, wordt het grootste deel van het distributiecentrum ingenomen door parkeerterreinen voor de wagens die verdeeld dienen te worden. Op de overige ruimte staat een magazijn van 32.800 vierkante meter, waar alle wisselstukken in opgeslagen worden. Vanuit het magazijn worden alle bestellingen van de verschillende onderdelen afgehandeld.



Figuur 11: Distributiecentrum van D' Ieteren

Voor het leveren van de wisselstukken aan de concessiehouders vertrekken dagelijks ongeveer 45 vrachtwagens vanuit het distributiecentrum van D' Ieteren naar verschillende dealers in België. De orderverwerking van de binnengekomen bestellingen is afhankelijk van het type bestelling. Naargelang het type worden er andere levertijden gehanteerd. Er zijn in totaal drie verschillende soorten bestellingen te onderscheiden, namelijk de red line orders, de rushorders en de stock orders.

- *Red line orders:* In het dealernetwerk van D' Ieteren zijn er 57 dealers (drops) die functioneren als schakel tussen het magazijn van het distributiecentrum en de andere dealers. De drops zijn meestal grotere dealers die op centrale plaatsen gelegen zijn, bijvoorbeeld grotere steden. De bestelde goederen worden bij de drops afgeleverd en de andere dealer kan dan hier zijn wisselstukken komen afhalen. Bestellingen die voor 10 uur geplaatst worden, worden nog geleverd voor 14 uur diezelfde dag. Om deze goederen te leveren zijn er dagelijks ongeveer 15 vrachtwagens op de baan.
- *Rush orders:* De dealers die een dringende bestelling van wisselstukken willen plaatsen, moeten hun bestelling voor 18 uur doorgeven aan het magazijn. Deze bestellingen worden dan 's ochtends voor 7 uur bij de dealers afgeleverd. Om deze goederen op de juiste bestemming te krijgen zijn er elke nacht ongeveer 26 vrachtwagens op pad.
- *Stock orders:* De bestellingen die binnenkomen om de stock van een dealer aan te vullen, zijn minder dringend dan de soorten bestellingen die reeds vernoemd werden. Gemiddeld komt er om de 10 dagen een bestelling van de dealer binnen om zo zijn voorraad op peil te houden. Aangezien deze bestellingen niet dringend zijn, worden ze pas geleverd op minstens 48 uur nadat de bestelling is binnengekomen. Om deze bestellingen af te werken vertrekken dagelijks ongeveer 4 vrachtwagens vanuit het distributiecentrum van D' Ieteren.

10.2 De implementatie van RFID

Zoals reeds eerder in hoofdstuk 2 werd aangehaald, beschouwt men RFID momenteel als een zeer nieuwe technologie. De heisa rond de toepassingen wordt bestempeld als een ware hype. Bij D' Ieteren daarentegen kwam men reeds in 1996 op het idee om gebruik te maken van de RFID technologie in het magazijnbeheer. Dit idee ontstond op basis van de autosleutel met ingebouwde RFID-tag, beter bekend onder de naam Transponder. Daarom kan D' Ieteren zeker en vast beschouwd worden als een early-adopter van RFID.

In de theorie werd er een implementatieplan aangehaald dat bestond uit zes verschillende stappen. Bij de implementatie van RFID in het magazijn hebben ze bij D' Ieteren geen concreet implementatieplan gevolgd. Wanneer we de verschillende beslissingen en stappen die genomen zijn, bekijken, kunnen de zes verschillende fases uit de theorie wel herkend worden. Elke paragraaf die volgt zal overeenstemmen met een fase die werd besproken in hoofdstuk 9, te beginnen met de initiatiefase.

De eerste stap van het implementatieproces vond plaats op 30 april 1996. Tijdens deze eerste bijeenkomst werd er voor de eerste maal gesproken over de toepassing van RFID. Het was duidelijk dat RFID een oplossing kon bieden voor één van de knelpunten die voorkwamen in het magazijn. De RFID-tehnologie kon een einde stellen aan het optreden van leesfouten, veroorzaakt door beschadigde barcodes. In deze stap kunnen we dus duidelijk de initiatiefase herkennen.

Wanneer de mogelijkheden van RFID duidelijk waren, werden de eerste beslissingen omtrent het RFID-systeem genomen. Er werd onder andere bepaald dat men de tags zou aanbrengen op de bestaande bakken als vervanging van de oude barcodes. Ook werd er bepaald op welke plaatsen RFID-lezers aangebracht moesten worden. Aan de hand van deze beslissingen werden er verschillende leveranciers gecontacteerd. Men kwam terecht bij twee verschillende leveranciers: een leverancier (Trackvision) die de RFID-tags levert en bij de andere (CommIT) werden de lezers aangekocht.

Na de beslissingen omtrent het RFID-systeem kon men beginnen met het testen van de toepassing. Er werden een tweetal nachtelijke testen van het systeem in het magazijn uitgevoerd vooraleer de toepassing op punt stond. Bij deze testen werd gecontroleerd of de RFID-lezers wel dezelfde informatie gaven als de oude barcodelezers. Dit was belangrijk omdat op deze manier niet het hele WMS aangepast moest worden, aangezien dit helemaal gebaseerd is op de structuur van de barcodes.

Na deze testfase stonden de RFID-lezers zo afgesteld dat ze dezelfde informatie doorgaven aan het computersysteem als de oude barcodelezers. Hiermee werd de eerste vereiste reeds ingewilligd. Uit de eerste testen bleek ook dat het aantal foutieve lezingen drastisch zou dalen door de implementatie van het RFID-systeem. De realiseerbare verbeteringen voldeden dus aan de vooropgestelde verwachtingen.

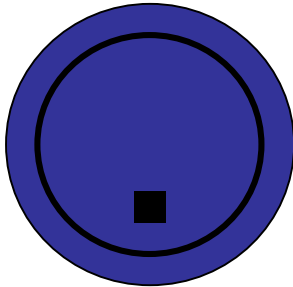
Omdat de testresultaten voldeden aan de vooropgestelde normen, werd er in augustus 1996 gestart met de uiteindelijke implementatie van het RFID-systeem. Na een projectduur van ongeveer anderhalf jaar werd de toepassing operationeel. Vanaf 16 oktober 1997 werd bij D' Ieteren gewerkt met een RFID-systeem in het magazijn van hun distributiecentrum. Hierdoor was D' Ieteren één van de allereerste bedrijven met een RFID-toepassing in het magazijn.

Het voornaamste probleem dat zich voorgedaan heeft bij de implementatie was de bevestiging van de tags (zie paragraaf 10.3.1) aan de plastic bakken. Men wilde de tags in de holle rand van de bak vastmaken met een soort vulstof. Dit zorgde echter voor problemen omdat vele tags gewoon terug loskwamen, er bleek geen enkel vulmiddel geschikt om de tag op zijn plaats te houden. Daarom werd besloten om tags met behulp van een kunststofhouder aan de bakken te bevestigen.

Van een optimalisatiefase is echter nooit sprake geweest, het ingevoerde systeem voldoet perfect aan de eisen (zie paragraaf 10.5.1) en daarom is er geen behoefte aan verbeteringen. Ook eventuele uitbreidingen werden niet uitgevoerd ondanks het succes. Dit is vooral te wijten aan de goedfunctionerende barcodesystemen bij de andere magazijnactiviteiten.

10.3 Het RFID-syteem

10.3.1 RFID-tags



De gebruikte tags bij D' Ieteren worden geleverd door de producent Track Vision. De tags bestaan uit een chip en een ingebouwde antenne die beschermd worden door een plastic omhulsel. De blauwe tag heeft een ronde vorm met een diameter van drie cm en een dikte van twee millimeter. Op deze manier is de tag beschermd tegen elke beschadiging zoals vocht, krassen,...

Figuur 12: RFID-tag D' Ieteren

Voor deze toepassing werd bij D' Ieteren gekozen voor een passieve tag. De opstelling van de lopende band doorheen het magazijn was gebaseerd op het optische barcodesysteem, waardoor er geen behoefte is aan tags met een grote leesafstand. De benodigde leesafstand bedroeg maximaal 10 cm en hieraan voldoen de passieve tags ruimschoots.

Een probleem dat zou kunnen optreden bij het gebruik van tags met een te groot leesbereik, is dat er interferenties kunnen ontstaan tussen de verschillende tags in het leesbereik van de RFID-lezer. Het traject van de lopende band zit namelijk op sommige plaatsen zeer dicht bij elkaar, hierdoor kan een lezer een product inlezen dat al verder in het traject zit en dus reeds gelezen is.

De tags zijn van het type read/write, dit wil zeggen dat ze steeds opnieuw beschreven kunnen worden. Het aanbrengen van een code op de tag gebeurt bij D' Ieteren zelf. Men programmeert de tag via een RFID-lezer met een code van 5 cijfers. Dit cijfer komt overeen met het voormalige barcodenummer en is het identificatienummer van een bepaalde bak. Wanneer een tag éénmaal beschreven is met een identificatienummer, wordt er niets meer op de tag geschreven. Daarom zou het misschien voordelig zijn om over te schakelen op een WORM (write once, read many) tag, aangezien deze tags goedkoper zijn bij aankoop. Deze hebben dan weer als nadeel dat de tag niet meer overschreven kan worden wanneer de bak defect raakt.

De tags worden aan de plastic bakken bevestigd via een kunststoffen houder (7 x 3,5 x 1 cm). De houder bevat een gleuf waar de tag ingeschoven kan worden. Daarna wordt deze aan de onderkant van de rand van de bakken bevestigd. Men gebruikt hierbij twee aluminium schroeven, omdat metalen schroeven de communicatie met de lezers zouden kunnen verstoren.

10.3.2 RFID-lezers

In totaal zijn er langsheen de ganse lopende band 36 RFID-lezers geplaatst. Dit zijn kleine vierkante bakjes die ongeveer 40 cm boven de lopende band uitsteken. De bakken worden op de lopende band geplaatst zodat de tags naast de lezers uitkomen. Men gebruikt dus nog steeds het line-of-sight principe.

Het is een bewuste keuze geweest om geen gebruik te maken van het voordeel dat RFID biedt. Men kiest ervoor om de lezers zo te plaatsen dat er nog steeds line-of-sight nodig is, terwijl dit bij het gebruik van RFID-technologie geen vereiste vormt. De reden hiervoor is dat men op deze manier gebruik kan maken van tags en lezers met een kleine leesafstand. Deze zijn veel goedkoper dan de tags die een groot leesbereik hebben. Ook voorkomt men op deze manier interferenties, zoals reeds werd aangegeven in vorige paragraaf.

De communicatie tussen de RFID-lezers en de RFID-tags komt tot stand via een lage frequentie. In het magazijn van D' Ieteren maakt men gebruik van de frequentie op 125 Khz. Deze frequentie werkt hier perfect omdat er geen behoefte is aan een grote leesafstand. De frequentie biedt ook als voordeel dat de communicatie niet verstoord wordt door de metalen rollen van het lopende band-systeem. Een snelle datatransmissie is hier ook niet noodzakelijk omdat er enkel een code van 5 cijfers doorgegeven moet worden. Dit gaat dus zelfs via de lage frequentie al zeer snel. In deze toepassing is het dus zinloos om gebruik te gaan maken van hogere frequenties (hoger leesbereik, snellere datatransmissie, ...).

10.3.3 Software

Bij de invoering werd er gekozen voor RFID-lezers die dezelfde informatie weergeven als de oude barcodelezers. De structuur van de barcodes was zeer specifiek en het hele WMS was hierop gebaseerd. Als men andere lezers had gekozen zou heel de software-infrastructuur binnen het magazijn moeten aangepast worden, wat zeer veel extra kosten met zich mee zou brengen.

Door de keuze voor lezers die hetzelfde signaal doorgeven was er geen behoefte aan nieuwe software en kon men het WMS, dat gebaseerd was op de barcode, ook gebruiken voor de verwerking van de RFID gegevens zonder dat er bijkomende software of integratie noodzakelijk was.

10.4 Toepassing van RFID in het magazijnbeheer van D' Ieteren

Zoals in de theorie werd aangehaald, kan de RFID-technologie toegepast worden op elke stap van het magazijnbeheer. Bij D' Ieteren maakt men enkel gebruik van RFID bij het verzamelen en inpakken van de geplaatste orders. Bij alle andere activiteiten van het magazijnbeheer wordt er gebruik gemaakt van barcodesystemen, vaak in zeer geautomatiseerde vormen. Zo maakt men bij het verzenden bijvoorbeeld gebruik van draagbare barcodelezers om de goederen in de juiste laadkade te kunnen plaatsen.

Om de bestellingen te verzenden wordt er gebruik gemaakt van RTI's (returnable transport items), dit betekent dat ze steeds opnieuw ingezet worden in het proces. De wisselstukken worden in plastic bakken geplaatst. Deze groene bakken hebben een afmeting van 60 x 40 x 40 cm. In totaal circuleren er 15.000 in het netwerk om alle bestellingen te kunnen afwerken. Elke bak is voorzien van een RFID-tag met een unieke identificatiecode, hierdoor kan men elke bak volgen doorheen het orderverzamelen.

Naast de plastic bakken maakt men ook gebruik van ongeveer 5.000 rolcontainers. De rolcontainers worden gebruikt voor het afwerken van bestellingen met goederen die te groot zijn voor de plastic bakken, bijvoorbeeld autobanden, bumpers,... De rolcontainers zijn echter niet uitgerust met de RFID-technologie maar functioneren op basis van barcodes. In wat volgt, ligt de nadruk dan ook volledig op de verwerking van goederen die in bakken geplaatst moeten worden.

Wanneer men begint met het afwerken van een bestelling in het magazijn, krijgt de bestelling een bepaalde bak toegewezen. Dit gebeurt met behulp van het unieke identificatie nummer van de RFID-tag. Vanaf dat moment tot op het ogenblik waarop de bak terugkomt van de dealer, blijft het order en het identificatienummer van de bak met elkaar verbonden in het WMS. Op deze manier weet men bij D' Ieteren precies hoeveel bakken er nog bij elke dealer staan.

Wanneer men begint met het verzamelen van de goederen, worden de bestelling en de bak aan elkaar gekoppeld. De etiketten (barcodes) voor de goederen van deze bestelling worden afgedrukt en in de bak geplaatst. De bak kan nu op de lopende band geplaatst worden en beginnen aan zijn ronde doorheen het magazijn. Deze lopende band heeft een lengte van ongeveer 1 kilometer en loopt doorheen het ganse magazijn.

De bakken beginnen dus hun traject langsheen de lopende band in het magazijn. Wanneer de bak aan een zone komt waar er goederen toegevoegd moeten worden, gaat hij van het hoofdcircuit over naar de pick zone. Het WMS weet dus precies waar de bak moet stoppen en welke goederen in de bakken terecht moeten komen dankzij de koppeling tussen het order en de bak. Als aan een order geen goederen van een bepaalde zone toegevoegd moeten worden, gaat de bak gewoon via het hoofdcircuit verder naar de volgende zone. Hierdoor moet men niet controleren of er goederen uit deze zone al dan niet toegevoegd moeten worden.

De bak die nu in de pick zone staat, moet gevuld worden met de goederen die op die locatie zijn opgeslagen. Aan de hand van de etiketten die in de bak geplaatst zijn, kunnen de goederen in de opslagruimte zeer snel teruggevonden worden. Het WMS weet alle goederen precies staan en aan de hand van de code van het product duidt het WMS aan waar de goederen opgehaald dienen te worden. Als de goederen zijn opgehaald, worden de bijhorende etiketten op de goederen gekleefd en kan de bak terug op het circuit gezet worden.

Het type bestelling wordt aangegeven door een kleurenkaart die op de bak geplaatst wordt. Op deze manier weten de arbeiders in de pick stations welke bakken voorrang moeten krijgen op de andere. Er zijn 5 verschillende kleurenkaarten die op de bakken geplaatst worden, de bakken met de kaart voor rush orders krijgen op deze manier voorrang op gewone voorraadbestellingen. De prioriteit van een bepaalde bak wordt dus bepaald aan de hand van een simpel systeem en niet met behulp van RFID-technologie.

Het is best mogelijk dat alle goederen voor een bepaalde bestelling niet in één bak geplaatst kunnen worden. Dit weet men echter nog niet wanneer de bestelling aan een bepaalde bak gekoppeld wordt. Door een eenvoudige bewerking kan men een koppeling maken tussen verschillende bakken waardoor het order verder afgewerkt kan worden. In het pick station kan de arbeider door een druk op een knop een vader-zoon relatie maken tussen verschillende bakken. De volle bak verlaat via het hoofdcircuit de lopende band, terwijl de andere bak de overblijvende etiketten krijgt toegewezen. Deze manier van werken kan herhaald worden totdat het volledige order afgewerkt is.

Wanneer alle goederen voor een bestelling in een bak verzameld zijn, kan de bak klaar gemaakt worden voor de verzending naar de dealers. Op elke afgewerkte bak wordt een deksel geplaatst vooraleer hij verzonden wordt. Elke bak krijgt nu ook een etiket met barcode opgeplakt, omdat bij het verzenden van de goederen geen gebruik gemaakt wordt van de RFID-technologie. Aan de hand van deze barcode en een draagbare barcodelezer weten de magazijnarbeiders in welke laadzone de afgewerkte bakken geplaatst moeten worden.

Wanneer de goederen afgeleverd zijn bij de dealer en hij bepaalde bakken terug bezorgt aan D' Ieteren, wordt de koppeling tussen het order en het identificatienummer van een bak opgeheven. Op deze manier weet men precies hoeveel bakken er bij elke dealer nog aanwezig zijn. Als de bak terug binnengeleverd is en de koppeling stopt, kan de bak opnieuw ingezet worden voor nieuwe bestellingen.

10.5 Voor- en nadelen

10.5.1 Voordelen

De voordelen die bij D' Ieteren gerealiseerd worden door de ingebruikname van het RFID-systeem, zijn eigenlijk alle te danken aan één verbetering. Deze verbetering brengt op haar beurt dan weer een aantal andere voordelen met zich mee. De grootste verbetering na het invoeren van RFID was het verminderen van het aantal leesfouten. Dit resulteert op zijn beurt in een verhoogde arbeidsproductiviteit, snellere doorstroming van de goederen, betere service voor de dealers, ...

Het grote probleem bij het gebruik van het oude barcodesysteem vormden de leesfouten die geregeld voorkwamen. Aan de buitenkant van de bakken zaten vijf verschillende plaatjes vastgemaakt waarop een reflecterende optische barcode stond. Door het veelvuldig gebruik van de bakken traden er regelmatig beschadigingen op aan de barcodes. Dit had tot gevolg dat de barcodes foutief ingelezen werden door de barcodelezers, wat vaak problemen met zich meebracht.

Door de invoering van RFID in het magazijn zijn de leesfouten die optreden bij het lezen van het identificatienummer van een bak, aanzienlijk gedaald. Voorheen had men op een totaal van ongeveer 30.000 lezingen tussen de 100 en 200 fouten. Dit komt overeen met een foutenpercentage tussen 0,3 en 0,6 percent. Momenteel worden er gemiddeld nog slechts drie fouten gemaakt op hetzelfde aantal lezingen. Dit wil zeggen dat er nu nog slechts een foutenpercentage van 0,01 percent voorkomt. (zie bijlage 4)

De fouten die in het huidige proces nog voorkomen, zijn dan vaak nog te duiden als manipulatiefouten en niet zozeer als leesfouten. Met manipulatiefouten wordt bedoeld dat er een bak in een station aankomt die niet geschikt is voor de goederen die geladen moeten worden, bijvoorbeeld geen plaats meer of een te kleine bak. Door de invoering van RFID heeft men dus meer dan een goede verbetering van het foutenpercentage kunnen realiseren. Het verminderen van het aantal leesfouten heeft geleid tot een aantal andere voordelen die bij de implementatie van RFID-technologie niet meteen verwacht werden.

Door het verminderen van het aantal leesfouten is onder andere de arbeidsproductiviteit toegenomen. Bij het gebruik van het barcodesysteem kwamen er vaak bakken in een pick zone terecht waar er helemaal geen goederen aan de bak toegevoegd moesten worden. Hierdoor moest de arbeider vaak bakken verwerken die in dat pick station helemaal niet verwerkt moesten worden. Dit leidde vaak tot overbodige handelingen bij die werknemers. Ook ontstond er ontevredenheid/ergernis over het feit dat ze tijd moesten besteden aan het verwerken van bakken die niet in dit station hoorden.

Dankzij de invoering van RFID worden de bakken niet meer in de verkeerde stations gestuurd en worden overbodige handelingen dus vermeden. Hierdoor kan een werknemer op dezelfde tijd meer bestellingen afwerken of op kortere tijd een zelfde aantal bakken verwerken. Ook de tevredenheid van de arbeiders is toegenomen, zoals in vele studies reeds is aangetoond heeft ook dit een positieve invloed op de arbeidsproductiviteit.

Naast een verhoging van de arbeidsproductiviteit werd er ook een verhoging van de doorloopsnelheid van de bakken geconstateerd. Als een barcode foutief gelezen werd bij een bepaald station, werd dit station vaak niet afgeboekt als afgewerkt. Het systeem wist dus niet dat de bak reeds in het station was geweest en dat de gevraagde goederen reeds in de bak zaten. Hierdoor viel het soms voor dat bepaalde bakken op de lopende band bleven circuleren en niet afgeboekt werden als afgewerkt.

Omdat de bakken dan bleven circuleren, gebeurde het wel eens dat bepaalde vrachten niet konden vertrekken omdat niet alle bestellingen aanwezig waren. Door het gebruik van RFID is dit probleem volledig opgelost. Zoals dus reeds vermeld verlaagde RFID de leesfouten waardoor de doorloopsnelheid van de bakken op de lopende band van het magazijn verhoogd werd.

Ook de servicegraad ten opzichte van de dealers is toegenomen sinds de implementatie van RFID in het magazijn. Door de foutieve lezingen gebeurde het dat een bepaalde bak onterecht werd aangepunt als afgewerkte bestelling, terwijl er toch nog een aantal goederen moesten toegevoegd worden. Als gevolg kreeg de dealer dan vaak een bak met de etiketten van de goederen die geleverd moesten worden, in plaats van de wisselstukken zelf. Dit probleem komt nu niet meer voor omdat elk station correct wordt afgeboekt. Op deze manier wordt de service aan de dealers aanzienlijk verbeterd en nemen de kosten voor het opnieuw verzenden van foutief geleverde zendingen af.

Bij het beheer van de bakken die gebruikt worden voor het transport van de goederen naar de klanten, biedt RFID een aantal mogelijkheden. Doordat elke bak gekoppeld is aan een bepaalde bestelling, weet men precies bij welke dealer een bepaalde bak is. Hierdoor wordt het mogelijk om de dealer erop te wijzen dat hij nog een aantal bakken moet teruggeven. Op deze manier is het mogelijk om de bakken beter te beheren. Men heeft er bij D' Ieteren geen gebruik van gemaakt om op deze manier de voorraad van de bakken te verlagen. Men verwittigt wel de dealers dat ze nog bakken hebben, maar dit heeft niet als doel het aantal bakken te verlagen. Deze zijn toch reeds aangekocht en worden gewoon verder gebruikt.

Dit zijn dus de voornaamste voordelen die door het gebruik van de RFID-technologie in het magazijn van D' Ieteren gerealiseerd worden. In de theorie werden echter ook nog andere voordelen besproken. Vele van die voordelen zijn bij D' Ieteren niet terug te vinden aangezien de bakken, welke enkel gebruikt worden bij het orderverzamen en inpakken van de goederen, voorzien worden van tags. Dit bevestigt de uitspraken uit de literatuur waarin gesteld wordt dat de voor- en nadelen van een RFID zeer afhankelijk zijn van situatie tot situatie.

Wanneer D' Ieteren de RFID-toepassing verder zou uitbreiden, kunnen er nog andere voordelen behaald worden. Deze voordelen moeten dan echter wel opwegen tegen de investeringsuitgaven. Aangezien het magazijn van D' Ieteren overal al uitgerust is met een zeer geautomatiseerd barcodesysteem, zullen de gerealiseerde voordelen niet opwegen tegen deze kosten.

Wanneer bijvoorbeeld de goederen die in voorraad liggen, voorzien zouden worden van tags, konden ook de voordelen van RFID met betrekking tot de voorraden gerealiseerd worden. Er is echter bewust gekozen om hier geen gebruik van te maken, omdat het geautomatiseerde barcodesysteem voldoende zicht geeft op de aanwezige voorraden in het magazijn.

Wanneer men bij D' Ieteren zou opteren om het RFID-systeem uit te breiden, van enkel intern gebruik naar gebruik doorheen hun supply chain, zouden er extra voordelen behaald kunnen worden. Ze zijn zich ervan bewust dat dit extra voordelen zou kunnen opleveren maar dan moeten ze ervoor zorgen dat alle dealers uitgerust worden met lezers. De kosten die hiermee gepaard zouden gaan, zullen zeer hoog oplopen waardoor de toepassing waarschijnlijk meer zou kosten dan ze zou opbrengen. Ook de goederen die geleverd worden in het magazijn, zouden dan uitgerust moeten zijn met RFID-tags voor deze toepassing. D' Ieteren merkt hierbij op dat ze Wal-mart niet zijn en dus hun leveranciers niet onder druk kunnen zetten om tags aan te brengen op de goederen.

10.5.2 Nadelen

Bij de toepassing van RFID bij D' Ieteren zijn er geen nadelen terug te vinden. De nadelen die in de theorie besproken werden, komen hier niet voor. Het probleem rond de privacy doet zich niet voor omdat de tags in een gesloten circuit gebruikt worden. Ten tweede staat er geen informatie op de tags die anderen kunnen misbruiken. Er staat enkel een code op van 5 cijfers, die krijgt enkel betekenis in het WMS van D' Ieteren.

Over het nadeel van de leesnauwkeurigheid valt bij D' Ieteren niets te zeggen. Ze hebben met behulp van de RFID-technologie een zeer kleine foutenmarge kunnen bereiken. Deze foutenmarge was met andere systemen niet haalbaar. Dus deze minimale foutenmarge kan niet beschouwd worden als een nadeel verbonden aan het RFID-systeem.

Het gebruik van de tags heeft hier geen invloed op het milieu omdat het over herbruikbare tags gaat. De tags worden dus niet in overvloed geproduceerd en na éénmalig gebruik weer weggeworpen. De tags blijven in het systeem zolang ze functioneren. En aangezien het over passieve tags gaat, spreken we over een zeer lange levensduur.

10.6 Kosten en baten

10.6.1 Kosten

Zoals in de theorie (hoofdstuk 8) werd aangegeven, zijn de kosten onder te brengen in verschillende klassen, namelijk investeringsuitgaven, exploitatiekosten en de kosten voor uitbreiding. Hoe deze kosten er bij D' Ieteren uitzien, wordt besproken in de volgende paragrafen.

10.6.1.1 Investeringsuitgaven

De totale investeringsuitgaven van het RFID-project bij D' Ieteren bedroegen 250.000 euro. Deze bestonden uit de aankoop van de tags, lezers, kunststofhouders, systeemintegratie en projectkosten.

De 15.000 bakken die in het magazijn in omloop waren, moesten alle uitgerust worden met een tag. Er werd zoals eerder al vermeld gekozen voor *passieve tags* van de producent Track-Vision. De prijs van de tags op het moment van de implementatie bedroeg 7 euro per stuk. Momenteel kunnen deze tags al aangekocht worden voor een prijs van 4 euro per stuk. In totaal bedroeg de uitgave voor het aanschaffen van alle tags 105.000 euro.

Naast de tags dienden er ook *RFID-lezers* aangekocht te worden. Bij D' Ieteren heeft men gekozen voor lezers die communiceren via de lage frequentie van de producent CommIT. In totaal werden er 40 lezers aangekocht, 36 werden meteen langsheen de lopende band geplaatst. De andere vier lezers dienden als vervangtoestellen. De aankoopprijs van een lezer bedroeg 500 euro per lezer. In totaal werd er dus voor een bedrag van 20.000 euro RFID-lezers aangekocht.

Omdat de bevestiging van de tags aan de bakken niet verliep zoals verwacht werd, moest men ook nog *kunststofhouders* aankopen. Dit was een onvoorziene uitgave bij de implementatie van het RFID-systeem. De uitgaven voor de kunststofhouders bedroeg ongeveer 7.500 euro.

Aangezien er bij het opzetten van het RFID-systeem voor gekozen werd om RFID-lezers te nemen die dezelfde informatie doorgeven als de oude barcodes, moest er geen extra *middleware* aangekocht worden. De koppeling tussen het RFID-systeem en het WMS werd dus gebaseerd op de reeds aanwezige middleware. Bij D' Ieteren heeft men dus geen uitgaven moeten doen voor de aankoop van extra middleware.

De *projectkosten* en de kosten voor de *systeemintegratie* bedroegen in totaal 117.500 euro. Deze worden samengenomen omdat de systeemintegratie onder eigen beheer gebeurd is, en dus ook tot de projectkosten gerekend kan worden. Deze kosten bestaan voornamelijk uit de uurlonen van de experts die meegewerkt hebben aan de implementatie van de RFID-technologie.

Bij D' Ieteren kwamen er bij de implementatie geen kosten voor extra *opleidingen* voor. Voor de werknemers bleef hun taak namelijk dezelfde als bij het barcodesysteem. Zij moesten dus niet rechtstreeks met de RFID-technologie werken, zodat de opleiding van de magazijnarbeiders niet noodzakelijk was.

Investeringsuitgaven		Berekingswijze	Totaal
RFID-tags		15.000 stuks x 7 euro/stuk	105.000 euro
RFID-lezers		40 stuks x 500 euro/stuk	20.000 euro
Kunststofhouders			7.500 euro
Projectkosten & systeemintegratie			117.500
Middleware		geen uitgave	0 euro
Opleidingen		geen uitgave	0 euro
TOTAAL			250.000 euro

Tabel 5: Investeringsuitgaven D' Ieteren⁵²

10.6.1.2 Exploitatiekosten

De jaarlijkse exploitatiekosten van het RFID-systeem zijn volledig te verwaarlozen. Er zijn geen *licenties* die betaald dienen te worden omdat de gebruikte software zelf ontwikkeld werd. Ook de *onderhoudskosten* voor het systeem zijn nihil. De enige kosten die hier optreden, is het *vervangen van eventueel beschadigde tags*. Er is echter wel een aantal tags die na een periode niet meer functioneren, meestal gaat het hier over een technologische fout in de tag zelf. De tags worden dan door de leverancier onder garantie vervangen door nieuwe tags.

10.6.1.3 Kosten voor uitbreiding

Kosten voor uitbreiding en vernieuwing werden er bij D' Ieteren nog niet gemaakt. De enige vernieuwing die kan optreden, is het vervangen van tags op beschadigd geraakte bakken. Hieraan zijn echter geen kosten verbonden voor wat betreft de RFID-technologie. De tag en houder van de beschadigde bak kunnen namelijk opnieuw gebruikt worden voor de nieuwe tag. Er wordt op de tag dan gewoon een nieuw nummer geprogrammeerd.

⁵² Bij deze uitgaven dient er opgemerkt te worden dat het gaat over prijzen van 1996. De huidige prijzen zullen hoogstwaarschijnlijk afwijken van de vermelde prijzen.

10.6.2 Baten

De baten die gerealiseerd zijn door dit project, zijn de verlaging van de doorlooptijd van de producten doorheen het magazijn en de verhoging van de arbeidsproductiviteit. Door deze voordelen die behaald werden uit de implementatie van het RFID-systeem, werd de tijd voor het afhandelen van hetzelfde aantal bestellingen met een kwartier verlaagd.

Slechts 75 percent van de distributie in het magazijn is uitgerust met een RFID-systeem, namelijk de distributie van goederen in bakken. Het overige gedeelte gebeurt via rolcontainers die zijn uitgerust met barcodesystemen. De tijdswinst werd dus enkel gerealiseerd voor de goederen die in de bakken geplaatst moeten worden. Bij het verwerken van de orders waarbij goederen in rolcontainers geplaatst worden, werd er dus geen tijdswinst gerealiseerd.

Er werd voor geopteerd deze tijd te gebruiken om extra service te bieden aan de dealers die wisselstukken bestellen. Bij de distributie via de bakken werd het mogelijk om de tijdstippen waarop de verschillende orders binnen moesten zijn (om zo op dezelfde dag nog afgewerkt te worden), te verlengen met een kwartier. Het zou echter niets uithalen om de besteltijd hier te verlengen als er bij de distributie via de rolcontainers niets veranderde.

In het magazijn van D' Ieteren zijn er 20 magazijnarbeiders tewerkgesteld. In totaal werd er dus een tijdswinst gerealiseerd van 5 uur per dag. Deze tijdswinst werd echter niet gebruikt om het aantal werknemers te verlagen en op die manier de operationele kosten van het magazijn te verminderen. Er werd echter gekozen om deze tijd te gebruiken om zo de capaciteit bij het verwerken van de orders via de rolcontainers te verhogen. Op deze manier werd daar ook een tijdswinst gerealiseerd waardoor de bestellingen een kwartier later geplaatst konden worden.

De dealers kunnen dus nu op een later tijdstip hun bestelling plaatsen. De baten die hieruit gehaald worden, zijn enkel uit te drukken in een waarde van extra service. Het is zeer moeilijk om hier een concreet bedrag op te plakken. Maar deze extra service maakt deel uit van de strategie die het bedrijf nastreeft.

10.6.3 Return on investment

In het geval van D' Ieteren is er nooit een concrete berekening gemaakt van de return on investment (ROI). De kosten verbonden aan het project zijn duidelijk en perfect uit te drukken in geldwaarden. De baten die gerealiseerd werden door de implementatie zijn echter zeer moeilijk uit te drukken in een geldwaarde. Men is er echter wel van overtuigd dat er sprake is van een positieve ROI. Dit wil zeggen dat de gerealiseerde baten hoger liggen dan de gemaakte kosten.

Zeker in vergelijking met het oude barcodesysteem levert de RFID-technologie meer baten dan kosten. De extra baten die gerealiseerd worden ten opzichte van het barcodesysteem zijn dat er veel minder leesfouten gemaakt worden dan vroeger. Dit resulteert, zoals reeds eerder vermeld, in verhoogde arbeidsproductiviteit, betere service, ...

De kosten voor de aankoop van de tags om aan te brengen op de bakken waren lager dan de aankoopprijs van de oude barcodes. De barcodes bestonden uit vijf strips van reflecterende delen, deze kostten 2 euro per stuk. Dit maakt een totaal van 10 euro per bak. De tags die aangebracht worden op de bakken, kostten bij de invoering 7 euro, momenteel nog maar 4 euro. Dus de kosten voor de tags bedroegen veel minder dan steeds opnieuw barcodes te moeten aankopen. Deze besparing in kosten heeft zeker en vast een positieve invloed gehad bij de investeringsbeslissing en zal waarschijnlijk ook een positieve invloed hebben bij het beoordelen van het project.

10.7 Toekomstplannen

Bij D' Ieteren is men zeer tevreden over de toepassing van RFID in het magazijn. Het was echter de ideale oplossing om de leesfouten te reduceren. Na de invoering is gebleken dat de identificatie via RFID meer voordelen oplevert dan enkel de verwachte verlaging van de leesfouten.

D' Ieteren is echter niet van plan om RFID in te voeren in andere onderdelen van het magazijnbeheer naast het verzamelen en inpakken van de goederen. Men is er wel van overtuigd dat er extra voordelen te halen zijn uit de invoering van RFID bij de andere onderdelen van het magazijnbeheer, maar deze moeten dan wel opwegen tegen de kosten.

Bij de andere onderdelen wordt echter in grote mate gebruik gemaakt van geautomatiseerde barcodesystemen. Deze systemen voldoen ruimschoots aan de eisen van de onderneming. Bijgevolg zouden de extra gerealiseerde voordelen niet opwegen tegen de extra kosten van de implementatie.

Men benadrukt dat er bij de implementatie van een nieuwe technologie rekening dient gehouden te worden met de betrouwbaarheid en bedrijfszekerheid van de technologie. Velen staren zich blind op de nieuwe technologie en zien de technologie als een doel op zich, maar vergeten dat het slechts een middel is.

HOOFSTUK 11: Algemeen besluit

Deze eindverhandeling had als doel om na te gaan welke invloed de implementatie van RFID kan hebben op de efficiëntie van het hedendaagse magazijnbeheer. Hierbij werd er nagegaan welke technische middelen noodzakelijk zijn en welke toepassingen RFID vindt binnen het magazijnbeheer. Eveneens worden de voor- en nadelen alsook de kosten en baten die de RFID-technologie met zich meebrengt, besproken.

RFID is de laatste jaren aan een indrukwekkende opmars bezig. In de media, vakbladen, ... heerst er een echte hype omtrent de RFID-technologie. RFID is echter geen nieuwe technologie zoals men in vele publicaties laat uitschijnen. Er is eerder sprake van een publieke doorbraak dan van een nieuwe technologische ontwikkeling. Deze publieke doorbraak is er gekomen dankzij een aantal "push" factoren langs de aanbodzijde en "pull" factoren langs de vraagzijde.

Door de jarenlange ontwikkeling op het gebied van de RFID-technologie zijn er verschillende mogelijkheden om een RFID-systeem samen te stellen. Een RFID-systeem bestaat uit drie componenten: RFID-tag, RFID-lezer en software. Elk component wordt aangeboden in verschillende vormen. Voor de tags zijn er bijvoorbeeld verschillen met betrekking tot de energievoorziening en de dataopslag. Bij de RFID-lezers zijn er verschillende frequenties voorhanden voor de communicatie met de tags. Door deze verschillende mogelijkheden kunnen er uit de alternatieven, elk met eigen kenmerken met bijhorende voor- en nadelen, voor elke toepassing de juiste technische componenten geselecteerd worden.

De RFID-technologie kan ook gebruikt worden bij de verschillende basisactiviteiten van het magazijnbeheer. Het vindt onder andere toepassingen bij het automatisch identificeren van producten bij het lossen en laden, de opslag en voorraadbeheersing, het orderverzamelen, inpakken, ...

De toepassing van RFID in het magazijnbeheer brengt een aantal voordelen met zich mee. De voordelen die hieruit voortvloeien zijn samen te vatten als: een verhoogde arbeidsproductiviteit, beter voorraadbeheer, betere servicegraad, reductie van menselijke fouten en een vermindering van de uitval. De nadelen verbonden aan de implementatie van RFID in een magazijn zijn eerder te verwaarlozen.

Ondanks de vele voordelen die RFID biedt, moet bij de beoordeling van een project gekeken worden naar de kosten en de baten. De kosten bestaan onder andere uit investeringsuitgaven, exploitatiekosten en kosten voor vernieuwing. De baten die door RFID gerealiseerd kunnen worden zijn onder te brengen in vier categorieën: verhoging van de opbrengsten, verlaging van de operationele kosten, optimalisatie van het asset management en een verbetering van kwaliteitscontroles en veiligheid.

Uit de theorie kan besloten worden dat de toepassing van RFID-technologie een positieve invloed kan uitoefenen op de efficiëntie van het hedendaagse magazijnbeheer. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de mate waarin dit gebeurt zeer afhankelijk is van de situatie. Zo levert niet elke toepassing dezelfde voordelen en baten. Het gekozen RFID-systeem, het identificatieniveau, de mate van ketensamenwerking, ... hebben alle een grote invloed op de realiseerbare voor- en nadelen alsook op de kosten en baten. Ook wanneer men reeds met geautomatiseerde systemen werkt is het moeilijk om via de implementatie van RFID extra voordelen te behalen die meer baten opbrengen dan kosten.

In het tweede deel van deze eindverhandeling wordt een praktijkcase besproken. Aan de hand van de toepassing van RFID in het magazijn van D' Ieteren wordt er nagegaan in welke mate de implementatie van RFID-technologie een invloed heeft gehad op de efficiëntie in hun magazijn.

Uit de praktijkstudie kunnen we besluiten dat de invoering van RFID in het magazijn van D' Ieteren een positieve invloed heeft gehad op de efficiëntie van een aantal activiteiten van hun magazijnbeheer. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de aspecten die aangehaald werden in de theorie, niet alle terug te vinden zijn bij de toepassing van RFID bij D' Ieteren. Zo worden bijvoorbeeld niet alle voordelen gerealiseerd en ondervindt men geen last van de aangehaalde nadelen. D' Ieteren is zeer tevreden over de invloed die de invoering van RFID heeft teweeggebracht in hun magazijn.

De implementatie van de RFID-technologie in het magazijnbeheer kan dus vele voordelen bieden, wat een positieve invloed kan hebben op de efficiëntie van het magazijnbeheer. Maar zoals blijkt uit de literatuurstudie en bevestigd wordt door de praktijkstudie, is deze invloed zeer afhankelijk van situatie tot situatie. Het is dus moeilijk een antwoord te geven dat veralgemeenbaar is. Daarom is het opportuun om enkel conclusies te trekken op basis van concrete gevallen.

Het zou misschien interessant zijn voor verder onderzoek om ook eens te kijken naar andere praktijkgevallen. Door de uitbreiding van het onderzoek waarbij meerdere cases bestudeerd worden, is het misschien mogelijk om een veralgemeenbaar antwoord op de centrale onderzoeksvraag te formuleren. Hierbij kan dan misschien ook nagegaan worden welke voordelen het meest naar voren komen en in welke mate zij een invloed hebben op de efficiëntie.

Aangezien de hoge belangstelling en de groeiende markt voor RFID, zal hierover in de toekomst zeker nog veel onderzoek verricht worden. Naargelang de RFID-technologie verder zal evolueren naar een volwassen technologie en meer toepassingen zal vinden, zal het antwoord op de centrale onderzoeksvraag zekerder en duidelijker worden.

Overzicht figuren en tabellen

FIGUREN

Figuur 1: Hype cycle.....	p.11
Figuur 2: RFID-systeem	p.13
Figuur 3: RFID-tag	p.14
Figuur 4: Eigenschappen van de tags per klasse	p.17
Figuur 5: Electronic product code	p.22
Figuur 6: Onderdelen van EPCglobal-network	p.23
Figuur 7: AIDC-technologieën	p.24
Figuur 8: Basisfuncties in een magazijn	p.29
Figuur 9: Baten van RFID	p.50
Figuur 10: Implementatieplan	p.56
Figuur 11: Distributiecentrum D' Ieteren	p.62
Figuur 12: RFID-tag D' Ieteren	p.66

TABELLEN

Tabel 1: Doorbraakfactoren RFID.....	p.8
Tabel 2: Vergelijking tussen soorten tags	p.16
Tabel 3: Investeringsuitgaven	p.48
Tabel 4: Exploitatiekosten	p.49
Tabel 5: Investeringsuitgaven D' Ieteren	p.77

Lijst van de geraadpleegde werken

Boeken

ACKERMAN, K.B., *Practical handbook of warehousing*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1990, 640 p.

BAKKER, C.G., VAN GOOR, A.R., VANHOUTEN, J.W.M., *Logistiek: goederenstroombesturing*, Leiden, Stenfert Kroese, 1988, 258 p.

CAPONE, G., e.a., *The RFID-enabled warehouse*, Pennsylvania, Penn state University, 2004, 26 p.

CHASE, B., JACOBS, R., AQUILANO, J., *Operations management for competitive advantage*, New York, McGraw-Hill Irwin, 2006, 806 p.

ESMEIJER, G.W., *Operationele interne logistiek*, Schoonhoven, Academic Service, 2001, 241 p.

FINKENZELLER, K., *RFID handbook: fundamentals and applications*, Chinchester, Wiley, 2003, 427 p.

FLEDERUS, M., e.a., *RFID in de praktijk*, Utrecht, Capgemini Nederland B.V., 2005, 88 p.

LIMERE, A., *Financiële analyse: een statische analyse van de Belgische jaarrekening*, Antwerpen, Standaarduitgeverij, 2000, 296 p.

MOLENAAR, C.N.A., *Een andere wereld ontluikt: De beloften van RFID voor bedrijven en mensen*, Nieuwegein, Perfect for people, 2004, 36 p.

MOLENAAR, C.N.A., VAN OORSCHOT, G.G., *RFID in de supply chain: De beloften van RFID voor bedrijven*, Nieuwegein, Perfect for people, 2005, 26 p.

PLEYSIER, L., VAN BREEDAM, A., KROLS, K., *RF-tags voor intelligente logistiek*, Antwerpen, Vlaams Instituut voor logistiek, 2004, 240 p.

SCHERMER, B., *Privacyrechtelijke aspecten van RFID*, Leidschendam ,EPC.NL, 2005, 58 p.

SWEENEY, P.J., *RFID for dummies*, Indianapolis, Wiley, 2005, 388 p.

VAN GOOR, A.R., PLOOS VAN AMSTEL, M.J., PLOOS VAN AMSTEL, W., *Fysieke distributie: denken in toegevoegde waarde*, Houten, Educatieve partners Nederland, 1999, 583 p.

VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., *Innoveren met RFID: op de golven van verbetering*, Amsterdam, tenHagenstam uitgevers, 2004, 147 p.

Artikels

ANGELES, R., RFID-technologies: supply-chain applications and implementation issues, *Information systems management*, 2005, winter edition, p.51-65

DE ROOIJ, W., RF-tags voor intelligente logistiek, *Inkoop en logistiek*, 2005, nr.3, p. 17-19

FABES, O., *De toekomst van RFID*, 26-01-2006, 2 p.

Te raadplegen op: http://www.nl.datanews.be/reports/enterprise_computing/20060126014

FONTANELLA, J., Finding the ROI in RFID, *Supply chain management review*, 2004, nr.1, p. 13-14

FRANCO, L., Na de RFID-hype: barcodescanners blijven onmisbaar, *Warehouse en Logistics*, 2006, nr.22, p.57-60

GILBERT, G., *Ten biggest RFID myths debunked*, 18-11-2005, 5 p.

Te raadplegen op: <http://www.ferret.com.au/articles/61/0c038b61.asp>

Knights, M., *Retailers are seeing returns from RFID*, 29-09-2005, 2 p.

Te raadplegen op: <http://www.computing.co.uk>

LEWIS, S., A basic introduction to rfid technology and its use in the supply chain, *Acset*, 2004, nr.1, p. 20-24

MOLENAAR, C.N.A., Rfid, hype of toekomst?, *Markant*, 2005, nr.3, p.35-37

SCHWARTZ, E., *The real returns of RFID*, 09-08-2005, 2 p.

Te raadplegen op: http://www.infoworld.com/article/05/08/09/330Prealty_1.html

VAN AMSTEL, W.P., *RIDF in de supply chain: Het paard van Troje of de kleren van de Keizer?*, 26-04-2005, 8 p.

Te raadplegen op: <http://www.managementsite.net/content/articles/512/512.asp>

Papers

ADM, *RFID: Klaar voor de grote doorbraak?*, ADM, 2005, 34 p.

APPEL, H., *Slimme etiketten: rfid/auto-id*, Sun Vision, 2003, 10 p.

DELOITTE, *Chips with everything*, Deloitte, 2005, 10 p.

Te raadplegen op: <http://www.rfid4u.nl/literatuur/artikelen/chipswitheverything.html>

FLEDERUS, M. , SPRONK, M., *RFID heeft toekomst*, Marketingdesk, 2004, 5 p.

Te raadplegen op: <http://mktmgtdesk.adformatie.nl/MKTMGTDISK/content/productontwikkeling/beeld/RFID.PDF>

GETRONICS, *Rfid: The powerful little tag with a huge potential*, Pinkroccade, 2005, 15 p.

Te raadplegen op: <http://www.rfid4u.nl/literatuur/artikelen/rfidthepowerfullittletagwithahugepotent.html>

HIGHJUMP, *The true cost of radio frequency identification*, Highjump, 2004, 16 p.

Te raadplegen op: <http://www.highjumpsoftware.com/promos/rfid-cost-report.asp>

HOOK, C., *Planning for implementation: thoughts on RFID*, Zebra Technologies, 2004, 45 p.

INTERMEC, *RFID technology in retail*, Intermec, 2005, 7 p.

Te raadplegen op: <http://www.rfid4u.nl/literatuur/artikelen/rfidtechnologyinretail.html>

LANDT, J., *Shrouds of Time: The history of RFID*, Pittsburg, AIM Inc., 2001, 11 p.

Te raadplegen op: <http://www.rfid4u.nl/literatuur/artikelen/degeschiedenisvanrfid.html>

REDPRAIRIE, *RFID Technologie*, Red Prairie, 2005, 12 p.

Te raadplegen op: <http://www.redprairie.com/uk/Knowledge%20Center/Documents.aspx?did=30>

RFIDEA, *Debunking 10 myths about RFID technology*, Rfidea, 2006, 5 p.

Te raadplegen op: http://www.morerfid.com/details.php?subdetail=Report&action=details&report_id=1490

ROCKWELL AUTOMATION, *RFID in manufacturing*, Rockwell, 2004, 20 p.

WOLF, J., *RFID tags-an intelligent bar code replacement*, IBM, 2001, 16 p.

Presentaties

DOBBELAERE, G., *RFID smart labels in practice*, 1 november 2005, Mediaplaza Seminars - Beurs ICT en logistiek, 40 p.

SCHERMER, B., *RFID en privacy*, 2 november 2005, Mediaplaza Seminars - Beurs ICT en logistiek, 13 p.

SCHERMER, B., *RFID in de logistiek*, 1 november 2005, Mediaplaza Seminars - Beurs ICT en logistiek, 23 p.

SUNDERMANN, E., *Bedrijfsoverschrijdende werking en internationale standaarden*, 23 februari 2005, business logistic seminars, 19 p.

VAN DER KUY, E., *RFID in de praktijk*, 2 november 2005, Mediaplaza Seminars - Beurs ICT en logistiek, 17 p.

VAN HEK, J., *Implementatie van RFID projecten*, 23 februari 2005, business logistic seminars, 15 p.

VAN MERODE, P., *RFID in de warehouse praktijk*, 27 september 2005, 5^e jaarcongres warehousing, 15 p.

Websites

<http://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse>

<http://www.logistiek.nl/warehousing/>

<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1338/1/129/>

<http://www.rfidjournal.com/>

http://www.nutechsystems.com/news_rfid.html

<http://www.rfid-weblog.com/archives/gartnerhypecyclesmall.gif>

<http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=917>

<http://www.idteck.com/technology/rfid.jsp>

<http://www.rfidnederland.nl>

<http://www.rfiduk.org>

<http://et.wcu.edu/aidc>

http://www.logistiek.nl/dossierartikelen/id68-Wat_is_de_toegevoegde_waarde_van_RFID.html

<http://www.dieteren.com/zones/dieteren/>

<http://www.epcglobalinc.org>

<http://www.amrresearch.com>

<http://www.emerce.nl>

<http://www.logistiek.nl>

<http://www.logisticstoday.com>

<http://www.rfidc.com>

<http://www.nutechsystems.com>

<http://www.rfidnederland.nl>

Bijlagen

Bijlage 1: Eigenschappen van de verschillende communicatiefrequenties

Bijlage 2: Vergelijking tussen barcode en RFID

Bijlage 3: Uitschakelen tags

Bijlage 4: Leesfouten bij D' Ieteren

Bijlage 1: Eigenschappen van de verschillende communicatiefrequenties⁵³

Band	LF		HF		UHF		ISM
type	Smart tag (HiTag)	Smart card (Mifare)	Smart tag (iCode)	Smart tag (iCode)	Smart tag (UCode)		
iso standaard	11784, 11785 14223, 18000-2	14443 18092 (MFC1) 21481 (MFC2)	15693 18000-3		18000-6 (UHF) 18000-4 (ISM) [EPC Class Gen 1 and Gen 2]		
EPC compliant	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja		Ja
maximale leesafstand	1 meter	< 10 cm	1 meter		4 meter (Gen1) 6 meter (Gen2)		1,5 meter
encryptie	Ja (gematigd)	Ja (zwaar) 3DES, AES, PKT	Nee, maar mogelijk		Nee, maar mogelijk		
kill-feature	Nee	Nee	Ja (EPC) Ja/Nee (non-EPC)		Ja (EPC) Ja/Nee (non-EPC)		
lees-omgeving	Water + Metaal +	Water +/- Metaal +/-	Water +/- Metaal +/-		Water - Metaal -		Water - - Metaal - -
typische toepassingsgebieden	§ Animal ID § Ski ticketing § Elektronische sleutels, § Tracking metalen objecten	§ Openbaar vervoer § Paspoorten § Klantenkaarten § Bankpassen § Toegangsbewijs § Winkler ID § E-Purse	§ Supply Chain Management § Eigendomsbeveiliging (EAS) § Container ID § Pallet- en krat tracking § Post- en pakketdiensten § Voorraadbewaar § Authenticatie van tickets voor evenementen § Anti-counterfeiting / Brand protection				

⁵³ SCHERMER, B., 2005, p.11

Bijlage 2: Vergelijking tussen barcode en RFID⁵⁴

	Barcode	RFID
Lezen	Licht	Radiogolven
Kosten	Zeer laag	Hoger tot zeer hoog
Lezen of schrijven	Alleen lezen	Schrijven is ook mogelijk
Automatisch lezen	Lastig want alleen mogelijk binnen het zicht van de lezer	Makkelijker omdat zicht niet nodig is. De tag moet binnen het leesbereik van de lezer komen.
Opslagcapaciteit	Laag (van 50 bytes tot 3000 karakters in 2D-symbolen)	In potentie zeer hoog (tot enkele megabits), hoewel dit de kosten beïnvloedt
Leesafstand	Tot enkele meters	Afhankelijk van de gekozen technologie. De leesafstand schommelt tussen enkele centimeters (LF) tot enkele tientallen meters (UHF)
Levensduur	Afhankelijk van printproces en scanmethode.	De levensduur van een actieve tag is afhankelijk van de batterij. Passieve tags hebben een onbeperkte levensduur.
Meervoudig lezen	Niet mogelijk. Er kan maar 1 barcode tegelijk gelezen worden.	Sommige leesapparaten kunnen een aantal tags tegelijk lezen. De hoeveelheid is afhankelijk van de gebruikte technologie. De benodigde leestijd neemt toe naarmate er meer tags in het leesveld zitten.

⁵⁴ VAN TRIER, M., RIETDIJK, J.W., 2004, p.62.-64

Leessnelheid	Zeer snel	Zeer snel, het schrijven en gelijktijdig lezen van meerdere verlaagt de snelheid wel.
Robuustheid	Gevoelig voor beschadigingen en vuil	Beter dan bij barcodes, omdat de tag kan worden geïntegreerd in de verpakking of het product.
Beveiliging	Geen beveiliging voor de data op de barcode	De informatie kan beveiligd worden door middel van encryptie
Aanbrengen	Barcodes worden vaak geïntegreerd in het design van een verpakking. In andere gevallen worden stickers beprint die op de verpakking worden aangebracht.	Het aanbrengen van tags gebeurt op gelijkaardige wijze.
Gevoeligheid voor vocht of metaal	Gering of niet aanwezig	Gevoelig voor vocht en metaal. Dit kan worden opgelost door andere materialen te kiezen.
Volwassenheid	Zeer volwassen, geïntegreerde toepassingen, standaardpakketten beschikbaar, grote verscheidenheid aan apparatuur.	Relatief onvolwassen, nog weinig ketentoepassingen, vaak proof-of-concept fase, apparatuur en software in ontwikkeling.

Bijlage 3: Uitschakelen tags⁵⁵

De problemen omtrent de privacyschending door het aanbrengen van RFID-tags op producten en verpakkingen kunnen verholpen worden door het uitschakelen van de tags. Om een RFID-tag uit te schakelen zijn er 4 verschillende mogelijkheden: Kill-commando, Deep sleep mode, de blocker tag en de RFID-zapper.

1. Kill commando:

In de EPCglobal specificaties is een zogenaamd 'KILL' commando opgenomen. Omdat tags gezien het toepassingsgebied een geringe prijs moeten hebben is er vanuit kostenoverwegingen geen ruimte voor encryptie op de RFID-tag. Het alternatief is dan om als de RFID-tag bijvoorbeeld de winkel verlaat deze voorgoed uit te schakelen door middel van het commando KILL.

Wanneer het KILL commando wordt gegeven aan een tag, dan zal deze permanent niet meer reageren op signalen van lezers. Met andere woorden, de chip vernietigt zichzelf, weliswaar niet fysiek, maar wel softwarematig. Om van deze mogelijkheid gebruik te maken dienen consumenten hun producten door speciale apparatuur te laten scannen. Probleem bij het uitschakelen van tags is dat het aanbieden van value added diensten en after sales services (zoals het automatisch opzoeken van de bereidingswijze van een kant en klaar maaltijd, of de eenvoudige afhandeling van garantie) bemoeilijkt wordt.

Hoewel het KILL commando een waardevol instrument is voor de bescherming van de privacy in het kader van RFID bestaat er bij tegenstanders van RFID nog wel enige scepsis over de toegevoegde waarde van de 'KILL switch'. De voornaamste bezwaren zijn:

- De KILL switch adresseert niet het vraagstuk van volgbaarheid binnen een gesloten omgeving zoals een winkel.

⁵⁵ SHERMER, B., 2005, p. 39-40

- Bedrijven kunnen het uitschakelen van de tag onaantrekkelijk maken voor de consument door prijsdifferentiatie, of door niet te voorkomen dat er bij het uitschakelen wachtrijen ontstaan.

Een ander probleem betreft het feit dat het niet altijd mogelijk is om tags uit te schakelen omdat dit de werking van het RFID-systeem zou frustreren. Een goed voorbeeld is het gebruik van RFID in bibliotheekboeken. Hier is het uiteraard niet de bedoeling dat de RFID-tag gekilled wordt, omdat het gebruiken van het KILL commando de werking van het systeem tenietdoet.

2. RFID Deep sleep mode

Een aan het KILL commando gerelateerde methode om tags onleesbaar te maken is de 'deep sleep mode'. Wanneer een RFID-tag in deep sleep mode wordt gebracht gaat deze als het ware in een 'standby' modus: alle activiteit van de RFID-tag wordt gestaakt en alleen de mogelijkheid om weer te ontwaken blijft als functionaliteit over.

Een reader zou in dit geval een speciaal 'ontwaak commando' moeten geven waardoor de tag weer ontwaakt. Omdat de RFID-tag in het geval van een deep sleep commando in tegenstelling tot een KILL commando niet blijvend onklaar gemaakt wordt, biedt het meer mogelijkheden voor consumenten om zelf te bepalen waar en wanneer zij hun RFID-tags actief willen maken. Hoewel de deep sleep mode als methode veelbelovend klinkt dient wel nader onderzoek naar deze mogelijkheid verricht te worden omdat vooralsnog weinig bekend is over de deep sleep mode en de werkbaarheid ervan.

3. RFID Blocker tags

Er bestaat een blocker tag, waarmee voorkomen kan worden dat readers RFID-tags in de nabijheid van de blocker tag kunnen lezen. De blocker tag misleidt de reader door een vals signaal uit te zenden waardoor het lijkt of er een enorm groot aantal EPC's aanwezig is (2 tot de macht 64 in de simpelste systemen).

Hiermee worden niet geautoriseerde readers als het ware 'gespammed' met een overvloed aan EPC's die de EPC's van de echte tags maskeren. Omdat de blocker tags selectief kunnen worden gemaakt, hoeven zij geen bedreiging te vormen voor de normale werking van RFID-systemen.

4. RFID zapper⁵⁶

Een andere methode om de passieve RFID-tags voorgoed te deactiveren, is het gebruik van een RFID zapper. Deze zal als het ware de chip in de tag vernietigen.

Passieve RFID tags hebben geen interne energiebron. De stroom wordt opgewekt in de interne antenne op basis van de inkomende radiogolven uit de RFID-lezer. De stroom die ontstaat is juist voldoende om het geïntegreerde circuit een signaal te laten verzenden.

De RFID zapper werkt eigenlijk zoals een microgolfoven maar dan op een veel kleinere schaal. De zapper verwekt een elektromagnetisch veld dat zo dicht mogelijk bij de RFID-tag gebracht moet worden. De tag zal dan een energieschok krijgen waardoor de interne circuits van de chip als het ware ontploffen. Op deze manier wordt de tag voor altijd gedeactiveerd.

⁵⁶ [http://events.ccc.de/congress/2005/wiki/RFID-Zapper\(EN\)](http://events.ccc.de/congress/2005/wiki/RFID-Zapper(EN))

Bijlage 4: Leesfouten bij D' Ieteren

***FORDI-Print 20---Terminal DIPK---Stand 05.04.06-19:51:43---Seite 1

AKS1300/ D'Ieteren Statistiek leesstations 05.04.06-19:51:41

Leesstation		Totaal aantal lezingen	Aantal correcte lezingen	Aantal onbekende korven	Aantal lees- fouten	leesalarmen zonder code
1	AS 1	68	0	68	0	0
2	BW 1	1922	1906	9	0	7
3	KS 5	551	542	6	0	3
4	KS 6	569	559	6	0	4
5	KS 7	583	574	6	0	3
6	KS 8	593	582	7	0	4
7	KS 9	610	600	7	0	3
8	KS 10	633	623	7	0	3
9	FB 1	43	35	0	0	8
10	FB 2	38	32	0	0	6
11	FB 3	27	20	0	0	7
12	FB 4	45	38	0	0	7
13	FB 5	51	46	0	0	5
14	FB 6	32	28	0	0	4
15	BW 2	646	637	7	0	2
16	BW 3	830	812	12	0	6
17	KS 13	1516	1503	3	0	10
18	FB 7	42	42	0	0	0
19	BS 2	148	2	138	0	8
20	KS 15	1479	1467	5	0	7
21	FB 8	33	32	0	0	1
22	FB 9	316	305	2	3	6
23	KS 16	1746	1734	6	0	6
24	KS 17	2019	2007	4	0	8
25	BW 4	1883	1874	5	0	4
26	MA 1	1422	1421	0	0	1
27	TB 9	1609	1594	15	0	0
28	TB 7	1345	1333	12	0	0
29	TB 5	1101	1088	12	0	1
30	TB 3	866	852	14	0	0
31	TB 1	625	611	14	0	0
32	BS 1	1116	0	1110	0	6
33	KS 14	1517	1504	3	0	10
34	KT 1	1474	1474	0	0	0
35	FB 10	33	32	0	0	1
36	KT 2	1443	1441	0	0	2
40	LP 1	695	695	0	0	0

AKS1300/ D'Ieteren Statistiek leesstations 07.04.06-18:31:35

Leesstation		Totaal aantal lezingen	Aantal correcte lezingen	Aantal onbekende korven	Aantal lees- fouten	leesalarmen zonder code
1	AS 1	52	0	46	0	6
2	BW 1	1362	1351	9	0	2
3	KS 5	457	447	7	0	3
4	KS 6	467	457	7	0	3
5	KS 7	478	469	7	0	2
6	KS 8	489	480	7	0	2
7	KS 9	512	503	7	0	2
8	KS 10	534	523	8	0	3
9	FB 1	25	23	0	0	2
10	FB 2	28	23	0	0	5
11	FB 3	30	24	0	0	6
12	FB 4	56	42	0	0	14
13	FB 5	54	40	0	0	14
14	FB 6	44	37	0	2	5
15	BW 2	552	541	8	0	3
16	BW 3	426	407	12	0	7
17	KS 13	999	991	2	0	6
18	FB 7	9	9	0	0	0
19	BS 2	91	1	89	0	1
20	KS 15	964	955	3	0	6
21	FB 8	15	14	0	0	1
22	FB 9	200	195	0	1	4
23	KS 16	1145	1135	5	0	5
24	KS 17	1401	1394	4	0	3
25	BW 4	1346	1338	4	0	4
26	MA 1	1169	1168	0	0	1
27	TB 9	1028	1027	1	0	0
28	TB 7	800	800	0	0	0
29	TB 5	591	591	0	0	0
30	TB 3	410	410	0	0	0
31	TB 1	272	271	1	0	0
32	BS 1	951	0	947	0	4
33	KS 14	992	984	3	0	5
34	KT 1	1204	1203	0	0	1
35	FB 10	26	26	0	0	0
36	KT 2	1171	1170	0	0	1
40	LP 1	573	573	0	0	0

Auteursrechterlijke overeenkomst

Opdat de Universiteit Hasselt uw eindverhandeling wereldwijd kan reproduceren, vertalen en distribueren is uw akkoord voor deze overeenkomst noodzakelijk. Gelieve de tijd te nemen om deze overeenkomst door te nemen en uw akkoord te verlenen.

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Radio Frequentie Identificatie in het magazijnbeheer

Richting: **Handelsingenieur**

Jaar: **2006**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt houdt in dat ik/wij als auteur de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij kan reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

U bevestigt dat de eindverhandeling uw origineel werk is, en dat u het recht heeft om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. U verklaart tevens dat de eindverhandeling, naar uw weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

U verklaart tevens dat u voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen hebt verkregen zodat u deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal u als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze licentie

Ik ga akkoord,

Jonas VAN DEN BROECK

Datum: