

Real-time volgen en identificeren van producten in de supply chain m.b.v. RFID

Joris PALMANS

promotor :
Prof. Jeanne SCHREURS

Woord vooraf

Deze eindverhandeling is geschreven voor het behalen van het diploma handelsingenieur, afstudeerrichting beleidsinformatica, met Prof. Jeanne Schreurs als promotor. Verschillende mensen hebben me geholpen bij de tot standkoming van mijn thesis. Hiervoor wil ik dan ook mijn oprechte dank betuigen.

Ten eerste zou ik mijn promotor, Prof. Jeanne Schreurs willen bedanken voor haar nuttige ideeën, de raadgevingen en tips die ze mij gegeven heeft. Daarnaast wil ik ook de Heer Jan Vink, ICT directeur van BGN, bedanken voor het verschaffen van uitleg en de nodige informatie. Verder wil ik ook iedereen bedanken van BGN, de RFID-forums en nieuwsgroepen die me van antwoord gediend hebben bij mijn vragen.

Ten slotte wil ik ook mijn ouders en mijn vriendin bedanken die me geholpen hebben bij het nalezen van de teksten en me de nodige steun verschaft hebben.

Samenvatting

RFID is een techniek die gebruikt wordt om producten en verpakkingen snel, draad- en contactloos te scannen, te identificeren en te volgen in logistieke ketens. Met RFID kunnen producten worden gescand zonder menselijke inspanningen waardoor het mogelijk wordt om de goederen vaker te scannen. Dit geeft een beter inzicht in de locatie van de producten en de veranderingen hierin. Op deze manier kan efficiënter worden gewerkt, wat kostenbesparing met zich meebrengt en lagere voorraden mogelijk maakt. Daarnaast is er minder out-of-stock en kan diefstal in de keten worden voorkomen alsook de namaak van producten.

Om de technologie te kunnen begrijpen, gaan we eerst een beeld vormen van wat de belangrijkste elementen zijn voor een RFID-systeem. Een RFID-systeem bestaat uit drie grote elementen: de tag, de reader en de middleware. Aangezien er tal van toepassingen bestaan voor RFID werden er verschillende soorten tags en readers ontwikkeld. Deze zullen kort besproken worden in het tweede hoofdstuk.

RFID wordt vaak aanzien als de opvolger van de barcode. De implementatie ervan brengt echter zowel voordelen als nadelen met zich mee. De aandacht hiervoor zal eerst gevestigd worden op de technologische voor- en nadelen die RFID zelf met zich meebrengt. Vervolgens wordt er een vergelijking gemaakt met de lineaire barcode en wordt er gekeken waar de struikelblokken zitten

Om de technologie op grote schaal te kunnen gebruiken, moet men trachten er een robuust en uitgewerkt systeem van te maken en lock-ins te vermijden om zo een compatibel systeem te bekomen. Hiervoor is EPCglobal als standaard opgetreden. De elektronische productcode is een standaard voor de identificatiecodes van RFID-tags. De werking van deze standaard bestaat uit verschillende onderdelen, zoals onder andere het ID-systeem, die uitvoerig worden besproken in het tweede hoofdstuk.

In het hierop volgende hoofdstuk worden de belangrijkste toepassingsgebieden die in onze maatschappij voorkomen bondig besproken. De volgende toepassingsgebieden zullen aan bod komen en ook de voordelen zullen steeds vermeld worden:

- Item tracken en traceren
- Voorraadbeheer en controle
- Asset monitoring en management
- Anti-diefstal
- Elektronische betaling

Eén van de meest besproken problemen in verband met de technologie is het probleem met de privacy van de klant en de beveiliging. Hier wordt in deze thesis dan ook uitvoerig op ingegaan. In de eerste plaats wordt de security besproken waarbij aangehaald wordt welke soort aanvallen er bestaan en hoe men zich hiertegen kan weren. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op de privacy van de klant: de manieren waarop de privacy kan geschonden worden en de oplossingen hieromtrent.

Bij het invoeren van de RFID-technologie is het belangrijk om gestructureerd te werk te gaan. Om alles in goede banen te leiden, kan er een framework gebruikt worden dat een stappenplan opzet. Dit framework zal in vier stappen besproken worden: het identificeren van het bedrijfsprobleem, het definiëren van oplossing en de pilot, de technologische infrastructuur, behouden en verbeteren.

Een doel van deze thesis is om na te gaan welke verbeteringen RFID met zich meebrengt bij de invoering ervan in een supply chain. In de literatuur kunnen we zien dat er hieromtrent verbeteringen zijn op drie vlakken:

1. Verbetering zichtbaarheid van de data
2. Verbetering accuraatheid van de data

3. Verbetering tijdlijnen van de data

In het laatste deel van de literatuurstudie worden de kosten en de baten van de implementatie van een RFID-systeem besproken. Dat deze technologie veel voordelen met zich meebrengt, staat buiten kijf maar er moet ook gekeken worden naar de economische haalbaarheid van een dergelijke implementatie. In dit deel wordt er een overzicht gegeven van de kosten en de baten die voorkomen.

De twee laatste hoofdstukken gaan over de gevalstudie BGN. BGN is momenteel bezig met de implementatie van een RFID-systeem in hun supply chain. Met deze implementatie trachten ze beter te gaan inspelen op de wensen van de klant en de supply chain efficiënter te maken.

Een eerste hoofdstuk van de gevalstudie geeft een korte schets van de huidige situatie van het bedrijf en haar strategieën. Ook wordt er beschreven hoe men het RFID-systeem geïmplementeerd heeft en welke processen er gewijzigd zijn. In een laatste deel wordt het verschil in kosten en baten weergegeven met betrekking tot de barcode en RFID.

Ten slotte worden de resultaten die men in de praktijk bekomen heeft, vergeleken met de theorie. Hierbij worden de verschillen en overeenkomsten benadrukt.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	2
Samenvatting.....	3
Inhoudsopgave.....	6
1 Inleiding en probleemstelling.....	12
1.1 Inleiding.....	12
1.2 Centrale onderzoeksvraag.....	13
1.3 Onderzoekopzet.....	14
1.4 Inhoud van de thesis.....	15
2 RFID.....	16
2.1 Hardware van een RFID-systeem.....	17
2.1.1. Tags.....	17
2.1.1.1 Soorten tags.....	17
2.1.1.2 Frequentie.....	18
2.1.1.3 Lezen en schrijven van data.....	19
2.1.2. Readers.....	20
2.1.2.1 Portal readers.....	21
2.1.2.2 Tunnels.....	21
2.1.2.3 Smart Shelves.....	22
2.2 Software van een RFID-systeem.....	22
2.2.1 RFID-systeem software.....	23
2.2.2 RFID middleware.....	24
2.2.3 Host software.....	24
2.3 Voordelen en nadelen RFID.....	25
2.3.1 Voordelen RFID.....	25
2.3.1.1 Contactloos.....	26
2.3.1.2 Beschrijfbaar.....	26

2.3.1.3 RFID-tag moet niet zichtbaar zijn	27
2.3.1.4 Tag heeft een grote diversiteit in leesafstand	27
2.3.1.5 RFID-lezer kan meerdere tags tegelijk lezen	28
2.3.1.6 Een RFID-tag is robuust.....	28
2.3.1.7 RFID kan ook slimme taken uitvoeren.....	29
2.3.1.8 Zeer goede leesaccuraatheid.....	29
2.3.2 Nadelen RFID.....	30
2.3.3 Voordelen van RFID ten opzichte van de lineaire barcode.....	30
2.3.4 Nadelen van RFID ten opzichte van de lineaire barcode	31
2.4 EPCglobal en de standaarden	32
2.4.1 EPC.....	32
2.4.2 ID-systeem.....	33
2.4.3 EPC Middleware	34
2.4.4 Object naming service	34
2.4.5 EPC Information Services (EPCIS).....	35
3 Privacy en security.....	36
3.1 Security.....	36
3.1.1 Radiofrequentie manipulatie.....	36
3.1.1.1 Spoofing	37
3.1.1.2 Insert	37
3.1.1.3 Replay	38
3.1.1.4 Denial of service.....	38
3.1.2 Tag data manipuleren	38
3.1.3 Middleware en backend.....	39
3.1.4 RFID security beheren.....	39
3.1.4.1 Bepalen van risico's en kwetsbaarheden	39
3.1.4.2 Risico management	40
3.2 Privacy.....	41
3.2.1 Manieren van misbruik.....	41

3.2.1.1	Op afstand uitlezen van tags	41
3.2.1.2	Volgbaarheid	42
3.2.1.3	Profilering van personen	42
3.2.1.4	Koppelen van systemen	43
3.2.2	Oplossing met betrekking tot privacy	43
3.2.2.1	Technologische oplossingen	44
3.2.2.2	Oplossingen door de overheid	44
3.2.2.3	Oplossingen door het bedrijf	45
4	Toepassingen van RFID en in het bijzonder de rol in SCM	46
4.1	Toepassingsgebieden	46
4.1.1	Item tracken en traceren	46
4.1.1.1	Supply Chain Management	46
4.1.2	Voorraadbeheer en controle	47
4.1.3	Asset monitoring en management	48
4.1.4	Anti-diefstal	49
4.1.5	Elektronische betaling	49
4.2	Supply Chain Management	50
4.2.1	Verbeteringen door RFID	51
4.2.1.1	Verbetering zichtbaarheid data	52
4.2.1.2	Verbetering accuraatheid data	53
4.2.1.3	Verbetering tijdlijnen data	53
4.3	Framework voor implementatie	55
4.3.1	Identificeren van het bedrijfsprobleem	56
4.3.2	Definiëren van oplossing en de pilot	56
4.3.2.1	Technologische infrastructuur	58
4.3.3	Bouw en uitbouw van de oplossing	59
4.3.4	Behouden en verbeteren	60
5	Kosten en baten RFID	61
5.1	Kosten van een RFID-systeem	61

5.1.1	Investeringskosten	61
5.1.1.1	Aanschaf van de tags, lezers en software	62
5.1.1.2	Installatie	63
5.1.1.3	Systeemintegratie	64
5.1.1.4	Training en communicatie	64
5.1.1.5	Projectkosten	65
5.1.2	Exploitatiekosten	65
5.1.3	Kosten voor uitbreiding en vernieuwing	67
5.2	Baten van een RFID-systeem	67
5.2.1	Verhoging opbrengsten.....	69
5.2.2	Vermindering operationele kosten	69
5.2.3	Optimalisatie van het gebruik van assets.....	70
5.2.4	Verbetering van beveiliging en kwaliteit.....	70
6	Gevalstudie: RFID in BGN	72
6.1	Wat is BGN	72
6.2	Strategie	74
6.2.1	Globale strategie	74
6.2.2	ICT-strategie	75
6.3	RFID binnen BGN.....	76
6.3.1	ICT-strategie BGN en RFID.....	77
6.3.2	Toepassing van RFID in de shops	78
6.3.2.1	Het aanbrengen van de RFID-tag	79
6.3.2.2	Het verzenden van de goederen.....	81
6.3.2.3	Ontvangen van goederen	81
6.3.2.4	Plaatsen van de goederen in de winkel.....	82
6.3.2.5	Locatie van goederen.....	83
6.3.2.6	Check-out	85
6.3.3	Implementatie RFID	86
6.3.3.1	Hardware	86

6.3.3.2 Software.....	87
6.4 Privacy.....	88
6.5 Kosten en Baten voor BGN.....	89
6.5.1 Kosten.....	90
6.5.1.1 Initiële uitgaven.....	91
6.5.1.2 Interne ondersteuning.....	91
6.5.1.3 Wijziging bedrijfsproces.....	92
6.5.1.4 Gevolgen voor bestaande systemen.....	92
6.5.1.5 Jaarlijkse supportkosten.....	93
6.5.2 Baten.....	93
6.5.2.1 Verkorting inname boeken.....	93
6.5.2.2 Vermindering misplaatste boeken.....	94
6.5.2.3 Vermindering derving.....	95
6.5.2.4 Omzetverhoging door voorraadbetrouwbaarheid en invoering kiosk.....	95
6.5.2.5 Verbetering internetactiviteiten.....	96
6.6 Evaluatie.....	97
6.6.1 Implementatie van software en hardware.....	97
6.6.2 EPCglobal.....	98
6.6.3 Privacy.....	98
6.6.4 Verbeteringen RFID in de Supply Chain.....	99
6.6.5 Kosten en Baten RFID.....	101
6.6.5.1 Kosten RFID.....	101
6.6.5.2 Baten RFID.....	101
7 Conclusies.....	104
Lijst van geraadpleegde bronnen.....	107
Geraadpleegde boeken en syllabussen.....	107
Geraadpleegde tijdschriften en publicaties.....	109
Geraadpleegde sites.....	111
Lijst van figuren.....	112

Lijst van tabellen 113

1 Inleiding en probleemstelling

1.1 Inleiding

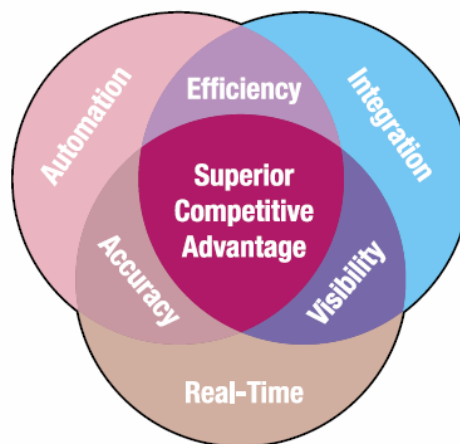
Radio Frequency Identification of kortweg RFID vindt zijn oorsprong halverwege de Tweede Wereldoorlog. Via het uitzenden en ontvangen van radiogolven slaagden de geallieerden erin om posities, snelheden en hoogte van ongekende objecten te bepalen. Dit systeem werd later radar genoemd maar is in feite de geboorte van de term RFID (Rietdijk, 2004).

De technologie achter RFID is dus niet nieuw maar door de hoge kosten en het gebrek aan standaarden is RFID pas laat gekomen tot de ontwikkeling van een automatisch identificatiesysteem. In het begin van de jaren zestig heeft de voorganger van RFID, de barcode, zijn intrede gemaakt in de auto-ID systemen en heeft zich in de jaren erna tot de gebruikelijke standaard ontwikkeld, die het nu nog altijd is.

RFID vond inmiddels zijn toepassing reeds in het Supply Chain Management. Door de toenemende kracht van de klant op de vraag- en aanbodmarkt moeten de verschillende aspecten van de supply chain zo goed mogelijk op elkaar worden afgesteld. Een van de belangrijkste zaken die voor zo een goede afstemming zorgen, is accurate en tijdige informatie. Goede informatie kan zorgen voor een betere betrouwbaarheid van de voorraad, een verminderde doorlooptijd, verbetering gewenste producten op de rek enzovoort.

Hedendaags maken veel bedrijven gebruik van ERP- en SCM-systemen. Bij deze systemen worden de procesgegevens opgeslagen in de gezamenlijke bedrijfsdatabase. Het voordeel hiervan is dat bedrijven sneller en efficiënter kunnen werken. Deze pakketten kunnen zeer effectief zijn maar zijn sterk afhankelijk van de informatie die hen ter beschikking gesteld wordt. Een deel van de procesdata wordt al jaren verzameld door de barcode. De barcode was al een hele verbetering

ten opzichte van het handmatig invoeren van de data maar RFID zou echter nog enkele bijkomende aspecten kunnen toevoegen zoals verdere automatisering, real-time informatie en locatiebepaling. Bij een goede integratie in een supply chain zou deze moeten zorgen voor een competitief voordeel. Ook het uitwisselen van data met de externe partijen in de supply chain kan ondersteund worden door RFID. (Zebra, 2003)



Figuur 1: Technische kenmerken van een systeem die bijdragen tot een competitief voordeel (zebra,2003)

1.2 Centrale onderzoeksvraag

In deze thesis concentreren we ons op de toegevoegde waarde die we mogen verwachten door de invoering van RFID in de supply chain. De centrale onderzoeksvraag, die in deze thesis vooropgesteld is, wordt dan ook als volgt geformuleerd:

Welke verbeteringen brengt Radio frequency Identification met zich mee bij de implementatie in een Supply Chain en overtreffen de baten ook de kosten?

Om tot een uiteindelijke oplossing van het probleem te komen, moeten er eerst een aantal deelaspecten onderzocht worden. Zo zullen de volgende deelvragen besproken worden:

- Wat is RFID en hoe is het technologisch opgebouwd?
- Welke voordelen biedt RFID ten opzichte van de barcode?
- Wat zijn de standaarden?
- Hoe zit het met de beveiliging en privacy?
- Welke toepassingsgebieden heeft RFID en dit meer in het bijzonder binnen de supply chain?
- Wat zijn de kosten en baten van RFID?

1.3 Onderzoeksopzet

Om een antwoord te vinden op de gestelde centrale onderzoeksvraag en de deelvragen zullen verschillende onderzoeksmethoden aangewend moeten worden. Eerst en vooral ben ik begonnen door via de literatuur een basiskennis op te bouwen. Deze basiskennis was een vereiste om een kritisch beeld te kunnen vormen over het onderwerp. Gedurende deze literatuurstudie heb ik gebruik gemaakt van boeken, tijdschriften, websites en publicaties van congressen en ervaringsdeskundigen. Een laatste medium dat ik gebruikt heb in mijn literatuurstudie zijn diverse fora, zoals www.rfidtalk.com. Uit deze fora heb ik veel extra informatie kunnen halen.

Naast het theoretisch onderzoek zal er ook een praktijkonderzoek uitgevoerd worden. Dit praktijkonderzoek is tot stand gekomen door het afnemen van interviews van ervaringsdeskundigen van BoekenhandelsGroep Nederland (BGN). Hierbij kon ik rekenen op de medewerking van de ICT-directeur, de Heer J. Vink en de winkelmanager van de vestiging in Maastricht, de Heer T. Harnes. Ook heb ik met bepaalde deskundigen, zoals Mevr. S. Stein van de GS1, contact gezocht door hen te mailen.

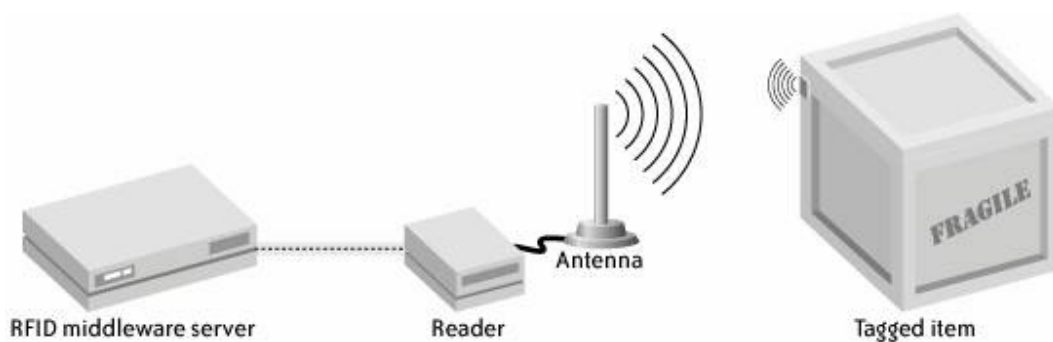
1.4 Inhoud van de thesis

In het eerste hoofdstuk wordt er een korte inleiding gegeven met daarop volgend de centrale onderzoeksvragen met de daarbij horende deelvragen. Het tweede hoofdstuk bevat 3 grote delen : de benodigde hardware en software, de voor- en nadelen van RFID en de gebruikte standaard. In hoofdstuk 3 gaan we vervolgens onze blik werpen op de privacy en beveiligingsaspecten van RFID. In het daarop volgende hoofdstuk worden de toepassingen van RFID uitvoering besproken met in het bijzonder de verbeteringen bij implementatie in een supply chain. Het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 5 van de literatuurstudie geeft een synthese van de kosten en baten die voorkomen bij de implementatie van RFID. Vervolgens gaan we de literatuur vergelijken met de praktijk in hoofdstuk 6. Ten slotte worden de besluiten geformuleerd in hoofdstuk 7.

2 RFID

RFID is een techniek om producten en verpakkingen snel, draad- en contactloos mee te scannen, te identificeren en te volgen in logistieke ketens. Met RFID kunnen producten worden gescand zonder menselijke inspanningen waardoor het mogelijk wordt om de goederen vaker te scannen. Dit geeft een beter inzicht in de locatie van de producten en de veranderingen hierin. Op deze manier kan efficiënter worden gewerkt, wat kostenbesparing oplevert en ook lagere voorraden mogelijk maakt. Daarnaast is er minder out-of-stock en kan diefstal in de keten worden voorkomen alsook de namaak van producten.

Een RFID-systeem bestaat uit een tag (transponder) en een reader (communicator of interrogator). Hierdoor kan informatie die op de tag is vastgelegd op afstand worden uitgelezen met radio frequency communicatie. De tags zijn niet meer of niet minder dan kleine zendertjes die vanaf het moment dat ze binnen het bereik van een communicator komen, worden geactiveerd door radiosignalen die deze via zijn antenne of scanner uitzendt. Zodra een tag geactiveerd wordt, stuurt deze zijn gegevens door naar de communicator die ze demoduleert, decodeert en bekrachtigt om ze vervolgens naar de hoofdcomputer door te sluizen.



Figuur 2: De baiselementen van een RFID-systeem (Bhatt, 2006)

2.1 Hardware van een RFID-systeem

2.1.1. Tags

Een tag heeft als doel data fysisch aan een product te hechten. De producten waar RFID voor gebruikt kan worden, bestaan uit verschillende materialen en vormen. Daarom wordt er ook verlangd dat de tag aanpasbaar is aan de verschillende producten. Voor de verschillende producten geldt ook dat er verschillen zijn met betrekking tot de data die opgeslagen moeten worden. Deze aspecten zullen hieronder verder toegelicht worden. (Bhatt, 2006)

2.1.1.1 Soorten tags

De verschillende soorten tags kunnen opgedeeld worden in vier grote categorieën:

1. Actieve tag: Dit zijn tags waarin een batterij is verwerkt. Op deze manier worden hun communicatie, processor, geheugen en soms ook mogelijke sensoren gevoed.
2. Semi-actieve tag: Dit zijn tags die ook werken met een batterij maar ze gebruiken deze batterij niet om te communiceren.
3. Passieve tag: Deze tags verkrijgen energie via elektromagnetische golven van de lezer.
4. Two-way tags: Dit zijn eigenlijk actieve tags die ook kunnen communiceren met andere tags.

De keuze tussen deze verschillende tags wordt vooral bepaald door de kostprijs en het doel van de tag. Een belangrijk voordeel van actieve en semi-actieve tags ten opzichte van de passieve tags is dat de leesafstand wordt vergroot en er bijkomende mogelijkheden zijn. Dit maakt deze tags

dan wel weer groter zodat het moeilijker wordt om ze onzichtbaar te kunnen plaatsen. Er kan daarentegen wel bijvoorbeeld extra data worden bijgehouden via sensoren in de tag (sensorgestuurde tags). Toepassingen hierop zijn het bijhouden van de temperatuur en de vochtigheid van vlees. Passieve tags hebben dan weer als voordeel dat ze op extreem hoge en lage temperaturen kunnen functioneren. (Bhatt, 2006)

2.1.1.2 Frequentie

De frequentie die de tag gebruikt, is de elektromagnetische frequentie. Het is een middel voor de tag om te communiceren of om power te verkrijgen. Het elektromagnetisch spectrum dat RFID-tags vooral gebruiken, kunnen we opdelen in vier grote delen:

1. Lage frequentie
2. Hoge frequentie
3. Ultrahoge frequentie
4. Microgolf frequentie

De lage frequentie bevindt zich tussen 30 KHz en 300 KHz. De meeste systemen die werken met de lage frequentie gebruiken passieve tags. Deze frequentie is vooral geschikt indien het product waarop de RFID-tag bevestigd is hout, metaal, vloeistoffen, stof of vuil bevat. De hieropvolgende zone, gaande tot 30MHz, wordt de hoge frequentie genoemd. Deze gebruikt eveneens meestal passieve tags. Iedere frequentie heeft zo zijn positieve en negatieve eigenschappen. Zo kunnen de hogere frequenties niet goed om met metaal, hout,.. Maar ze hebben daarentegen wel een hogere leesafstand, zoals je kan zien in tabel 1. (Bhatt, 2006)

Tabel 1: De typische leesafstand van de verschillende frequenties en hun meest voorkomende toepassingen

Frequency	Typical max. read range for passive tags	Some typical applications
LF	50 centimeters	Pet identification and close reads of items with high water content
HF	3 meters	Building access control
UHF	9 meters	Boxes and pallets
Microwave	> 10 meters	Vehicle identification of all sorts

2.1.1.3 Lezen en schrijven van data

Bij het lezen en schrijven van tags kunnen we een onderscheid maken in (Lahiri, 2005):

- Read-only (RO)
- Write once, read many (WORM)
- Read-write (RW)

Het verschil tussen deze vormen zit vooral in het aantal keren dat een tag kan beschreven of gelezen worden. Read-only tags worden beschreven door de fabrikant van de tag en zijn dus niet meer aanpasbaar door de mogelijke gebruikers van deze tags. Ze worden dan ook vooral gebruikt in kleine toepassingen. Het opslaan van data eigen aan een product is een groot voordeel van een RFID-tag en daarom wordt write once, read many ook veel gebruikt. Deze vorm laat toe om de tag te beschrijven bij de gebruiker zelf en kan zelfs in beperkte mate herschreven worden. De WORM-tags bieden bovendien een redelijk goede data security en worden dan ook het meest gebruikt. De laatste van de drie, de read-write tag, kan vele keren geschreven en gelezen worden.

Het aantal keren varieert tussen de 10.000 en de 100.000 en zelfs meer. Deze vorm biedt als voordeel dat de data zowel door de reader als door de tag zelf (alleen actieve tags) herschreven kan worden en er zo bijvoorbeeld omgevingsvariabelen kunnen worden opgeslagen. (Manish, 2005)

2.1.2. Readers

RFID-readers worden gebruikt om de aanwezigheid van nabije RFID-tags op te sporen. Een reader zendt elektromagnetische golven uit met behulp van één of meerdere antennes. Deze golven worden opgevangen door nabije tags die deze elektromagnetische golven omvormen tot elektrische energie via inductie. Deze elektrische energie wordt dan gebruikt om een boodschap terug te zenden aan de reader (Bhatt, 2006).

De keuze van het soort reader hangt sterk samen met de keuze die gemaakt wordt omtrent de tag. Toch moet er ook gekeken worden naar de fysische omgeving waarin de reader actief is. In sommige gevallen moet de reader een bepaalde grootte hebben, goed bestand zijn tegen stof, hoge temperaturen enzovoort. Door eerst een goed onderzoek te doen naar de mogelijke vereisten kan een dubbele uitgave vermeden worden. Ook niet onbelangrijk zijn de locale wetten met betrekking tot frequentiegebruik en het feit dat de reader compatibel moet zijn met de huidige IT-infrastructuur. In de volgende alinea's worden de drie belangrijkste readers even op een rijtje gezet.

2.1.2.1 Portal readers

Dit zijn readers die gelokaliseerd staan aan de ingangen, uitgangen of doorgangen. Ze zijn ontworpen om producten met tags te herkennen bij het verlaten van of het binnenkomen in een ruimte. Deze worden meestal gebruikt door warenhuizen of laad-en losplaatsen. (Lahiri, 2005)



Figuur 3: Een portal reader (www.trusrfid.com)

2.1.2.2 Tunnels

Dit zijn readers in de vorm van een tunnel. De producten met tag worden aangevoerd door bijvoorbeeld een lopende band en worden zo door de tunnel gevoerd. In deze tunnels zijn er antennes en readers aanwezig die enerzijds signalen uitsturen en anderzijds de signalen ontvangen. Deze tunnels zijn meestal ook beschermd met een behuizing die externe storingen zoveel mogelijk uitsluit. Een perfect toepassingsgebied voor dit soort readers is bijvoorbeeld een assemblagelijne. (Lahiri, 2005)



Figuur 4: RFID-tunnel (BGN, 2006)

2.1.2.3 Smart Shelves

Smart Shelves zijn rekken die uitgerust zijn met RFID-readers. Meestal zit er ook een bescherming rond zodat storingen van buitenaf geminimaliseerd worden. Met gebruik van Smart Shelves is het mogelijk om precies te weten te komen wanneer welk product uit de rekken is genomen of geplaatst. Dit systeem maakt het mogelijk om een real-time inventory bij te houden en producten die in de rekken vervallen zijn aan te duiden. Het grote nadeel aan Smart Shelves is de kostprijs. In theorie moet elke rek van het magazijn voorzien worden met een reader en dit is niet bepaald een goedkope oplossing. (Lahiri, 2005)

2.2 Software van een RFID-systeem

De mogelijkheden en toepassingsgebieden van een RFID-systeem zijn niet alleen afhankelijk van de beschikbare hardware maar ook van de software ervan. De software kan opgedeeld worden in drie grote groepen die we hieronder zullen toelichten. (Manish, 2005)

1. RFID systeem software

2. RFID middleware
3. Host software

2.2.1 RFID-systeem software

Hiermee wordt de software bedoeld die actief is tussen de reader en de tag. De basis van dit deel software is het lezen en schrijven van de tags. Er wordt getracht dit zo te programmeren om alles zo vloeiend mogelijk en zonder fouten te laten verlopen. Hiervoor moet er op bepaalde zaken gelet worden.

Een eerste deel is de anti-collision software. In de nabijheid van een reader zijn meestal meerdere tags aanwezig. Om te voorkomen dat er bepaalde tags incorrect of niet worden gelezen, is er een anti-collision functie geïmplementeerd dat deze zaken in goede banen moet leiden. Een simpel voorbeeld hiervan is dat elke tag om de beurt gelezen wordt.

Een andere belangrijke functie in de RFID systeem software is een error detectie of correctie functie. Door bepaalde storingen kan het voorkomen dat de gegevens van de tags niet volledig zijn doorgekomen. Deze functie grijpt dan in en probeert de incorrecte data te vervolledigen door bijvoorbeeld een nieuwe request te versturen.

Ten slotte wordt er ook veel belang gehecht aan de beveiliging en de privacy van de technologie. Bepaalde protocollen en reglementen zijn hieromtrent opgesteld. Deze zullen in een later hoofdstuk besproken worden.

2.2.2 RFID middleware

Dit is de software die het RFID-systeem verbindt met het huidige systeem. De software transformeert de gegevens verkregen van de reader om naar de benodigde gegevens voor verdere verwerking. De software gaat dus met andere woorden de verkregen data filteren, formatteren en ordenen tot het bruikbaar is voor de software in the back end. Omdat de meeste gebruikers van een RFID systeem al een goed back end systeem hebben, gaan ze dit niet vervangen en hier de juiste RFID middleware voor schrijven. Hierdoor kan het back end systeem behouden blijven.

2.2.3 Host software

De host software ontvangt de verwerkte gegevens van de RFID-reader via de RFID middleware. De gegevens die hier aankomen, zijn al in het juiste formaat gezet en onnodige informatie is er al uit verwijderd. In de Host software gebeurt de verdere verwerking. Dit kan gaan van de inkoop tot de verkoop. Het kan zijn dat de software moet aangepast worden en extra functies moeten geïmplementeerd worden om optimaal gebruik te kunnen maken van het RFID-systeem. In sommige gevallen zullen hiervoor pakketten moeten bijgekocht worden en in andere gevallen gaat men de software zelf herschrijven. Een voorbeeldje hiervan is de verandering naar het unieke nummer van een RFID-tag. Bij een barcode hadden meerdere dezelfde producten dezelfde barcode, bij RFID kan elk product een unieke code hebben. De host software krijgt dus van de RFID middleware unieke codes binnen waaraan de software aangepast moest worden.

2.3 Voordelen en nadelen RFID

Zoals elke nieuwe technologie brengt RFID tal van nieuwe voordelen mee. Toch moet er ook op gelet worden op de negatieve kanten. In de volgende hoofdstukken gaan we trachten samen te vatten welke voor- en nadelen RFID op zich en ten opzichte van zijn directe concurrent, de barcode heeft.

2.3.1 Voordelen RFID

RFID maakt tal van voordelen mogelijk zoals het gemakkelijker voorspellen van de vraag, het verhogen van verkopen, snellere betaling aan de kassa en producten die sneller verscheept en geïnventariseerd kunnen worden. Deze voordelen kunnen echter alleen bereikt worden door een samenwerking van de technologische voordelen die de technologie meebrengt. De technische voordelen zijn de volgende (Lahiri, 2005):

- Contactloos
- Beschrijfbaar
- RFID tag moet niet zichtbaar zijn om gelezen te kunnen worden
- RFID tag heeft een grote diversiteit in leesafstand
- Een RFID-lezer kan meerdere tags tegelijk lezen
- Een RFID-tag is robuust
- RFID-tag kan ook slimme taken uitvoeren met behulp van sensoren
- Zeer goede leesaccuraatheid

2.3.1.1 Contactloos

Een RFID-tag hoeft niet fysisch met de lezer in contact te staan om gelezen of beschreven te worden. Dit heeft enerzijds als voordeel dat de tags niet extern aan slijtage onderhevig zijn bij het lezen of schrijven, hetzelfde geldt voor de lezers. Een tweede gevolg hiervan is dat de lees-en schrijfoperaties niet onnodig vertraagd worden aangezien de lezer niet naar de tag gebracht hoeft te worden. Een neveneffect van dit voordeel is dat er zo ook de mogelijkheid wordt gecreëerd om meerdere tags te kunnen lezen of beschrijven in een zeer korte periode. (Lahiri, 2005)

2.3.1.2 Beschrijfbaar

De beschrijfbaarheid van een tag hangt natuurlijk ook nauw samen met de keuze van de tag die men maakt. Een read-write tag kan bijvoorbeeld 100.000 keer en meer herschreven worden. Deze herschrijfbaarheid kan bijvoorbeeld gemakkelijk zijn om een datum van productie, doorkomst,.. aan een tag mee te geven. Deze taak zou men ook door het back-end systeem kunnen laten uitvoeren maar door de data aan de tag te geven, wordt het netwerk een stuk simpeler gehouden. Toch wordt er van deze optie niet veel gebruik gemaakt in de hedendaagse maatschappij en dit door volgende redenen (Lahiri, 2005):

- Beveiliging: omdat het mogelijk is om de tag te herschrijven, moet er een degelijke beveiliging op komen. Toch zullen er altijd zijn die deze beveiliging trachten te doorbreken. Door deze hogere nood aan beveiliging, zullen deze tags dan meestal ook een stuk duurder zijn, alsook de lezers ervoor.
- Noodzaak van dynamische schrijvers: om te profiteren van het voordeel van beschrijfbaarheid is het noodzakelijk om dynamische schrijvers aan te schaffen.

Deze kunnen gelinkt worden aan het back-end systeem om zo alles vloeiend te kunnen laten verlopen. Hierbij is de kostprijs de struikelblok.

- Trager procesverloop: aangezien het schrijven van een tag meer tijd in beslag neemt dan het lezen, treedt er een tijdsverschil op wat kan resulteren in een bottleneck voor het proces.

Toch is mijn mening dat deze vorm van tags meer en meer gebruikt gaan worden, zeker met de toenemende druk van de maatschappijen op het toepassen van milieu efficiënte maatregelen. Beschrijfbare tags zijn namelijk herbruikbaar.

2.3.1.3 RFID-tag moet niet zichtbaar zijn

Een RFID systeem maakt gebruik van elektromagnetische golven die zich verplaatsen door de lucht en ook in beperkte mate bestand zijn tegen bepaalde materialen. Veel hangt af van het type tag en lezer die men gebruikt en welke frequentie gebruikt wordt, zoals reeds eerder besproken. Om hierin een goede keuze te maken, moet er gekeken worden in welke omgeving er gewerkt wordt en wat de mogelijke belemmeringen zouden kunnen zijn om de tag te kunnen lezen. Ook de bepaling van de positie van de lezer is hier geen onbelangrijke zaak in. (Manish, 2005)

2.3.1.4 Tag heeft een grote diversiteit in leesafstand

De leesafstand die mogelijk is met een bepaalde tag en lezer zijn bij dezelfde omgevingsvariabelen afhankelijk van de werkingsfrequentie en de soort tag. Een algemene regel hierin is dat hoe lager de frequentie is, hoe kleiner de leesafstand wordt. De tweede grote

variabele is de tag. Zoals we gezien hebben, zijn er drie soorten tags: de actieve, de semi-actieve en de passieve tag. De actieve tag zal bij dezelfde frequentie een grotere leesafstand bezitten dan de semi-actieve en deze op zijn beurt een grotere dan de passieve. De leesafstand hangt natuurlijk ook sterk samen met de omgevingsvariabelen en het kan dus zijn dat een passieve tag toch beter functioneert dan een actieve op bepaalde frequenties. (Lahiri, 2005)

2.3.1.5 RFID-lezer kan meerdere tags tegelijk lezen

Dit is volgens mij één van de belangrijkste voordelen van RFID. Het wordt bekomen door het gebruik van anti-collision software. Deze software leidt het lezen van meerdere tags in een korte periode in goede banen. Het aantal tags dat er per seconde gelezen kunnen worden, hangt af van de verschillende tags en de readers. Dit voordeel geldt voor zowel stationaire producten als producten in beweging. Doordat er meerdere producten in een korte periode kunnen gelezen worden, kunnen producten sneller door het proces gaan. (Manish, 2005)

2.3.1.6 Een RFID-tag is robuust

RFID is inzetbaar voor verschillende doeleinden. Om hieraan te voldoen, wordt van de tag verwacht dat het duurzaam is en tegen een stootje kan. Een passieve tag is dan ook gemaakt met weinig bewegende deeltjes en kan hierdoor zo gemaakt worden dat het bestand is tegen schokken, vochtigheid, hitte en bijtende chemicaliën. Dit is afhankelijk van het soort tag en heeft natuurlijk ook zijn grenzen maar er bestaan toch al tags die temperaturen tot 200 °C en meer kunnen verdragen. Een actieve tag zal meestal minder robuust zijn dan de passieve en semi-

actieve tags. Ook de prijs speelt hierin een rol want een robuustere tag is meestal ook een duurder tag. (Bhatt, 2006)

2.3.1.7 RFID kan ook slimme taken uitvoeren

De elektronica van een actieve tag samen met de batterij kunnen gebruikt worden voor gespecialiseerde taken zoals het observeren van de omgeving. De tag kan dan deze informatie aanwenden om bepaalde parameters te wijzigen en deze doorsturen naar de reader. Een voorbeeld hiervan is een product dat op temperatuur moet gehouden worden. Indien het te warm wordt, zendt de tag een boodschap naar de reader die dit dan via de middleware doorgeeft naar het back-end systeem die vervolgens de temperatuur aanpast. Deze toepassing geldt weliswaar niet voor passieve tags omdat deze geen powerbron hebben die de sensoren voedt. (Bhatt, 2006)

2.3.1.8 Zeer goede leesaccuraatheid

Alhoewel 100 % leesaccuraatheid een utopie is, is de accurateid van RFID toch zeer goed te noemen. Deze hangt natuurlijk af van een aantal factoren (Lahiri, 2005):

- Tag type: de frequentie, antenne,.. hebben een invloed
- Het product van de tag: hoe het is verpakt, met wat het is verpakt. Dit hangt ook weer samen met de gebruikte frequentie.
- Omgeving: omgevingsvariabelen zoals temperatuur, vochtigheid, aanwezigheid van metaal, elektrostatische ontlading,...
- Error-correcting software: de degelijkheid van deze software mag niet onderschat worden.

2.3.2 Nadelen RFID

Omdat RFID een technologie is die nog niet is volgroeid, zijn er ook een aantal nadelen aan verbonden. Hieronder worden er enkele opgesomd (Lahiri, 2005):

- Fysische belemmeringen zoals lezen door metaal of vloeistoffen zijn er nog steeds. Toch blijft de technologie hier in evolueren.
- De standaarden zijn nog niet helemaal op punt.
- Limieten op het aantal tags die binnen een korte periode kunnen gelezen worden.
- De prijs van een tag is redelijk hoog en het laat de uitgaven van aankopen, gerelateerd aan het RFID-systeem, ook stijgen (bv. netwerken).

2.3.3 Voordelen van RFID ten opzichte van de lineaire barcode

Een grote concurrent van de RFID-tag is de barcode. Toch kunnen er enkele voordelen opgenoemd worden waarmee de RFID-technologie duidelijk zijn waarde bewijst (Lahiri, 2005):

- Data op een RFID-tag zijn herschrijfbaar: sommige RFID-tags kunnen tot 100.000 keer en meer herschreven worden.
- Er is geen behoefte van de tag om zichtbaar te zijn voor de reader. Zolang de materialen, die ertussen zitten, bestaan uit een materie die de bepaalde frequentie doorlaat (bv. Papier), kan de tag gelezen worden.
- Langere leesafstand: een tag kan nog gelezen worden van op een verdere afstand. Dit is echter wel afhankelijk van de frequentie en het soort tag dat er gebruikt wordt.
- Grotere geheugencapaciteit: vooral de actieve tags hebben een grotere capaciteit om gegevens op te slaan.

- Het is mogelijk om verschillende tags in een zeer korte periode te lezen. Dit in tegenstelling tot de barcode waarbij de producten één voor één voorbij de reader gaan.
- Een RFID-tag is robuuster. Hierdoor kan het tegen hogere temperaturen, vochtigheid en bijtende chemicaliën (ook weer sterk afhankelijk van de gebruikte tag). Een barcode daarentegen kan gemakkelijk beschadigd worden door vocht of stof.
- Een RFID-tag kan “slim” zijn, het kan gebruikt worden om meer dan alleen een productcode op te slaan. Dit wordt meestal bereikt door het gebruik van sensoren.

2.3.4 Nadelen van RFID ten opzichte van de lineaire barcode

Naast de voordelen kunnen er echter ook nog tal van nadelen opgenoemd worden die de komst van RFID vertragen en zelfs tegenhouden. De kostprijs van de RFID-tag, de readers en de software vormen natuurlijk het belangrijkste nadeel voor een bedrijf. Maar er zijn ook nog een aantal andere die hieronder worden opgesomd (Lahiri, 2005):

- De leesaccuraatheid is ongeveer gelijk.
- Onaangetast door het type materiaal waarop het bevestigd is: een barcode kan op bijna elk soort materiaal bevestigd worden.
- Afwezigheid van internationale restricties: bij RFID zijn de frequenties die mogen gebruikt worden wettelijk vastgelegd.
- Geen sociale kwesties: RFID kampt met sociale kwesties zoals privacy en dergelijke. De barcode heeft hier veel minder last van: er is een barcode aanwezig op bijna elk product.
- De barcode is een volwassen technologie met goede standaarden.

2.4 EPCglobal en de standaarden

Op de markt wordt een brede variëteit aan RFID-tags aangeboden. Ze kunnen verschillen qua vorm, qua type, qua gebruikte radio frequentie en qua inhoud. Om dit alles in goede banen te leiden, is er nood aan standaarden die gebruikt moeten worden. Hiervoor is EPCglobal in het leven geroepen. De standaarden zullen in dit hoofdstuk verder besproken worden naargelang de delen die EPCglobal bevatten. Deze standaarden zijn onmisbaar om de ontwikkeling en implementatie van een (Bhatt, 2006):

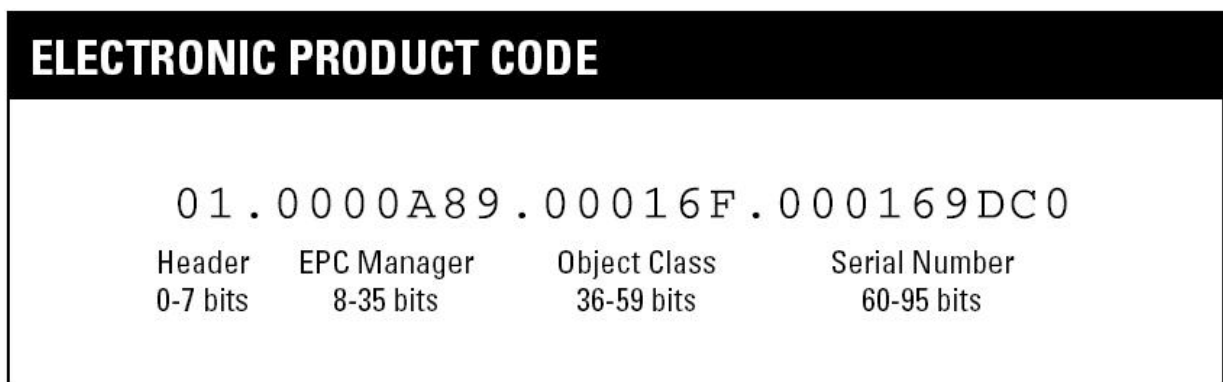
- Robuust en goed uitgewerkt systeem te bekomen.
- Open systeem te bekomen (vermijden van lock-ins).
- Compatiebel systeem te bekomen.

2.4.1 EPC

Ongeveer dertig jaar geleden werden de eerste stappen gezet op gebied van het semi-automatisch aftasten van productcodes. Dit werd de Universal Product Code of de barcode genoemd. Bij het gebruik van de barcode is menselijke tussenkomst essentieel en de UPC geeft een te beperkt gamma van informatiemogelijkheden. Hierdoor is er een nieuwe standaard ontstaan die EPC noemt, oftewel Electronic Product Code. De Electronic Product Code is een standaard voor de identificatiecodes van RFID-tags. Als een RFID-tag zijn identificatiecode afgeeft, weet je tenslotte alleen nog maar een nummer. Door het nummer op te zoeken in de centrale EPC-database krijgt het betekenis. Zo worden de nummers gekoppeld aan producenten, producten en serienummers. Eventueel is er ook een internetadres waar meer productgegevens zijn te vinden. De EPC-code op zich is 64 tot zelfs 256 bits groot, de meest gebruikte is weliswaar de 96 bit versie omdat deze voldoende groot is voor de supply chain operaties. Het staat toe om 268 miljoen bedrijven en per bedrijf 16 miljoen verschillende producten, met per product 68 miljard

unieke serienummers op te nemen. In het totaal geeft dit één triljoen unieke nummers. De EPC-code bevat volgende onderdelen (Sweeney, 2005):

- Header: geeft de gebruikte versie van EPC weer.
- Manager nummer: specificeert de naam van het bedrijf of het domein
- Object class: geeft het klasse type van het getagde object weer
- Serienummer



Figuur 5: Voorbeeld van een Electronic Product Code (Sweeney, 2005)

2.4.2 ID-systeem

Hiermee worden de componenten van de tag en de reader bedoeld. EPC codes worden bewaard op EPC tags en gelezen door een reader. Momenteel beschrijven verschillende standaarden de layout van de tags, de functionaliteit en de communicatie met de reader voor de verschillende soorten tags. Het doel is om deze standaarden te herleiden tot een algemene standaard gezamenlijk voor de verschillende soorten van tags en readers. Op deze manier kunnen tags en readers van verschillende verkopers samenwerken. (Manish, 2005)

Er is wel een standaard met betrekking tot radiofrequenties. Voorbeelden van gebruikte frequenties om over te communiceren zijn 125Khz, 13,5 Mhz en 860-960 MHz. EPC Global

gebruikt in zijn standaard de 860-960 MHz band. Toch zijn er verschillen tussen sommige landen omdat bepaalde frequenties al zijn toegewezen aan bijvoorbeeld gsm's. Ook schrijft de standaard voor hoe een reader een tag kan lezen en hoeveel ruimte er voor EPCs op de tag moet staan. (Geers, 2006)

2.4.3 EPC Middleware

In de supply chain kan eenzelfde tag meerdere keren gelezen worden door verschillende lezers op verschillende punten. Elke keer er een tag gelezen wordt, wordt het EPCglobal netwerk er ook bij betrokken. Hierdoor wordt er een zeer grote datastroom gegenereert op het EPCglobal netwerk. Toch kan een deel van de datastroom tot minder herleidt worden omdat het dubbele of onbelangrijke data kan bevatten. Om de data efficiënt te behandelen, is er nood aan het filteren, sorteren en verwerken van deze data. Dit gebeurt in de EPC middleware. Ook is het verantwoord om relevante data door het netwerk naar de EPCIS en het back-end systeem van het bedrijf te sturen. Dit resulteert in een verkleind datavolume en het selectiever versturen binnen het netwerk zodat de data efficiënt en bruikbaar worden. (Geers, 2006)

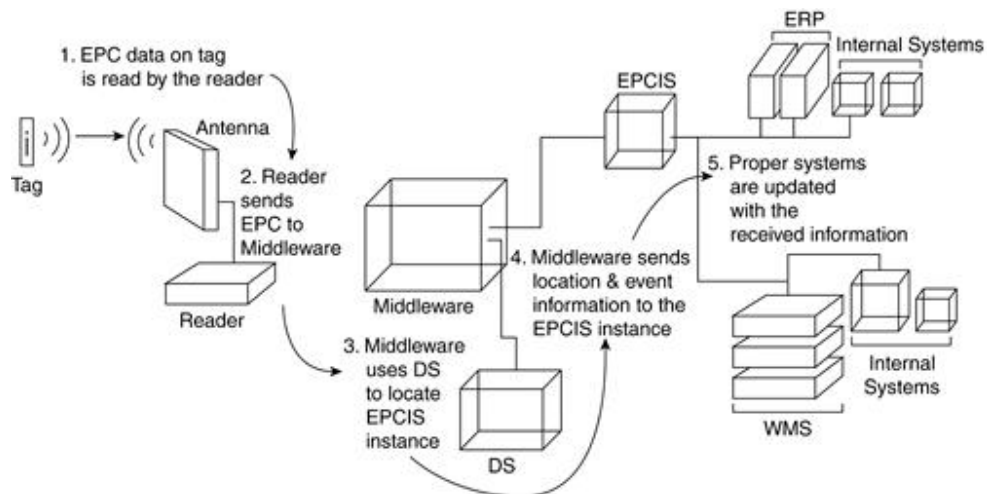
2.4.4 Object naming service

Dit principe steunt op DNS dat we kennen van de internetomgeving. Bij het invoeren van een URL in onze internetbrowser stuurt deze een request naar een DNS-server. De URL wordt opgezocht en er wordt een IP-adres teruggegeven. Op dit IP-adres bevindt zich de gezochte website. Bij RFID wordt de code van de tag ontvangen door de reader en verwerkt door de EPC middleware. Deze stuurt vervolgens een request naar de ONS-server die replyt met de locatie van de EPCIS-server die de extra gegevens over de EPC-code bevat. Door het gebruik van ONS kan

het opzoeken van de data een stuk sneller gebeuren. Nu krijgt men namelijk het adres van waar de data zich bevinden terwijl men anders in alle servers had moeten gaan zoeken. (Lahiri, 2005)

2.4.5 EPC Information Services (EPCIS)

EPCIS is een specificatie voor een standaard interface waarmee toegang kan worden gekregen tot EPC gerelateerde informatie. Het bestaat uit gateways die informatie bevatten over EPC-codes in een EPCglobal netwerk. De kern erachter is dat de data centraal beheerd worden en ze continu kunnen worden aangepast door supply chain partners wereldwijd. Een EPCIS kan een façade zijn voor een collectie van back-end systemen, warehouse management systemen en enterprise resource planning systemen. De datastroom terug naar het bedrijf is ook een gestandaardiseerde datastroom zodat niemand moeilijkheden heeft met het ontvangen ervan. (Manish, 2005)



Figuur 6: Het EPCglobal netwerk (Lahiri, 2005)

3 Privacy en security

Hoewel security en privacy meestal door elkaar gebruikt worden, is er toch een groot verschil tussen beiden. Security handelt over de kwetsbaarheden van en oplossingen voor het beveiligen van confidentiële data tegen ongeoorloofde toegang en gebruik ervan. Inbreuken tegen de privacy daarentegen handelen over het gebruik en misbruik van persoonlijke informatie over personen of bedrijven.

3.1 Security

Om de kwetsbaarheden van een systeem te ontdekken, moeten we eerst de mogelijke aanvallen analyseren en de doelwitten identificeren. Sommige aanvallen zullen gebruikt worden om één item te stelen terwijl anderen dan weer gebruikt zullen worden om bijvoorbeeld de volledige verkoop lam te leggen of een bedrijf verkeerde informatie te geven. Net zoals er verschillende componenten zijn in een RFID-systeem, zijn er verschillende methodes om RFID aan te vallen. In de volgende paragrafen zullen we bespreken wat de doelwitten en methodes van aanvallen zijn, specifiek voor RFID.

3.1.1 Radiofrequentie manipulatie

De eenvoudigste manier om een RFID-systeem aan te vallen, is voorkomen dat de tag gedetecteerd kan worden door de reader. Dit kan bereikt worden door het item met de tag in te wikkelen in materiaal dat geen radiogolven van de reader doorlaat zoals bijvoorbeeld metaal. Het is echter ook sterk afhankelijk van het type tag en reader. Een aanval via radiogolven kan

opgedeeld worden in vier types: spoofing, insert, replay en denial of service (DOS). (Thornton, 2006)

3.1.1.1 Spoofing

Spoofing aanvallen geven incorrecte informatie aan de reader door die echt lijkt en die door het systeem geaccepteerd worden. Typische voorbeelden van spoofing aanvallen zijn het aannemen van een vals ip-adres of mac-adres. Een voorbeeld binnen RFID is het uitzenden van een foute EPC-code wanneer een echte wordt verwacht. (Thornton, 2006)

3.1.1.2 Insert

Insert aanvallen zijn aanvallen die systeem-commando's invoeren waar er data verwacht worden. Deze aanvallen steunen op het principe dat er in een bepaald domein altijd data worden verwacht en weinig of geen validatie benodigd is. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld het invoeren van sql-commando's in tekstboxen van websites. Bij RFID zou men dit kunnen bereiken door op de tag systeem-commando's weg te schrijven in plaats van een EPC-code. (Thornton, 2006)

3.1.1.3 Replay

Bij een replay attack wordt het signaal dat een tag uitzendt, onderschept en de data ervan opgeslagen. Deze worden dan later op hun beurt opnieuw uitgezonden naar de reader die de data zal accepteren aangezien hij de code kent. (Thornton, 2006)

3.1.1.4 Denial of service

Denial of service of DOS aanvallen komen voor wanneer een signaal overstelpt wordt door meer data dan dat het aankan. Een variatie hierop is Radio frequentie jamming wat gebeurt wanneer een radiosignaal vol ruis zit. In beide gevallen heeft het als gevolg dat het systeem de data niet correct kan lezen. (Thornton, 2006)

3.1.2 Tag data manipuleren

Een ander doelwit voor een aanval is het manipuleren van de tag data zelf. Op deze manier kunnen de prijs en andere data op de tag gewijzigd worden. Dit kan echter opgelost worden door een kopie van de data in de database bij te houden en bij het lezen deze twee te vergelijken. (Thornton, 2006)

3.1.3 Middleware en backend

Zowel de connectie tussen de reader als het backend zelf zijn gevoelig voor security breuken. Deze aanvallen houden vooral virussen in en inbreuken op het netwerk, zowel door interne als externe daders. Aangezien ze echter niet eigen zijn aan RFID laten we ze verder buiten beschouwing.

3.1.4 RFID security beheren

3.1.4.1 Bepalen van risico's en kwetsbaarheden

Om je systeem te evalueren, moeten er bepaalde vragen gesteld worden om de risico's en kwetsbaarheden te bepalen. Een goede manier om het risico te evalueren, is vragen te stellen met de vijf klassieke vraagwoorden: wie, wat, waar, wanneer en hoe?

- Wie gaat een aanval plegen? Wie heeft er baat bij? Is het een concurrent?
- Wat willen ze bereiken met de aanval?
- Wanneer gaan ze de aanval plegen?
- Waar gaat de aanval plaatsvinden?
- Hoe gaat de aanval uitgevoerd worden?

Als deze vragen beantwoord zijn, wordt er een lijst verkregen met mogelijke aanvallen en welke doelen ze hebben. Deze risico's en kwetsbaarheden moeten verder onderzocht worden.

3.1.4.2 Risico management

Na het bepalen van de kwetsbaarheden is er nog de vraag wat er aan gedaan kan worden en hoe. Ook moet men zich afvragen of de kosten opwegen tegen de baten bij bijvoorbeeld een extra investering in security bij RFID. Een mogelijke oplossing hierbij zou kunnen zijn een risico analyse uit te voeren.

Een eerste stap in de risico analyse is het linken van de verschillende kwetsbaarheden aan de verschillende types van verliezen die ze veroorzaken. Voorbeelden van types zijn:

- Beschadiging van hardware en materialen
- Verlies van geld
- Additionele kosten
- ...

Op deze manier kunnen de verliezen per kwetsbaarheden en risico's in het algemeen afgeleid worden.

Vervolgens zou men moeten trachten de kansen te achterhalen dat de kwetsbaarheid, eigen aan de onderneming, zal voorkomen. Als men deze kansen heeft achterhaald, kan men ze vermenigvuldigen met de mogelijke verliezen die gepaard gaan met die kwetsbaarheid. Hierdoor wordt het risico per kwetsbaarheid berekend.

Een laatste stap is het opstellen van een set van maatregelen die helpt de risico's in te perken. Bij deze laatste stap vergelijkt men de kost van de maatregel met de kosten die vermeden worden door deze maatregel. Hierbij moet men de verschillende maatregelen vergelijken en de beste selecteren. (Schreurs, 2007)

3.2 Privacy

Naast de bedrijfseconomische aspecten die in acht genomen dienen te worden, moet men ook een aantal andere zaken in rekening brengen. Zoals elke technologie houdt RFID bij verkeerd gebruik risico's in. Uit onderzoek is gebleken dat bij onverantwoord gebruik van RFID mogelijkheden bestaan die een gevaar opleveren voor de privacy. Aan dit verhaal zijn er twee kanten. Enerzijds is er de verplichting van de bedrijven zelf over hoe zij met de data omspringen. Dit heeft echter weinig met RFID te maken en zal verder niet besproken worden. Anderzijds zijn er echter enkele technische kenmerken van RFID die in verband met privacy belangrijk zijn (Thornton, 2006):

- Leesgemak: omdat het zo makkelijk is met RFID gegevens te verzamelen, is de kans groot dat er ook meer gegevens verzameld zullen worden.
- Onzichtbaarheid: door het gebruik van radiogolven is het niet duidelijk wanneer een tag wordt gelezen.
- Leesafstand: sommige tags kunnen over een grote afstand gelezen worden.
- Afmeting van de tag: Aangezien er al zeer kleine tags bestaan, heeft de consument niet altijd weet van de aanwezigheid van een tag.
- Beveiliging: er zijn tags die geen vorm van beveiliging bevatten zodat de informatie vrij kan gelezen worden.

3.2.1 Manieren van misbruik

3.2.1.1 Op afstand uitlezen van tags

Het ongemerkt en ongewenst uitlezen van tags wordt als het belangrijkste privacy-risico van RFID beschouwd. Omdat de kleine tags slim worden verwerkt in de producten is het soms

moeilijk vast te stellen of er een tag aanwezig is. Dit gekoppeld aan het feit dat een tag op afstand leesbaar is, maakt het onduidelijk voor consumenten wie, wat, waar, wanneer en hoe informatie van de tag haalt die zij bijhebben. Des te groter de leesafstand wordt (hangt af van type tag, reader), des te groter het risico op inbreuk op privacy. (Thornton, 2006)

3.2.1.2 Volgbaarheid

In theorie maakt een RFID-systeem het mogelijk om mensen te volgen. Door een bepaald product aan een persoon te koppelen, kan men bij het lezen van een product afleiden of die persoon aanwezig is. Dit is mede ook het gevolg van een unieke productcode van RFID. Het probleem wordt relevanter bij een betere koppeling van de netwerken van verschillende bedrijven. (Bhatt, 2006)

3.2.1.3 Profileren van personen

Verkopers trachten reeds lange tijd het koopgedrag van klanten zo goed mogelijk in kaart te brengen om zo hogere verkopen te bereiken. Zij doen dit door bijvoorbeeld getrouwheidskaarten te geven, waaruit ze dan gekochte goederen van de klant kunnen halen. Gebaseerd op de gekochte goederen en de frequentie ervan kan er een profiel van de klant opgesteld worden. Deze informatie wordt dan gebruikt om de verkopen op bepaalde gebieden te verhogen. Ook kan deze informatie gebruikt worden om te proberen de klanten te overtuigen op een ander merk over te

stappen, namelijk een merk dat voor de verkoper meer opbrengt. Deze methode kan ook als een inbreuk op privacy beschouwd worden.

Met RFID kan dit proces sneller en accurater gebeuren. Met barcodes kan er alleen gekeken worden welke producten de klant aangekocht heeft. Maar met RFID kan ook de activiteit van de klanten binnen de winkel in het oog gehouden worden. Een voorbeeld hiervan is Gillette. Zij bevestigden RFID-tags aan de verpakking van scheermesjes en legden een link met een verborgen camera. Dit werd echter gedaan zonder medeweten van de klant en heeft dan ook groot protest bij de klanten teweeg gebracht. In de toekomst kan het dus perfect mogelijk zijn om het uur van het binnenkomen en buitengaan van een klant te controleren, hoelang een klant gemiddeld in de winkel is, in welke producten de klant geïnteresseerd was en welke hij gekocht heeft. (Lahiri, 2005)

3.2.1.4 Koppelen van systemen

Het koppelen van systemen is een bedreiging die zich niet beperkt tot RFID alleen maar zich uitstrekt tot alle systemen waarmee toezicht of controle kan worden uitgeoefend. Het koppelen van databases, camera's en RFID-systemen zou ervoor kunnen zorgen dat deze systemen tesamen veel effectiever worden. Het geheel is meer dan de som der delen. (Thornton, 2006)

3.2.2 Oplossing met betrekking tot privacy

De oplossingen die hieromtrent zijn aangeboden kunnen we opdelen in drie gebieden (Lahiri, 2006):

- Oplossingen door de technologie
- Oplossingen door de overheid
- Oplossingen door het bedrijf

3.2.2.1 Technologische oplossingen

Een toepassing hiervan is het kill commando. Dit is een manier om een RFID-tag te deactiveren als het een winkel of een bedrijf verlaat. Het principe is hetzelfde als bij de AES-tag. Er wordt een 8 bit paswoord gestuurd naar de tag die dan zichzelf wist en zo in-actief wordt. Door dit toe te passen, verliest men wel veel voordelen van de technologie zoals:

- Snellere service na verkoop.
- Slimme toestellen (zoals bv. de slimme koelkast).

Toch lost het kill commando de privacy-kwestie niet volledig op want de kwesties binnen de winkel zijn namelijk nog niet opgelost. De bedrijven zouden het deactiveren moeten ontmoedigen door bijvoorbeeld een prijsverschil te creëren. Verder kunnen we tags ook beter beveiligen maar dit komt verder nog aan bod. (Parahita, 2005)

3.2.2.2 Oplossingen door de overheid

Door het opleggen van wetten en reglementen kan ook de overheid een grote rol spelen in het zoeken naar oplossingen met betrekking tot privacy. Zo kunnen ze in de wetten opleggen hoe er met de data mag omgesprongen worden. Toch mag dit niet te strikt worden zodanig dat men de technologie zou boycotten. De Europese Unie heeft bijvoorbeeld een set van wetten opgesteld die

uitmaken hoe informatie binnen de EU mag stromen en daarbuiten. Ook het meewerken van de overheid aan het ontwikkelen van standaarden is zeer belangrijk. (Lahiri, 2005)

3.2.2.3 Oplossingen door het bedrijf

De privacy-kwestie is verder ook grotendeels een lak aan vertrouwen in de nieuwe technologie. In de vroege dagen was dit ook zo voor het internet maar naarmate het vertrouwen groeide, werd er minder aandacht aan geschonken. Het is dan ook uiterst belangrijk dat het bedrijf zelf hieraan meewerkt. Het bedrijf kan dit op enkele manieren doen (Lahiri, 2005):

1. Openheid en transparantie
2. Informeren van de klant over de technologie
3. Voorlichting
4. Keuzevrijheid
5. Toegevoegde waarde en service aanbieden

4 Toepassingen van RFID en in het bijzonder de rol in SCM

4.1 Toepassingsgebieden

4.1.1 Item tracken en tracen

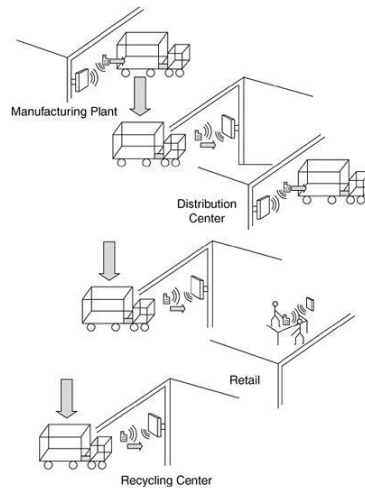
Dit houdt in dat er een tag wordt geplaatst op het te tracken item en dat telkens wanneer een tag voorbij een reader komt er wordt bijgehouden waar de tag zich bevindt en wanneer de tag zich daar bevindt. Op deze manier krijg je een lijst met tijden en plaatsen waar het item geweest is of welke processen het heeft doorlopen. Ook kan men dit combineren met een werknemers-id zodat men zelfs kan achterhalen wie welk product verplaatst heeft. De afstand van waarop men een product kan tracken, hangt af van het soort tag. Er zijn zelfs tags die men op kilometers afstand kan detecteren maar deze zullen hier niet verder besproken worden. We houden het vooral bij passieve tags met een bereik van een tiental meter. Het ideale voorbeeld van het tracken en tracen van een item is de evolutie van een product door een supply chain. (Lahiri, 2005)

4.1.1.1 Supply Chain Management

Om een supply chain te optimaliseren is het zeer belangrijk om goed te weten waar de producten zich bevinden en op welk ogenblik. Door de toepassing van een RFID-systeem kan dit een volledig geautomatiseerd proces worden. Indien men aan elk product een tag bevestigt en bij elke laad- en losplaats een reader bevestigt, wordt het mogelijk om voor elk product de aankomsttijd en vertrektijd uit het gebouw vast te stellen. Dit biedt de volgende mogelijkheden:

- De verkoper kan beter het potentieel van een product inzien

- Beter inventaris management door verbeterde vraagvoorspelling
- Verbeteren van het productbeheer
- Vermindering out of stock door koppeling met back-end systeem



Figuur 7: Voorbeeld van een supply chain met RFID (Lahiri, 2005)

4.1.2 Voorraadbeheer en controle

Door het toepassen van RFID zal dit proces van beheer en controle een stuk makkelijker worden. Het bestond vroeger bij de barcode ook al maar in plaats van alles met de hand in te scannen, wordt dit nu geautomatiseerd door bijvoorbeeld het plaatsen van een reader bij de in-en uitgang van een magazijn. De inventaris kan nog periodiek met een handheld scanner geüpdate worden maar dit gaat dan veel sneller dan bij de barcode. Ook een groot voordeel is dat door het gebruik van EPC elk product een individueel nummer heeft zodat men betere prognoses kan doen over de doorlooptijd en verkoopbaarheid van een bepaald product. Op deze manier kunnen de prognosemethoden verbeterd worden, wat dan kan resulteren in vermindering van de voorraadkosten door het vergemakkelijken van JIT en het beter kunnen inschatten van de

verkopen. Een zeer interessante toepassing zijn Smart shelves. Dit zijn schappen voorzien met RFID-readers. Een voordeel van dit systeem, buiten de hiervoor reeds vernoemde voordelen, is dat men aan een schap een categorie kan meegeven zodat misplaatste producten snel teruggevonden kunnen worden. Ook kan men hier een beperkte diefstalcontrole mee uitvoeren. Zo kan men een alarm laten afgaan als het product te ver van het schap verwijderd is bijvoorbeeld gsm's. (Zebra, 2005)

4.1.3 Asset monitoring en management

Een zeer handige eigenschap van een RFID-systeem is dat een tag op afstand ook leesbaar is. Dit opent een mogelijkheid om in real-time goederen en activa op te sporen. Een niet te onderschatten onderdeel hiervan is het wagenpark- en kapitaalgoederenbeheer wat kan bekomen worden door tags te plaatsen op transportmiddelen of kapitaalgoederen die veel verloren gaan. Door het plaatsen van stationaire en mobiele readers door het bedrijf kan men in real-time ontdekken waar het vervoersmiddel, zoals bijvoorbeeld een heftruck, zich op dat moment bevindt. Een aantal toepassingen hierop kunnen bijvoorbeeld zijn: het niet kunnen tanken van transportmiddelen zonder tag of het niet toelaten van bepaalde transportmiddelen in een aantal delen van het bedrijf. De voordelen hiervan zijn:

- Verkorting van de wachttijden.
- Verbetering van het onderhoud van de voertuigen en materialen.
- Verbetering van de beveiliging.
- Betere communicatie omdat men exacter weet wat er aanwezig is.

Het grote nadeel zit hem in de kostprijs. Het is een zeer kapitaalintensieve investering en zal dus niet in elk bedrijf renderend zijn. (Lahiri, 2005)

4.1.4 Anti-diefstal

Dit gebied kent al veel toepassingen. Een startonderbreking van vele type auto's werkt momenteel namelijk zo. Er is dan een reader in de auto aanwezig die de tag in de contactsleutel controleert bij het starten. Met de EPC is er echter een nieuwe ontwikkeling gekomen. Aangezien elk product een unieke code heeft, komt het product ook slechts éénmaal voor in de inventaris. Door dit principe en het feit dat een tag ook zonder direct zichtbaar contact leesbaar is, kan RFID in combinatie met EPC als diefstalpreventie ingezet worden. Vroeger moest men buiten een barcode nog een andere chip, op basis van RFID of een andere technologie, plaatsen op een product om het tegen diefstal te behoeden. Door de toepassing van EPC en het plaatsen van readers voor uitgangen kan men controleren of de producten die voorbij de reader komen ook werkelijk betaald of uitgescand zijn. Indien niet kan men hier een alarmsysteem of iets dergelijks aankoppelen. Men moet dan wel opletten dat de wetten rond privacy in acht genomen worden. Gillette heeft hier bijvoorbeeld enkele jaren geleden problemen mee gehad.

4.1.5 Elektronische betaling

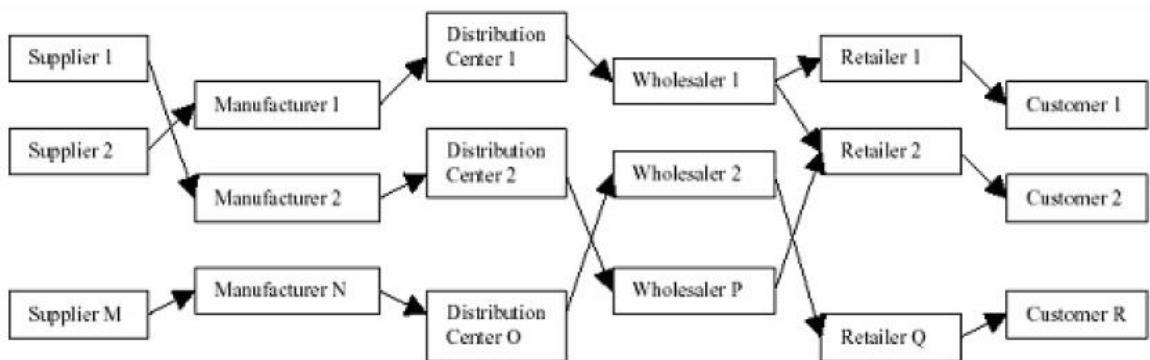
Indien men een koppeling kan maken tussen het product-id en de klant-id zou betaling via RFID ook mogelijk zijn. Maar in dat geval zou de klant ook drager moeten zijn van een RFID-tag. Voor de implementatie in retail zijn er hieromtrent echter nog te veel privacy-kwesties. Toch zijn er al enkele voorbeelden zoals het automatisch betalen van tol indien u onder een tolbarrière rijdt die voorzien is van een RFID-reader en de speedpass (elektronisch betalen van brandstof). Ook een zeer mooie toepassing is het buitengaan van de winkel door een RFID-reader zonder via een kassa te moeten gaan.

4.2 Supply Chain Management

Om te kunnen overleven in concurrerende en veelal internationale markten moeten bedrijven steeds meer en steeds beter leren samenwerken met andere bedrijven die samen een 'keten' vormen. Een keten met schakels die alleen functioneert als de afzonderlijke schakels sterk zijn en op elkaar zijn afgestemd, is wat we noemen een Supply Chain Integration. Het is dan ook niet verwonderlijk dat steeds meer bedrijven werken vanuit een Supply Chain Management-gedachte.

Supply Chain Management (SCM) staat voor het ontwerp, de planning en de integrale beheersing van bedrijfsketens. SCM richt zich op de afstemming van interne processen, waarbij het voornamelijk gaat om inkoop, logistiek en marketing. In het verlengde hiervan vraagt Supply Chain Management om samenwerking en coördinatie tussen de externe partijen, zoals met name leveranciers, distributeurs en klanten. Succesvol SCM veronderstelt een sterke 'customer focus'. Het is belangrijk dat de wensen van klanten adequaat worden geïnterpreteerd ('market sensing') en vertaald worden in commercieel en logistiek passende oplossingen ('fulfillment').

Om meer inzicht en doorzichtbaarheid in hun operaties te verkrijgen, hebben bedrijven zich gewend naar pakketten zoals ERP en CRM. Deze applicaties kunnen zeer effectief zijn maar dit is sterk afhankelijk van hoe en wanneer de data worden ingevoerd. Vele van deze systemen functioneren niet optimaal omdat de data niet correct of niet tijdig is ingevoerd. Op dit vlak zou RFID een oplossing kunnen bieden. (Zebra, 2003)



Figuur 9: voorbeeld van supply chains (www.gscg.org)

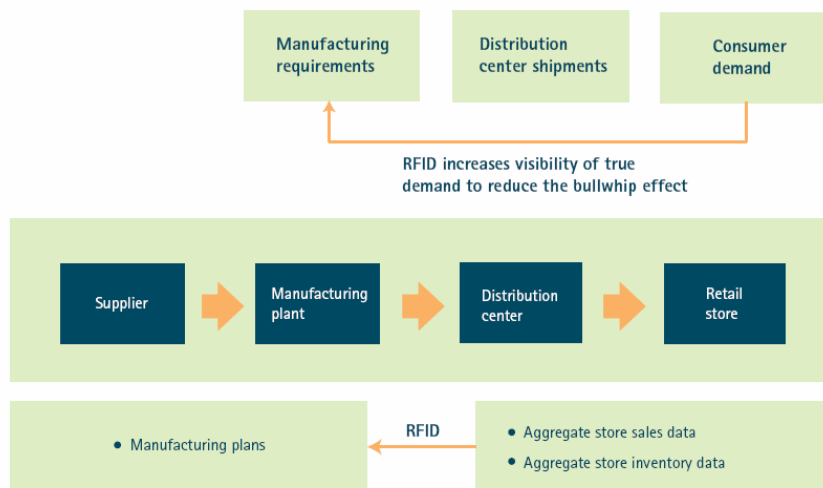
4.2.1 Verbeteringen door RFID

De sleutelementen die leiden tot een goede SCM zijn real-time en accurate data. Deze real-time en accurate data kunnen bekomen worden aan de hand van RFID-technologie. RFID zorgt ervoor dat de data op een eenvoudige en snelle manier kunnen worden overgedragen. SCM-tools hebben nood aan veel en accurate data. Bedrijven die hieraan een tekort hebben, houden meestal ook inefficiënte en dure buffers, zoals een veiligheidsvoorraad en overcapaciteit. RFID kan SCM hierbij op drie niveaus helpen (Busschop, 2005):

4. Verbetering zichtbaarheid data
5. Verbetering accuraatheid data
6. Verbetering tijdslijnen van de data

4.2.1.1 Verbetering zichtbaarheid data

Door een goede zichtbaarheid van datastromen kan men zich een beter beeld vormen van het gehele proces. Zowel de barcode als een RFID-systeem helpen hieraan bij maar RFID staat toe om op meer plaatsen data op te nemen met minder storingen voor het SCM proces. Indien men dan de data synchroniseert met het bedrijf, kan deze accuratere plannen opstellen. Ook verandert dit de relatie tussen SCM en retailers. Heden ten dage gebruiken veel retailers hun inventarissysteem nog persoonlijk en bestellen ze bij indien nodig. Met de mogelijkheden van RFID kan men automatisch laten weten aan de leverancier dat een product van het schap verdwijnt (smart shelves). Men gaat met andere woorden naar een systeem waar de leverancier de stocks bijvult in plaats van de retailer, een vendor-managed inventory (VMI). Ook door deze verbetering van zichtbaarheid van data kunnen er betrouwbaardere analyses uitgevoerd worden met betrekking tot verkopen en veiligheidsvoorraad. Door een verbeterde voorspelling van de vraag kan het bullwip-effect geminimaliseerd worden.



Figuur 10: Verhoging van de zichtbaarheid in de vraag van de klant vermindert het bullwip-effect (Busschop, 2005)

4.2.1.2 Verbetering accuraatheid data

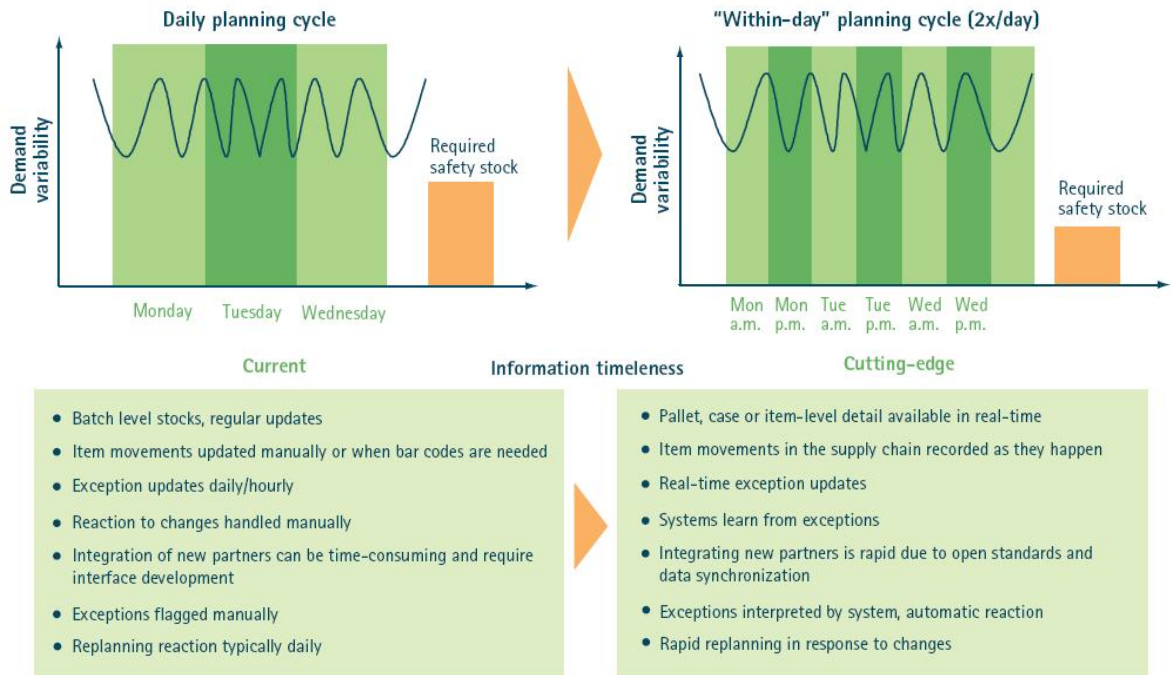
Een error in de data kan nefaste gevolgen hebben voor het verdere verloop van een SCM. RFID verhoogt de accuraatheid door:

- Verminderen van menselijke interventie
- Verminderen van tijd en werk benodigd om inventaris te beheren
- Verbetert het tracken van producten gebonden aan een tijd (vervaldatum)

Door deze betere accuraatheid kunnen SCM tools de lead-time beter inschatten. Met de lead-time bedoelen we de tijd die nodig is van leverancier tot verkoper, tussen de distributiecentra en van distributiecentrum tot verkoper. Door het real-time concept van RFID komen deze schattingen dichterbij de actuele waarden waardoor de veiligheidsvoorraad en de ongebruikte capaciteit verminderd kunnen worden. (Busschop, 2005)

4.2.1.3 Verbetering tijdlijnen data

In de meeste retail en consumentengoederen worden Supply Chain plans dagelijks of wekelijks gemaakt. Er zijn verschillende redenen waarom er geen kortere planningsperiodes zijn maar een hoofdreden is omdat de data niet altijd beschikbaar is. Door RFID kan deze data wel beschikbaar gesteld worden waardoor de veiligheidsvoorraad en de ongebruikte capaciteit opnieuw beter kunnen ingeschat worden. (Busschop, 2005)



Figuur 11: Het effect van de implementatie van RFID op de veiligheidsvoorraad(Busschop, 2005)

4.3 Framework voor implementatie

Het integreren van RFID technologie in het bedrijf is een beleidsbeslissing en geen technologische beslissing. Het doel is niet nieuwe technologie aan te wenden maar wel om nieuwe technologie aan te wenden om voordelen te behalen voor het bedrijf. Deze voordelen kunnen een verhoging van efficiëntie, een verhoging van de waarde voor de klanten en nog veel meer in houden. Een vereiste die nodig is om zeker te zijn dat RFID op de juiste manier wordt gebruikt, kan men bekomen door de strategie en de uitvoering op één lijn te brengen. Dit zorgt ervoor dat de technologische strategie wordt gedreven door de bedrijfsstrategie.

Een framework kan fungeren als een effectieve gids om alles in goede banen te leiden. Het geeft een gestructureerde manier weer om het volgende te doen (Manish, 2005):

- Het probleem en de omliggende vlakken identificeren
- Mogelijke oplossingen en hun voordelen definiëren
- Een plan creëren voor een succesvolle afwikkeling en het verder verloop

In onderstaande figuur worden de verschillende stappen weergegeven die in de volgende paragrafen besproken zullen worden.



Figuur 8: Framework voor implementatie van RFID (Manisch, 2005)

4.3.1 Identificeren van het bedrijfsprobleem

Dit is een zeer belangrijke stap om tot een succesvolle implementatie van een IT-systeem te komen maar toch wordt deze stap vaak niet goed genoeg behandeld. In deze stap zouden de onderliggende principes of beweegredenen waarop de beslissing is gebaseerd, verduidelijkt moeten worden. Op deze manier wordt duidelijk welke problemen RFID zou kunnen oplossen en wat de verwachte resultaten zijn. De sleutelfactoren die deze stap bevatten, zijn de volgende (Manish, 2005):

- Strategische beweegredenen: Het is belangrijk om te bepalen waarom RFID zo belangrijk is voor de onderneming. RFID kan bijvoorbeeld nodig zijn om de bedrijfsstrategie van de onderneming mogelijk te maken.
- Competitieve beoordeling: De implementatie kan nodig zijn om het competitief voordeel ten opzichte van de concurrentie te behouden.
- Verkoper beoordeling en selectie: De juiste verkopers vinden die het bedrijf kunnen helpen, is kritisch. De verkopers kunnen de integratie vele malen versimpelen door hun ervaring.
- Kosten-baten analyse: Dit is essentieel om de grootte van het project en de vereisten ervan in te schatten.
- Scenario's: Deze kunnen dienen als sterke middelen om het risico te verminderen en de planning te bevorderen.

4.3.2 Definiëren van oplossing en de pilot

Deze fase is het verbindmiddel tussen de identificatie en de grootschalige implementatie. Het geeft het voordeel dat de oplossing eerst kan getest worden in een kleine, controleerbare omgeving terwijl men zich voorbereidt op de volledige implementatie. Hoewel dit voor

sommigen tijdverlies lijkt, komen deze oplossingen meestal sneller tot een volledige implementatie, dit doordat men leert uit de fouten gemaakt in de pilot. De sleutelfactoren die deze fase inhouden, zijn de volgende (manish, 2005):

- Technologische infrastructuur: Hier wordt op het einde van deze paragraaf verder op in gegaan.
- Architectuur van de onderneming en de organisatie moeten juist op elkaar worden afgesteld.
- Plan ter identificatie en vermindering van de risico's moet opgesteld worden. Risico's zijn eigen aan projecten. Zelfs de best geplande projecten houden nog risico's in. Men moet trachten deze risico's in een vroeg stadium te identificeren en indien mogelijk acties ondernemen om deze te verminderen, dit voor zowel de interne als externe risico's.
- Ook de kosten-baten analyse moet met betrekking tot de extra informatie herbekeken worden en indien nodig moet het project gewijzigd worden.
- Een zeer belangrijk punt is ook om alle belanghebbenden en mensen die in aanraking komen met de nieuwe technologie te betrekken in het ontwikkelen ervan.
- Pilot selectie en uitvoering: Nadat de bovenstaande punten zijn doorlopen, kan men beginnen aan het opzetten van een pilot. Een pilot is de ideale manier om enerzijds de voorgenomen architectuur te testen en anderzijds extra data te verzamelen om de oplossing te fine-tunen. Het moet zo opgesteld worden dat het de kritieke elementen test en men moet trachten zo weinig mogelijk externe invloeden in de pilot toe te laten zodat de problemen makkelijk kunnen ontdekt worden. Door de pilot kunnen de problemen of kinderziektes grotendeels worden verwijderd waardoor de verdere implementatie positief wordt beïnvloed.
- Testen van het succes: De implementatie van een RFID systeem moet natuurlijk ook rendabel zijn. Hiervoor moet men dan ook de realiteit toetsen ten opzichte van de praktijk (de pilot).

4.3.2.1 Technologische infrastructuur

Door de verschillende types van de RFID-systemen moet er een keuze gemaakt worden over welke men het best kan gebruiken. Dit komt voort uit de verschillende toepassingsgebieden. Er moeten verschillende technologische variabelen beoordeeld worden. Enkele hiervan zijn:

- Frequentie
- Soort tag
- Soort reader

In de volgende paragrafen zullen we kort bespreken wat de criteria zijn waarop de keuze wordt gebaseerd.

4.3.2.1.1 Frequentie

Een van de belangrijkste keuzes van het RFID-systeem zit hem in de keuze van de frequentie. Dit is zo belangrijk omdat de mogelijkheden van het systeem hier sterk vanaf hangen. De factoren die bepalend zijn om een frequentie te kiezen, zijn (Bhatt, 2006):

- Maximale leesafstand
- Applicatie type
- Omgevingsvariabelen

4.3.2.1.2 Soort tag

De keuze van de tag komt ook deels voort uit de keuze van de frequentie. Toch is de keuze van de juiste tag niet evident.

- Type: actieve tags of passieve tags
- Geheugen: grootte, herschrijfbaarheid

- Leesbaarheid: hoeveel keer moet het gelezen kunnen worden, in welke condities, moet de positie bepaald kunnen worden,...
- Fysisch uiterlijk: moet de tag flexibel zijn, hoe groot mag ze zijn,...

4.3.2.1.3 Soort reader

De keuze van de reader is dan weer voor een deel een gevolg van de tag. Deze worden veel samen verkocht. De beslissing over de reader verloopt genoeg gelijk aan die over de tag. Toch moet men ook bij de reader letten voor welke applicatie het gebruikt wordt. Hieruit kan men dan besluiten welk type reader men nodig heeft. Ook eigenschappen zoals betrouwbaarheid en de mogelijkheid tot updates zijn zeer belangrijk. (Bhatt, 2006)

4.3.3 Bouw en uitbouw van de oplossing

Tot nu toe heeft men een oplossing gevonden en deze getest in de pilot-fase. In deze fase wordt de oplossing verder uitgebouwd aan de hand van de pilot en wordt er rekening gehouden met de fouten die erin ontdekt zijn. Verder is het van belang strikt het plan te volgen en een goed leiderschap te hebben, anders kan het project zich te traag ontwikkelen of minder voordelen opleveren. De afwikkeling van de implementatie gebeurt bij voorkeur aan de hand van milestones. Er moet genoeg toezicht gehouden worden op het bestellen en verkrijgen van materiaal voor het RFID-systeem, zowel op de prijs als de vloeiende levering. Een tijdelijk tekort van tags kan nefaste gevolgen hebben voor de implementatie.

Het blijven testen van het systeem is een benodigdheid. Laksheid op dit gebied kan leiden tot latere fouten die moeilijk te ontdekken zijn. Ook het betrekken van gebruikers en hen het systeem leren kennen, is nodig om een succesvolle implementatie te bekomen.

Een laatste punt van deze fase is dat men de infrastructuur van het bedrijf niet uit het oog mag verliezen. Een succesvolle implementatie kan enkel bekomen worden indien de technologische infrastructuur afgestemd is op de infrastructuur van het bedrijf. (Manish, 2005)

4.3.4 Behouden en verbeteren

Voor velen lijkt een succesvolle implementatie het einde van het project maar in realiteit is dit niet zo. Het einde van de implementatie is meestal het begin voor de klanten, belanghebbenden en leveranciers. In deze fase is het dan ook belangrijk dat men het project kritisch gaat beoordelen en controleren. De oplossing zou continu moeten verbeterd worden, gebaseerd op feedback van de belanghebbenden, klanten en leveranciers. Eénmaal deze implementatie succesvol werd geïmplementeerd, kan men beginnen denken aan een nog verdere implementatie zoals bijvoorbeeld van palletniveau naar itemniveau. (Rietdijk, 2004)

5 Kosten en baten RFID

Dat deze technologie veel voordelen met zich meebrengt, staat buiten kijf maar in een bedrijf wordt er toch nog hoofdzakelijk gekeken dat de baten de kosten overtreffen. Een moeilijk onderdeel van de kosten-baten analyse is het kwantificeren van aspecten zoals het verbeteren van de reputatie, het verhogen van het moreel van het personeel enzovoort. In de volgende paragrafen wordt er een overzicht gegeven welke kosten en baten een implementatie van een RFID-systeem met zich meebrengen.

5.1 Kosten van een RFID-systeem

Indien er gesproken wordt over de kosten bij een implementatie van een RFID-systeem wordt er meestal alleen aandacht geschonken aan de kost van de tags, de readers en de middleware. Er zijn echter nog andere kosten waar rekening mee gehouden dient te worden. De kosten kan men indelen in (Rietdijk, 2004):

- Investeringskosten.
- Exploitatiekosten.
- Kosten voor uitbreiding en vernieuwing.

5.1.1 Investeringskosten

De investeringskosten kunnen we op hun beurt verder indelen in (Rietdijk, 2004):

- Aanschaf van de tags, lezers en software.
- Installatie.
- Systeemintegratie.
- Training en communicatie.
- Projectkosten.

5.1.1.1 Aanschaf van de tags, lezers en software

Het aantal benodigde tags is afhankelijk van de keuze of men RFID op item-level gaat introduceren of op pallet-niveau. RFID biedt talloze voordelen ten opzichte van de barcode maar toch blijft de barcode zijn positie behouden. Dit is grotendeels te wijten aan de kostprijs van RFID. Een barcode wordt megedrukt met het product en heeft een zeer lage kostprijs. De voorspellingen zijn dat de kostprijs van een RFID-tag de komende jaren zal dalen met 60 tot 70% en ook de readers zullen sterk dalen in kostprijs. De prijs van een tag zal echter nooit lager liggen dan die van de barcode omdat de tag meer materiaal en technologie bevat. Ook de implementatie is moeilijker. Volgens de Amerikaanse adviesgroep ARC zal de prijs van een passieve tag in 2008 rond de 13 eurocent liggen, de bodemprijs zal om en bij de 10 eurocent liggen. Dat er toch goedkopere tags worden aangeboden, is een strategische zet van de leveranciers van de tags.

Het aantal readers die benodigd zijn, hangt sterk af van wat de vereisten zijn van het RFID-systeem. Indien het RFID-systeem geïntegreerd wordt om real-time stock op te nemen, zal er een grote hoeveelheid van readers nodig zijn. Dit hangt dus sterk af van hoe flexibel het bedrijf het RFID-systeem wilt. Ook de leesafstand van de tags en de readers beïnvloeden het aantal. De prijs van een vaste RFID-lezer kan gaan van enkele honderden euros tot vijfduizend euro en meer. Dit is onder meer afhankelijk van de omgevingsvariabelen.

De software die aangekocht moet worden, kan zeer veel kosten. De kosten hiervan worden ook meestal verkeerd ingeschat. In sommige gevallen zal het mogelijk zijn om kant en klare software aan te kopen en deze te perfectioneren. Maar omdat RFID een redelijk nieuwe evolutie is, zal het toch veelal maatwerk zijn wat niet meteen de goedkoopste oplossing is. Het is dan ook zeer moeilijk om hier een bedrag op te plakken omdat het zo ver uit elkaar ligt. (Manish, 2005)

5.1.1.2 Installatie

Eénmaal de benodigde hardware en software zijn aangekocht, moet men deze gaan installeren. Dit kan echter zeer ingewikkeld zijn. Het is dan ook aangeraden om hiervoor externe expertise in te huren. De kosten van deze expertise kunnen opgedeeld worden in het uurloon van de installateur voor de hardware en die voor de software. Deze houden echter niet de kosten in van de plaatsing van de tags daar deze meestal al op het product staan of door een interne medewerker worden bevestigd. In het eerste geval zit de kostprijs verwerkt in de prijs van het product en in het twee geval is de kostprijs afhankelijk van het uurloon van de interne medewerker. (Rietdijk, 2004)

Het totale kostenplaatje van de installatie bestaat dus uit de volgende aspecten:

- Uurlonen van de expertise en de interne medewerkers.
- Installatietijd.
- Aantal.

5.1.1.3 Systeemintegratie

Om alle componenten met elkaar te verbinden, is zowel intern als extern een netwerk nodig. Het externe netwerk, het internet, is in vele gevallen al aangelegd. Het interne netwerk kan zowel draadloos als traditioneel aangelegd worden. Deze systeemintegratie is nodig zodat er ook gebruik gemaakt kan worden van de data die verzameld zijn. Bij de systeemintegratie horen ook de interfaces die benodigd zijn om te communiceren met het personeel zoals bijvoorbeeld de computer en het scherm aan een kassa. (Rietdijk, 2004)

5.1.1.4 Training en communicatie

Om de baten van RFID volledig te benutten, is het zeer belangrijk dat het personeel aangeleerd wordt hoe ze met het systeem moeten werken. Dit omdat de implementatie meestal ook gepaard gaat met andere werkmethodes. Goede communicatie en voorlichting is hierbij een cruciale succesfactor. Het aanleren wordt meestal overgelaten aan externe expertise. De kost hiervan is dan ook evident: aantal mensen op te leiden * kostprijs/persoon. Tevens moet er rekening gehouden worden met de kost die het productiviteitsverlies in de aanpassingsperiode met zich meebrengt. (Rietdijk, 2004)

5.1.1.5 Projectkosten

Zoals in één van de vorige hoofdstukken gezien is, is implementatie van RFID gebonden aan enkele stappen. Met deze stappen en het controleren ervan zijn bepaalde experts dagelijks bezig tijdens de implementatie. Bij de beoordeling van het systeem dient dan ook rekening gehouden te worden met deze kosten. Hieronder geven we nog een korte samenvatting van de investeringsuitgaven.(Rietdijk, 2004)

Tabel 2: Investeringskosten van een RFID-project (Rietdijk, 2004)

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

5.1.2 Exploitatiekosten

De exploitatiekosten bestaan uit twee delen namelijk de kosten voor het jaarlijks gebruik en de kosten voor het jaarlijks beheer. De kosten voor het gebruik bestaan uit:

- Licenties.
- Operationele kosten.
- Tags.

De leveranciers van software stellen hun software ter beschikking voor gebruik tegen een vast jaarlijks bedrag: de licentiekost. De kosten zijn afhankelijk van de kosten per licentie en het aantal benodigde software-pakketten.

Het intern en extern uitwisselen van data zorgt voor geringe kosten per transactie. Maar bij grote hoeveelheden spelen deze wel een rol. Dit zijn de operationele kosten.

De jaarlijkse kosten van tags zijn zoals eerder vermeld afhankelijk van het type tag dat men gebruikt. De actieve zijn beduidend duurder dan de passieve. Ook het niveau waarop ze toegepast worden, item of pallet-niveau, zullen een grote invloed hebben. Een laatste factor is de jaarlijkse uitval van de tags. Hiermee worden defecte tags bedoeld.

Het tweede luik van de exploitatie omvat de jaarlijkse beheerskosten die kunnen opgesplitst worden in opleidingskosten en onderhoudskosten. De opleidingskosten kunnen we op hun beurt verder opsplitsen in de opleidingskosten voor nieuwe werknemers en de verdere opleidingskosten voor huidige werknemers om bijvoorbeeld op de hoogte te blijven van updates van het systeem.

De onderhoudskosten houden eigenlijk niets anders in dan de kosten die nodig zijn om het systeem te onderhouden en ervoor zorgen dat het systeem operationeel blijft. Hieronder weer een korte samenvatting van de exploitatiekosten. (Rietdijk, 2004)

Tabel 3: Exploitatiekosten van een RFID-project (Rietdijk, 2004)

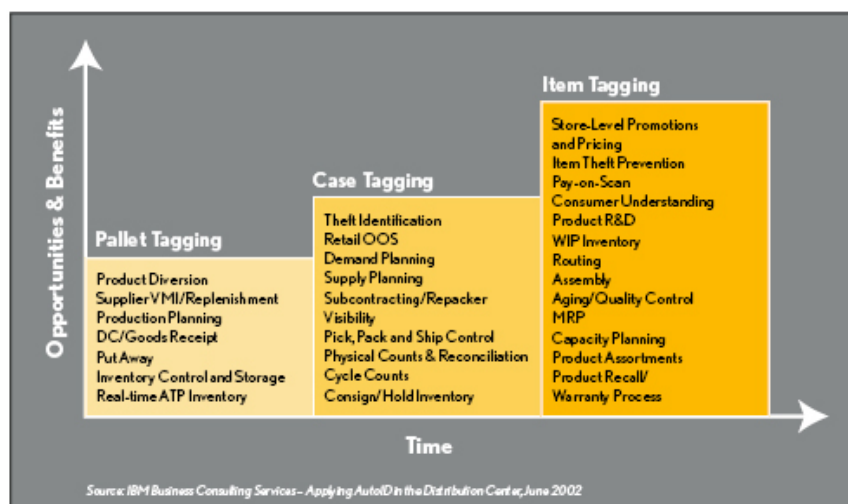
Exploitatiekosten	Berekening
1. Licenties	Kostprijs per licentie x aantal benodigde software-toepassingen
2. Operationele kosten	Transactiekost + energiekosten
3. Vernieuwing tags	Uitval tags x prijs per tag
4. Opleiding	Trainingskosten x cursustijd x aantal nieuwe werknemers
5. Onderhoud	Onderhoudspercentage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

5.1.3 Kosten voor uitbreiding en vernieuwing

Om maximaal de baten van RFID te benutten, moet men de applicaties constant reëvalueren. Verschillende bestaande processen moeten misschien gere-engineered worden om voordeel op te leveren. Eénmaal de succesvolle integratie van het oorspronkelijk RFID-systeem is bekomen, kan men beginnen denken aan een verdere uitbreiding zodat er nog meer voordeel uit gehaald kan worden.

5.2 Baten van een RFID-systeem

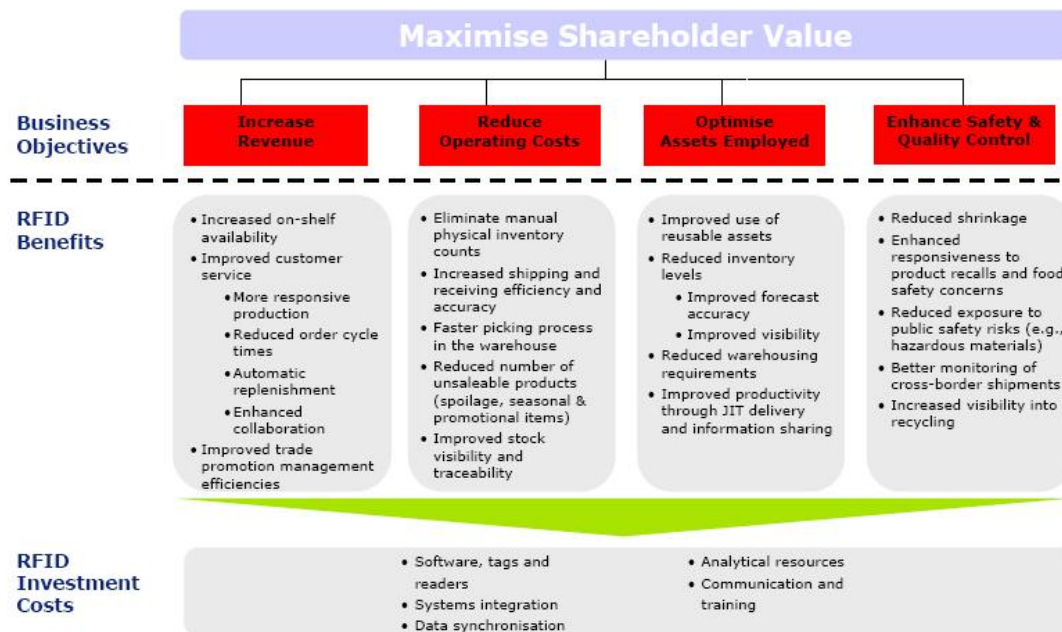
De baten die een RFID-systeem met zich meebrengt, hangen vooral af van op welk niveau de tags aangebracht worden. Dit niveau is verder afhankelijk van de tijd. Een bedrijf zal meestal in het begin enkel op pallet-niveau werken om dan te evolueren tot item-niveau. De meeste baten worden natuurlijk bereikt in het item-niveau. Hieronder wordt een grafiek weergegeven met de belangrijkste baten per niveau.



Figuur 12: Baten van RFID per niveau (cash, 2005)

In volgende figuur wordt er een opsomming gegeven van mogelijke baten voor het bedrijf aan de hand van vier grote categorieën (deloitte, 2004):

- Verhoging van de opbrengsten.
- Vermindering operationele kosten.
- Optimalisatie van het gebruik van assets.
- Verbetering van beveiliging en kwaliteit.



Figuur 13: Verdeling van de baten in de 4 categorieën(deloitte, 2004)

In de volgende paragrafen worden er een paar baten verder uitgelegd die de vier categorieën beïnvloeden.

5.2.1 Verhoging opbrengsten

Door het koppelen van RFID aan Supply Chain Management wordt de zichtbaarheid van de supply chain vergroot wat als gevolg heeft dat de voorspellings- en planningsmethoden sterk verbeterd worden.

Een verbetering van de voorspellingsmethoden heeft als gevolg dat er minder out of stock voorvalt waardoor er zich minder verloren verkopen voordoen. Dit kan onder andere bereikt worden door een automatische koppeling van de inventaris van de verkoper aan de leverancier.

Door een verbetering van de planningsmethoden kan er beter op de wensen van de klant worden ingespeeld. In de hedendaagse maatschappij neemt er een verschuiving plaats van standaardproducten naar customized producten. Hiermee bedoelt men dat producten aangepast worden aan de wensen van de klant. Dit proces wordt vergemakkelijkt door RFID en zal dus, mede met het feit dat producten minder out of stock zijn, de tevredenheid van de klant verhogen.

5.2.2 Vermindering operationele kosten

Het draadloze aspect van RFID samen met het feit dat de tag niet in het gezichtsveld van de reader moet zijn en op een afstand gelezen kan worden, brengt met zich mee dat de efficiëntie en accuraatheid van het verzenden en ontvangen van goederen verhoogd wordt. Dit heeft ook als gevolg dat er minder handelingen nodig zijn door het personeel en de loonkosten zullen dus dalen. Zo zal het bijvoorbeeld bij ontvangst van goederen voldoende zijn om de goederen op transpalet door een reader te rijden om alle items in te scannen.

Ook de hierboven besproken, betere planningsmethoden zorgen ervoor dat de interne processen van het bedrijf beter beheerd worden. Hierdoor wordt het zicht op bijvoorbeeld de voorraad verbeterd wat leidt tot een vermindering van de veiligheidsvoorraad en daardoor ook van het werkkapitaal dat nodig is om de voorraad te handhaven. (www.logistiek.nl)

5.2.3 Optimalisatie van het gebruik van assets

Deze optimalisatie wordt bekomen doordat RFID de mogelijkheid geeft om goederen in real-time op te sporen. Hierdoor wordt het herinventariseren van assets in grote mate versimpelt waardoor de loonkosten zullen dalen. Een volgende voordeel is dat de opnames van de voorraad met kortere tijdsintervallen kunnen gebeuren waardoor de geschatte data preciezer worden en men beter kan inschatten waar het product zich bevindt. Ook de error-rate die bij het herinventariseren gebeurt, wordt met RFID drastisch omlaag gehaald. Een voorbeeld van asset management is bijvoorbeeld het lokaliseren van een laptop. Door middel van RFID kan er nagegaan worden wanneer en waar de laptop zich het laatst bevond. (www.ibm.com)

Ook zal de productiviteit verhogen door een beter communicatie en informatiedeling. Just in time leveringen zullen hierdoor gemakkelijker geïmplementeerd worden zodat de processen worden gestroomlijnd en kosten worden bespaard.

5.2.4 Verbetering van beveiliging en kwaliteit

Door middel van het gebruik van RFID kan de beveiliging van de goederen sterk toenemen. Een barcode is niet scanbaar als het niet in het zicht is dus het afdekken van de barcode zou al genoeg zijn om buiten kunnen te wandelen in bijvoorbeeld een winkel. Het gebruik van RFID voor de

beveiliging is echter niet nieuw. Men plaatste een AES-chip (variant van RFID) op de verpakking en readers aan de uitgangen. Met de komst van de EPC-standaard kan men echter security implementeren in de chip die ook voor de code van het product wordt gebruikt. EPC heeft per product een unieke code. Bij het passeren van een reader kan deze in het back-end controleren of dit goed al uitgelezen of betaald is. Op deze manier zal er dus minder gestolen kunnen worden en zal dit eveneens kosten besparen.

Kwaliteit kan op twee punten verbeterd worden. Enerzijds door op de chip data weg te schrijven zoals bijvoorbeeld een vervaldatum zodat wanneer het product gelezen wordt er een signaal naar het back-end kan gestuurd worden. Anderzijds door in combinatie met sensoren de temperatuur of de vochtigheid van een product op te meten zodat men te weten kan komen of het product zich in optimale conditie bevindt.

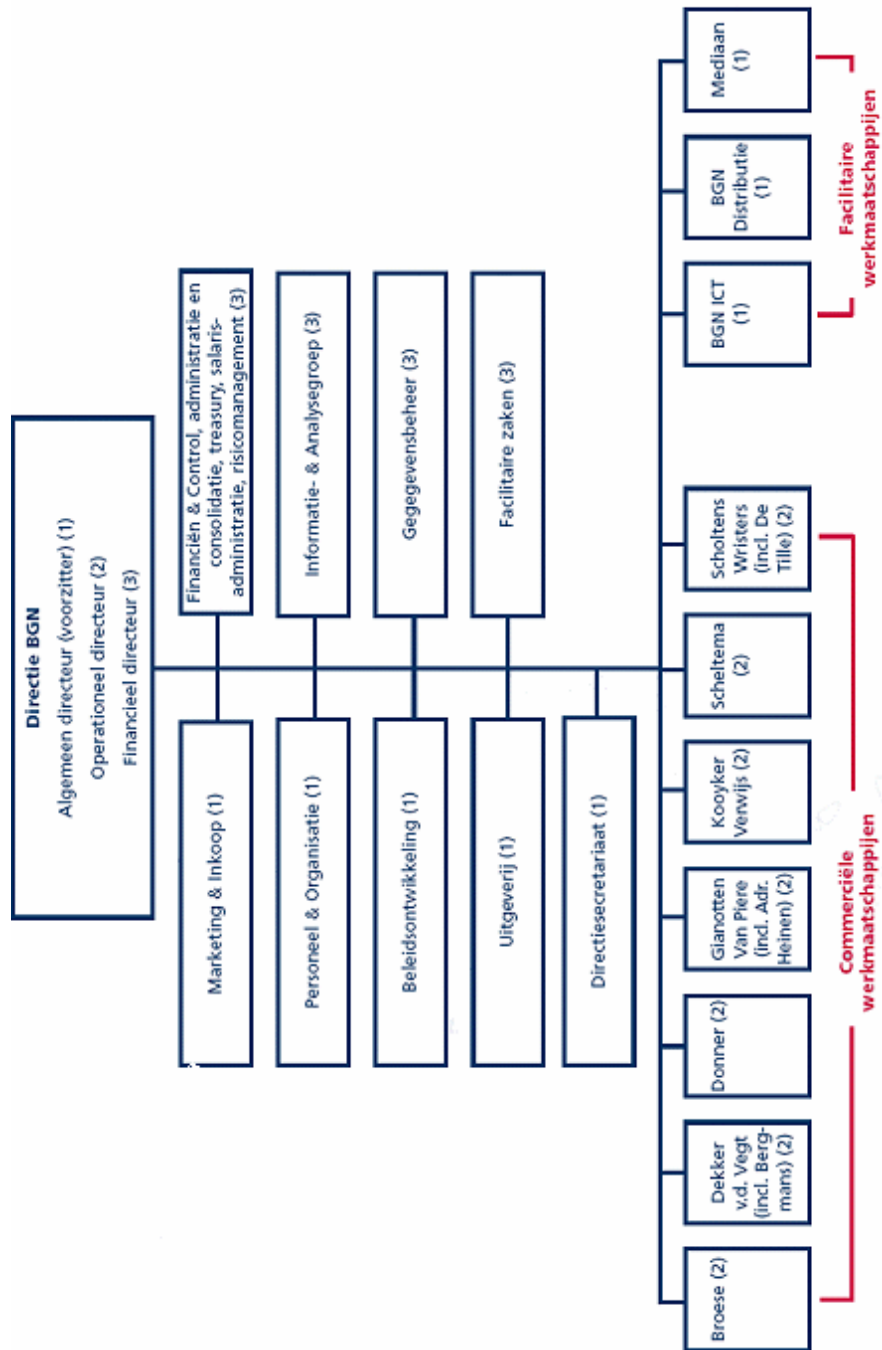
6 Gevalstudie: RFID in BGN

6.1 Wat is BGN

Boekhandels Groep Nederland (BGN) heeft zijn eerste winkel geopend in 1753. Hedendaags heeft de Nederlandse boekhandelsketen 42 vestigingen verspreid over het gehele land en een omzet van ruim € 166 miljoen per jaar. De boekhandels van BGN werden tot medio 2006 gekenmerkt met volgend symbool: ‘(*)’. Dit teken werd vervangen door voor de boekhandels Selexyz toe te voegen. BGN is toonaangevend in Nederland en wordt jaarlijks ongeveer 11 miljoen keer bezocht. Zoals je kan zien op de figuur hieronder is het bedrijf dan ook bijzonder goed gestructureerd.

BGN is marktleider van de boekhandels in Nederland met ongeveer 18% van het marktaandeel in hun bezit. Bij verkopen via het internet staan ze daarentegen op een tweede plaats. BGN bestaat uit 16 grote consumentshops en 26 campusshops en beschikt daarnaast over een eigen uitgeverij, Adr. Heinen Uitgevers, die zowel voor de eigen Selexyz boekhandels als voor externe bedrijven boekproducties maakt. In het totaal zijn er iets minder dan 750 mensen tewerkgesteld.

In 2000 hebben ze echter op het punt gestaan om failliet te gaan maar door een verbetering van de strategie zijn de resultaten verbeterd zodat ze in 2005 zelfs het beste jaar uit hun geschiedenis behaalden. Hun doel is om in de periode 2006 - 2010 een revenue growth te bewerkstelligen van ongeveer 15%, zodat ze op 250 miljoen dollar per jaar zouden komen.



Figuur 14: organigram BGN

6.2 Strategie

6.2.1 Globale strategie

Om een goede strategie te bepalen, vindt BGN het zeer belangrijk om de strategie zo goed mogelijk af te stemmen op de verschillende soorten cliënteel die ze hebben. BGN heeft drie grote groepen, gegeven in stijgende graad van belangrijkheid:

1. Bedrijven
2. Studenten
3. Algemene klanten

Ze streven naar een hoge mate van customer satisfaction voor deze groepen en hopen hierdoor hun cliënteel te vergroten zodat ze de geplande omzetstijging tot 250 miljoen dollar in 2010 kunnen behalen. Enkele zeer belangrijke eigenschappen die een boekenhandel moet hebben om optimaal te voldoen aan de eisen van de klant zijn:

- 1 een breed assortiment
- 2 een hoog serviceniveau
- 3 ambiance in de winkel
- 4 centraal vestigingspunt

Om aan deze eigenschappen te voldoen, wordt er natuurlijk veelvuldig gebruik gemaakt van ICT-toepassingen die we in volgend hoofdstuk bespreken.

BGN streeft tevens naar een goede implementatie van een zogenaamde “brick and click” strategie. Hiermee bedoelen ze het integreren van zowel offline (brick) en online (click) elementen van de onderneming. Zo willen ze enerzijds een betere link tussen producten, klanten en internet bereiken en hiermee samenhangend de supply chain accuracy verhogen.

BGN is er zo ook van overtuigd dat er achter de aankoop van een boek twee grote redenen zitten. Enerzijds wordt de aankoop van een boek gedaan op emotie. Hiermee bedoelen ze dat de klant het boek koopt omdat hij in de winkel rondloopt en het koopt op zicht (hij was niet op zoek naar het boek). Anderzijds kan de aankoop van een boek ook louter transactioneel zijn. Hiermee wordt bedoeld dat een consument een boek koopt omdat hij het nodig heeft, wat veelal het geval zal zijn bij de groep van de studenten. Hiervoor integreert BGN de zogenaamde multichannel benadering waarbij verondersteld wordt dat internet vooral de louter transactionele aankopen in de toekomst zal afhandelen terwijl de winkel eerder de emotionele kant zal aanspreken. Door implementatie van het internet zorgt men er natuurlijk ook voor dat er vierentwintig uur op vierentwintig handel kan gedreven worden en dit zeven dagen op zeven.

Ten opzichte van leveranciers streeft BGN ernaar om een zeer nauwe samenwerking te bereiken zodat men goed kan inspelen op de verwachtingen van de consument. Men tracht de supply chain te verbeteren zodanig dat er een betere doorlooptijd bereikt wordt en de levertijd beperkt wordt. De belangrijkste tendens op vlak van leveranciers is het stijgen van de bestellingen via internet met bijna 60% ten opzichte van enkele jaren geleden.

6.2.2 ICT-strategie

BGN ICT *) is de ICT-tak van De Boekhandels Groep Nederland Holding. 700 werkplekken, 50 servers, 120 kassa's, 300 printers en vele netwerkverbindingen worden allemaal beheerd door achttien man. In bijna elke stad in Nederland zijn de alom bekende boekhandels met *) te vinden, met namen als Broese, Dekker v.d. Vegt, Donner en Scheltema. BGN ICT *) besloot een aantal jaren geleden vanwege softwareproblemen de logistiek rondom ICT centraal te regelen. Controle over kosten, middelen en mensen waren nodig. Een team van ICT'ers die vooral uit de operationele of technische hoek kwamen, werd opgesteld. Communicatieve vaardigheden werden nu ook belangrijk: samenwerking binnen een team en klantgerichtheid bleken essentieel. De

laatste jaren is ICT ook steeds belangrijker geworden, vooral als het gaat om achtergrondprocessen. Vragen en bestellingen van klanten moeten goed gecoördineerd worden. Support via callcenters en uitgebreide internetmogelijkheden zijn niet meer weg te denken. Hierdoor was BGN er ook snel uit dat het bedrijf moest verbeteren op de volgende vlakken: communicatie, samenwerken en leidinggeven. Er ging bij velen door het hoofd of het misschien niet beter zou zijn om een groot deel van de ICT te outsourcen. Dit sprak J. Vink (CIO) tegen. Hij beweerde dat de huidige structuur te complex was om uit handen te geven.

BGN is van de gedachtegang dat ICT één van de belangrijkste factoren gaat zijn in hun sector. Door erop in te spelen, kunnen ze zich onderscheiden van hun concurrenten. Hiervoor verdiepen ze zich uitermate in de aanwendbaarheid van mogelijke technieken zoals onder andere RFID.

Een van de grootste doelstellingen van het ICT-center van BGN is het management van informatie in realtime. Volgende onderwerpen liggen centraal in het gebruik van ICT technologieën binnen BGN:

- 1 Klanttevredenheid(brick & click strategie)
- 2 Inventory control
- 3 Leadership

6.3 RFID binnen BGN

Voor BGN begon het allemaal toen de heer J. Vink, samen met een collega, in oktober 2005 een conventie over RFID bijwoonden. Hetgeen hen opviel was dat er alleen over implementatie van RFID op pallet-niveau werd gesproken. Hoewel ze nog niet veel wisten over de technologie waren ze het er over eens dat deze technologie wel eens veel zou kunnen betekenen voor hun branche maar dan wel op item-level. Voor ze tot implementatie overgingen, hadden ze toch

enkele vragen die positief beantwoord moesten worden indien ze verder zouden gaan met deze technologie:

- Kunnen er verschillende producten in één keer gescand worden?
- Kan dit gedaan worden binnen een redelijk tijdstip?
- Kunnen de baten de kosten overstijgen?

Een streefdoel van de ICT-afdeling van BGN is om voor te zijn op anderen en mee te gaan met de snel evoluerende technologie. Dit is ook te zien aan de RFID-projecten die ze vorig jaar opgestart hebben in Almere en Maastricht. De overtuiging is dat deze technologie vele voordelen kan hebben voor de verbetering van de processen binnen de keten, maar ook binnen de eigen organisatie. Zeker het begin van de weg naar de implementatie van RFID was niet gemakkelijk aangezien iedereen sceptisch was ten opzichte van de technologie. Andere uitdagingen waar ze mee geconfronteerd werden, zijn:

- 1 Markt beweerde dat het niet doenbaar was
- 2 Correcte partners vinden
- 3 Planning
- 4 Prijs van de tags(ongeveer 0.23 euro per stuk toen)

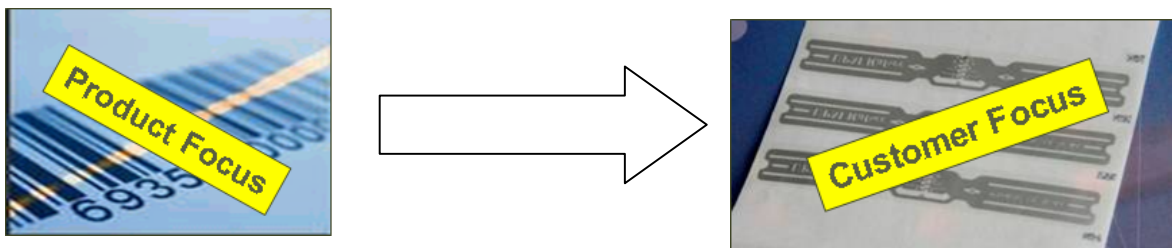
6.3.1 ICT-strategie BGN en RFID

Eén van de belangrijkste redenen waarom RFID in de shops wordt geïmplementeerd, ligt nog steeds in hun strategie en dit is klanttevredenheid. Enkele verschillen tussen een barcode en een RFID-tag zijn:

- 1 Barcode is niet uniek

- 2 Onzekere voorraadgrootte
- 3 Operationeel gefocust

Uit deze verschillen kunnen we besluiten dat de barcode product-focussed is terwijl een RFID-tag gefocust is op de klant. En dat is nu net wat de hedendaagse maatschappij vraagt van een bedrijf.



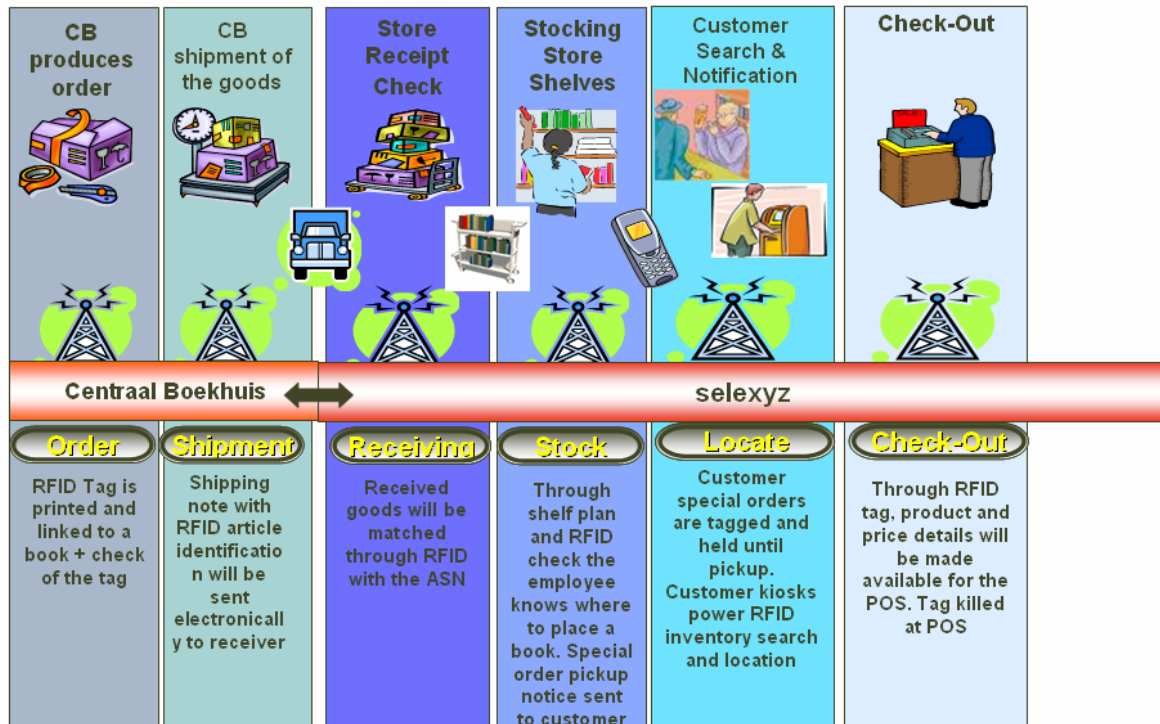
Figuur 15: De overgang van de focus op het product naar de klant (BGN, 2006)

6.3.2 Toepassing van RFID in de shops

In de winkel zelf doorloopt het proces van RFID zes grote stappen in de supply chain:

1. Het aanbrengen van de RFID-tag.
2. Het verzenden van de goederen naar BGN.
3. Het ontvangen van goederen van Centrale Boekenhandel van Nederland.
4. Plaatsen van de goederen in voorraad.
5. Locatie van goederen.
6. Check-out van goederen.

Integrating Supply Chain into Retail



Figuur 16: Supply chain van BGN (Vink, 2007)

6.3.2.1 Het aanbrengen van de RFID-tag

Het Centraal Boekhuis is de logistieke dienstverlener in het boekenvak, gespecialiseerd in de distributie en het vervoer van boeken. Ze zijn de schakel tussen uitgevers en alle soorten detailhandelaars in Nederland en Vlaanderen. Het Centraal Boekhuis wil meewerken aan het succes van haar klanten door excellente prestaties op het gebied van logistiek en unieke, integrale dienstverlening op het gebied van distributie, vervoer, informatie en administratie.

Het Centraal Boekhuis (CB) zit aan de andere kant van het RFID-verhaal, namelijk aan de output-zijde. De voordelen die CB uit RFID kan halen, zullen liggen in de extra data die de

technologie aanbrengt. Het CB is verantwoordelijk voor het aanbrengen van de tag en het geven van een EPC-code. In het begin was er een apart label voor de RFID-tag aan te brengen. Het boek had dus een BIS-label (sticker met prijs en barcode die het CB standaard op de boeken aanbrengt), een beveiligingssticker en een RFID-label. In een verder stadium heeft men de beveiliging en het BIS-label geïntegreerd in het RFID-label. Hierdoor kunnen de kosten van het BIS-label met beveiligingssticker beter vergeleken worden met die van het RFID-label. De kosten van een RFID-label zijn nog steeds hoger maar er wordt toch verwacht dat dit verschil op termijn zal verdwijnen.

De tag die hiervoor gebruikt wordt, is een passieve UHF-tag met EPC. Uit het interview met de heer J. Vink bleek echter dat de standaarden in verband met RFID op dit gebied nog niet voldoende zijn uitgewerkt. Er zijn nog te veel verschillende standaarden, zowel binnen een bepaald land als tussen landen onderling. De unieke productcode die ervoor zorgt dat een boek op item-level te volgen is, wordt gegeven door het CB. Volgens de heer J. Vink zijn deze twee problemen te wijten aan een nog maar gebrekkige uitwerking van EPC global, die zich op deze manier voor vijf tot tien jaar van werk verzekerd heeft.

Ten slotte moet het CB de goede werking van de tag verifiëren. Hierop moet garantie door het CB worden nagestreefd om maximale efficiëntie van het ontvangstproces in de winkel te kunnen bereiken.

6.3.2.2 Het verzenden van de goederen

Na het bevestigen van de RFID-tag moeten de boeken nog verzonden worden naar BGN. Hiervoor wordt er aan de boeken een verzendnummer meegegeven. Het CB is verantwoordelijk voor de juiste vulling per verzendeenheid. Elektronisch wordt er vervolgens een verzendnota aan BGN verstuurd die later als controlemiddel voor BGN zal dienen.

6.3.2.3 Ontvangen van goederen

In de shops van BGN komt een gesloten doos binnen van de Centrale Boekenhandel van Nederland. In deze doos zitten boeken die voorzien zijn van de nodige RFID-tags (op item-level). De persoon, die verantwoordelijk is voor de goede ontvangst van goederen, plaatst deze doos op een band (zie figuur). Deze band begeleidt de doos door een zogenaamde RFID-tunnel van CaptureTech. Deze scant alle boeken in de doos en vergelijkt de ingescande boeken met de werkelijk bestelde hoeveelheid die men terug kan vinden in de verzendnota die elektronisch is doorgestuurd naar BGN. Aangezien het elektronisch wordt doorgestuurd, is dit een automatisch proces. Na de controle met de verzendnota verzendt het systeem een bericht dat de order goed ontvangen is naar het CB. Indien er iets is misgelopen of er een item te weinig in zit, geeft hij een error en vraagt dit te controleren. Dit kan te wijten zijn aan een leesfout van de reader en kan bij het herlezen opgelost worden. Indien er echter een boek te weinig of te veel in de verzendeenheid aanwezig is, wordt aan het CB de fout gerapporteerd dat de bestelling niet in orde was en dit door middel van een 'Exception Report'. Dit alles kan volautomatisch geschieden op het plaatsen van de doos met boeken op de scanner na.

Een laatste stap in het ontvangen van de goederen is het up-to-date brengen van de voorraad. De orders worden vergeleken met de ingekomen artikelen en het voorraadsysteem bepaalt of het artikel nu daadwerkelijk in de voorraad van de winkel komt of dat het in de ‘afhaalkast procedure’ (door klanten eerder bestelde artikelen die in de winkel worden afgehaald.) terecht komt. Hier komen we verder in dit hoofdstuk nog op terug. Doordat men met behulp van RFID een beter zicht krijgt op de doorlooptijd van een artikel heeft men een automatisch herbevoorradingssysteem geïmplementeerd. Het systeem stelt zelf bestellingen voor (hoeveelheid, soort artikelen), die bevestigd moeten worden door een medewerker. Uit onderzoek binnen BGN is gebleken dat in 80% van de gevallen het voorstel door het systeem wordt geaccepteerd, in 18% van de gevallen wordt er meer besteld en in 2 % minder.



Figuur 18: Ontvangen van de goederen (BGN, 2006)

6.3.2.4 Plaatsen van de goederen in de winkel

Aangezien het RFID-systeem in connectie staat met de database van BGN kan het uit deze database halen voor welke rek, rij of plaats het boek bedoeld is. Hier kunnen zich twee dingen voordoen: het boek gaat naar de winkel of het boek gaat naar het afhaalvak. Het eerste is de normale procedure en hoeft ook verder geen uitleg. Het tweede systeem, dat het boek naar de afhaalrek gaat, is een gevolg van een goede implementatie van enerzijds de web-shop en anderzijds de kiosk in de shop die ervoor zorgt dat je boeken kan bestellen. Indien een klant een

boek bestelt, wordt dit bij een order geplaatst. Als deze order vervolgens bij BGN binnenkomt, komt het betreffende artikel in de 'afhaalkast procedure'. Het artikel wordt dan in een rek geplaatst, voorzien van RFID-readers. Wanneer een artikel in deze rek wordt geplaatst, gaat het systeem de unieke code vergelijken met de bestelde artikelen. De klant wordt dan telefonisch, via mail of via een sms-bericht benaderd doordat er bij de bestelling van het artikel contactgegevens van de klant gevraagd worden. In de laatste twee gevallen gaat het RFID-systeem automatisch een mail of een bericht sturen naar de desbetreffende klant, in het andere geval gebeurt dit door een medewerker.



Figuur 19: De afhaalkast (BGN, 2006)

6.3.2.5 Locatie van goederen

Om dit goed uit te leggen, ga ik eerst het begrip "smart shelves" uitleggen. Een smart shelf is eigenlijk een rek of schap met goederen die RFID gestuurd is. Hiermee bedoel ik dat er een RFID-reader aangesloten is op de rek of schap die in verbinding staat met de centrale computer. Zo kan steeds bijgehouden worden waar welke goederen zijn en hoeveel er nog zijn. BGN past deze methodiek ook toe maar heeft enkele wijzigingen toegepast. Doordat de technologie nog in een beginstadium zit, zijn de hardware-producten ervan nog relatief duur. Het implementeren van dergelijke smart shelves met steeds opnieuw een reader is dus economisch niet haalbaar. Om toch de voordelen van deze smart shelves te benutten, heeft BGN een ander systeem bedacht. Dit systeem houdt het volgende in:



Figuur 20: het RFID-karretje voor inventarisatie (BGN, 2006)

Het is hetzelfde karretje dat ze gebruiken in ziekenhuizen voor draagbare elektronische apparatuur (dus met een UPS erin zodat het zonder netspanning kan opereren) met hierop een draadloos netwerk aangesloten dat data verzendt naar de centrale computer en een RFID-reader. Bij BGN hebben ze het principe van smart shelves toegepast door op elke rek een identificatieplaatje te hangen met daarachter een RFID-tag waaraan de soort rek (cultuur,sport,...) gekoppeld is. Elke dag gaat iemand van het personeel met het wagentje door de winkel en scant de rekken met de bijbehorende boeken in. Hierdoor wordt de voorraad geactualiseerd en kent de centrale computer de exacte locatie van alle producten. De bedoeling is dat dit systeem in de toekomst in real-time gaat opereren.

Ook een nieuw concept die de mogelijkheid tot het lokaliseren van de artikelen met zich meebrengt, is de kiosk. De kiosk is eigenlijk een computer waarop je opzoeken kan doen. Opzoeken konden aan de hand van de barcode vroeger ook gebeuren maar nu worden er real-time aspecten in combinatie met positiebepalingen aan gekoppeld. Aangezien de kiosk gemiddeld 27.000 handelingen verricht per maand kan men hier veel informatie uithalen. Voorbeelden hiervan zijn:

1. Opzoeken zijn in 98% van de gevallen in voorraad.

2. Hoeveelheid artikelen die worden besteld via het systeem indien ze niet in voorraad zijn.
3. Aantal opzoeken die daadwerkelijk worden afgerekend.

6.3.2.6 Check-out

In deze laatste stap dat het RFID-proces doormaakt, zijn er twee mogelijkheden: het al dan niet geautoriseerd verlaten van de winkel. De eerste mogelijkheid speelt zich af bij de kassa. Alhoewel de technologie al goed is geïmplementeerd, worden de transacties nog steeds afgerekend aan de hand van de barcode. De twee systemen worden dus langs elkaar gebruikt. Dit zou in de toekomst nog wel kunnen verdwijnen maar hangt sterk af van de mogelijkheid tot aanpassing van de kassasoftware.

De andere manier om de winkel te verlaten, is gewoonweg niet betalen. Door het plaatsen van twee RFID-readers aan de uitgang kan er ontdekt worden welke tags nog niet 'gekilled' zijn en gaat er een alarm af. Dit komt mede door het feit dat elk artikel een unieke productcode bezit en zolang het product niet is uitgescand en dus niet uit de centrale computer verwijderd is, gaat het alarm af. Hierdoor kan men afleiden van welke locatie de meeste artikelen gestolen worden en wanneer zodat men hier maatregelen tegen kan treffen. Ongeveer 0,3% van de artikelen verlaten op deze manier de winkel.

6.3.3 Implementatie RFID

Om te komen tot een geslaagde implementatie van RFID zullen er tal van processen moeten aangepast worden. BGN heeft er daarom voor gekozen de eerste invoering te laten doorgaan in een nieuwe winkel en zo te beginnen met een schone lei. De pilot-fase is dan ook doorgedaan in een nieuwe winkel te Almere. In het uiteenzetten van hun plan tot implementatie van RFID werd er beslist om een zogenaamde system integrator aan te nemen als partner in dit project. De system integrator zou moeten fungeren als een partij met de nodige ervaring en vaardigheden om het project in goede banen te leiden. Het resultaat van een zoektocht naar een system integrator was echter negatief. Geen van de gesproken partijen had de nodige ervaring of vaardigheden die BGN kon overtuigen. Daarom heeft BGN ook besloten om het project zelf in goede banen te leiden. Voordat men kon overgaan tot de werkelijke implementatie moesten er op gebied van hardware en software ook nog enkele beslissingen genomen worden die we in volgende paragrafen kort zullen bespreken.

6.3.3.1 Hardware

Doordat het CB al enige ervaring had met RFID-tags werd voortgegaan op hun expertise op dat gebied. Zo zijn ze gekomen tot passieve UHF-tags die in het eerste stadium afzonderlijk op de boeken werden bevestigd en in een later stadium geïntegreerd werden in het BIS-label. Door deze integratie in het BIS-label worden er kosten bespaard. De kost van een RFID-tag ligt momenteel rond de veertien à vijftien eurocent voor BGN. Er zullen echter nog enkele interne processen moeten wijzigen binnen het CB want deze kan momenteel amper bijhouden met het voorzien van tags aan de artikels.

In verband met de aankoop van readers en andere hardware heeft men een goede samenwerking met CaptureTech. CaptureTech is een internationale, onafhankelijke specialist op het gebied van Automatische Identificatie. Ze ontwerpen, bouwen, implementeren en onderhouden integrale oplossingen voor logistieke toepassingen, waarbij gebruik wordt gemaakt van de meest geavanceerde technieken op het gebied van Barcode, RF, RFID, Visidot en Voice Recognition. Zo werd ook de RFID-tunnel en dergelijke op maat gemaakt voor BGN. De prijzen van de readers lagen zeer ver uiteen, dit mede omdat het nog geen standaardproduct was en meestal op maat gemaakt werd. Een RFID-tunnel kostte enkele jaren geleden bijvoorbeeld 14.000 €. Maar door de verbeteringen in de technologie en de evolutie ervan ligt de prijs voor een soortgelijk product momenteel op amper 2.000 €.

Een laatste ontwikkeling in hardware bij BGN is het samenwerkingsakkoord met Vue Tech. In samenwerking met Vue Tech is BGN begonnen aan het voorzien van slimme displays aan de winkels. Een slimme display is eigenlijk niets meer dan een tafel met daaronder RFID-readers bevestigd. Aan de hand van deze readers kan er gezien worden welke producten het meest worden verplaatst of meegenomen. Op deze manier kan BGN een beter beeld vormen over welke producten goed in de markt liggen en hoe het met de voorraad gesteld is. Ze zijn eigenlijk een alternatief voor smart shelves. Door het gebruik van tafels wordt het zicht ten opzichte van schappen vergroot. Dit in combinatie met een goede keuze van de artikelen zou de verkoop kunnen doen stijgen.

6.3.3.2 Software

Om de software voor RFID te ontwikkelen, is BGN in zee gegaan met Progress Software. Progress Software is een mondiale leverancier van applicatie-infrastructuursoftware voor de ontwikkeling, de implementatie, de integratie en het beheer van oplossingen voor business

applicaties. Progress software is de ontwikkelaar van onder andere de zoekmachinesoftware (benodigd voor de kiosk) en de andere transactionele software. Verdere aanpassingen aan deze middleware worden opgedeeld in twee gebieden. Het eerste gebied zijn de aanpassingen van de software dicht bij de klant. BGN opteert om deze aanpassingen zelf door te voeren omdat zij dicht bij de klant staan dan Progress Software. Een voorbeeld hiervan is de aanpassing van de layout van de zoekmachine en de gegevens die deze weergeeft. Het tweede gebied, de aanpassingen dicht bij het back-endsysteem, worden nog steeds gedaan door Progress Software omdat deze toch meer ervaring en kennis heeft op dit gebied. De samenwerking met Progress Software verloopt tot heden zeer goed en zal dus een belangrijke partner van BGN voor de implementatie van RFID worden in de toekomst.

6.4 Privacy

Een veel besproken topic bij het implementeren van RFID op item-level in winkels is de privacy kwestie hieromtrent. Om klachten op dit gebied tegen te gaan heeft BGN gekozen voor een RFID-tag met een 'kill-functie'. Hiermee wordt bedoeld dat de tag kan uitgeschakeld worden bij check-out zodat deze niet meer kan gelezen worden. Om echter verdere verwarring te vermijden, heeft BGN bij het in- en uitgaan van de winkel een boekje liggen waarin RFID kort besproken wordt alsook de vermelding dat de tag vernietigd wordt bij de check-out. Indien je de klanten goed op de hoogte houdt zou dit geen probleem mogen opleveren volgens de heer J. Vink. De privacy-kwestie is volgens de heer J. Vink ook volledig ongegrond. Men is zeker zo capabel om informatie van je gsm af te halen dan van een RFID-tag en daar spreekt niemand over. Het is volgens hem gewoon gewenning aan de nieuwe technologie.

6.5 Kosten en Baten voor BGN

Bij de berekening van de kosten en baten wordt rekening gehouden met een aantal omstandigheden:

Tabel 4: Constanten gebruikt bij berekening van kosten en baten

Configuratie	
Aantal boeken / jr	6200000
Aantal boeken/doos	30
Tijd (h) FTE/jr	1600
Winkelpersoneel	350
Kosten FTE	€ 40.000
Derving gemiddeld	1,50%
Gem prijs/boek	€ 17,01
Marge	40,75%
Voorraad op de planken	1600000
Aantal klanten online en fysiek	94%
Derving optimalisatie door RFID	25%
Effect betere Internet activiteit	5%
Optimalisatie (kiosk & vrrdbetrouw) b	25%
Basketvergroting	0,5
Aantal betalende klanten/jr	4000000
Onderhoudskostenpercentage	10%
Aantal winkels	16
Maanden implementatie	12
Aantal kiosken p winkel	8

6.5.1 Kosten

De kosten die voor BGN van belang zijn bij de implementatie zijn:

1. initiële investering.
2. interne ondersteuning.
3. wijziging van het bedrijfsproces.
4. gevolgen voor de bestaande systemen.
5. jaarlijkse supportkosten.

Tabel 5: Investeringskosten

Investeringskosten		
	Per maand	Per jaar
Hardware	€ 80.000	€ 960.000
Software	€ 40.000	€ 480.000
Licenties	€ 10.000	€ 120.000
Kiosken*	€ 10.667	€ 128.000
Totaal	€ 130.000	€ 1.560.000
Per winkel	€ 8.125	€ 97.500

Tabel 6: Variabele kosten RFID

Kosten	
	Per jaar
Omlabelen 1x	€ 688.000
Meerprijs label (Prijs-, Beveiliging- & RFID)	€ 620.000
Onderhoud	€ 156.000
Totaal	€ 1.464.000

6.5.1.1 Initiële uitgaven

De initiële investeringsuitgaven hebben betrekking op de uitgaven voor de hardware, software, licenties en de kiosken. In onze analyse wordt dit alles bekeken voor de implementatie van zestien winkels met RFID.

De initiële investeringen zouden dus rond de 97.500 € per jaar liggen per winkel. Men kan echter niet alle winkels tegelijkertijd implementeren met RFID. Enerzijds omdat het een grote investering is en veel tijd in beslag neemt. Anderzijds moet het CB, de leverancier van de artikelen met RFID-tags, het ook aankunnen.

6.5.1.2 Interne ondersteuning

Eén van de tactische beslissingen van BGN in verband met RFID is dat men heeft gewerkt met standaardapplicaties. Hierdoor wordt maatwerk geminimaliseerd. Ook werd er gekeken bij de keuze van software of het mogelijk was om aanpassingen aan het systeem te maken zonder telkens een specialist te contacteren. Op deze manier kan het systeem door het eigen ICT-personeel naar keuze worden aangepast en vermindert de reactietijd op veranderingen binnen het systeem. De programmatie van de zoekmachine software 'easyask' is bijvoorbeeld zo ingericht dat een marketingspecialist met een degelijke ICT kennis in staat is de functionaliteit continu te verbeteren. Om optimaal resultaat te bekomen zal er dus meer geïnvesteerd moeten worden in het opbouwen en onderhouden van de kennis van de software.

De rol van de ICT-afdeling binnen BGN zal de komende jaren ook fel veranderen. De ICT kan niet meer beschouwd worden als een gesloten systeem. Door de verwevenheid van ICT met alle

processen van het bedrijf zijn communicatie en samenwerking met andere afdelingen belangrijker dan ooit. De ICT-afdeling moet dichterbij de klant en gebruiker staan. Er is dus een behoefte aan een groep van technische specialisten die tussen de afdelingen werken.

6.5.1.3 Wijziging bedrijfsproces

Door RFID te implementeren tracht BGN om de productgerichte houding te transformeren naar een consumentgerichte. Men gaat evolueren van een push-proces naar een pull-proces. De klant gaat met andere woorden als het ware bepalen wat er in de schappen ligt. Door deze veranderingen zullen de bedrijfsprocessen ook veranderd moeten worden.

6.5.1.4 Gevolgen voor bestaande systemen

De ICT binnen BGN bevindt zich in een overgangsfase. De heer J. Vink schat dat deze fase nog zeker twee jaar zal aanhouden voordat het nieuwe systeem voldoende is geïntegreerd. Deze overgang is onvermijdelijk omdat de oude systemen allemaal moeten vernieuwd worden en aangepast moeten worden aan de nieuwe technologie. Gedurende deze fase zal het dus ook gebeuren dat gebruikers met de verschillende systemen in aanraking komen. Hierdoor zullen de beheerskosten gevoelig stijgen.

6.5.1.5 Jaarlijkse supportkosten

Naast de investeringen in hardware en software moet er ook rekening gehouden worden met de supportkosten hiervan. Bugs van zowel hardware en software moeten binnen een respectabele tijdsperiode opgelost worden en updates naar nieuwere versies is ook zeker geen luxe. Men moet rekening houden met een jaarlijkse kost van ongeveer 10% van de aanschafwaarde van de investering. De geschatte kosten zullen tussen de 7.500 en 12.500 euro per maand liggen. De beschikbaarheid van kritische software en hardware moet echter gegarandeerd worden.

6.5.2 Baten

De baten die gepaard gaan met de implementatie van RFID kunnen we opdelen in:

1. Verkorting inname boeken.
2. Vermindering misplaatste boeken.
3. Vermindering derving.
4. Verbetering internet activiteiten.
5. Omzetverhoging door voorraadbetrouwbaarheid en invoering kiosk

6.5.2.1 Verkorting inname boeken

De boeken van CB komen binnen bij BGN in een kartonnen doos. Deze doos wordt door de RFID-tunnel van CaptureTech gestuurd en de artikelen worden ingelezen. Dit proces moest bij de

barcode voor elke artikel afzonderlijk gebeuren en handmatig worden herhaald. Het proces wordt nu dus herleidt tot één scan en dit de tijd die men vroeger nodig had per boek gedeeld door het gemiddeld aantal boeken in de doos.

Tabel 7: Vergelijking van barcode en RFID in verband met inname

	Barcode	RFID	Winst
Inname			
Tijd per boek (s)	5	0,167	
Inname (h)	8611	287	
Aantal FTE inname	5,38	0,18	
Kosten	€ 215.278	€ 7.176	€ 208.102

De tijd per boek wordt dus met factor 30 verminderd net zoals de personeelskosten met betrekking tot de inname van boeken. Hier wordt een winst gecreëerd van 208.102 euro per jaar voor BGN.

6.5.2.2 Vermindering misplaatste boeken

Door het gebruikte systeem, de nabootsing van smart shelves, is het mogelijk om het aantal misplaatste boeken met de helft te reduceren. Een toekomstige implementatie zou het percentage van misplaatste boeken nog moeten kunnen terugdringen. Doordat het personeel zich minder moet bezighouden met de misplaatste boeken kunnen ze meer aandacht besteden aan de klant. Er moet met het huidige systeem echter wel rekening gehouden worden dat er regelmatig moet gescand worden met het RFID-wagentje. De kostenbesparing zou rond de 700.000 euro liggen.

Tabel 8: Vergelijking van barcode en RFID in verband met misplaatste boeken

	Barcode	RFID	
Misplaatste boeken			
Tijd misplaatste boeken terugvinden	10%	5%	

Aantal FTE boeken terugleggen	35	17,5	
Kosten	€ 1.400.000	€ 700.000	€ 700.000

6.5.2.3 Vermindering derving

Met RFID is het mogelijk om de supply chain te voorzien van een beveiligingsmodule. Naast het tegengaan van diefstal kan men achterhalen waar het item ontvreemd is en wanneer. Ook het verloren leggen van bepaalde boeken wordt op deze manier verminderd. Het aantal boeken dat op deze manier verloren gaat, wordt geschat op 23.250. Omdat het boek een gemiddelde verkoopprijs heeft van 17,01 euro en de boeken een gemiddelde marge hebben van 40,75 % bespaart dit 161.159 euro.

Tabel 9: Vergelijking van barcode en RFID in verband met derving

	Barcode	RFID	
Derving			
Aantal boeken	93.000	69.750	
Verkoopwaarde	€ 1.581.930	€ 1.186.448	
Marge	€ 644.636	€ 483.477	€ 161.159

6.5.2.4 Omzetverhoging door voorraadbetrouwbaarheid en invoering kiosk

Door de koppeling van RFID op item-level aan de zoekmachine van de kiosk moet er volgens internationaal onderzoek en praktijkonderzoek in Almere meer omzet gegenereerd worden. In zowel Maastricht als Almere zijn er dagelijks opzoeken op de kiosks die leiden tot een verkoop of een bestelling van een boek. Er moet echter nog meer gewerkt worden aan de herkenbaarheid van de kiosk en de layout van de zoekmachine. Jaarlijks zou de combinatie van

de kiosk met een grotere voorraadbetrouwbaarheid een meerverkoop van 500.000 boeken met zich meebrengen, wat rekening houdend met de marge een winst van 3.465.788 euro zou opleveren.

Tabel 10: Vergelijking van barcode en RFID in verband met omzet

	Barcode	RFID	
Omzet verhoging (voorraadbetrouwbaarheid en Kiosk)			
Meer boeken		500000	
Bedrag		€ 8.505.000	
Marge		€ 3.465.788	€ 3.465.788

6.5.2.5 Verbetering internetactiviteiten

Naast RFID lokaal te koppelen aan een kiosk kan men dit tevens aan het internet koppelen. Klanten kunnen via zoekopdrachten de actuele voorraad van alle BGN-winkels raadplegen en boeken bestellen. Deze extra faciliteit zou de brick and click van de strategie sterk moeten bevorderen. Er zouden ongeveer 80.000 boeken extra worden verkocht die 554.526 euro winst zouden maken.

Tabel 11: Vergelijking van barcode en RFID in verband met internet activiteiten

	Barcode	RFID	
Internet activiteiten verbetering			
Meer verkoop (aant. boeken)		80.000	
Bedrag		€ 1.360.800	
Marge		€ 554.526	€ 554.526

6.6 Evaluatie

6.6.1 Implementatie van software en hardware

Uit de literatuur kunnen we afleiden dat de implementatie van RFID in kleine stappen dient te gebeuren. Dit mede omdat het een nieuwe technologie is en er dus nog kinderziektes inzitten. Indien we deze opzet vergelijken met de praktijk zien we dat BGN hetzelfde pad bewandelt. BGN is begonnen in een nieuwe winkel om zoveel mogelijk externe storingen te minimaliseren. Vanuit het succes van deze pilot is men reeds begonnen aan het uitbreiden van de technologie naar andere winkels, zoals bijvoorbeeld Maastricht. Het pad dat BGN in verband met de algemene implementatie volgt, is dus grotendeels hetzelfde als het aangegeven pad in de literatuur.

Een verschil dat men hier echter kan opmerken, is de begeleiding van het RFID-project. In de literatuur wordt er geopteerd voor het aannemen van een ervaringsexpert. Dit was in het begin ook de bedoeling van BGN. Ze zijn eerst op zoek gegaan naar partners en naar een zogenaamde system integrator. Maar de gesprekken tussen deze personen en de heer J. Vink konden deze laatste niet overtuigen van hun expertise. De ervaring is dus binnen BGN zelf uitgebouwd om de implementatie van het RFID-project te begeleiden. Ook de samenwerking van BGN met CB en hun eerdere ervaringen met RFID hebben hier natuurlijk een rol gespeeld. Er is echter wel een samenwerking van BGN met CaptureTech en Progress Software ontstaan.

6.6.2 EPCglobal

Bij het interview met de heer J. Vink is me opgevallen dat er nog steeds een gebrek is aan standaarden. Hoewel ze in de literatuur uitvoerig besproken worden, is er toch nog veel werk op dit gebied. Enerzijds op het vlak van communicatie tussen de verschillende systemen, de te gebruiken frequenties wereldwijd, de type tags,... Anderzijds op het vlak van de verdeling van de unieke productcode. Deze verdeling verloopt volgens de heer J. Vink nog niet zoals het zou moeten. CB geeft immers nog altijd zelf de EPC-code aan de boeken. Hieromtrent heb ik extra inlichtingen gevraagd aan Mevr. S. Stein van de GS1. Dit is de instelling die de unieke productcode verspreidt die in de EPCglobal standaarden wordt gebruikt. Op een vraag die ik haar stelde, in verband met het gebrek aan een goede ondersteuning aan het CB, antwoordde zij: “de boekenbranche is inderdaad een specifiek geval. De codering binnen de boekenbranche valt wel binnen het GS1-systeem. Alleen de manier waarop dit in een EPC-tag op te nemen is, is iets waarover binnen de boekenbranche nog een keuze moet worden gemaakt. Dit is meer een organisatorische kwestie dan een technische.” We kunnen dus afleiden dat het systeem, zoals het is voorgesteld in de literatuur, nog niet volledig operationeel is maar dat er wel hard aan gewerkt wordt.

6.6.3 Privacy

Eén van de belangrijkste redenen waarom RFID niet sneller doorbreekt, is volgens de literatuur te wijten aan de privacy kwesties die er rond hangen. We vinden hier in de praktijk echter niet veel van terug. Elke boek dat je openslaat over RFID vermeldt wel iets van problemen met privacy en hier was BGN zich bewust van. Er is dan ook bewust gekozen voor een tag met een kill-functie zodat de functionaliteit van de tag uitgeschakeld kan worden. Ook werden er boekjes gemaakt die aan de ingang en uitgang van de winkel worden gelegd om de klant te informeren over de

technologie en de gevolgen ervan voor de klant. Het personeel staat tevens open voor vragen van de klant maar volgens BGN wordt er weinig aandacht geschonken aan de nieuwe technologie of aan de privacyproblemen er rond. Volgens de heer J. Vink maakt het de klant weinig uit of er nu een chip in het boek zit of niet. Hij verwacht wel dat, indien deze technologie zich verder in de maatschappij zal implementeren, er problemen zullen ontstaan in verband met deze kwestie. Het is dan ook nodig om de klant voldoende op de hoogte te houden.

Ook in de literatuur die ik gelezen heb, wordt er vooral gedoeld op de voordelen die RFID kan meebrengen voor het bedrijf of voor de supply chain zelf. Zeer recent is er nog een publicatie van de heer B. Schermer uitgekomen die de evolutie van RFID bespreekt in Japan. Japan staat al een stap verder met deze technologie dan Europa. De technologie heeft zich in Japan ook meer geëvolueerd naar een technologie die voordelen biedt voor de klant. Een voorbeeld hiervan is de Suica. Deze Suica is een kaart met RFID-technologie waarmee je het openbaar vervoer kan betalen. Een gevolg hiervan is dat Japan in veel gevallen gebruik maakt van de 'uicode'-standaard. Deze standaard beperkt zich niet tot supply chain toepassingen in tegenstelling tot de EPCglobal standaard. Enkele belangrijke verschillen tussen de ucode en de EPCglobal zijn dat er voor de ucode meer bits gereserveerd zijn voor de productcode en dat extra informatie over een product ook toegankelijk is voor de consument zelf. De design doelstelling van ucode eindigt dus niet bij de consument maar begint hier juist bij.

6.6.4 Verbeteringen RFID in de Supply Chain

In de literatuur worden er tal van verbeteringen aangehaald door de invoering van RFID in een supply chain zoals de verbetering van de zichtbaarheid, de accuraatheid en de tijdlijnen van de data. Deze verbeteringen zijn in praktijk ook goed merkbaar. Door de invoering van RFID binnen BGN is het proces van ontvangst en het in rekken zetten verder geautomatiseerd. De overdracht

van de gegevens, die vroeger handmatig moesten bevestigd worden, kunnen nu automatisch doorgevoerd worden. De gegevens worden nu meer real-time verzameld en verstuurd zodat er een betere kijk ontstaat op de supply chain. Ook de manier waarop BGN de voorraad nu op peil houdt, is veranderd. Vroeger werd de voorraad up-to-date gehouden door de producten die via de kassa uit de winkel verdwenen en door de jaarlijkse herinventarisatie. Aan de hand van het RFID-systeem wordt de voorraad nu bijna dagelijks onderhouden waardoor men accuratere data bekomt. Dit resulteert niet alleen in een accuratere voorraad maar zo wordt ook duidelijk waar de producten zich bevinden.

De voorgaande verbeteringen werden bereikt door het gebruik van het RFID-systeem op zich maar in de praktijk heb ik ondervonden dat de samenwerking met bepaalde systemen de verbeteringen nog versterken. Zo sterk zelfs dat de verbetering eigenlijk aan RFID zou moeten toegeschreven worden. De koppeling van RFID met de kiosk in de winkel bijvoorbeeld brengt grote verbeteringen met zich mee. Door deze koppeling kan een klant een boek opzoeken en de juiste locatie ervan achterhalen of een boek bestellen. De real-time aspecten en het vermogen van RFID om de locatie van een product te bepalen, zijn hier de sterkste punten van het systeem. Maar door de input van een klant kan er ook achterhaald worden welke boeken er populair zijn waardoor er efficiënter besteld kan worden.

6.6.5 Kosten en Baten RFID

6.6.5.1 Kosten RFID

Indien we de kosten uit de case studie toetsen aan die uit de literatuur zien we dat de verschillende soorten kosten grotendeels overeenkomen. De categorieën die BGN heeft opgegeven, kunnen allemaal toegewezen worden aan de classificatie zoals die uit de literatuur blijkt. Wat me wel opviel, is dat het moeilijk is om de kosten van bijvoorbeeld het wijzigen van de bedrijfsprocessen in te schatten. Deze kosten zijn sterk afhankelijk van het type sector en de mate waarin RFID geïmplementeerd wordt.

6.6.5.2 Baten RFID

Ook op het gebied van de baten zien we dat de praktijk goed overeenkomt met de besproken literatuur. In de literatuur hadden we de baten verdeeld in vier groepen:

- Verhoging van de opbrengsten.
- Vermindering van de operationele kosten.
- Optimalisatie van het gebruik van assets.
- Verbetering van beveiliging en kwaliteit.

De eerste groep, de verhoging van de opbrengsten, vonden we terug op twee plaatsen binnen BGN, namelijk een verhoging van enerzijds de internetverkopen en anderzijds het meer verkopen van boeken. Deze verhoging van de omzet is te wijten aan het feit dat men betere voeling kreeg met de klant door RFID. Hierdoor kon men beter inschatten welke boeken er aangekocht moesten

worden en hoeveel. Een bewijs hiervan is dat er van de honderd keer dat er naar een boek wordt gezocht op de computer van de kiosk deze achtennegentig keer in voorraad is. Deze betere voeling met de klant werd gecreëerd door de kiosk. In de toekomst zullen de displays, naar mijn mening, een grote rol gaan spelen.

De tweede groep, de vermindering van de operationele kosten, ziet men in praktijk vooral terug bij het ontvangst van de goederen en het plaatsen van de goederen in voorraad. Door de automatisering die RFID teweeg brengt, zijn er minder menselijke handelingen nodig. Het gevolg hiervan in de praktijk is dat er zo meer tijd vrijkomt om de klanten te helpen met hun vragen wat de verkopen dan weer ten goede komt. Wat eveneens tot een besparing van de operationele kosten leidt, is het gebruik van de smart shelves. Op deze manier is een herinventarisatie niet meer nodig. De besparing die men hier bekommt, zit hem echter niet in de loonkosten want met het systeem van BGN moet men nog een deel handmatig doen. Maar er moet bijvoorbeeld geen dag meer gesloten worden om de voorraad terug up-to-date te brengen.

Vervolgens zien we dat de optimalisatie van het gebruik van assets, zoals in de literatuur besproken, ook weer terugkomt in de praktijk. Verkeerd geplaatste boeken bleven in het verleden dikwijls een hele tijd op die verkeerde plaats staan waardoor de klant het boek niet terug kon vinden. Door RFID zou dit fenomeen gehalveerd kunnen worden. Dit heeft niet alleen weerslag op een meerverkoop van boeken maar heeft ook een verhoging van de klantentevredenheid tot gevolg.

Een laatste besproken categorie is de verhoging van de beveiliging en kwaliteit. Ook deze categorie vinden we duidelijk terug in de case. Het beveiligingssysteem van BGN is gekoppeld aan de tag. Zolang deze tag nog niet gekilled is, zal er een alarm afgaan. Volgens de heer J. Vink heeft dit niet tot doel de dief te vatten maar wel om te weten te komen wat er verdwijnt en wanneer zodat er op dit vlak maatregelen genomen kunnen worden.

Uit de baten van BGN is me echter wel opgevallen dat het grootste deel ervan wordt bewerkstelligd door een meerverkoop van boeken. Dit is volgens mij te wijten aan het feit dat RFID meer consumentgericht is. Het geeft accuratere, real-time informatie waardoor er een beter productassortiment kan samengesteld worden.

7 Conclusies

De centrale onderzoeksvraag die in het begin van de thesis werd opgesteld, luidde als volgt: “Welke verbeteringen brengt Radio Frequency Identification met zich mee bij de implementatie in een Supply Chain en overtreffen de baten ook de kosten?”. Om een antwoord te vinden op deze vraag en de deelvragen ben ik op zoek gegaan in de literatuur en in de praktijk.

RFID is een technologie die al sinds de tweede wereldoorlog bestaat maar is er, door een lak aan standaarden en verdere ontwikkeling, niet in geslaagd om verder door te groeien tot een standaard binnen de automatische identificatiesystemen. De toenemende kracht van de klant en hierdoor het veranderen van de markt van een push naar een pull markt heeft mede gezorgd voor de nood naar meer en accuratere data. Voor deze aspecten zal RFID zich beter verlenen dan de barcode. Door deze trends is RFID zich de laatste vijf jaar snel beginnen ontwikkelen.

Een RFID-systeem bestaat uit drie belangrijke elementen: een tag, een reader en middleware. De communicatie tussen de tag en de reader gebeurt door middel van radiogolven. De belangrijkste keuze die men moet maken bij een RFID-systeem is de tag. Een tag kan passief, semi-actief of actief zijn. De keuze heeft betrekking op de functionaliteit die het systeem moet bezitten. De keuze van de reader is dus sterk afhankelijk van de keuze van de tag.

In vergelijking met de barcode biedt RFID tal van voordelen die meestal voortvloeien uit de technische verschillen tussen beiden. De belangrijkste technische voordelen van RFID ten opzichte van de barcode zijn dat een tag zonder direct zichtbaar te zijn, gelezen kan worden en dat een RFID-reader meerdere tags in één keer kan lezen. Hiermee kan het informatie verzamelen, aan de hand van bijvoorbeeld smart shelves, in real-time gebeuren.

Doordat er een grote verscheidenheid bestaat aan tags en readers en de systemen er rond, is het een must om hier een goede standaard rond te bouwen. Hiervoor is EPCglobal in het leven

geroepen. Deze instantie heeft een standaard uitgewerkt die ook een unieke productcode bevat. De unieke productcode moet er voor zorgen dat elk product op de wereld afzonderlijk genummerd kan worden. Dit opent namelijk veel mogelijkheden in het volgen van een product door de Supply Chain. In de praktijk hebben we echter ondervonden dat de architectuur, zoals ze in de literatuur beschreven staat, nog niet helemaal is uitgewerkt. Het is dan ook niet eenvoudig om alles zowel internationaal als tussen de verschillende sectoren in een standaard te gieten. Dit is volgens mij echter nog maar een tijd kwestie.

De RFID-technologie is op vele gebieden inzetbaar. Zo wordt het inmiddels al ingezet in het tracken en traceren van producten, voorraadbeheer, beheren van assets, diefstalpreventie en het elektronisch betalen. Deze toepassingsgebieden kwamen zo goed als allemaal aan bod bij onze praktijkstudie. Het gebruik van een RFID-systeem in een Supply Chain is dan ook een ideaal voorbeeld gebleken.

De toepassing van het RFID-systeem binnen een Supply Chain brengt enkele verbeteringen met zich mee in verband met de informatie over de processen. Accurate en snelle informatie over de processen zou veel voordelen voor het Supply Chain Management kunnen opleveren. De verbeteringen die RFID met zich meebrengt, zijn: de verbetering van de zichtbaarheid en de accuraatheid van data en een verbetering van de tijdlijnen van data.

Naast de voordelen die deze technologie met zich meebrengt, moet er ook gekeken worden naar de kosten die ermee gepaard gaan. Het is echter niet altijd mogelijk om alle kosten goed te kwantificeren. Onder de kosten van een RFID-systeem wordt het volgende verstaan: investeringskosten, exploitatiekosten en kosten voor uitbreiding en vernieuwing.

De baten van een RFID-systeem kunnen opgedeeld worden in: een verhoging van de omzet, vermindering van de operationele kosten, optimalisatie van het gebruik van assets en een verbetering van beveiliging en kwaliteit. Uit de praktijkcase blijkt dat de verhoging van de omzet het meeste bijdraagt tot de algemene baten. Dit komt volgens mij door het feit dat RFID zich

binnen de Supply Chain vooral richt op de consument zodat er meer verkopen kunnen worden bereikt. We kunnen dus besluiten dat RFID zorgt voor een betere aansluiting met de klant. Het is dus zeer belangrijk bij de implementatie van een RFID-systeem dat men naar een aangepast systeem toe werkt om betere aansluiting te verkrijgen zodat de baten de kosten overstijgen.

Lijst van geraadpleegde bronnen

Geraadpleegde boeken en syllabussen

Bhatt, H., Glover, B., *RFID essentials*, O'Reilly, 2006

Epcglobal, *EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 Mhz-960 Mhz*, Epcglobal inc., 2005

Federal Trade Commission, *Radio Frequency Identification: Applications and Implications for Consumers*, Federal Trade Commission, 2005

Finkenzeller, K., *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, Second Edition*, Wiley en sons, 2003

Karygiannis, M., Eydt, B., Barber, G., Bunn, L., Philips, T., *Guidelines for securing Radio Frequency Identification (RFID) systems*, NIST, 2007

Lahiri, S., *RFID sourcebook*, Prentice Hall, 2005

Manisch, B., Shahram, M., *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Prentice Hall, 2005

Parahita, N., *Privacy and security violations in applying RFID into self-checkout system*, Hogeschool Inholland, 2005

Sisco, M., *IT Management-101, Fundamentals to achieve more*, MDE enterprises, 2001

Sweeney, P. J., *RFID for dummies*, Wiley, 2005

Thornton, F., Haines, B., Das, A. M., Bhargava, H., Campbell, A., Kleinschmidt, J., *RFID Security: protect the supply chain*, Syngress, 2006

Van Trier, M., Rietdijk, J. W., *Innoveren met RFID: op de golven van verbetering*, tenHagenstam uitgevers, 2004

Zeisel, E., Sabella, R., *RFID+ Exam Gram*, Que, 2006

Geraadpleegde tijdschriften en publicaties

Aberdeen Group, *ROI in RFID, Benchmark Report*, Aberdeen Group, 2006

Appel, H., *Slimme Etiketten, Auto-id/RFID*, Sun Vision, 2003

BGN, *jaarverslag*, BGN, 2004

Busschop, K., Mitchell, K., Proud, S., *Supply Chain Mangement Viewpoint, the role of RFID in supply chain planning*, Accenture, 2005

Christenunie, *RFID-chips, kans of gevaar*, Christenunie, 2005

Coenen, C., *RFID*, Vlaamse overheid, 2005

Confino, J., Elmore, A., *RFID Fundamentals, what you need to know now*, Chariat solutions, PPT consulting

Deloitte, *the RFID business case, using retail as an example*, deloitte, 2004

DHS emerging Applications and Technology Subcommittee, *The Use of RFID for Human Identification, A Draft Report*, 2006

Durmaz, Ö., *Radio Frequency Identification & Supply Chain Management*, Universiteit Tilburg, 2005

Geers, M., *RFID voor elektronische productcodes (EPC), het opslaan, uitlezen en verwerken van productcodes*, kennisportal, 2006

IBM, Global commerce initiative EPC Roadmap, IBM, 2003

Monarch, *RFID basics*, Paxar, 2004

Schermer, B., *RFID en Mobility in Japan*, RFID platform Nederland, 2007

Schermer, B., *RFID en privacy*, RFID platform Nederland, 2006

Schermer, B., *RFID in de detailhandel*, RFID platform Nederland, 2006

Schermer, B., *RFID in de logistiek*, RFID platform Nederland, 2006

The IEE, *Radio Frequency Identification Device Technology (RFID)*, The IEE, 2005

Vanderschaeghe, P., *De rol van RFID in inventory management en supply chain management*, Möbius, 2003

Vink, J., Janssen, R., *Radio Frequency Identification binnen de boekenbranche*, 2007

Vink, J., *Radio Frequency Identification Business Case 2007*, 2007

Vink, J., *RFID BGN binnen winkel*, 2007

Zebra Technologies, *Enterprise-Wide Data Collection and Bar Code Printing for Superior Supply Chain Management*, ZIH, 2003

Geraadpleegde sites

<http://expertanswercenter.techtarget.com>

http://www.logistiek.nl/dossierartikelen/id64-Is_gebruik_van_RFID_duur.html

<http://www.tutorial-reports.com>

www.ermerce.nl

www.bgn.nl

www.gscg.org

www.kennisportal.com

www.rfidjournal.com

www.rfidnederland.nl

www.rfidtalk.com

www.trustrfid.com

www.wikipedia.org

<http://www-03.ibm.com/>

Lijst van figuren

Figuur 1: Technische kenmerken van een systeem die bijdragen tot een competitief voordeel (zebra,2003)

Figuur 2: De baiselementen van een RFID-systeem

Figuur 3: Een portal reader

Figuur 4: RFID-tunnel

Figuur 5: Voorbeeld van een Electronic Product Code (Sweeney, 2005)

Figuur 6: Het EPCglobal netwerk (Lahiri, 2005)

Figuur 7: Voorbeeld van een supply chain met RFID (Lahiri, 2005)

Figuur 8: Framework voor implementatie van RFID (Manisch, 2005)

Figuur 9: voorbeeld van supply chains

Figuur 10: Verhoging van de zichtbaarheid in de vraag van de klant vermindert het bullwip-effect (Busschop, 2005)

Figuur 11: Het effect van de implementatie van RFID op de veiligheidsvoorraad (Busschop, 2005)

Figuur 12: Baten van RFID per niveau (cash, 2005)

Figuur 13: Verdeling van de baten in de 4 categorieën (deloitte, 2004)

Figuur 14: organigram BGN

Figuur 15: De overgang van de focus op het product naar de klant

Figuur 16: Supply chain van BGN

Figuur 18: Ontvangen van de goederen

Figuur 19: De afhaalkast

Figuur 20: het RFID-karretje voor inventarisatie

Lijst van tabellen

Tabel 1: De typische leesafstand van de verschillende frequenties en hun meest voorkomende toepassingen

Tabel 2: Investeringskosten van een RFID-project (Rietdijk, 2004)

Tabel 3: Exploitatiekosten van een RFID-project (Rietdijk, 2004)

Tabel 4: Constanten gebruikt bij berekening van kosten en baten

Tabel 5: Investeringskosten

Tabel 6: Variabele kosten RFID

Tabel 7: Vergelijking van barcode en RFID in verband met inname

Tabel 8: Vergelijking van barcode en RFID in verband met misplaatste boeken

Tabel 9: Vergelijking van barcode en RFID in verband met derving

Tabel 10: Vergelijking van barcode en RFID in verband met omzet

Tabel 11: Vergelijking van barcode en RFID in verband met internet activiteiten

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, de gevraagde informatie in te vullen (en de overeenkomst te ondertekenen en af te geven).

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

Real-time volgen en identificeren van producten in de supply chain m.b.v. RFID

Richting: **Handelsingenieur in de beleidsinformatica**

Jaar: **2007**

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

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik 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 mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Ik ga akkoord,

Joris PALMANS

Datum: **23.08.2007**