

*Een online questionnaire voor potentiële klanten van IPS Intelligent Palletizing Software*



Sjoerd Veldhuizen

Augustus 2012

Universiteit Twente, Enschede

Bacheloropdracht Technische Bedrijfskunde

Faculteit Management en Bestuur

C.I.C.T. Solutions B.V.

Begeleiders

**Dr. P.C. Schuur**

**Ir. R. Mantel**

**A. Priem**

---

## Management samenvatting

In dit rapport is de volgende centrale doelstelling getracht te bereiken:

*“Het ontwikkelen van een online questionnaire die middels een pre-sales analyse marketing strategieën ondersteunt voor IPS (Intelligent Palletizing Software) van CICT Solutions B.V. in traditionele manuele magazijnen.”*

Om deze questionnaire te creëren werden een aantal stappen doorlopen. Als eerste moest kennis vergaard worden over traditionele manuele magazijnen en bepaald worden welke kenmerken van deze magazijnen van belang zijn voor IPS. Vervolgens werd de IPS software behandeld en moest de opzet van de questionnaire duidelijk worden. Nadat deze eisen, verwachtingen en wensen over de questionnaire bekend waren, kon aan de vragen gewerkt worden. Met deze vragen kwamen de antwoordmogelijkheden en tot slot de berekening van de potentie.

Doordat afgelopen jaren bijna uitsluitend is gewerkt aan de software, staat het marketingbeleid nog in de kinderschoenen. Hierdoor genoot het softwarepakket nog van redelijk bescheiden bekendheid. De software is op dit moment klaar om verhandeld te worden, maar daarvoor moeten nog wel klanten gevonden worden. Er is reeds een questionnaire op de website beschikbaar, maar deze is zeer beknopt en levert weinig respons op. Daardoor is er besloten dat een nieuwe online questionnaire gewenst is om de oude te vervangen en zo in contact te komen met meer potentiële klanten. Door zo vruchtbare connecties te leggen kan de software sneller aan de man gebracht worden.

Om de potentie van een magazijn te bepalen is gekozen voor een verdeling in vier subgebieden zodat de potentie op verschillende vlakken zichtbaar is. Deze gebieden zijn *de orderverzamelaar, de servicegraad, de kwaliteit van de stapelingen* en *de transportkosten*. Met behulp van tweeëntwintig vragen (exclusief subvragen) worden in de output van de questionnaire twee belangrijke grafieken geconstrueerd. In de eerste grafiek is zichtbaar hoeveel verbetering er mogelijk is voor elk van de subgebieden afzonderlijk. De tweede grafiek laat op een kleurenspectrum van rood naar groen in welke mate het magazijn als geheel voor verbetering vatbaar is middels IPS. Deze verbetering is bepaald door de samenstelling van de deelgebieden.

Met deze questionnaire zal op langere termijn zichtbaar kunnen worden welke kenmerken van magazijnen voor succes zorgen, maar ook welke kenmerken juist niet. Doordat elke ingevulde questionnaire opgeslagen wordt, kan uit deze data mogelijkerwijs conclusies worden getrokken welke aspecten bijdragen aan een hoge/lage potentie.

Nu deze questionnaire gemaakt is, moeten nog enkele stappen doorlopen worden voordat deze in gebruik kan worden genomen. Ten eerste moet het nog worden omgeschreven naar een web-based format aangezien het nu als Microsoft Excel bestand aangeleverd is. Daarnaast is het testen van de questionnaire nog niet uitgebreid behandeld, iets wat wel noodzakelijk voor de implementatie. Dit zou goed met behulp van bestaande klanten bewerkstelligd kunnen worden, zodat de output van de questionnaire direct vergeleken kan worden met de praktijk. Bij nieuwe klanten kan het ook toegepast worden, zodat na verloop van tijd een compleet beeld zal ontstaan van magazijnen waarbij de software succesvol geïmplementeerd is.

## Voorwoord

Dit rapport bevat een verslag van mijn afstudeerstage bij CICT Solutions BV te Veenendaal. Ik heb hier tien weken lang gewerkt aan deze eindopdracht van de Bachelor Technische Bedrijfskunde waarmee ik deze afrond. De opdracht bestond uit de ontwikkeling van een online questionnaire die middels een pre-sales analyse marketing strategieën ondersteund voor Intelligent Palletizing Software (IPS).

Ik heb de opdracht gevonden via Integrand, een non-profit studentenorganisatie die bemiddelt voor academische stages. Na mijn wensen en verwachtingen overhandigd te hebben, volgde al snel een gesprek waar deze opdracht uit voortvloeide. Hiervoor wil ik hen bedanken.

Vanuit de universiteit is het onderzoek begeleid door Peter Schuur. Zijn inzichten en commentaar hebben een belangrijke rol gehad binnen de creatie van dit rapport. Bij CICT Solutions BV ben ik begeleid door Alexander Priem. Hij heeft mij geïntroduceerd binnen het bedrijf en voor veel documentatie gezorgd. Wanneer ik met vragen zat of ergens meer over wilde weten kon ik bij hem terecht, en anders bij Rob Willemse (ook een medewerker van CICT Solutions BV). Door zijn jarenlange ervaring met magazijnen heb ik nuttige discussies met hem kunnen voeren en heeft hij een belangrijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van de questionnaire. Hiervoor wil ik hen allen bedanken.

Tot slot wil ik ook nog andere betrokkenen zoals andere medewerkers van CICT die geholpen hebben bedanken, en Ronald Mantel en Jasper Jolink voor hun bijdrage.

Sjoerd Veldhuizen  
Enschede, augustus 2012

## Definitie van kernbegrippen

- *Traditioneel magazijn met man-to-goods applicatie*: Magazijn waar artikelen liggen opgeslagen waarbij de orderverzamelaar zelf de artikelen moet collecteren op een pallet of rolcontainer, al lopend of m.b.v. een gemechaniseerd voertuig (zoals een heftruck).
- *Mono goods*: Stapelingen waarbij artikelen van slechts één artikelnummer voorkomen.
- *Mixed goods*: Stapelingen waarbij artikelen van verschillende artikelnummers voorkomen.
- *Artikel*: Met het woord 'artikel' wordt in dit verslag de artikelen die tezamen verpakt zijn en als losse eenheid in het magazijn liggen bedoeld. Voorbeeld: Een doos met twaalf flacons wasmiddel wordt één artikel genoemd.
- *SKU (Stock-keeping unit)*: Een uniek artikel(nummer) in het assortiment van de magazijnbeheerder. Exact dezelfde artikelen staan identiek in het systeem en zijn daardoor te boek als dezelfde SKU.
- *Orderregel*: Een orderregel is een bestelling van een aantal artikelen met eenzelfde artikelnummer. Een order bestaat uit een aantal orderregels en het kan voorkomen dat gelijke artikelnummers op verschillende orderregels staan (wanneer er bijvoorbeeld later bijbesteld is).
- *Picklijst*: Lijst met daarop de artikelen die door de orderverzamelaar gepickt dienen te worden.
- *Business rule*: De term business rule wordt in dit verslag gebruikt om een extra wens van de magazijnhouder m.b.t. de stapelingen aan te geven. Business rules vormen dus bijkomende restricties die naar keuze worden ingesteld.
- *Slotting*: Dit is de strategie van de allocatie van de artikelen binnen het magazijn. Het bepaalt dus waar, wat komt te staan.
- *WMS (Warehouse Management System)*: Een WMS is een geautomatiseerd systeem (softwarepakket) dat met behulp van moderne technieken beweging in de voorraad registreert.
- *WCS (Warehouse Control System)*: WCS is een magazijnbesturingssysteem dat alle geautomatiseerde infrastructuurcomponenten in een logistieke omgeving in een efficiënt transportsysteem koppelt.

## Inhoudsopgave

Management samenvatting .....	ii
Voorwoord .....	iii
Definitie van kernbegrippen .....	iv
1 Inleiding.....	1
1.1 CICT Solutions BV .....	1
1.2 Intelligent Palletizing Software .....	1
1.3 Aanleiding voor deze afstudeeropdracht .....	2
2 Aanpak van het onderzoek .....	3
2.1 Feitelijke situatie .....	3
2.1.1 Huidige IPS Indicator .....	3
2.2 Gewenste situatie .....	4
2.3 Het probleem en de centrale doelstelling .....	4
2.4 Onderzoeksvragen .....	4
2.5 Plan van aanpak .....	5
3 Theorie over magazijnen .....	7
3.1 Traditioneel magazijn met man-to-goods applicaties .....	7
3.1.1 Slotting .....	8
3.1.2 Orderverzamelen .....	9
3.1.3 Routebepaling .....	9
3.1.4 Warehouse management system (WMS) .....	10
3.1.5 Beeld van een doorsnee magazijn .....	10
3.2 Typering magazijnen .....	11
3.3 Samenvatting .....	11
4 Intelligent Palletizing Software .....	12
4.1 Werkwijze van Intelligent Palletizing Software.....	12
4.2 Restricties door de software .....	13
4.3 Verbeteringen in het magazijn door IPS .....	13
4.3.1 Verbeteringen m.b.t. de looproutes .....	13
4.3.2 Verbeteringen m.b.t. de stapelingen .....	14
4.4 Het pakket.....	15
4.5 Interacties tussen systemen .....	16

---

5	Opzet questionnaire.....	18
5.1	Verwachtingen en eisen questionnaire .....	18
5.2	Invuller van de questionnaire .....	18
5.2.1	Vragen bij de beantwoording van de questionnaire .....	19
6	Creatie van de vragen en antwoorden .....	21
6.1	Creatie van vragen van de questionnaire .....	21
6.2	Antwoordmogelijkheden .....	21
7	Output van de questionnaire.....	22
8	Berekeningen van de output .....	23
9	Overwogen keuzes.....	24
9.1	“Flipperkastmodel” .....	24
9.2	Test met voorbeeldmagazijn .....	25
9.2.1	Vierpuntsschaal.....	25
9.2.2	Formulering van de vragen .....	25
9.2.3	Meer antwoordmogelijkheden .....	25
10	Conclusie en aanbevelingen .....	26
10.1	Terugblik op de opdracht.....	26
10.2	Aanbevelingen .....	27
	Referentielijst.....	28

## 1 Inleiding

Ter afronding van mijn Bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente, heb ik stage gelopen bij CICT Solutions BV. Dit verslag is daar de documentatie van en gecombineerd met het colloquium zal dit de afstudeerstage afronden. Met mijn keuze voor de Master track Production and Logistic Management (PLM) in mijn achterhoofd, vormt deze opdracht een aansluitend onderwerp en een geschikte ervaring.

In dit eerste hoofdstuk zal het bedrijf geïntroduceerd worden waarbij enige achtergrondinformatie gegeven wordt en wordt in de tweede paragraaf het softwarepakket, waar deze opdracht betrekking op heeft, enigszins toegelicht. In paragraaf 1.3 zal de aanleiding voor de opdracht uiteengezet worden.

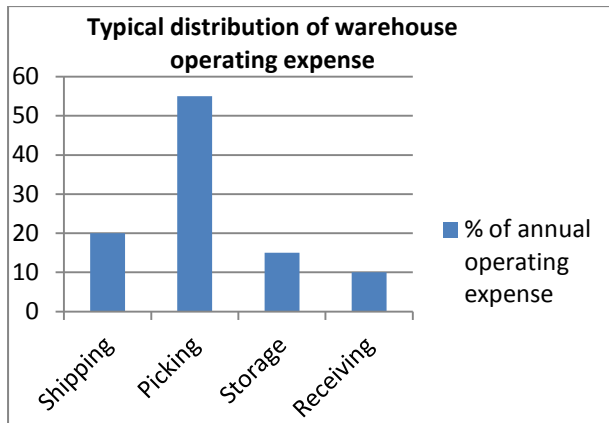
### 1.1 CICT Solutions BV

CICT Solutions BV is een in Veenendaal gevestigd Nederlands bedrijf dat softwareoplossingen levert voor met name retailorganisaties en groothandels. Het aanbod kan verdeeld worden in twee systemen te weten C-Sol en IPS. C-Sol (Chain Solution) van CICT biedt een geïntegreerde ketenoplossing voor onder andere artikelbeheer, ordering, document- en contentmanagement, actiemanagement, narrowcasting en rapportage. IPS (Intelligent Palletizing Software) is een softwaresysteem waarmee bepaald wordt hoe artikelen in magazijnen op een zo optimaal mogelijke manier op dragers gestapeld kunnen worden. CICT is een jong bedrijf met relatief weinig werknemers wat zich vandaag de dag eigenlijk uitsluitend bezighoudt met IPS.

### 1.2 Intelligent Palletizing Software

Intelligent Palletizing Software bevat algoritmen om orderverzamelprocessen in magazijnen te verbeteren. Het is geschikt voor magazijnen met man-to-goods toepassingen, maar ook voor magazijnen met goods-to-man toepassingen. De kracht van deze software ligt in het feit dat het toepasbaar is voor mixed carriers (d.w.z. dragers met relatief veel verschillende SKU's). Op de huidige markt zijn meer simplistische en goedkopere softwarepakketten beschikbaar voor mono carriers, maar nog weinig tot geen voor mixed carriers waardoor CICT zich juist daar op richt. Dit houdt in dat het voor specifiek mixed goods een optimale volgorde van artikelen en stapelinstructie per order gegenereerd wordt. Zoals ook uit figuur 1 op de volgende pagina blijkt, brengt het orderverzamelen erg veel kosten met zich mee en vergeleken met de andere belangrijke activiteiten binnen een magazijn zelfs de meeste. Door middel van deze software zal deze kostenpost verlaagd kunnen worden. Bij het traditionele orderverzamelproces, waarbij de orderverzamelaar de artikelen raapt en deze op de drager plaatst (man-to-goods), wordt ook de optimale route berekend. Bij een drager moet aan een pallet of rolcontainer gedacht worden.

Dit softwarepakket biedt de klanten de mogelijkheid om de 'optimale' stapelvolgorde en (eventueel) route uit te voeren.



Figuur 1: Source: Tompkins

### 1.3 Aanleiding voor deze afstudeeropdracht

Zoals in de eerste paragraaf gemeld is, richt CICT zich op dit moment op IPS Intelligent Palletizing Software. Het marketingbeleid staat nog in de kinderschoenen en het lijkt CICT dan ook een ideaal moment om over een online questionnaire te beschikken zodat sneller en potentiële klanten aangetrokken kunnen worden.

Op de huidige site staat al een questionnaire, maar doordat deze zeer beknopt is en niets anders doet dan enkele gegevens opvragen wordt hier niet veel gebruik van gemaakt. Bij CICT zijn ze van mening dat een verbeterde questionnaire en brug kan slaan tussen geïnteresseerde magazijnmanagers (of andere geïnteresseerden) en CICT. Met behulp van de nieuwe questionnaire zal meer contact moeten komen tussen beide partijen. Managers die rondlopen met de gedachte een softwarepakket aan te schaffen ter bevordering van de stapelingen moeten door deze questionnaire getriggerd worden om de vragen te beantwoorden zodat in ieder geval de interesse bij CICT bekend is.

Doordat niet bij elk magazijn evenveel verbetering door het softwarepakket geboekt kan worden, is CICT erg geïnteresseerd in een schatting van deze potentie. Door behulp van een aantal vragen over de artikelen, orders, orderverzamelaars, dragers en andere zaken zal een beeld geschetst moeten worden van het magazijn. Daarna is het van belang een zinnige uitspraak te kunnen doen over de potentie van het softwarepakket voor dit magazijn.



## 2 Aanpak van het onderzoek

In dit tweede hoofdstuk zal het probleem geschetst worden door de feitelijke, huidige situatie (paragraaf 2.1) te vergelijken met de gewenste situatie (paragraaf 2.2). Als vanzelfsprekend zullen de verschillen tussen beide situaties problemen met zich meebrengen die in paragraaf 2.3 worden weergegeven. Hier zal ook de centrale doelstelling van deze eindopdracht in worden opgenomen en uiteengezet worden wat er geleverd dient te worden. In de daarop volgende paragraaf (2.4) worden de onderzoeksvragen van deze opdracht uiteengezet die helpen deze opdracht gestructureerd uit te voeren. Vervolgens wordt in paragraaf 2.5 dit hoofdstuk beëindigd met een plan van aanpak waarin wordt beschreven via welke handelingen en stappen deze opdracht voltooid gaat worden.

### 2.1 Feitelijke situatie

Zoals al gezegd is CICT een jong bedrijf en zo ook deze software. IPS staat nog in de kinderschoenen en er wordt nog steeds hard aan gewerkt. Er zijn al wel een aantal klanten die deze software gebruiken, maar er is verder nog geen uitgebreid marketingbeleid gevoerd. Het bedrijf bevindt zich nu in een fase waarin ze het product willen verkopen en meer bekendheid willen genereren. Tot voor kort werden de inspanningen voor het overgrote deel gericht op de ontwikkeling van de software, maar nu deze software gereed is om verkocht te worden willen ze dat nu dus verschuiven richting marketing.

#### 2.1.1 Huidige IPS Indicator

Al enige tijd staat er een vrij beknopte questionnaire op de website van IPS (wat een specifieke website is: [www.palletizingsoftware.nl](http://www.palletizingsoftware.nl)) die onder het kopje IPS Indicator ingevuld kan worden door geïnteresseerden. Hierbij wordt vrij summier om enige informatie gevraagd met behulp van enkele open en gesloten vragen. Binnen het bedrijf is geconstateerd dat deze vragenlijst weinig resultaat oplevert. Ten eerste wordt er zeer weinig gebruik van gemaakt. De indicator wordt slechts sporadisch ingevuld terwijl dat naar mening van de bedrijfsleiding veel vaker zou kunnen. Een tweede punt van kritiek dat gemaakt wordt door het bedrijf is het feit dat er soms tijd (en dus geld) in contacten met potentiële klanten wordt gestoken, terwijl op voorhand al gezien had kunnen worden dat deze mogelijke klanten zeer weinig potentie hebben. Om een voorbeeld te noemen zal met behulp van de huidige indicator geen enkele informatie bekend worden over de (a)symmetrie van artikelen terwijl dit zeker van belang is voor een succesvolle toepassing van de software. Wanneer nu asymmetrische artikelen een groot deel van de te verschepen artikelen van een potentiële klant opmaken, wordt dit bij CICT pas bekend tijdens de gesprekken die gevoerd worden. Er wordt dus te weinig informatie gewonnen waardoor alle correspondentie nog steeds noodzakelijk is.

Een ander verbeterpunt voor deze questionnaire is het feit dat er geen directe feedback gegenereerd wordt. Als een persoon deze vragen heeft beantwoord, zal de informatie naar CICT gestuurd worden waarna van CICT uit een keer contact opgenomen zal worden met het bedrijf in kwestie.

De IPS software klinkt als een ideale oplossing voor magazijnen waarbij de stapelingen nog voor verbetering vatbaar zijn. Echter is deze software niet voor alle magazijnen (even) geschikt. In de huidige situatie zijn er nog geen concrete 'eisen/kenmerken' voor geschikte magazijnen. Er zijn wel gedachten over zaken die nadelig (kunnen) zijn voor de implementatie van IPS, maar hierover ontbreekt nog documentatie. Hetzelfde geldt ook voor eigenschappen van magazijnen die juist voordelig zijn om verbeteringen door te voeren in het orderverzamelproces.

## 2.2 Gewenste situatie

Om de verschuiving naar marketing te kunnen bewerkstelligen, dienen allereerst concrete eisen en kenmerken gedocumenteerd te worden. Met behulp van deze informatie kan eenvoudig afgeleid worden wat een specifiek magazijn meer of minder vatbaar maakt voor de verbetering die het softwarepakket kan veroorzaken. Maar met alleen deze informatie zullen niet snel meer klanten gewonnen worden.

Door het bedrijf is bepaald dat een goede questionnaire een grote aanwinst zal zijn en is daarom ook het onderwerp van deze opdracht. Zij zijn van mening dat een degelijke questionnaire potentiële klanten zal aansporen vruchtbare contacten te leggen met CICT.

## 2.3 Het probleem en de centrale doelstelling

Wanneer nu het verschil tussen de feitelijke en gewenste situatie aanschouwd wordt, is duidelijk zichtbaar dat de concrete eisen/kenmerken in kaart gebracht dienen te worden. Het tweede probleem, wat met behulp van het voorgaande probleem opgelost kan worden, is het ontbreken van een goede questionnaire. Om het tweede probleem op te lossing dient ook het eerste probleem verholpen te worden. Van het bedrijf uit wordt dit samen tot de volgende centrale doelstelling gevormd:

*“Het ontwikkelen van een online questionnaire die middels een pre-sales analyse marketing strategieën ondersteunt voor IPS (Intelligent Palletizing Software) van CICT Solutions B.V. in traditionele manuele magazijnen.”*

Het ontwikkelen van de questionnaire staat hierbij centraal, die op de site van IPS komt te staan en dus online toegankelijk zal zijn. De term pre-sales houdt in dat het zich voor de verkoop van de software afspeelt; hetgeen dus voor potentiële klanten is. Een analyse van de klant zal gemaakt moeten worden om uitspraak te kunnen doen over de verbeterkracht van IPS. Het zal onderdeel uitmaken van het marketing beleid van CICT om meer aftrek te genereren. In de doelstelling is al toegespitst op traditionele manuele magazijnen waarbij de orderverzamelaar zich dus door het magazijn beweegt en tijdens zijn of haar route de artikelen collecteert.

Als vanzelfsprekend zal deze questionnaire aangeleverd moeten worden. Dit zal op zichzelf echter niet volstaan. De beargumenteerde keuzes dienen ook overhandigd te worden. Hier vallen de keuzes voor bepaalde vragen (en waarom andere juist niet) en de berekeningen onder. Ook andere keuzes zoals die van de vormgeving van de output zullen verantwoord moeten worden. Met CICT is afgesproken dat de questionnaire als Microsoft Excel bestand aangeleverd mag worden, aangezien een web based format niet reëel was.

## 2.4 Onderzoeksvragen

Om deze online questionnaire te ontwikkelen moeten een aantal stappen doorlopen worden. Allereerst moet informatie vergaard worden zodat de karakteristieken van een man-to-goods magazijn bekend zijn. Daarnaast is het van belang om duidelijk te hebben wat de beperkende factoren van deze software zijn; wat kan het wel, maar ook wat kan het niet. Vervolgens moet bedacht worden hoe de vragenlijst er uit gaat zien en waar deze questionnaire naar moet leiden; wat het resultaat van in ingevulde questionnaire wordt.

Het voorgaande kunnen we formuleren in drie onderzoeksvragen. De eerste twee worden behandeld in hoofdstuk 3 waarin de theorieën achter magazijnen en IPS uiteengezet worden, terwijl de derde onderzoeksvraag uitgebreid in stappen wordt gesproken in de daarop volgende hoofdstukken.

1. *Wat zijn de karakteristieken van een traditioneel magazijn met man-to-goods applicaties?*  
In deze vraag worden alle relevante karakteristieken behandeld zodat magazijnen met elkaar te vergelijken zijn en de verschillen zichtbaar worden. Hieruit moet duidelijk worden wat een magazijn typeert en hoe de gang van zaken eruit ziet.
2. *Wat zijn de capaciteiten van de IPS software?*  
Uit de antwoorden op deze vraag moet blijken welke indicatoren invloed hebben op de toepasbaarheid van IPS in traditionele magazijnen. Ook moeten deze indicatoren meetbaar gemaakt worden en bepaald worden welke invloed deze hebben.
3. *Wat is de gewenste vorm van de output van de questionnaire en op welke manier dragen de vragen daar aan bij?*  
Hier moet duidelijk worden wat er exact van de questionnaire verwacht kan worden. Hoe leiden verschillende input data tot verschillende outputs? Hoe zijn deze te vergelijken? Wat valt er realistisch gezien te zeggen over verbeterlagen? Wat krijgt degene die de vragen invult te zien en wat krijgen de medewerkers van CICT te zien? Wat kan hier volgens mee worden gedaan of wat wordt hier vervolgens mee gedaan?

## 2.5 Plan van aanpak

Om deze opdracht succesvol af te kunnen ronden is een aantal zaken van essentieel belang. Allereerst dient kennis verkregen te worden over traditionele man-to-goods magazijnen. Middels literatuurstudie en diverse interviews met medewerkers van CICT zal een beeld gecreëerd worden van het reilen en zeilen binnen een magazijn. De medewerkers van CICT kunnen duidelijk maken wat zij al zijn tegengekomen bij potentiële klanten. Ook zullen zij een belangrijke rol spelen bij de totstandkoming van de informatie over IPS. Hier zal documentatie over worden verschaft, maar door interviews zal nog meer kennis verkregen worden. Een bezoek aan een traditioneel manueel magazijn zal ook helpen een heldere blik te creëren van de doelgroep van dit softwarepakket. Theorie over magazijnen en de software zal worden behandeld in hoofdstuk 3.

De wensen wat betreft de vorm en inhoud van de questionnaire dienen ook verkondigd te worden. De meningen van medewerkers over deze zaken zal ook bijdragen doordat het vanuit andere perspectieven bekeken wordt. Hier zal een opzet van de questionnaire uit voortkomen waar hoofdstuk 4 zich aan zal wijden.

Verder zal er toch een stuk eigen inzicht aan te pas komen omdat het geen probleem betreft waarvoor een standaardoplossing te vinden is in de literatuur. Nadat genoeg kennis verkregen is over magazijnen en de software, kan de questionnaire geconstrueerd worden. Deze zal naar alle waarschijnlijkheid door samenwerking met, en feedback van medewerkers van CICT tot stand komen. De vragen van de questionnaire en de beschikbare antwoorden hierop worden in hoofdstuk 5 behandeld. Daarnaast moet ook de output van de questionnaire bepaald worden en vormgeving hiervan. Ook hier zal binnen CICT al enige ideeën en wensen over bestaan. Er zal, onderbouwd, een methode gekozen moeten worden voor de berekening van de toepasbaarheid van IPS. De weging van elke vraag zal bepaald moeten worden om een realistische berekening te krijgen, waarvoor enige literatuur mogelijk vereist is.

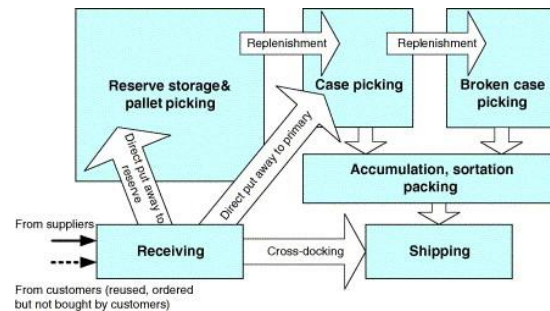


### 3 Theorie over magazijnen

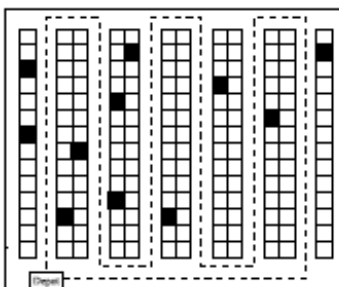
Om een beeld te schetsen van magazijnen zal in dit hoofdstuk de theorie over magazijnen beschreven worden. In paragraaf 3.1 zullen traditionele manuele magazijnen aan bod komen met alle relevante aspecten. Daarna zal in paragraaf 3.2 de typering van magazijnen behandeld worden.

#### 3.1 Traditioneel magazijn met man-to-goods applicaties

In deze tijdelijke opslagplaats staan goederen geplaatst waarbij in een administratie wordt bijgehouden waar, welke artikelen, wanneer en in welke getale zich bevinden. Bij binnenkomst worden de artikelen (dozen, etc.) afgeladen, geïdentificeerd en weggelegd in het magazijn. Deze artikelen worden vervolgens in het magazijn opgeslagen waarbij gelijke artikelen (SKU's) gegroepeerd worden en samen opgeslagen worden volgens een bepaalde slotting-strategie. In figuur 2 wordt een schematische weergave van een magazijn tentoongesteld waarop de indeling van een doorsnee magazijn te zien is.



Figuur 2: Standaard weergave magazijn (Koster et al., 2006)



Figuur 3: Voorbeeld looproute (Roodbergen, 2001)

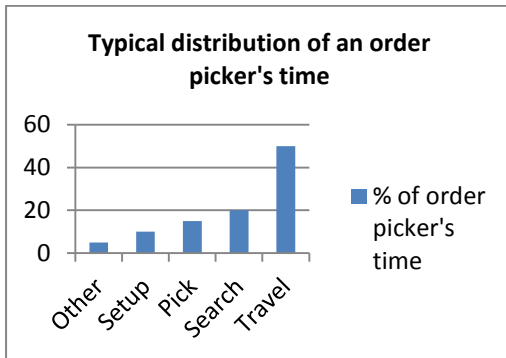
Wanneer een order gereed is om geaccumuleerd te worden, wordt in het geval van man-to-goods een orderverzamelaar hieraan verbonden, geïnformeerd en opdracht gegeven de artikelen passend bij deze order te stapelen. De orderverzamelaar zou ook meerdere orders tegelijk kunnen hanteren (batch). De orderverzamelaar gaat door het magazijn en collecteert tijdens de route de artikelen. Wanneer de order compleet gestapeld is zal hij gemerkt worden en eventueel nog verder verpakt worden waarna het verscheept kan worden. In figuur 3 is een voorbeeld te zien van de looproute die een orderverzamelaar kan kiezen wanneer hij/zij artikelen op de geaccentueerde locaties moet verzamelen.

Uit voorgaande tekst schemerende de functies van een magazijn al enigszins door. Zonder compleet te zijn worden nu de belangrijkste functies genoemd:

1. Receiving
2. Pre-packaging
3. Putaway
4. Storage
5. **Order picking**
6. Packaging and/or pricing
7. Sortation and/or accumulation
8. Unitizing and shipping

Deze software heeft voor het grootste deel betrekking op de vijfde taak: het orderverzamelen. De storage function heeft ook invloed en kan ook onderdeel uitmaken van het gehele proces, maar wordt niet gewijzigd door de software. Het kan wel zo zijn dat CICT adviezen m.b.t. slotting aangezien,

zoals uit figuur 4 op de volgende pagina ook naar voren komt, het verplaatsen van een orderverzamelaar door het magazijn doorgaans erg veel tijd in beslag neemt. Ook kan het voorkomen dat de huidige slotting zodanig slecht combineert met IPS, dat de verbeterslag zeer gering zal zijn. In dit geval zullen de adviezen van CICT tamelijk dringend van aard zijn.



Figuur 4: Source: Tompkins

### 3.1.1 Slotting

Om toch even stil te staan bij het plaatsen van de artikelen in het magazijn wordt nu kort slotting behandeld. Slotting heeft betrekking op de strategie achter het plaatsen van de artikelen in het magazijn. De strategie wordt gekozen voordat men de artikelen voor de eerste maal indeelt. Vervolgens zal er bij een verandering in het assortiment volgens de gekozen strategie deze verandering in het magazijn doorgevoerd worden.

De artikelen kunnen middels onderstaande strategieën in het magazijn geplaatst zijn:

- Forward-reserve allocation
- Family grouping (correlated storage)
- Dynamic storage
- Closest open location
- Full-turnover storage
- ABC(-1/2) strategy
- Random
- Fixed
- COI
- OOS

Aan de hand van gesprekken en digitale informatie over manuele magazijnen, kan gezegd worden dat deze heuristische zich in traditionele magazijnen maar weinig laten zien. Om deze reden worden niet alle heuristische toegelicht. Family grouping en ABC-strategie worden wel veel gebruikt. Family grouping houdt in dat verschillende artikelen van dezelfde artikelfamilie gegroepeerd opgeslagen worden. Voorbeelden van families zijn chips, wasmiddelen en sauzen. Indelen volgens de ABC-strategie wil zeggen dat de artikelen beoordeeld worden op de vraag. De meest gevraagde/ benodigde artikelen behoren tot de A-categorie en liggen op de meest gunstige plekken. De meest gunstige plekken houden in dat de afstanden tot het depot het kleinst zijn. Op eenzelfde manier zullen de minst gevraagde artikelen (C) op de minst gunstige plekken liggen.

### 3.1.2 Orderverzamelen

Het proces waarbij de orderverzamelaar zich met een drager door het magazijn beweegt en al doende artikelen collecteert kan op verschillende manieren plaatsvinden. We onderscheiden:

- Single order picking (betekent hetzelfde als discrete picking, pick-by-order)
- Order batching (sort-while-pick of pick-and-sort)
- Zone picking
- Wave picking

Van single order picking, de meest gangbare manier van orderverzamelen, is sprake wanneer één orderverzamelaar één order tegelijk behandelt. Op de picklijst (de lijst met artikelen per order) staan artikelen die door het gehele magazijn kunnen liggen. Bij order batching worden meerder orders tegelijk verzameld. De orderverzamelaar loopt meestal met meerder dragers door het magazijn en zal gelijke gebieden van het magazijn voor verschillende orders tegelijk picken. Het kan ook zijn dat de orderverzamelaar de artikelen van verschillende orders combineert op de dragers, waardoor deze artikelen na het verzamelproces nog gesorteerd moeten worden. We kennen ook nog zone picking, waarbij het magazijn is verdeeld in zones zodat er per zone verzameld wordt. Hierbij kan ook weer worden gekozen tussen single order picking en order batching. Wave picking lijkt sterk op single order picking, maar verschilt hiermee wat betreft de periode waarin de order gepickt wordt. Bij wave picking worden orders op specifieke momenten ingepland.

### 3.1.3 Routebepaling

Zonder compleet te zijn willen we de volgende manieren onderscheiden om de route van de orderverzamelaars door het magazijn te bepalen:

- S-shape (or traversal) heuristic
- Return method
- Midpoint method
- Largest gap strategy
- Composite heuristic
- Combined heuristic
- (Combined\*)
- (Optimal)

Net als bij slotting zien we bij de routebepaling veel verschillende theoretische vormen waarvan maar een klein gedeelte in de praktijk wordt toegepast. Bij traditionele magazijnen zien we bijna uitsluitend de orderverzamelaar zelf de route bepalen. Hierbij zullen meer ervaren orderverzamelaars (naar alle waarschijnlijkheid) een kortere route behalen dan de onervaren werknemers. De onervaren orderverzamelaars zullen naar verwachting de S-shape heuristiek toepassen als de artikelen per (sub)aisle op de picklist staan. Deze heuristiek houdt in dat elke gang in zijn geheel wordt aangedaan wanneer er benodigde artikelen hierin bevinden. Als alle vereiste artikelen uit de gang gecollecteerd zijn zal de volgende gang aangedaan worden. Dit hangt echter allemaal af van de aanwezigheid van een warehouse management system en de mogelijke toevoeging van een extra hulpmiddel als bijvoorbeeld een polsterterminal. De rekenmethode achter al deze heuristieken houdt geen rekening met de eventuele stapelvolgorde (deze hangt namelijk volledig af van de route).



### 3.1.4 Warehouse management system (WMS)

Een belangrijk aspect van een magazijn is een warehouse management system. Dit is een onderdeel van de supply chain en in de eerste instantie gericht op de verplaatsing en opslag van de artikelen binnen het magazijn en de verwerking van bijbehorende transacties. In dit systeem wordt dus allerlei informatie opgeslagen om de processen zo voorspoedig te laten verlopen. Als toevoegingen op dit systeem zijn er nog een aantal middelen waar gebruik gemaakt kan worden tijdens het verzamelen:

- Lijst op papier
- Polsterminal/scanner
- Pick-to-light
- Voice Picking

Bij de eerst genoemde variant worden de benodigde artikelen van een order als een lijst uitgeprint en zal de orderverzamelaar met deze lijst het magazijn doorlopen. Hij/zij zal dan handmatig deze lijst bijhouden. Ook wanneer er geen WMS aanwezig is zal op deze manier gewerkt worden. Wanneer er een polsterminal/scanner in gebruik genomen wordt, zal het proces in zekere mate gedigitaliseerd worden, waardoor (menselijke) fouten verminderen. Bij pick-to-light volgt een orderverzamelaar zijn weg door het magazijn middels lichten. Als het benodigde artikel geraapt is zal hij/zij dit aangeven waarna het lampje bij het volgende artikel gaat branden en hij/zij weet wat het volgende artikel is, waar dat staat en hoeveel artikelen hiervan gevraagd zijn. Een ander toegepast hulpmiddel is Voice Picking. Bij Voice Picking is van te voren precies ingesproken welke handelingen de orderverzamelaar moet verrichten. Dan loopt hij/zij door het magazijn rond met een koptelefoon op waardoor de informatie wordt afgespeeld. Zodoende raapt hij/zij precies volgens planning artikel voor artikel.

### 3.1.5 Beeld van een doorsnee magazijn

Om het aantal vragen beperkt te houden zal een doorsnee magazijn in het achterhoofd gehouden worden. Dit wil zeggen dat een aantal eigenschappen bij manuele magazijnen zo vaak voorkomen dat er vanuit wordt gegaan dat dit naar alle waarschijnlijkheid ook het geval is bij het magazijn in kwestie. Wanneer een bedrijf contact zoekt met CICT zal niet alles naar wens verlopen. Het kan zijn dat er nog tal van onderdelen binnen het orderverzamenen te verbeteren zijn, maar het is ook een optie dat er eigenlijk alleen interesse is in de toepassing van de business rules in de stapelingen.

Bij een doorsnee magazijn wordt aangenomen dat wanneer men zonder WMS werkt, de orderverzamelaar mogelijkerwijs de route kan bepalen en een S-shape heuristiek in grote mate gehanteerd zal worden. Er zal dan simpelweg per gangpad gekeken worden naar de genodigde artikelen en naar inzicht van de orderverzamelaar gepickt worden. In het geval van Voice Picking wordt deze vrijheid sterk ingeperkt en zal een gedwongen route ontstaan. Ervaren orderverzamelers hebben een betere kijk op de processen waardoor zij vooruit kunnen zien en gemakkelijker een goede stapeling kunnen maken.

De slotting zal waarschijnlijk nog te wensen overlaten doordat er in veel magazijnen weinig literatuur bekend is.



### 3.2 Typering magazijnen

Uit voorgaande tekst kan al enigszins worden afgeleid wat een magazijn typeert. Allereerst is er het magazijn als zijnde een statisch gegeven. Hiermee wordt bedoeld dat er naar het magazijn gekeken wordt in een momentopname, waarbij zaken zichtbaar worden als de oppervlakte, het aantal gangen en het aantal SKU's dat opgeslagen ligt in het magazijn. Wanneer hiernaar gekeken wordt zal ook duidelijk worden wat de aard van het magazijn is en onder welke branche het valt. Uit deze gegevens kan een globaal beeld opgemaakt worden waarbij ook informatie bekend is over de orde van grootte.

Vervolgens is het ook van belang welke vorm de processen binnen het magazijn hebben. Hierbij wordt gekeken naar de orderverzamelaars, de orders, de artikelen en ook zaken als de dragertypes. Niet alleen de kwantitatieve gegevens zijn hier van belang, ook kwalitatieve informatie zoals de aanwezigheid van ervaren orderverzamelaars en de vorm van de artikelen.

Ten derde is een belangrijk aspect van een magazijn, de gekozen strategieën waardoor de processen verschillen tussen magazijnen. Hiermee wordt bedoeld dat er gekeken moet worden naar zaken als de manier van orderverzamelen, de bedrijfstijd per dag, de aanwezigheid van een WMS (met eventuele hulptechnieken) en de slotting-strategie. Dit zijn specifieke zaken waar het management met bepaalde redenen voor heeft gekozen en heeft ook zeker gevolgen voor de toepassing van IPS. Ook de gewenste business rules horen hierbij.

De volgende categorie bestaat uit de huidige resultaten binnen het magazijn. Zaken als het aantal orders dat nu per dag verwerkt wordt en de gemiddelde vulgraad van een drager zijn hier van belang. De prijzen van artikelen en de omzet hebben geen invloed op de toepasbaarheid van de software dus worden buiten beschouwing gelaten. Het zou wel invloed kunnen hebben op de bereidheid van het bedrijf om een investering te doen, maar aangezien dat geen causaal verband betreft is het onzinnig hier zelf conclusies uit te trekken.

Wanneer al deze specificaties over magazijnen bekend zijn, kunnen magazijn in kaart gebracht worden en vergeleken worden.

### 3.3 Samenvatting

In dit hoofdstuk is begonnen met de theorie achter traditionele manuele magazijnen. Hierbij beweegt een orderverzamelaar zich dus door het magazijn en collecteert hij of zij tijdens deze route de benodigde artikelen. Verder is er nog stil gestaan bij slotting, orderverzamelen, routebepaling en het Warehouse Management System (WMS). Daarna is kort de typering van magazijnen belicht zodat bij de creatie van de vragen van de questionnaire bekend is waar op gelet moet worden en op welke gebieden magazijnen te vergelijken zijn.

## 4 Intelligent Palletizing Software

In dit hoofdstuk wordt het softwarepakket van CICT Solutions behandeld, Intelligent Palletizing Software. Allereerst wordt in paragraaf 4.1 beknopt beschreven wat de werking van de software is. Vervolgens worden in de tweede paragraaf restricties gegeven die IPS met zich meebrengt. In paragraaf 4.3 worden de verbeteringen die IPS creëert opgesomd. Deze zijn onder te verdelen in verbeteringen voor de looproutes en voor de stapelingen. Daarna zal in de laatste twee paragrafen van dit hoofdstuk meer informatie verschaft worden over het softwarepakket zelf (4.4) en over de interacties tussen verschillende systemen van CICT en de klant (4.5).

### 4.1 Werkwijze van Intelligent Palletizing Software

Zoals reeds beschreven, is deze software er op gericht zo goed mogelijke stapelingen te creëren. Goed in de zin van voldoen aan de business rules, maar natuurlijk ook proberen zo veel mogelijk ruimte van een drager benutten. Dus goed als in een overkoepelende term voor meerdere aspecten.

Deze opdracht richt zich specifiek op traditionele manuele magazijnen waarbij de orderverzamelaar zich met een of meerdere dragers door het magazijn verplaatst. IPS rekent met behulp van informatie over artikelen, ordergegevens, magazijneigenschappen, dragereigenschappen en andere gegevens, stapelvolgordes uit waarbij precies wordt bepaald hoe en waar elk artikel op de drager gestapeld moet worden. Hiervoor dient de klant dus bereid te zijn haar gegevens te delen met CICT. Doordat van elk artikel een aantal gegevens bekend zijn, kan bepaald worden welke artikelen op wat voor manier op een drager passen. Zaken die met name van belang zijn, zijn het gewicht en de gewichtsklasse, de afmetingen van een artikel en het artikelnummer en de artikelfamilie. Een drager heeft een maximum stapelbaar gewicht en artikelen kunnen een beperkt gewicht dragen. Voor de bepaling van de scores zal ook gekeken worden naar de verdeling van het totaalgewicht van een order over de gebruikte dragers. Wanneer het gewicht gelijkmatig verdeeld is over de dragers zal dit recept op dat gebied een hoge score genereren. De gewichtsklassen (business rule) vormen extra restricties waarbij een artikel niet onder een artikel met een hogere gewichtsklasse gestapeld mag worden. De afmetingen zijn natuurlijk van belang om de artikelen op een drager te kunnen plaatsen. Hiervoor zijn dus ook de stapelbare afmetingen van een drager nodig (inclusief zekere foutmarges). Het is vrijwel altijd gewenst om artikel met hetzelfde artikelnummer zo veel mogelijk bij elkaar te stapelen. Als het gewenst is om artikelfamilies bij elkaar te stapelen (of juist niet!) is het ook van belang om deze families in kaart te hebben zodat er met het berekenen rekening gehouden kan worden met deze business rule.

Voor de bepaling van het punt waarop een symmetrisch artikel kantelt wordt voor de eenvoud ervan uitgegaan dat gewicht gelijkmatig is verdeeld binnen het artikelvolume en zodoende het midden van de as genomen.

Ook kan de klant voor een aantal zogenoemde 'business rules' kiezen waardoor extra restricties ontstaan voor de stapeling. Hierbij kan gedacht worden aan de wens om artikelfamilies bij elkaar te houden op een drager (of juist niet!), maar ook restricties als de maximale overhang van artikelen buiten de drager of het maximale gewicht op een drager. In het geval van een traditioneel man-to-goods magazijn zal ook rekening worden gehouden met de afstanden die de orderverzamelaars moeten afleggen. Ook deze probeert men bij CICT met behulp van deze software te minimaliseren.

## 4.2 Restricties door de software

Er wordt in deze software dus met algoritmen gewerkt, waardoor restricties ontstaan. Allereerst dient benadrukt te worden dat wanneer een klant een contract aangaat met CICT, deze aan louter deze software niet genoeg heeft. Doordat één van de sterke punten van dit pakket het gebruik van een polsterterminal beslaat, dienen deze in gebruik te worden genomen door de klant. De terminals zullen met behulp van radiogolven (naar waarschijnlijkheid een Wifi-verbinding) met het systeem moeten kunnen communiceren. Dit maakt een dergelijke verbinding een noodzakelijkheid voor het implementeren van deze software. Doordat deze polsterterminals afhankelijk zijn van een accu, zal ook rekening gehouden moeten worden dat deze opgeladen dienen te worden. Dit kan enkele uren duren waardoor een magazijn waar een groot aantal uur per dag gepickt wordt, rekening dient te houden met meer accu's en/of meer polsterterminals dan er orderverzamelaars aan het werk zijn.

Een belangrijk aspect is de vorm van een artikel. Deze software kan geen berekeningen maken voor de zogenaamde uglies (asymmetrische artikelen). Wanneer een order deze artikelen wel bevat zullen deze na de berekening toegevoegd worden aan de stapelingen. Als deze artikelen veel voorkomen in de orders van een magazijn, zal de software minder goede resultaten boeken.

In de huidige staat is de software louter te gebruiken voor het stapelen van artikelen op een drager. Als in een magazijn dus dozen worden gevuld met artikelen, zal deze software geen uitkomst bieden. Er zijn ook financiële punten waardoor deze software mogelijk een minder goede oplossing kan bieden. Als eerste vereist deze software vanzelfsprekend enige investering. Om überhaupt te denken aan het besparen op orderverzamelaars, is door CICT een ondergrens bepaald van 10 FTE. Dit houdt in dat er geen besparing te verwachten valt wanneer er minder dan 10 FTE aanwezig zijn. Een ander punt heeft te maken met de intentie van IPS. Het is namelijk ontworpen om mixed goods te stapelen. Als er weinig sprake van mixed goods is, zal deze software logischerwijs geen grote verandering veroorzaken; mono goods zijn namelijk eenvoudiger te stapelen. In het geval van mono goods zullen andere software vaak een goedkoper alternatief zijn, met een vergelijkbaar resultaat.

Ook spelen de business rules een rol in de toepasbaarheid van IPS. Deze software is juist ontworpen voor magazijnen waarbij de stapelingen lastig zijn of waarbij specifieke eisen gewenst zijn die zonder software erg moeilijk te implementeren zijn. Wanneer een klant meer business rules terug wilt zien in de stapelingen zal de software een groter onderscheidend vermogen hebben. Een indicator voor de mate van moeilijkheid van de stapeling is de vulgraad. Een lagere vulgraad wil zeggen dat slechts een beperkt deel van de ruimte beschikbaar om gevuld te worden benut kan worden. Wanneer dus al een hoge vulgraad bereikt wordt zal de verbeterstap met de software van mindere grootte zijn dan wanneer de vulgraad nog laag is.

## 4.3 Verbeteringen in het magazijn door IPS

Door het toepassen van de Intelligent Palletizing Software zijn uiteraard mogelijke verbeteringen te bewerkstelligen. Deze verbeteringen zijn voor manuele magazijnen grofweg te verdelen in twee categorieën: de looproutes en de stapelingen.

### 4.3.1 Verbeteringen m.b.t. de looproutes

Bij manuele magazijnen zal in veel situaties de orderverzamelaar zelfstandig de route door het magazijn moeten bepalen. Door het gebruik van de polsterterminal zal de kortste route naar de volgende picklocatie gegeven worden waardoor de orderverzamelaar direct weet waar hij of zij naar toe moet en via welke route.

### 4.3.2 Verbeteringen m.b.t. de stapelingen

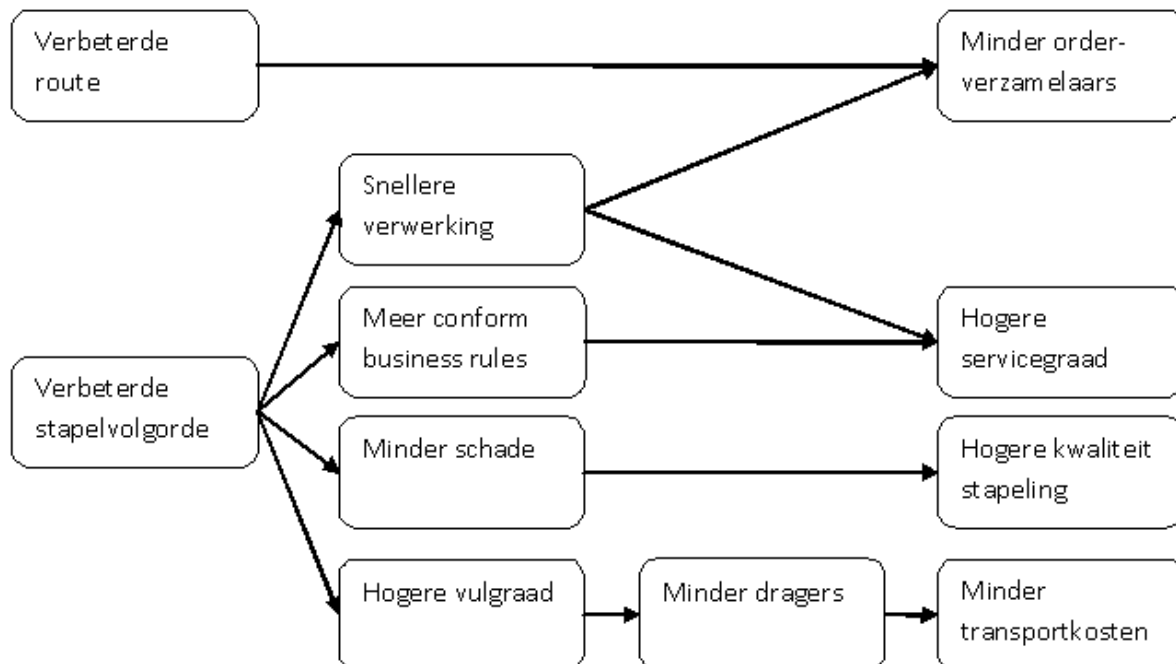
De grootste verbetering die IPS de klanten biedt komt tot stand door middel van de stapelingen. Doordat alle orderverzamelaars uitgerust zijn met polsterminimals waar precies op te zien is hoe een artikel gestapeld moet worden, zal hier tijd bespaard worden. Ook omstapelen en herstapelen behoren tot de verleden tijd doordat de stapelingen van tevoren berekend zijn. Nadat een order in het systeem is ingevoerd zal in mum van tijd het recept gegenereerd worden. Dit recept zal ook gelijk bekend worden bij de klant waardoor direct verzameld kan worden.

De grote kracht van de software is de toevoegingen van business rules. Doordat deze eenvoudig 'aangezet' kunnen worden in het programma zullen de stapeling meer naar wens tot stand komen. Zonder enige software zal het vaak erg lastig zijn om goede stapelingen te construeren wanneer ook een aantal business rules gewenst zijn.

Doordat de orderverzamelaars precies zien wat er met elk artikel moet gebeuren en van te voren een stapeling is berekend waarbij geen schade aan de artikelen gecreëerd zal worden, zal het aantal vervormde dan wel kapotte artikelen afnemen. Natuurlijk worden zaken als het laten vallen van artikelen niet voorkomen, maar de stapeling zelf zal in ieder geval geen negatief effect hebben op een artikel.

Het speerpunt van de software is natuurlijk de mogelijkheid om meer compacte en grotere stapelingen te maken. Door meer artikelen op een drager te plaatsen zijn minder dragers nodig, waardoor een magazijn veel kan besparen.

In figuur 5 zijn bovengenoemde verbeterpunten nog eens schematisch weergegeven.



Figuur 5: Verbeteringen door IPS

Uit deze afbeelding zijn vier verschillende gebieden op te maken die voor verbetering vatbaar zijn. Het onderscheid wordt gemaakt tussen de *orderverzamelaars*, de *servicegraad*, de *kwaliteit van de stapelingen* en de *transportkosten*. Verschillende kenmerken van een magazijn hebben verschillende invloeden op de verbetering binnen deze gebieden, maar daar zal in hoofdstuk 6 en later bij het behandelen van de output dieper op worden ingegaan.

## 4.4 Het pakket

Om het beeld compleet te hebben van wat dit softwarepakket precies biedt, volgt nu een opsomming van de elementen:

- Digitale paklijst
- Visualisatie
- Simulatie
- Analyse en rapportage
- Stack by instruction
- Drive by instruction



Figuur 6: Voorbeeld van een polsterminal ([www.logistiek.nl](http://www.logistiek.nl))

De digitale paklijst spreekt voor zich; dit houdt in dat de volgorde waarin alle artikelen van de orders gestapeld moeten worden gedocumenteerd is. De visualisatie biedt toegevoegde waarde aan de software doordat het nu voor de klant in 3D zichtbaar wordt gemaakt hoe de stapelingen er uit komen te zien. Nu zal een weergave van de stapeling alleen nog niet veel toevoegen, maar zoals op afbeelding 7 op de volgende pagina te zien is, kan ook laag per laag artikelen –en zelf artikel per artikel– bekeken worden vanuit alle mogelijke hoeken. Zodoende kan men de stapeling roteren zodat zij vanuit verschillende perspectieven te aanschouwen is en simuleren hoe de stapeling opgebouwd wordt. Dit is zeer handig omdat van te voren zichtbaar is hoe de stapeling tot stand gaat komen en er dan nog eventueel besloten kan worden om voor een andere stapeling te kiezen. De stapeling met de hoogste ‘score’ wordt namelijk geadviseerd door CICT, maar betekent niet dat deze ook uitgevoerd moet worden. Er kan namelijk gekozen voor een stapeling met een lagere score om welke reden dan ook. Met de analyse en rapportage worden alle gegevens bijgehouden zodat ook na verloop van tijd, de in het verleden behaalde resultaten zichtbaar zijn, geëvalueerd kunnen worden en lessen geleerd kunnen worden. Stack by instruction houdt in dat de orderverzamelaar op zijn of haar polsterminal te zien krijgt hoe de stapeling tot stand moet komen. Het is nog niet definitief welke polsterminal gebruikt zal worden, maar een voorbeeld is te zien in figuur 6. Het is in ieder geval zeker dat de stapeling gezien wordt vanuit een tweedimensionaal bovenaanzicht, waarbij de te stapelen artikel(s) aangeduid worden. Met de computersoftware is echter wel duidelijk, driedimensionaal, te zien hoe de stapeling artikel voor artikel tot stand dient te komen. Voor de magazijnen met man-to-goods applicaties zal ook een drive by instruction beschikbaar zijn. Ook deze zal op de polsterminal zichtbaar zijn door de route vanaf de huidige locatie naar de locatie van het volgende te stapelen artikel weer te geven op de plattegrond van het magazijn. Op deze wijze zal de orderverzamelaar niet hoeven zoeken naar een volgend artikel.



Figuur 7: Screenshot IPS

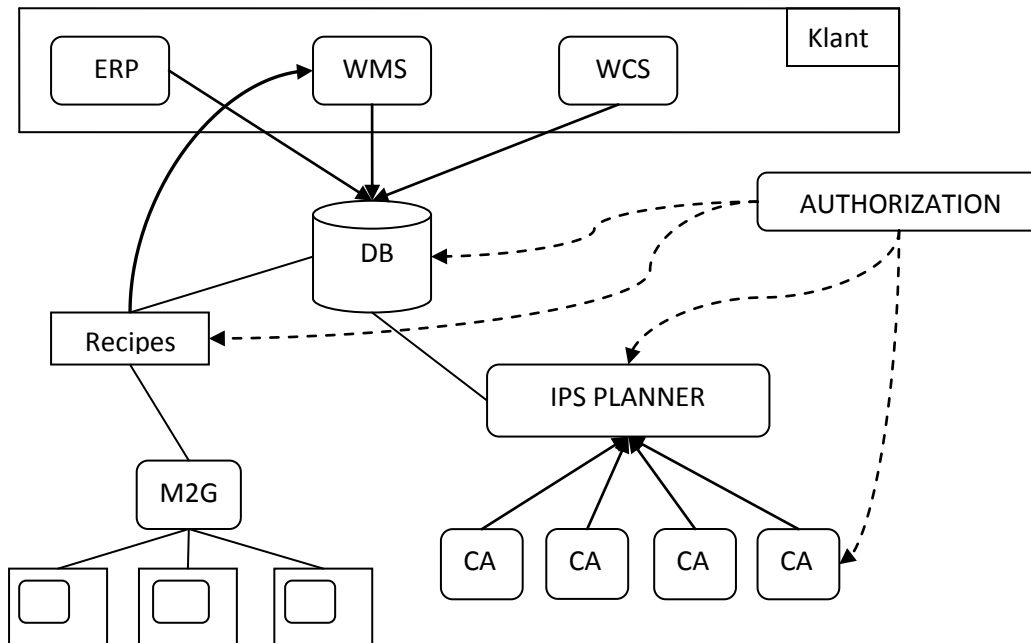
## 4.5 Interacties tussen systemen

Om een duidelijk beeld te schetsen van de interacties tussen een gecontracteerde klant en CICT zijn in deze subparagraaf deze relaties opgenomen. Ook de relaties tussen systemen binnen het softwarepakket worden hier behandeld. Ter verduidelijking is een illustratie toegevoegd (figuur 8) wat onderstaande tekst visualiseert.

Nadat alle benodigde gegevens via een ERP/WMS/WCS van de klant in de database (DB) van CICT zijn ingevoerd, kunnen orders berekend worden. de database staat alle data per bedrijf dat een contract heeft met CICT, over de specificaties van artikelen (lxbxh, gewicht, familie, etc.), de lay-out van het magazijn, etc. De IPS Planner rekent met behulp van Calculation Agents (CA) de stapelvolgorde en (eventueel) route uit. Deze Calculation Agents zijn zeer eenvoudig uitgevoerde rekenservers. Deze recepten (Recipes) worden bij man-to-goods (M2G) gekoppeld aan een orderverzamelaar, die op zijn/haar polsterterminal alle benodigde informatie kan zien zoals de locaties van de benodigde artikelen en de positionering van de artikelen op de drager.

De Calculation Agents zijn op drie niveau's in te stellen. Ten eerste kunnen de algoritmen gewijzigd worden door te kiezen voor Single Box Algoritme of Layer Algoritme. Bij Single Box wordt er per artikel gekeken, terwijl bij Layer zoals te verwachten per (horizontale) laag artikelen gekeken wordt. Hierbinnen kan nog gekozen worden voor een scala aan business rules. Dit zijn specifieke eisen vanuit de klant zoals een maximum gewicht of de wens om artikelfamilies bij elkaar te houden. Als tweede wordt het Stacking Station Type (SST) vastgesteld. In de huidige situatie kan gekozen worden voor een robot (Spider of Ferdar), Manual-Picking-Station (MPS) of man-to-goods (M2G). Het derde niveau betreft de Sequencer. Die kan worden ingesteld op basis van locatie of families. De Authorization houdt in de gaten of klant geen onreglementaire handelingen uitvoert zoals het gebruikmaken van andere functies dan contractueel is vastgelegd.

De huidige score komt tot stand door één combinatie van Algoritme, SST en Sequencer. Door gebruik te maken van in het verleden behaalde resultaten wordt een goede inschatting gemaakt van de optimale combinatie. Wanneer IPS alle orders berekend heeft en de tijd tot de deadline van een order nog niet verstreken is, zal een nieuwe score berekend worden met een nieuwe combinatie van Algoritme, SST en Sequencer. Bij een hogere score zal deze verbetering worden doorgevoerd. Het gekozen recept zal worden teruggekoppeld naar de WMS van de klant zodat zij de orders kunnen uitvoeren.



Figuur 8: Interacties tussen de betrokken systemen



## 5 Opzet questionnaire

Nu de software beschreven is en duidelijk is gemaakt hoe een magazijn in zeer brede zin eruitziet, kan worden bepaald welke kenmerken van een magazijn invloed hebben op de toepassing van dit softwarepakket. In paragraaf 5.1 zullen de verwachtingen van de questionnaire uiteengezet worden, evenals de eisen. Daarna zal in paragraaf 5.2 een nadere beschouwing worden gegeven van de persoon die de questionnaire gaat invullen. Dit speelt, zoals zal blijken, namelijk geen onbelangrijke rol bij het bepalen van de vragen en antwoorden van de questionnaire. In deze paragraaf worden tot slot nog enkele vragen gesommeerd die in gedachten moeten worden gehouden bij het creëren van de questionnaire.

### 5.1 Verwachtingen en eisen questionnaire

In deze paragraaf zullen de verwachtingen en eisen van de questionnaire behandeld worden.

Het dient mogelijk te zijn voor potentiële klanten om op eigen initiatief de questionnaire via de website van IPS in te vullen. Dit brengt onder andere met zich mee dat de vragenlijst op zichzelf dient te staan en dus zonder verdere toelichting/uitleg van een medewerker beantwoord kan worden. Alle vragen, net als de output, moeten dus helder geformuleerd zijn waarbij geen verschil in opvatting tot stand kan komen. Wanneer een medewerker van een bedrijf deze questionnaire uit eigen beweging invult, zal hij/zij ook mogelijkerwijs wensen te weten hoe lang het invullen zal duren en bijvoorbeeld hoeveel vragen er zijn. Ook moet voordat men met de vragenlijst start, bekend zijn wat er van de questionnaire verwacht mag worden. Voorgaande zaken zijn zeker van belang wanneer bij de invulling van de questionnaire geen medewerker betrokken is. Het zal echter natuurlijk ook voorkomen dat de questionnaire na contact met een medewerker van CICT ingevuld wordt.

Voor de snelle verwerking van de ingevulde questionnaires zal gebruik gemaakt worden van een beperkt en gesloten antwoordspectrum. Dit zorgt ook voor een kortere duur van het invullen en wanneer bij open antwoorden misschien een vraag overgeslagen wordt omdat men er niet zeker van is, kan bij gesloten antwoorden een schatting gemaakt worden waardoor er toch een antwoord gegenereerd wordt. Een ander belangrijk aspect van het dwingen van de potentiële klant tot het beantwoorden van de vragen met voorgeprogrammeerde antwoorden is de mogelijkheid tot directe feedback. Bij open antwoorden zou eerst een medewerker van CICT dit moeten beoordelen voordat een reactie geplaatst kan worden. Wanneer nu alleen gesloten antwoorden gehanteerd worden, heeft de potentiële klant directe informatie over de geschiktheid van IPS voor het desbetreffende magazijn. Zodoende weet men subiet wat de toegevoegde waarde van het softwarepakket voor hun kan betekenen.

Doordat de resultaten van de questionnaire meteen bekend zijn, zullen deze ook bij CICT bekend worden en zo weten zij het bijvoorbeeld wanneer een klant met hoge potentie deze lijst ingevuld heeft. Dan kan er gekozen worden om zelf contact op te nemen met het bedrijf (indien dit natuurlijk niet al door het bedrijf zelf gedaan wordt).

### 5.2 Invuller van de questionnaire

Wanneer de questionnaire gecreëerd wordt, moet natuurlijk ook gedacht worden aan de doelgroep. De questionnaire zal specifiek bedoeld zijn voor magazijnen waarbij manueel verzameld wordt. Dit zal voorafgaand aan de questionnaire duidelijk worden zodat magazijnen met goods-to-man applicaties hier niet terecht komen. Ook wordt er vanuit gegaan dat wanneer men de questionnaire op de site van IPS invult, er enige kennis van de software al paraat is. Daarmee wordt niet bedoeld dat men precies



moet weten wat de software inhoudt, maar wel dat het bekend is dat het hier om een software gaat waarbij de stapelingen op een (naar omstandigheden) zo ideaal mogelijke manier gecreëerd worden. De kennis van de invuller kan niet van te voren precies worden ingeschat omdat meerdere mensen deze vragenlijst kunnen invullen. Allereerst kunnen personen met verschillende functies binnen bedrijven de vragenlijst invullen. Zo zal doorgaans een magazijnmanager de questionnaire invullen, maar kan ook een andere medewerker zich geroepen voelen deze vragen te beantwoorden. Een ander punt waarop de invullers van elkaar zullen verschillen, is de kennis van het softwarepakket. Sommigen zullen al, nadat bijvoorbeeld met een medewerker van CICT is gesproken, enige kennis van de software hebben waar dit voor andere mogelijk het eerste contact is. Ten derde is de mate van interesse in IPS verschillend. Er kan zeer concrete interesse aanwezig zijn, maar er zullen ook gevallen zijn waarbij degene die het invult dit puur uit oriëntatie doet. Doordat enige informatie over het magazijn vereist is om een zinnige uitspraak te doen over de toegevoegde waarde van IPS, zijn diverse vragen een must waardoor men bereid moet zijn enige tijd op te offeren om deze questionnaire in te vullen.

### 5.2.1 Vragen bij de beantwoording van de questionnaire

Vragen die gesteld moeten worden/in gedachten gehouden moeten worden, bij het schrijven van de questionnaire:

- *Wat weet een potentiële klant?*  
Tot op zekere hoogte wordt verondersteld dat de kerngegevens van het magazijn bekend zijn. Er wordt bijvoorbeeld niet verwacht dat de vulgraad exact bekend is, maar dat er toch zeker een goede inschatting van gemaakt kan worden. Sommige cijfers zullen eventueel opgezocht dienen te worden, maar dat vormt geen belemmering om het te vragen.
- *Wat wil een potentiële klant wel en misschien vooral niet vertellen?*  
Bijzonder gevoelige informatie zal niet gevraagd worden, maar er wordt aangenomen dat een klant bereid is haar gegevens met CICT te delen.
- *Hoe betrouwbaar is de medewerker die de questionnaire invult?*  
Er wordt ervan uitgegaan dat de medewerker de questionnaire naar eer en geweten invult, maar om dit toch enigszins te testen zullen verificatievragen worden toegevoegd om dit te controleren. Als voorbeeld kan het aantal verwerkte orderregels per orderverzamelaar per uur worden gegeven. Dit zal uit antwoorden op andere vragen berekend kunnen worden, maar door het ook nog direct te vragen en het (mogelijke) verschil te aanschouwen, kunnen bepaalde conclusies getrokken worden.
- *Wat gebeurt er als de invuller geen antwoord kan/wilt geven op een vraag?*  
Door gebruik te maken van drop-down lists in Microsoft Office Excel worden keuzemogelijkheden gegeven wat de beantwoording van een vraag wanneer het antwoord niet zeker is vergemakkelijkt. Wanneer de invuller de vraag niet wilt beantwoorden zal het antwoord open kunnen blijven waar dan later met een medewerker van CICT op teruggeblikt wordt. Echter zal dit wel ten koste van de inschatting van de verbetering kunnen gaan.
- *Hoeveel tijd kost het invullen van de vragenlijst ongeveer? Hoe verhoudt dit zich t.o.v. de beschikbare tijd van diegene die het invult?*  
Er wordt ervan uitgegaan dat de interesse zodanig is, dat de invuller bereid is hier enige tijd in steken. Wanneer bijvoorbeeld maar een paar minuten tijd beschikbaar zal zijn, zal deze questionnaire daar minder geschikt voor zijn. Maar om toch ook toegankelijk te zijn als een korte eerste kennismaking met IPS zal de questionnaire niet te lang mogen duren. Er wordt wel rekening gehouden met eventuele opzoektijd voor gegevens die niet paraat zijn.
- *Welke informatie wordt er teruggekoppeld naar de potentiële klant?*  
Er kan worden gekozen voor een korte set gegevens zodat hij/zij alles nog even op een rijtje krijgt zoals hij/zij het ingevuld heeft.

- *Hoe wordt de questionnaire getest?*  
Door een aantal keer de questionnaire bij verschillende magazijnen toe te passen zal enige feedback ontstaan, waardoor de questionnaire verbeterd zal worden. Als een potentiële klant deze questionnaire heeft ingevuld en CICT voert er gesprekken mee waar verbetermogelijkheden worden besproken kan dit vergeleken worden met de output van de questionnaire. Een absolute test zou volgen wanneer het desbetreffende magazijn een contract met CICT aan gaat en de verbeteringen in realiteit zichtbaar worden.
- *Hoe wordt er geschakeld tussen vragen (zodat er geen onnodige vragen gesteld worden)?*  
Er zal moeten worden gecontroleerd dat een vraag niet twee keer gesteld wordt en ook geen vragen worden gesteld met een sterke gelijkenis. Omdat het een schatting wordt dient de questionnaire beknopt te zijn en dienen vragen vermeden te worden waarbij het antwoord reeds uit andere antwoorden afgeleid kan worden (m.u.v. de verificatievragen).
- *Op welke manier wordt ervoor gezorgd dat uit elke enquête informatie wordt gehaald?*  
Door in de questionnaire te starten met zeer basale vragen, zal al meteen een beeld geschetst kunnen worden van het magazijn. Als er verschillende stappen in de vragenlijst worden toegepast, kan wanneer bijvoorbeeld iemand de vragen niet afmaakt maar wel de eerste stap, deze gegevens opgeslagen worden zodat er wel informatie over de markt gewonnen wordt.
- *Hoe wordt een gelaagdheid toegepast zodat het overzichtelijk en behapbaar blijft?*  
Zoals uit de vorige vraag al blijkt, zal een gelaagdheid gecreëerd kunnen worden door de vragenlijst op te delen in verschillende secties. Zodoende wordt er geen lange vragenlijst gevormd, wat mensen zou kunnen afschrikken, maar korte secties die overzichtelijk blijven. Dan zal er wel aangegeven moeten worden in welke sectie de invuller zich momenteel bevindt en hoeveel secties er bestaan zodat hij enigszins kan inschatten hoeveel tijd hem dit nog gaat kosten, dan wel hoeveel vragen hij nog moet beantwoorden.
- *Op welke manier wordt het antwoord op een vraag gebruikt?*  
Bij het opstellen van de vragen zal gecontroleerd moeten worden dat elke vraag relevant is. Hiermee wordt in dit geval bedoeld dat het antwoord op elke vraag op een manier gebruikt wordt. Het is natuurlijk niet nuttig om vragen te stellen, terwijl de antwoorden hierop op geen enkele manier invloed hebben op het resultaat.
- *Welke conclusies worden er uit een ingevulde vragenlijst getrokken?*  
Het doel van de questionnaire is om een inschatting te maken van de toegevoegde waarde die IPS kan bieden op het desbetreffende magazijn. Hier zal dus in ieder geval een conclusie over getrokken moeten worden.
- *Tot welk detailniveau moeten vragen worden beantwoord in de online questionnaire?*  
Het idee van deze questionnaire op de site is dat een willekeurig geïnteresseerd persoon deze kan invullen om snel te weten te komen of IPS iets voor hem kan betekenen. Doordat tijd hierbij een belangrijke rol speelt – zowel dat van CICT als dat van de potentiële klant – en er uiteindelijk toch een schatting gemaakt wordt, zal niet te veel in detailniveau getreden worden. Dit vergemakkelijkt het invullen en zou anders erg veel vragen met zich meebrengen.
- *Wat is de relevantie van een vraag?*  
Bij het creëren van de vragen dient elk maal afgevraagd te worden of het invloed heeft op de toepassing van de software. Als dit bijvoorbeeld maar in zeer kleine mate zal zijn, kan afgevraagd worden of deze vraag in de questionnaire opgenomen moet worden.
- *Verdere aandachtspunten:*
  - *Blijf op een lijn met de klant; let op woordkeus, zorg dat hij/zij geboeid blijft.*
  - *Vraag om commentaar (voor verbetering v/d questionnaire).*
  - *Stel kwantitatieve maar ook kwalitatieve vragen.*

## **6 Creatie van de vragen en antwoorden**

In dit hoofdstuk wordt de creatie van de vragen en de antwoorden van de questionnaire besproken. De eerste paragraaf (6.1) heeft betrekking op de formulering van de vragen. Hierin wordt de totstandkoming van de gebruikte vragen behandeld en ingedeeld in categorieën. Vervolgens wordt in paragraaf 6.2 de antwoordmogelijkheden op vragen uiteengezet.

### **6.1 Creatie van vragen van de questionnaire**

Deze paragraaf bevat vertrouwelijke informatie.

### **6.2 Antwoordmogelijkheden**

Deze paragraaf bevat vertrouwelijke informatie.

## 7 Output van de questionnaire

Dit hoofdstuk is vertrouwelijk.

## 8 Berekeningen van de output

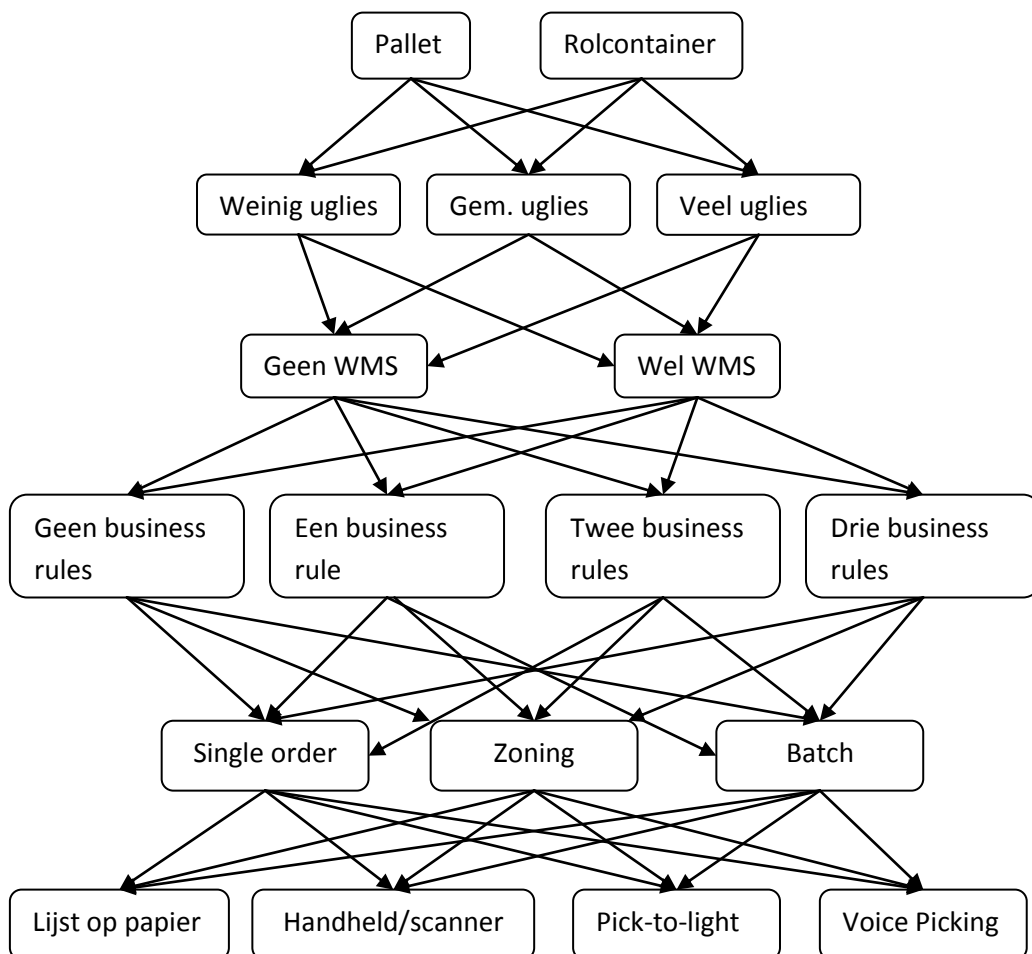
Dit hoofdstuk is vertrouwelijk.

## 9 Overwogen keuzes

In dit hoofdstuk zullen keuzes gemaakt worden en verklaart worden waarom bepaalde keuzes niet gemaakt zijn. In de eerste paragraaf zal een zogeheten “flipperkastmodel” beschreven worden. Dit is een optionele manier van het berekenen van de potentie van een magazijn. Daarna wordt in paragraaf 9.2 een test met een magazijn beschreven en de lessen die daaruit getrokken zijn.

### 9.1 “Flipperkastmodel”

Een andere manier om de potentie te berekenen is door combinaties van belangrijke kenmerken van het magazijn te beoordelen. Zoals de afbeelding hieronder laat zien, is het aantal mogelijke combinaties bij dit probleem erg groot. Zonder alle aspecten meegerekend te hebben geeft een berekening op onderstaande wijze al honderden combinaties. Het schrijven van al deze combinatie zou veel tijd kosten, terwijl de toegevoegde van deze manier t.o.v. de gebruikte manier vrij klein zou zijn. Wel zou op deze manier bepaalde gunstige, dan wel ongunstige combinaties van een gepaste score voorzien kunnen worden. Hier wordt in het huidige model geen rekening mee gehouden doordat elk kenmerk individueel beoordeelt wordt.



Figuur 12: "Flipperkastmodel"

## 9.2 Test met voorbeeldmagazijn

Na het opstellen van de questionnaire in een vergeand stadium is contact gelegd met een oud-student, die reeds bij een magazijn werkt. Hij heeft zijn tijd beschikbaar gesteld om als voorbeeld te dienen en heeft de questionnaire ingevuld. Als resultaat zijn een aantal lessen geleerd waardoor de questionnaire verbeterd kon worden.

### 9.2.1 Vierpuntsschaal

Initieel werd gebruik gemaakt van antwoordmogelijkheden met een vijfpuntsschaal. Dat wil zeggen dat de antwoorden varieerden van bijvoorbeeld zeer laag, via laag, gemiddeld en groot, tot zeer groot. Het belangrijkste aspect van deze schaal is de mogelijkheid tot het kiezen van een middelweg. Uit de test bleek dat hier vaak gebruik van gemaakt werd waardoor de potentie in een neutraal gebied bleef. Omdat het bij deze questionnaire om een ruwe schatting van de potentie gaat, is het geoorloofd de invuller te dwingen een keuze te maken. Hierdoor kan een Vierpuntsschaal worden gebruikt wat deze middenweg elimineert.

### 9.2.2 Formulering van de vragen

Het invullen van de questionnaire ging niet zonder conversatie met mij gepaard. Omdat de questionnaire straks zelfstandig beantwoord dient te worden, moest dit uiteraard verbeterd worden. Sommige vragen waren niet duidelijk geformuleerd waardoor de invuller met vragen kwam. De vragen moesten dus beter beschreven worden zodat het exact duidelijk is wat er bedoeld wordt en hoe de vraag beantwoord moet worden. Om een voorbeeld te geven werd bij de gevraagde hoogte van de pallet, 10 cm ingevuld. Er werd eigenlijk om de mogelijk te vullen hoogte gevraagd en niet om de hoogte van de pallet zelf, waardoor deze vraag hergeformuleerd moest worden.

### 9.2.3 Meer antwoordmogelijkheden

De antwoorden met getallen moeten begrensd worden aangezien er geen oneindige rij met antwoordmogelijkheden gegeven kan worden. Hierdoor moeten de minimale en maximale waarden bepaald worden. Nu bleek uit deze test dat er een aantal keer gebruik werd gemaakt van de antwoorden die buiten de grenswaarden vielen; er wordt dan een antwoord met groter dan of kleiner dan teken gebruikt. Het nadeel van deze antwoorden is dat er een schatting gemaakt dient te worden van het aantal dat bedoeld wordt. Het is wenselijk deze antwoorden te voorkomen, waardoor er nogmaals naar de antwoordmogelijkheden gekeken is. Het viel op dat de precieze antwoorden niet veel afweken van de grenswaarden, waardoor een kleine aanpassing zou volstaan om betere antwoorden te krijgen. Vervolgens is besloten het aantal antwoordmogelijkheden enigszins te verbreden waardoor het antwoord meer precies gegeven kan worden.

## 10 Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt teruggeblikt op de opdracht en verdere aanbevelingen gedaan. Allereerst wordt in paragraaf 10.1 gekeken naar de formulering van de opdracht en wordt dit vergeleken met wat er nu precies geleverd is. Daarna worden in paragraaf 10.2 aanbevelingen gedaan wat betreft het verdere traject van deze questionnaire en het gebruik.

### 10.1 Terugblik op de opdracht

Om terug te kijken op deze opdracht wordt allereerst de centrale doelstelling herhaald:

*“Het ontwikkelen van een online questionnaire die middels een pre-sales analyse marketing strategieën ondersteunt voor IPS (Intelligent Palletizing Software) van CICT Solutions B.V. in traditionele manuele magazijnen.”*

Mijn vaardigheden laten het niet toe om deze questionnaire om te zetten in een web-based format. Dit is met CICT besproken en met hun goedkeuring heb ik het met behulp van Microsoft Excel gemaakt. De questionnaire zal op de site van IPS worden gestald en gebruikt kunnen worden door elke bezoeker van de site. Voor de huidige klanten zal dit niet meer interessant zijn aangezien de potentie al gerealiseerd wordt. Het dient dus voor de magazijnen van potentiële klanten, zodat de questionnaire een pre-sales analyse geeft. De uitkomst van de questionnaire is een schatting van de potentie van het desbetreffende magazijn en is met name interessant bij magazijnen met hoge potentie. Hierdoor kan CICT haar tijd specifiek hierop richten en zal er minder tijd in minder interessante potentiële klanten gestoken worden. Op deze wijze worden de marketing strategieën van CICT ondersteund. Doordat de questionnaire zich toespits op magazijnen met orderverzamelaars, worden magazijnen met goods-to-man applicaties uitgesloten; hiervoor was de opdracht ook niet bestemd.

Uiteindelijk is in Excel een questionnaire tot stand gekomen met 22 vragen. Deze vragen kunnen worden beantwoord met behulp van gesloten antwoordmogelijkheden en resulteren als belangrijkste in twee grafieken. De eerste geeft de potentie van IPS voor vier deelgebieden weer: *kwaliteit van de stapelingen, servicegraad, orderverzamelaar en transportkosten*. Hierbij wordt een ruwe schatting gemaakt van de mogelijke verbetering door IPS op elk van deze deelgebieden. Vervolgens wordt om een algeheel beeld te schetsen van het magazijn een tweede grafiek weergegeven met daar de potentie van het magazijn in totaal. Hierbij is in één oogopslag duidelijk zichtbaar of het magazijn zich in het groene gebied bevindt (hoge potentie) of niet.

Door deze twee grafieken en een korte set gegevens van het magazijn, zoals het aantal orderregels per dag en de gewenste toe te passen business rules, wordt bij CICT zonder arbeidskracht zichtbaar of een potentieel magazijn geïnteresseerd is in IPS.

Doordat de tijd beperkt was moesten er aannames en keuzes gemaakt worden die nog niet compleet uitgekristalliseerd waren. Hierdoor zijn sommige zaken, zoals berekeningen, nog voor discussie vatbaar, maar zijn deze op dit moment zo goed mogelijk geprobeerd weer te geven.



## 10.2 Aanbevelingen

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt heeft de huidige questionnaire nog niet de vorm van een online questionnaire maar is het geschreven met behulp van Microsoft Excel. Om deze questionnaire dus te gebruiken waarvoor hij oorspronkelijk bedoeld was, is het noodzakelijk om deze om te schrijven naar een web-based questionnaire.

Op dit moment is de questionnaire slechts één keer getest, waarbij geen duidelijke potentie opgesteld kon worden. Dit is nog onvoldoende om betrouwbare uitspraken te doen over de waarde van deze 'potentiebepaler'. De questionnaire zou dus nog meerdere malen getest moeten worden. Een mogelijkheid om dit te doen is het in laten vullen van de questionnaire en vervolgens ook nog gesprekken met het bedrijf te ondernemen. Na deze gesprekken kan bij CICT zelf geconcludeerd worden in hoeverre dit magazijn potentie heeft en kan dit vergeleken worden met de output van de questionnaire. Een andere, nog betere, test is door de questionnaire te laten invullen door bestaande klanten. Hierdoor kan eenvoudig de uitkomst van de questionnaire worden vergeleken met de daadwerkelijke resultaten die de toevoeging van het softwarepakket biedt.

## Referentielijst

### Boeken

1. Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Tanchoco, J.M.A. (2002). *Facilities Planning*, derde druk.

### Websites

1. <http://www.cict.nl/>
2. <http://www.palletizingsoftware.nl>
3. <http://www.palletizingsoftware.nl/ips-indicator/>  
verkregen op 08-06-2011

### Artikelen

1. De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J. (2006). *Design and control of warehouse order picking: A literature review*.
2. Le-Duc, T. (2005). *Design and control of efficient order picking processes*.
3. Petersen, C.G., Aase, G. (2003). *A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking*.
4. Reif, R., Günthner, W.A. (2009). *Pick-by-vision: augmented reality supported order picking*.
5. Roodbergen, K.J. (2001). *Layout and routing methods for warehouses*.
6. Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G.J., Mantel, R.J., Zijm, W.H.M. (1999). *Warehouse design and control: Framework and literature review*.

### Sheets

1. Mantel, R.J. (2012). *Technical issues of warehousing*.  
verkregen op 13-07-2012 via het vak Warehousing (191820120)

### Figuren

- Figuur 1: *Facilities Planning*, Tompkins et al
- Figuur 2: *Facilities Planning*, Tompkins et al
- Figuur 3: *Layout and routing methods for warehouses*, Roodbergen
- Figuur 4: *Facilities Planning*, Tompkins et al
- Figuur 5: Eigen werk
- Figuur 6: <http://www.logistiek.nl/Warehousing/algemeen/2010/11/Stapelhulpje-gratis-maand-op-proef-LOGNWS110916W/>  
verkregen op 13-07-2012
- Figuur 7: <http://www.transport-online.nl/site/nieuws-logistiek/index.php?news=105#.UBJExWEkiSo>  
verkregen op 13-07-2012
- Figuur 8: Eigen werk
- Figuur 9: Output questionnaire
- Figuur 10: Output questionnaire
- Figuur 11: Output questionnaire

