

28 november

2011

Bacheloropdracht Advanced Technology
Production management

Universiteit Twente

Guus Remmerswaal
g.m.b.remmerswaal@student.utwente.nl
s0199249

Begeleid door:
Ronald Mantel

[ONTWERP VOOR EEN NIEUW HULPMIDDEL VOOR ORDERPICKING]

op basis van een procesanalyse van bestaande
hulpmiddelen

Inhoud

1 Summary.....	5
2 Inleiding	7
3 Magazijnen	10
3.1 Functies	10
3.2 Plaatsing	10
3.3 Magazijnhandelingen	11
3.4 Magazijn management systeem.....	13
3.5 Voorbeeld magazijn.....	13
4 Orderpicking	15
4.1 Hoe is orderpicking georganiseerd?	15
4.2 Typen pickstrategieën	15
5 Huidige oplossingen voor hulp bij orderpicking.....	18
5.1 Picklijst.....	18
5.2 Barcodescanner	19
5.3 TagWatch.....	20
5.4 Pick-by-Voice	21
5.5 Rackrunner	23
5.6 Pick-by-vision.....	24
5.7 Pick-to-light	26
6 Randvoorwaarden en kosten technische hulpmiddelen.....	27
7 Analyse van het pickproces	30
7.1 Werkwijze.....	30
7.2 Resultaten analyse	30
8 Programma van Eisen.....	34
9 Kader voor Ideegeneratie.....	36
9.1 Conclusies Probleemanalyse	36
9.2 Internet of Things	36
10 Aanpak idee generatie.....	36
10.1 Oplossingsonderdelen.....	37
10.2 Morfologisch schema	38
11 Ideeën.....	38
12 Beoordelen oplossingsonderdelen.....	42

12.1 Fases orderpicker	43
12.2 Internet of Things functies	44
12.3 Conclusie: 3 Concepten	44
13 Conceptkeuze	48
13.1 Beoordeling naar Programma van Eisen	48
13.2 Beoordeling naar kader voor ideegeneratie	48
13.3 Keuze	49
14 Werking concept	52
14.1 Verschillende componenten en werking.....	52
14.2 Apparatuur	52
15 Conclusie	56
16 Aanbevelingen.....	56
17 Bronnen	58

1 Summary

This report was written to identify new ways to guide order pickers in their picking processes. The report is structured strictly following the rules of systematic product design, which divides the report in several parts.

After some introductory chapters to familiarize the reader with warehousing terms and concepts, the report describes the research that was done about the currently existing auxiliary systems for order pickers. Also one experimental system is discussed. In this part the reader is introduced with the working principle of systems, the advantages and disadvantages, applications and cost.

Then, the existing auxiliary methods are evaluated to get an idea about their performance. Some conclusions about properties that influence the performance of a system in a positive or negative way are drawn. From this point a program of requirements for the next design phase has been derived.

While keeping the program of requirements in mind, ideas are generated for a new order picking auxiliary. The ideas are all solutions to small parts of the process. All individual ideas are assessed in a large assessment matrix. The best ideas (or partial solutions) are combined to generate three concepts. The concepts are assessed in the same way as the ideas. The best concept is expanded a little more. The main conclusions are the identified properties that influence the performance of the system as well as a concrete concept that can be further investigated in future work. My recommendations for subsequent research are to validate the results of this work with experimental data, to test the concept on performance and user experience and to produce a working prototype to conduct an endurance test.

NOTE: The report is in Dutch. If you would like to know more about the report but are not able to read Dutch please contact the author Guus Remmerswaal via email (g.m.b.remmerswaal@student.utwente.nl).

2 Inleiding

Orderpicking is het proces waarin een operator artikelen verzamelt in een magazijn. Onderdelen van het proces zijn het vinden van het juiste product, het 'picken' van de juiste hoeveelheden en het afleveren op de juiste plek.

De simpelste, minst ontwikkelde, maar ook meest voor de hand liggende werkwijze voor orderpicking is het uitdelen van orderlijsten waar de picklocaties op vermeld zijn. De operators vinden hun weg door het magazijn zelf. Door meer 'advanced technology' toe te passen kan het proces geoptimaliseerd worden om het zo meer tijdsefficiënt en daarmee kostenefficiënt te maken. Daarbij kan er ook op het gebied van service aan de klant en ergonomie voor de werknemers gewonnen worden.

Dit onderzoek richt zich op hulpmiddelen die orderpickers helpen een locatie in het magazijn te vinden.

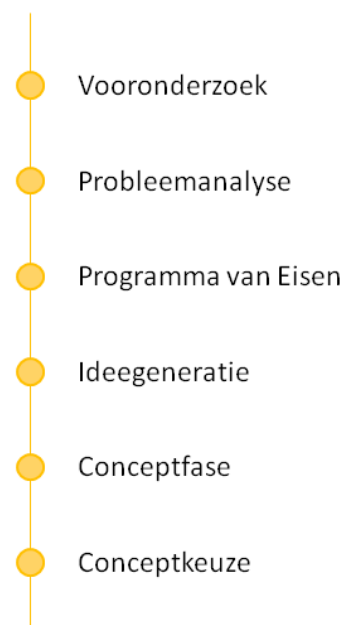
Het hoofddoel van het onderzoek is niet om te bepalen welk hulpmiddel het beste is, of om hulpmiddelen te verbeteren, maar om nieuwe oplossingen te vinden voor orderpickondersteuning.

Daarom worden in de ontwerpfase ideeën beschouwd die bestempeld kunnen worden als 'thinking outside the box', maar de toepassing en haalbaarheid worden niet uit het oog verloren. Het eindpunt van het onderzoek is een schets van hoe een orderpickhulpmiddel er in de toekomst uit kan zien, als er gebruik wordt gemaakt van onconventionele technieken. Onderzoek als dit komt niet veel voor, het onderzoek dat zich richt op orderpickinghulpmiddelen wordt vooral binnen bedrijven uitgevoerd en is meer gericht op optimalisatie van bestaande technieken dan op het bedenken van nieuwe methoden.

Dit onderzoek is ingericht naar de regels van systematische aanpak van productontwikkeling. Dat betekent dat er een vaste volgorde van ontwerpfases wordt doorlopen om tot een nieuw product te komen. In Figuur 1 zijn die fases opgesomd en is de volgorde te vinden.

Voordat er begonnen wordt aan het vooronderzoek wordt er in Deel I van dit verslag een korte introductie gegeven in verschillende aspecten van het vakgebied dat zich bezighoudt met magazijnen. Uiteindelijk worden er conclusies getrokken en zullen er aanbevelingen zijn voor verder onderzoek in Deel IX van dit verslag.

Alle grote figuren en tabellen uit dit verslag zijn verplaatst naar de bijlagenbundel, zodat deze tijdens het lezen naast de tekst kunnen worden gehouden.



Figuur 1 Fases in het systematische ontwerpproces

Deel I Introductie

Om dit verslag leesbaarder te maken voor lezers die minder bekend zijn met magazijnen en orderpicking worden in dit deel verschillende begrippen geïntroduceerd en de basisprocessen uiteengezet.

3 Magazijnen

3.1 Functies

Magazijnen vervullen in de basis in principe twee functies: opslag en herverpakking.

Opslag

Opslag creëert een buffer in een materiaalstroom. Door opslagplaatsen te hebben in een proces is het dus mogelijk een materiaalstroom te onderbreken. Dit heeft verschillende voordelen:

- *Ontkoppeling* | Twee opeenvolgende processen zijn niet meer afhankelijk van elkaar. Als het hoger gelegen proces stilvalt kan het lager gelegen proces doorgaan met producten uit de opslag.
- *Snelheid* | Een product van de plank pakken is sneller dan er een maken en naar de juiste plek brengen. Opslagplaatsen zorgen voor producten die op aanvraag direct gebruikt kunnen worden.

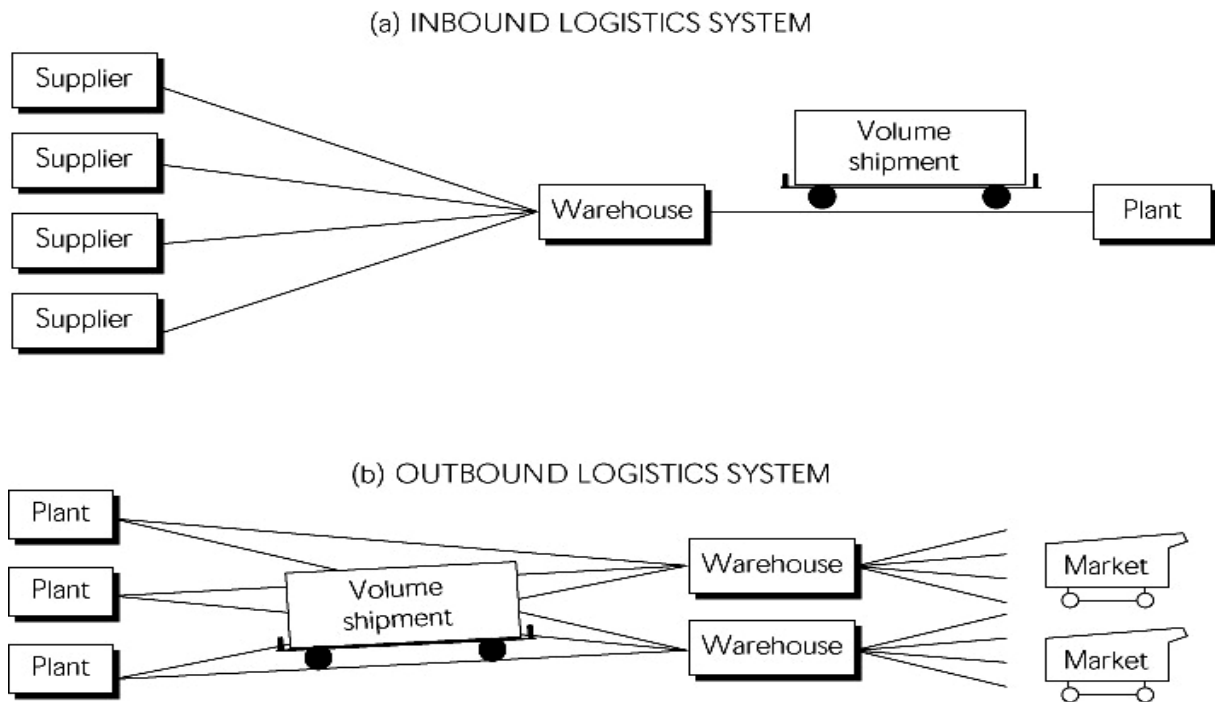
Herverpakking

Herverpakking is het proces waarin producten van verpakking worden verwisseld. Hierbij kan ook de kwantiteit waarmee producten worden verplaatst worden aangepast. Ook kan het gebruikt worden om producten samen te voegen. Als twee producten van twee verschillende leveranciers naar één afnemer moeten, dan kan het om verschillende redenen (transportkosten, service aan de klant, etc.) voordeliger zijn om de producten samen te transporteren.

3.2 Plaatsing

Plaatsing in supply chain

Magazijnen kunnen op verschillende plekken in een supply chain worden gebruikt. Het magazijn kan bijvoorbeeld tussen de leveranciers en een fabriek in staan (Figuur 2a), maar ook tussen de fabriek en de consument (Figuur 2b). In de eerste situatie dient een magazijn om materialen en grondstoffen te verzamelen en in de juiste kwantiteit en combinatie naar de fabriek te sturen. In de tweede situatie verzamelt het magazijn verschillende producten uit verschillende fabrieken om ze in andere kwantiteiten en combinaties door te sturen.



Figuur 2 Een magazijn kan op verschillende posities in de supply chain op verschillende manieren worden toegepast.[1]

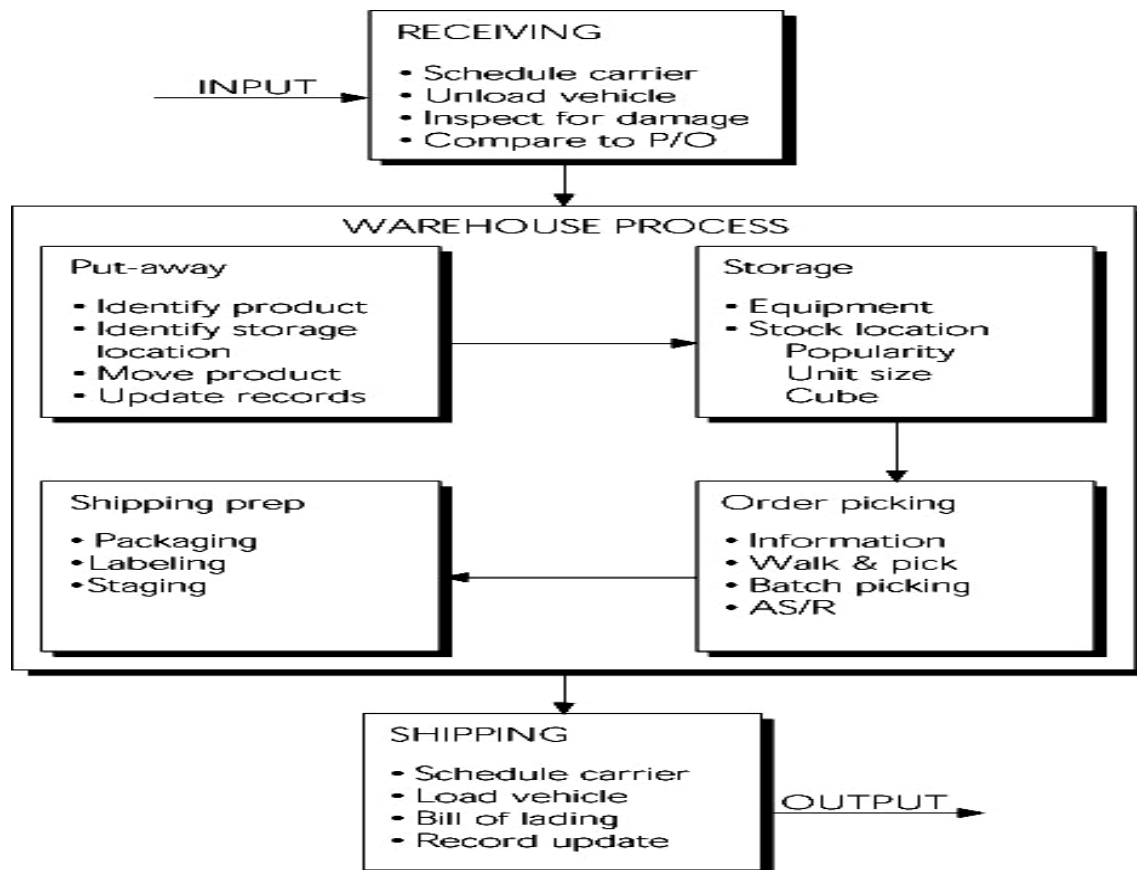
Centralisatie/Decentralisatie

De plaatsing van een of meerdere magazijnen tussen leverancier en afnemer hangt af van meerdere factoren.

- *Ligging* | Het is denkbaar dat een groep leveranciers dichtbij elkaar ligt, maar ver weg van een groep afnemers die op hun beurt wel weer dicht bij elkaar liggen. In dit geval is het handig goederen samen te laten komen in een magazijn bij de leveranciers, te transporteren naar een magazijn bij de afnemers, waarna het gedistribueerd kan worden naar de individuele afnemers. In elke situatie moet opnieuw de afweging gemaakt worden of herverpakking van goederen zinvol is.
- *Transportmogelijkheden* | De kortste weg is niet altijd de meest efficiënte. De plaatsing van magazijnen kan worden beïnvloed door de nabijheid van transportkansen als havens en vliegvelden.

3.3 Magazijnhandelingen

Een magazijn kent verschillende handelingen om zijn functies te vervullen. De uitgebreide materialflow is te vinden in Figuur 3. De belangrijkste aspecten worden hierna uiteengezet.



Figuur 3 Uitgebreide productflow door magazijn.[1]

Ontvangst

Voordat een lading in behandeling wordt genomen voor de daadwerkelijke magazijnhandelingen wordt het gecontroleerd naar volledigheid en op schade.

Wegleggen

Bij binnenkomst moeten producten geregistreerd worden. Zo kan worden bijgehouden welke producten er binnen zijn. Ook kan er gecontroleerd worden of producten bij aankomst niet beschadigd zijn.

Voordat een product weggelegd kan worden moet de opslagplaats worden bepaald. Dan kan de opdracht gegeven worden en uiteindelijk is het belangrijk dat er weer geregistreerd wordt waar het product terecht is gekomen.

Opslag

De opslag van producten kan van lange of korte duur zijn, of zelfs overgeslagen worden. Binnenkomende producten kunnen ook direct na eventueel herverpakken het magazijn weer verlaten. Dit fenomeen heet cross-docking.

De duur van opslag is een van de factoren die invloed heeft op de plek van opslaan. Opslagposities en een juist management van locaties zijn van grote invloed op de juiste werking van een magazijn.

Orderpicking

Na een order voor een bepaald product wordt opgezocht waar het product te vinden is. Er wordt een opdracht uitgegeven om het product op te halen. Na ophalen wordt het product naar de volgende afdeling gebracht.

Controle en verpakken

Hier worden producten weer gecontroleerd op beschadiging. Daarna worden pakketten met de juiste samenstelling gevormd. De pakketten worden ingepakt voor transport. Het is belangrijk dat in één keer een order juist wordt afgehandeld. Nauwkeurigheid komt de klanttevredenheid ten goede, maar voorkomt ook naar verhouding hoge kosten als orders worden teruggestuurd.

Transport

Voordat de pakketten op transport gaan worden ze weer zoveel mogelijk samengevoegd op pallets en dergelijke om het transport (met name laden en lossen) gemakkelijker en efficiënter (voorkomen van los volume) te maken.

3.4 Magazijn management systeem

Een magazijn management systeem of 'warehouse management system' (WMS) is een systeem dat het management van een magazijn vergemakkelijkt. Eigenlijk alle stappen genoemd in paragraaf 3.3 kunnen gevolgd worden in een goed WMS.

Naast de basisfuncties zijn er nog tal van gevorderdere en geavanceerde functies te implementeren. Zo kan het WMS in plaats van enkel een registrerend systeem ook het middelpunt van het magazijn worden en de orders rond wegleggen en orderpicking managen. Een andere trend is de uitbreiding van WMS naar leveranciers en afnemers om meer uniformiteit te creëren en zo nog sneller te kunnen reageren op de wensen van alle partijen.

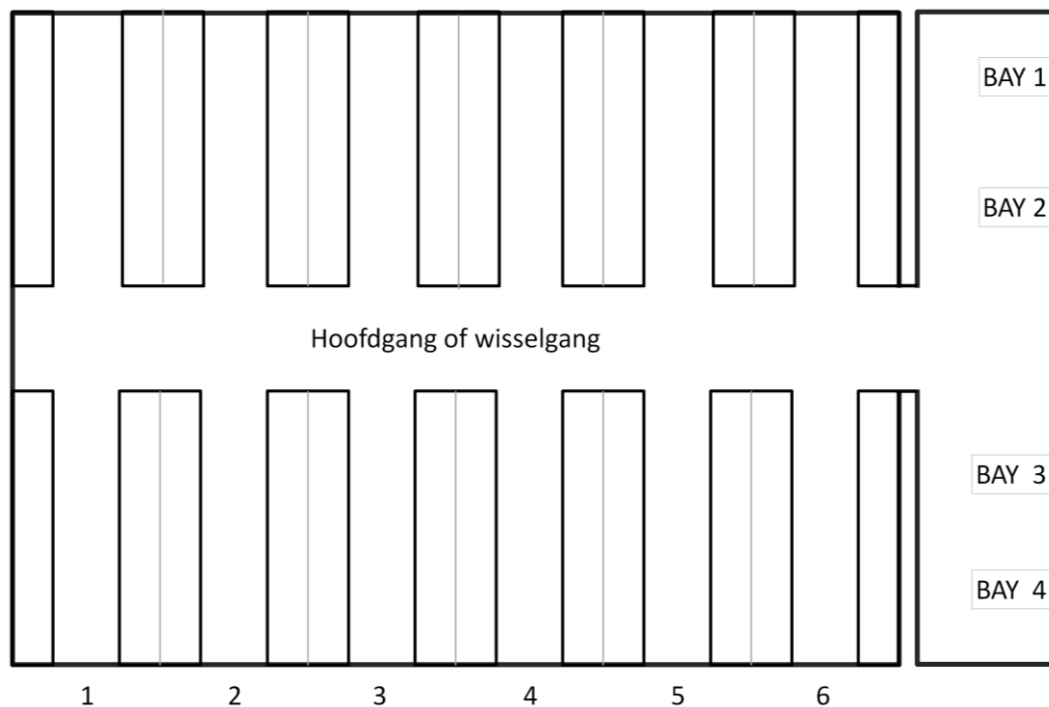
3.5 Voorbeeld magazijn

Er zijn talloze verschillende typen magazijnen, ontworpen naar invloed van factoren zoals de goederen die het behandelt, de mogelijkheden van de locatie, de verhouding tussen kosten voor loon- en kapitaalgoederen. Om een beeld te schetsen van het type magazijn waar deze opdracht op gebaseerd is, volgt hier een voorbeeld van een dergelijk magazijn.

3.5.1 Orderpickmethode

In deze opdracht wordt uitgegaan van een magazijn waarin mensen orders verzamelen. Dat kan met de hand zijn, maar ook met behulp van bijvoorbeeld een heftruck. Er wordt dus geen gebruik gemaakt van automatische opslag- en ontvangstsystemen (zogenaamde *Automatic Storage and Retrieval Systems*, of *AS/RS-systemen*). Er wordt wel uitgegaan van een magazijn dat beschikt over een WMS. Dit systeem heet een man-to-goods systeem en komt enorm veel voor in magazijnen en distributiecentra.

3.5.2 Layout



Figuur 4 Voorbeeld magazijn

In Figuur 4 is een voorbeeld van een layout van een magazijn te zien, in bovenaanzicht. Onderin de afbeelding zijn de gangen genummerd. Daartussen staan ruggelings de stellingen. Afhankelijk van het magazijn kunnen die manshoog zijn, zodat pickers met de hand artikelen kunnen picken of veel hoger (denk in de orde van 6 meter) voor het picken met heftrucks. De stellingen zullen ook in het echt altijd gemarkeerd zijn met bewegwijzering om de pickers de weg te leiden. De velden waar 'BAY' bij staat zijn de afleverplekken. Vaak zijn dit plekken waar vrachtauto's kunnen parkeren.

Fast-Pick Area

Sommige magazijnen maken onderscheid tussen producten met een lange opslagtijd en snel lopende producten. De snel lopende producten kunnen dan bij elkaar opgeslagen worden, zodat ze sneller achterelkaar opgehaald kunnen worden.

3.5.3 Organisatiestructuur

Magazijnen kennen vaak niet een heel uitgebreide hiërarchische structuur. Er is vaak wel een leidinggevende, maar het grootste gedeelte van de werknemers werkt op hetzelfde niveau, namelijk dat van orderpicken. Hoeveel er dat zijn hangt af van de grootte van het magazijn (aantal locaties) en snelheid waarmee orders moeten worden afgehandeld.

Orders van de klant komen binnen in het WMS. Het WMS verwerkt de orders tot picklijsten. Afhankelijk van de gekozen pickstrategie (waarover meer in paragraaf 4.2) en mogelijkheden van het WMS kan een picklijst simpelweg de klantorder zijn maar ook een anders samengestelde lijst. Die picklijst wordt doorgecommuniceerd aan de picker. Hoe dat precies in zijn werk gaat hangt weer af van de beschikbare technische hulpmiddelen.

4 Orderpicking

Orderpicken is het belangrijkste proces dat plaatsvindt in een magazijn. Het is het meest arbeidsintensieve proces en het bepaalt de tevredenheid van de klanten die lager in de supplychain liggen (*downstream*).

4.1 Hoe is orderpicking georganiseerd?

Op het simpelste niveau werkt eigenlijk elk magazijn hetzelfde. Er is een medium waardoor orders binnenkomen. De orders worden verdeeld over werknemers die de producten verzamelen in het magazijn en naar de juiste locatie brengen.

Het 'medium' waardoor orders binnenkomen is altijd een computer. Als die computer is uitgerust met een slim Warehouse Management System (WMS) dan kan het de orders op een slimme manier verdelen, waardoor het picken efficiënter kan worden uitgevoerd. Over deze pickstrategieën zo meer.

De locatie waar de producten heen worden gebracht kan een sorteer- en verpakafdeling zijn, maar ook een transport locatie om direct verder vervoerd te worden.

4.2 Typen pickstrategieën

Hoe het orderpicken in zijn werk gaat hangt van verschillende factoren af, zoals:

- Order grootte
- Afmetingen product
- Order kwantiteit/diversiteit

Er zijn verschillende strategieën te bedenken om een bepaalde set orders te verwerken. Het handigste is om een simpele situatie te bekijken van boodschappen doen bij de supermarkt [2] [3].

Order voor order

Je doet alleen boodschappen aan de hand van een boodschappenlijstje. Je loopt alle schappen af en neemt de producten die je nodig hebt.

Order voor order in zones

Je hebt van te voren nagedacht over de volgorde van de boodschappen op je lijstje. Schappen waar je niet hoeft te zijn sla je over.

Order voor order automatisch

In deze situatie leg je je boodschappen lijstje in je karretje en draag je je karretje over aan een medewerker. De medewerker pakt alle producten uit een bepaalde zone en geeft het karretje dan door aan de volgende medewerker in de volgende zone. Je haalt je karretje weer op bij de kassa.

Batchpick

Je moeder en buurvrouw hebben je gevraagd ook het een en ander mee te nemen. In plaats van drie maal met de afzonderlijke lijstjes door de supermarkt te lopen heb je de lijstjes samengevoegd en haal je in één keer alles. Het is mogelijk de artikelen direct te sorteren in verschillende mandjes (sort-while) of alles in je karretje te gooien en thuis uit te zoeken wie wat krijgt (sort-after).

Batchpick in zones

Net als de order voor order in zones, maar dan met verschillende lijsten in één keer.

Batchpick automatisch

Net als de order voor order automatisch, maar dan met verschillende lijsten in één keer.

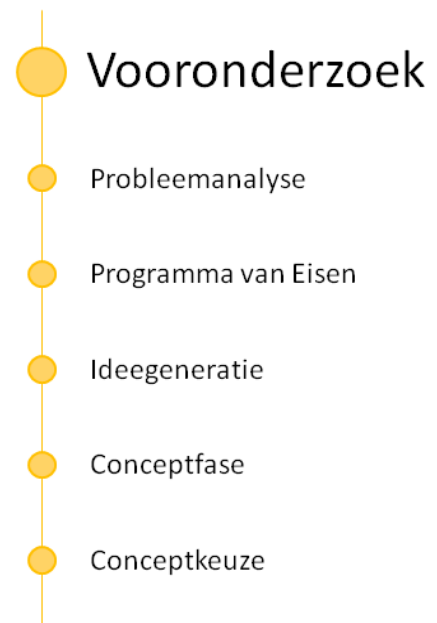
Wavepicking

De week nadat je voor drie mensen boodschappen deed heeft de buurt er lucht van gekregen en hebben veel meer mensen je een boodschappenlijstje meegegeven. Om de werkdruk aan te kunnen heb je 4 vrienden gevraagd je te helpen. De boodschappen zijn nu opgedeeld in de categorieën vlees, droogwaren, zuivel, brood en groenten. Op elke afdeling staat een van de vrienden. De boodschappen worden verzameld en naar de kassa gebracht. Daar worden de complete orders gesorteerd op boodschappenlijstje.

Deel II Vooronderzoek

Het vooronderzoek bestaat uit een uitgebreide opsomming van de verschillende oplossingen voor hulp bij orderpicking die nu beschikbaar zijn. Daarnaast is er ook een experimentele methode (pick-by-vision) opgenomen. Er wordt steeds een korte beschrijving gegeven van het hulpmiddel, dan worden er enkele voor- en nadelen opgesomd en tenslotte is er een noot over de kosten.

Daarna volgt een gedeelte over wat er nodig is om de technische hulpmiddelen te kunnen toepassen en welke kosten dat met zich mee brengt.



5 Huidige oplossingen voor hulp bij orderpicking

5.1 Picklijst

Als eerste in de serie van hulpmiddelen tijdens het picken komt het simpelste en oudste hulpmiddel; de picklijst.

5.1.1 Voorbeeld

Artikel	Hoeveelheid	Gang	Zijde	Rij	Klant	Gepickt?	Afgeleverd?
0168	1	1	L	10	1		
9584	4	5	R	5	3		
3345	8	5	R	3	2		
6374	2	4	R	7	1		
9173	3	5	L	9	3		
8462	5	3	R	1	1		
2665	9	3	L	5	1		
1356	7	1	L	2	3		
1470	4	1	L	6	1		
8824	1	2	R	5	2		
3626	2	3	R	6	2		
5698	5	5	R	5	3		
0002	3	5	L	5	3		
7998	4	4	L	7	1		
1555	6	1	L	3	2		
64						0	

Tabel 1 Voorbeeld van een picklijst

Tabel 1 geeft een idee van hoe een picklijst eruit ziet. Van links naar rechts wordt genoemd: het artikelnummer, hoeveel producten er moeten worden gepickt, in welke gang in het magazijn het product ligt, aan welke zijde in die gang het product ligt en voor welke klant het bedoeld is. Daarnaast staan een blanco kolommen om op af te vinken dat een artikel gepickt en afgeleverd is.

5.1.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Goedkoop*
- *Overzichtelijk* | Een geroutineerde picker ziet snel waar de producten liggen en heeft zo snel een idee van een goede route.

Nadelen

- *Geen geautomatiseerde realtime terugkoppeling* | Het is niet mogelijk in realtime te zien wat de status van een order is.
- *Extra handeling* | Om de picklijst goed bij te houden zijn een aantal handelingen nodig, dat kost tijd.
- *Geen handen vrij* | Voor het bijwerken van de picklijst zijn aandacht en twee handen nodig. Geen kans om te multitasken dus.
- *Foutgevoelig*

5.1.3 Toepassing

Picken met een picklijst wordt meestal toegepast in magazijnen waar nog niet nagedacht is over andere systemen. In sommige gevallen (vaak kleinere magazijnen) is het ook de voordeligste optie vanwege de lage investeringskosten.

5.1.4 Kosten

Picken met picklijsten kent eigenlijk geen noemenswaardige investeringskosten. Er is een printer nodig, inkt en papier, maar dat zijn verwaarloosbare bedragen.

5.2 Barcodescanner

Picken met barcodescanners is een mogelijke eerste stap in uitbreiding van een WMS. De barcodescanners worden ingezet om producten, locaties en verpakkingsmateriaal te scannen tijdens het picken. De informatie wordt draadloos verstuurd naar de centrale computer. Daarnaast beschikt de scanner over een display dat de picker instructies geeft over de te picken producten.

5.2.1 Voorbeeld

Barcodesystemen zijn er in veel verschillende varianten. Hieronder wordt een basisvariant besproken.



Figuur 5 Een picker met een barcode scanner[4]

De barcodescanner is een draagbaar apparaat dat via een draadloze verbinding orders ontvangt van het WMS. De order wordt pick-voor-pick door gecommuniceerd aan de picker. Deze vindt de juiste locatie, pakt het product, scant het, krijgt feedback van het apparaat waardoor hij weet of het het juiste product is, scant dan eventueel de doos op zijn kar, krijgt weer feedback (ditmaal over de juistheid van de doos) waarna de pick compleet is. Het apparaat kan nu weer draadloos aan het systeem doorgeven dat het klaar is voor de volgende order.

De variatie in de verschillende systemen zit voornamelijk in vormgeving. Zo zijn er apparaten vormgegeven met een 'pistolgrip' om ergonomischer te werken, of apparaten die aan de onderarm kunnen worden bevestigd (met de scanner op een vinger) om de handen vrij te houden tijdens het werken.

5.2.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Nauwkeurig* | Een nauwkeurigheid van bijna 100% worden behaald.
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.
- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*

Nadelen

- *Meenemen* | De scanner moet worden meegenomen.
- *Langzaam* | Door de extra verificatie stappen kan deze methode langzamer zijn dan een conventionele lijst.
- *Investering* | Voor een barcodesysteem is een investering nodig.

5.2.3 Toepassingen

Barcode technologie is de eerste stap richting een geautomatiseerde terugkoppeling en verificatie. Het wordt vaak gebruikt over een geheel magazijn maar is minder geschikt voor de fast-pick area. Barcodescanners worden steeds onhandiger naarmate er meer gepickt moet worden in minder overbrugde afstand. Omdat de scanner meestal in de hand gehouden wordt, moet het ergens neergelegd worden om het product te pakken. Dit probleem is minder aanwezig als producten met één hand gepickt kunnen worden (denk aan medicijndoosjes en dergelijke).

5.2.4 Kosten

Een barcodescanner die geschikt is voor orderpickprocessen kost om en nabij de 1200 euro. [5, 6]

5.3 TagWatch

De TagWatch, een merknaam voor een redelijk uniek systeem ontwikkeld door Logitrade, maakt gebruik van *Radio Frequency IDentification*-techniek (RFID) om te assisteren bij het picken. RFID is een techniek om op relatief kleine afstand informatie uit te wisselen tussen een zogenaamde 'tag' en een lezer. Er is geen contact nodig tussen de tag en de lezer om informatie uit te wisselen en de tags hebben slechts een heel kleine of geen eigen energiebron nodig om de *Elektronische Product Code (EPC)* te kunnen verzenden. 'Passive tags' halen hun energie via een resonantiecircuit uit het elektrisch veld van de ontvanger.

5.3.1 Voorbeeld



Figuur 6 De polsband van Logitrade's Tagwatch [7]

De TagWatch is een hulpmiddel dat bestaat uit een grote polsband die draadloos is verbonden met het WMS. De picker geeft het systeem input door met de polsband RFID-tags te scannen, die overal

in het magazijn te vinden zijn. Zo zijn er tags te vinden bij het beginpunt, waarmee het order 'Begin picking' naar de computer kan worden verstuurd. Daarna kan de tag op de heftruck of pompwagen worden gescand om de eerste picklocatie op te vragen. Die verschijnt op het scherm. Bij de picklocatie hangt een tag om te controleren of de picker de juiste locatie heeft gevonden.

5.3.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Handen vrij* | Ergonomisch werken
- *Nauwkeurig* | Een nauwkeurigheid van bijna 100% worden behaald.
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.
- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*
- *Snel* | Met RFID-techniek is het scannen van producten makkelijker dan met barcodes. De picker hoeft minder nauwkeurig te richten, wat bevestiging aan de pols ook werkbaar maakt. Dat maakt het systeem snel.

Nadelen

- *Investering* | Voor een TagWatchsysteem is een investering nodig.
- *Installatie* | Doordat overall in het magazijn RFID-readers moeten worden geïnstalleerd is de installatie vrij ingrijpend.

5.3.3 Toepassingen

In essentie heeft de TagWatch dezelfde toepassingen als het hierna behandelde Pick-by-voice. In situaties waarin handsfree werken de voorkeur heeft, kent ook de TagWatch toepassingen. In de details zijn er wat verschillen. Zo is de TagWatch niet volledig handsfree. De picker dient zijn pols tegen een tag te houden om productlocaties te verifiëren, waar Pick-by-voice wel volledig handsfree is. De TagWatch is de betere keuze in situaties met veel omgevingsgeluid.

5.3.4 Kosten

Logitrade kon helaas niet voor de deadline van dit verslag een richtprijs voor de TagWatch geven. Als mogelijk wordt hier in de eindpresentatie op teruggekomen.[8]

5.4 Pick-by-Voice

Bij pick-by-voice, ookwel voicepicking genoemd, wordt informatie uitgewisseld via een spraakcomputer en spraakherkenning. De picker draagt een headset met een microfoon op het hoofd en een computertje aan de riem.

5.4.1 Voorbeeld



Figuur 7 Een picker met een voicepicksysteem [9]

Een voicepicksysteem voorziet de picker stap voor stap van informatie over het te picken product. De picker kan bevestigen dat hij een opdracht heeft uitgevoerd door te spreken. Ook zijn er simpele commando's als 'herhaal' en dergelijke mogelijk om met de computer te communiceren. Dit systeem maakt het mogelijk om de handen en ogen vrij te houden om enkel met de omgeving bezig te zijn. Er zijn systemen waarbij de stem van de picker eerst geleerd moet worden aan de computer (het leerprogramma duurt 30 minuten tot een uur), maar er zijn ook systemen die zonder leerproces commando's kunnen herkennen.

5.4.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Handen en ogen vrij* | Ergonomisch werken
- *Nauwkeurig* | Een nauwkeurigheid van bijna 100% worden behaald.
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.
- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*
- *Snel* | Bij het vinden van een nieuwe picklocatie kunnen instructies 'on the fly' gegeven worden. Een picker hoeft niet te stoppen om een lijst te lezen.

Nadelen

- *Investering* | Voor een voicepickingsysteem is een investering nodig.
- *Minder sociaal contact* | Kletsen met collega's brengt de computer in de war.
- *Gevoelig voor omgevingsfactoren* | Ruis en ander productiegeluid kan het systeem verstoren.

5.4.3 Toepassingen

Pick-by-voice is voordelig op plekken waar veel gepickt moet worden met weinig afstand tussen de picklocaties. Omdat het systeem handsfree is kan de picker doorwerken terwijl hij het systeem bedient. Ook is het handig in gekoelde magazijnen. Pickers dragen daar handschoenen tegen de kou en kunnen zo nog moeilijker met de hand apparaten bedienen.

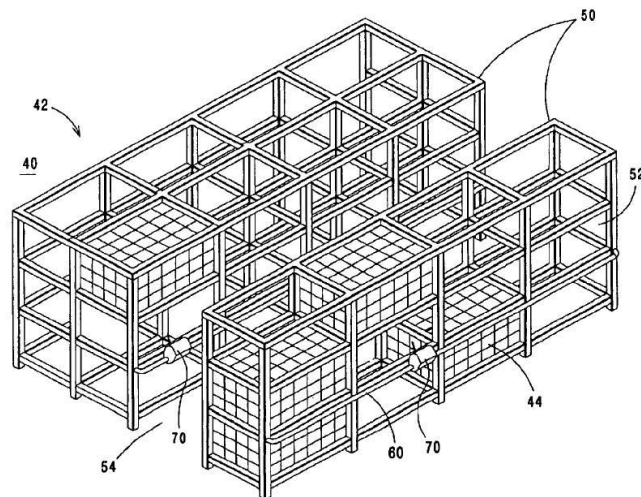
5.4.4 Kosten

De prijs van een losse voiceterminal verschilt per leverancier. De meeste prijzen liggen tussen de 1400 en 3000 euro. [5, 6]

5.5 Rackrunner

De Rackrunner is een apparaat, ontwikkeld door Twin Systems, een dochteronderneming van Jeka, dat op een rails aan de magazijnstelling is bevestigd. Het apparaat rijdt naar de picklocatie en geeft met LED-lampjes aan op welke hoogte er moet worden gepickt.

5.5.1 Voorbeeld



Figuur 8 (Links) De Rackrunner in actie [10]

Figuur 9 (Rechts) De Rackrunner op de stelling [11]

De procedure is als volgt. De picker geeft aan te willen beginnen met picken. De Rackrunner rijdt dan de stelling af. Onderweg scant het apparaat alle barcodes die het tegen komt. Als het bij de juiste locatie aankomt, dan stopt het apparaat. Op het apparaat is dan te zien hoe hoog er gepickt moet worden, hoeveel artikelen en het artikelnummer. De picker kan de pick ook op het apparaat bevestigen.

De Rackrunner is uitgevonden door Jeka, een bedrijf dat zich bezig houdt met logistieke bewegwijzering. Voor de ontwikkeling van de Rackrunner is de onderneming Twin Systems in het leven geroepen die het product uitontwikkeld heeft. Vervolgens is het door het bedrijf Costo op de markt gebracht. Hoewel het product af is en beschikbaar voor klanten, blijft groot succes uit. Het product is pas enkele keren geïmplementeerd.

5.5.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Handen en ogen vrij* | Ergonomisch werken
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.
- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*
- *Snel* | Een picker hoeft niet te lezen.

- *Extra equipment* | De Rackrunner kan, doordat het een autonome unit is die met zijn eigen energievoorziening aangedreven wordt, meer apparatuur meenemen. De picker hoeft het immers niet mee te slepen. Hierdoor is het mogelijk de Rackrunner uit te rusten met een groot en duidelijk scherm voor veel informatie en bijvoorbeeld een printer om direct labels te printen.

Nadelen

- *Ruimte* | De rails en de Rackrunner zelf nemen ruimte in op het oppervlak van de zogenaamde 'pickface'. De 'pickface' is het frontale oppervlak van een stelling. Als er ruimte ingenomen wordt op de pickface kan de achterliggende ruimte vaak niet gebruikt worden.
- Ruimte kost geld en het apparaat kan ook in de weg zitten.

5.5.3 Toepassingen

Vanwege de mogelijkheid om on-the-go labels te printen en een product klaar te maken voor vervoer, biedt de Rackrunner kansen in sectoren waar een enkele pick ook een complete order kan zijn. Die order is dan ook direct klaar voor vervoer.

5.5.4 Kosten

Costo, het bedrijf dat de Rackrunner leverde, is daarmee gestopt. Het bedrijf wil ook niets kwijt over de kosten die toepassing van de Rackrunner met zich mee brengt. [12]

5.6 Pick-by-vision

Pick-by-vision is de term voor het picken met behulp van Augmented Reality techniek. Augmented Reality is een virtuele laag die visueel over de echte wereld wordt heengelegd, gebruikmakende van monitoren of see-through-displays. De virtuele laag wordt bij orderpicking hulpmiddelen gebruikt om orderlocatieinformatie te communiceren aan een picker.

5.6.1 Voorbeeld

Het meest gevorderdere onderzoek in pick-by-vision technologie vindt plaats aan de Technische Universiteit van München in Duitsland. Meerdere publicaties, waaronder [13-16], wordt bericht gedaan van onderstaand onderzoek.



Figuur 10 (links) Een picker uitgerust met een pick-by-vision systeem [13]

Figuur 11 (rechts) Beeld van picklocatie gezien door HMD [14]

In Figuur 10 zie je het systeem op een order picker. Het bestaat uit een zogenaamde *Head Mounted Display* (HMD) dat is aangesloten op een kleine computer die op de rug van de picker hangt. Rond zijn middel hangt nog een kastje om het systeem input mee te kunnen geven.

De procedure is als volgt. De picker krijgt op zijn scherm de globale locatie van zijn eerste pickitem (rijnummer). Zodra de picker daar arriveert geeft hij via zijn inputterminal een signaal aan de computer. In Figuur 11 zie je het beeld dat een picker daarna ziet door zijn display bij een picklocatie. Het is in feite een tunnel die naar de locatie leidt. Als een picklocatie niet in het gezichtsveld van de picker ligt, dan vervormt de tunnel naar een van de zijden van het beeldscherm, op die manier aangevend dat het item verder links of rechts ligt. Na het picken herhaalt de procedure zich.

Dit concept wordt nog niet toegepast in magazijnen. De reden daarvoor is is dat het simpelweg nog niet ver genoeg ontwikkeld is. Er zijn wel al duurproeven van twee uur uitgevoerd [13], met wisselende resultaten. Hoewel het systeem nog vele bugs kent was er al wel een kleine verbetering te zien ten opzichte van traditionele papieren orderlijsten. Het systeem is nu dus niet toepasbaar, maar heeft wel potentieel om in de toekomst succes te hebben.

5.6.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Handen en ogen vrij* | Ergonomisch werken
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.
- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*
- *Snel* | Bij het vinden van een nieuwe picklocatie kunnen instructies 'on the fly' gegeven worden. Een picker hoeft niet te stoppen om een lijst te lezen.
- *Visuele bevestiging* | Snel

Nadelen

- *Investering* | Voor een pick-by-vision systeem is een investering nodig.

- *Nog niet toepasbaar* | Door vele onopgeloste bugs.
- *Grote uitrusting* | In [13] klagen proefpersonen niet over de grote hoeveelheid apparatuur die ze bij zich dragen, maar wel over hoofdpijn veroorzaakt door het HMD.

5.6.3 Toepassingen

Het pick-by-vision systeem wordt nog niet toegepast. Het lijkt erop dat het systeem in principe breed kan worden toegepast. Het is handsfree en kent automatische verificatie en terugkoppeling

5.6.4 Kosten

Dit product is nog niet op de markt. Het is dus ook niet te zeggen wat het zou kosten om dit systeem toe te passen. HMD's zijn in de regel niet goedkoop, zeker niet als gezocht wordt naar eentje met redelijk prestaties (de Microvision Nomad, gebruikt in het onderzoek in München valt daar onder). Verder zijn er nog meer systemen nodig voor plaats- en orientatiebepaling plus de kosten om een link met een centraal systeem tot stand te brengen. Naar schatting zal de prijs dus flink hoger liggen dan barcodescanners en voice, maar het is helemaal afhankelijk van de manier waarop het op de markt wordt gebracht.

5.7 Pick-to-light

Een pick-to-light systeem zit geïntegreerd in de stelling. Bij elke locatie zit een ledlampje dat gaat branden als er van daar een product moet worden gepickt.

5.7.1 Voorbeeld



Figuur 12 Een picker aan het werk met een pick-to-light systeem [17]

Pick-to-light systemen worden voornamelijk ingezet bij kleine pick-gebieden (bijvoorbeeld in de Fast-Pick Area). Er is één picker per systeem. Op het moment dat deze begint aan een nieuwe order begint er op de stelling een lampje te branden bij de juiste bak, optioneel kan er een display bijhangen dat het aantal aangeeft. De picker haalt het product op en bevestigt dat het gepickt heeft door op een knop te drukken. Op dat moment licht de volgende picklocatie op.

5.7.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- *Visuele bevestiging* | De picker weet eigenlijk direct waar hij moet zijn.
- *Handen vrij* | Ergonomisch werken
- *Papierloos* | Een papierloos systeem is overzichtelijk en netjes.

- *Geautomatiseerde realtime terugkoppeling*
- *Nauwkeurig* | Een nauwkeurigheid van bijna 100% worden behaald.

Nadelen

- *Minder geschikt voor slowmovers* | Bij producten met een langere doorlooptijd is het pickgebied groter. Het is echter moeilijk mogelijk meer mensen op een pickgebied in te zetten.
- *Investering* | Voor een pick-to-light systeem is een investering nodig.
- *Degelijk onderhoudsteam nodig* | Defecten aan het systeem (kapotte lampjes of bevestigingsknoppen, bedrading enz.) moeten direct gerepareerd worden, anders brengt dat gelijk tijdsverlies met zich mee.
- *Ingrijpende installatie* | Elke locatie moet worden voorzien van een display en alle bekabeling.

5.7.3 Toepassingen

Een pick-to-light systeem in de huidige vorm is eigenlijk alleen in te zetten in kleine pickareas met uitsluitend fast-moving items. Op dat gebied lijkt er ook geen snellere mogelijkheid om te picken.

5.7.4 Kosten

Toepassen van pick-to-light kost omgerekend zo'n 150 euro per lampje. Daarbij inbegrepen is dan de bekabeling en dergelijke naar het centrale systeem. Licenties en software zitten daar nog niet bij in. [12]

6 Randvoorwaarden en kosten technische hulpmiddelen

Het mag duidelijk zijn dat de randvoorwaarden om te kunnen picken met een traditionele picklijst niet omvangrijk zijn. Een printer en printerpapier is voldoende om aan het werk te kunnen. Bij alle draadloze apparaten die hierboven behandeld zijn (Barcode-scanner, TagWatch, Voicepicking, Rackrunner en Pick-by-vision) is echter meer randapparatuur nodig om met het systeem te kunnen werken. In veel gevallen kan de leverancier van de hulpmiddelen ook de randapparatuur leveren, daar hoeft echter niet altijd gebruik van gemaakt te worden (bijvoorbeeld bij bestaande infrastructuur).

Server

Er is een server met voldoende capaciteit nodig. Deze hoeft niet volledig te worden toegewijd aan orderpicking. Kosten van een server van voldoende capaciteit liggen tussen de 5000 en 10.000 euro [6].

Wireless Local Area Network

Er is een *Wireless Local Area Network (WLAN)* nodig om te communiceren met de draadloze apparaten. De kosten hiervan hangen voornamelijk af van de te bereiken ruimte. In hoofdstuk 12 worden verschillende standaard magazijnen gedefinieerd. Voor die magazijnen komen de kosten ongeveer op het volgende neer. Klein magazijn 2.000 euro, medium magazijn 5.000 euro, groot magazijn 10.000 euro [6].

Softwarelicentie

Om gebruik te mogen maken van de software om de hulpmiddelen aan te sturen is een licentie nodig. De prijs van deze licentie is afhankelijk van het aantal gelijktijdige gebruikers. Voor de magazijnen uit hoofdstuk 12 zou het aansturen van barcode- of voiceapparatuur ongeveer uitkomen op de volgende kosten. Klein magazijn 15.000 euro, medium magazijn 30.000 euro, groot magazijn 40.000 euro [6]. De andere systemen zullen waarschijnlijk vergelijkbare kosten met zich meebrengen.

Implementatie

De implementatie bestaat uit het installeren en testen van de systemen. Kosten liggen rond de 22.000 euro voor een klein magazijn, 35.000 euro voor een medium magazijn en 48.000 euro voor een groot magazijn.[6]

Support

Veel leveranciers bieden 24 uur per dag, 7 dagen per week ondersteuning aan voor hun systemen. Supportcontracten kosten ongeveer 20% van de licentiekosten per jaar.[6]

Deel III Probleemanalyse

In dit deel wordt een denkbeeldig optimaal pickproces vergeleken met de werkelijke situatie van de verschillende systemen. Op die manier wordt inzicht vergaard in de werkwijze, overeenkomsten, verschillen en knelpunten van de systemen. Aan de hand van die informatie kunnen vervolgens problemen geïdentificeerd worden.



7 Analyse van het pickproces

7.1 Werkwijze

In bijlage A is de workflow van een orderpicker te zien, gebaseerd op picken met een papieren picklijst. Het grootste gedeelte van een werkdag van een orderpicker speelt zich af tussen 'Gang pick opzoeken' en 'Droppen bij bay'.

Daarnaast staan de essentiële acties van een orderpicker tijdens die workflow. De workflow van essentiële acties is te zien als een werkende orderpicker in de ideale wereld. De picker komt aan het begin van de dag het magazijn in en gaat aan het werk. Hij is de hele dag met niets anders bezig dan reizen en picken. Daarbij hoort een magazijn dat constant de acties van de picker detecteert en registreert. Vanaf nu wordt de tijd besteed aan essentiële acties door de orderpicker uit Bijlage A gedefiniëerd als *Value Added Time (VAT)*. Alle andere tijdsbestedingen worden gedefiniëerd als *Non-Value Added Time (NVAT)*.

Hulpmiddelen voor orderpickers zijn zo ontworpen om NVAT zoveel mogelijk te reduceren, fouten te voorkomen en acties te registreren in het WMS.

In bijlage B-1 zijn vier van de zes beschouwde orderpickingmethoden geanalyseerd ten opzichte van de flowcharts uit bijlage A. De systemen uit bijlage B-1 zijn de systemen die breed (kunnen) worden ingezet in een magazijn en dus niet beperkt zijn tot de fast-pick area. In bijlage B-2 staan de laatste twee systemen die allebei geschikter zijn voor toepassing in gedeelten van het magazijn. Beide systemen werken ook alleen *in* de gang, de weg naar de gang moet zelf gevonden worden. De legenda in bijlage B-0 geeft meer informatie over kleurcodes en symbolen.

7.2 Resultaten analyse

In deze paragraaf worden de flowcharts uit bijlage B-1 en B-2 stuk voor stuk kort behandeld. In principe zouden de flowcharts voor zich moeten spreken, maar sommige annotaties vragen wellicht om een korte toelichting.

7.2.1 Toelichting per systeem

Papieren orderlijst

De papieren orderlijst geldt als de referentie in deze analyse, daardoor zijn alle vakjes per definitie ongekleurd. Wat betreft registraties zien we bij het aanmelden, het ophalen van de order en het afmelden een realtime terugkoppeling naar het systeem, wat in feite komt omdat de orderpicker op dit moment rechtstreeks in het systeem werkt. Later zijn er vertraagde terugkoppelingen die pas worden ingevoerd als de orderlijst terugkomt. Verder zien we dat een orderpicker waarschijnlijk simultaan de gang van de pick en de exacte locatie afleest, aangezien deze naast elkaar staan op de lijst. Zodra de picker voor de locatie staat kijkt hij opnieuw op zijn lijst voor het productnummer, aantal en klant, waarna hij waarschijnlijk de pick zal afvinken voordat hij daadwerkelijk pickt (iets dat niet volledig de bedoeling is, maar ook weinig kwaad kan).

Barcodescanner

De barcodescanner is niet sneller bij het aanmelden, maar het ophalen van de order gaat met één druk op de knop. Vervolgens krijgt de picker de benodigde informatie per pick aangediend, wat voorkomt dat hij moet zoeken op de lijst (iets sneller en iets minder kans op fouten). Het verifiëren

van het productnummer gaat een stuk sneller, vervolgens staat de laatste informatie op het scherm die wederom met één druk op de knop bevestigd kan worden. Het apparaat moet in sommige gevallen nu weggelegd worden om te kunnen picken, wat resulteert in een klein tijdverlies.

TagWatch

De TagWatch moet aan de pols worden bevestigd, dit resulteert bij het aanmelden in een miniem tijdverlies. Vervolgens is de procedure veelal gelijk aan die van de barcodescanner. Doordat de handen vrij zijn om te picken gaat dit iets sneller, net als het registreren van de pick dat daarop volgt (bij de TagWatch wordt dit ook daadwerkelijk na de pick gedaan, waar het bij de barcodescanner handiger is dit voor de pick te doen).

Pick-by-Voice

Voordat men kan gaan voicepicken moet er weer iets meer uitrusting worden aangemeten dan bij de voorgaande systemen. Vervolgens heeft men baat bij het feit dat het systeem naast handsfree ook 'eyesfree' is. Doordat er dus niet geconcentreerd hoeft te worden op het aflezen van een papier of apparaat gaat dit vlotter. Ook betekent dit dat de picker tijdens het horen van instructies beter in staat is door te werken, waardoor we rondom de daadwerkelijke pick veel overlappende acties zien. Terwijl het artikel gepickt wordt, worden alle formaliteiten rond controle en registratie afgehandeld.

Pick-by-Vision

Pick-by-vision spant de kroon wat betreft de grote uitrusting. Daarbij moet wel in het achterhoofd gehouden worden dat het systeem nog in ontwikkeling is en dat het uiteindelijke product wel eens makkelijker zou kunnen zijn in gebruik. Hoewel het systeem niet 'eyesfree' is zoals pick-by-voice, heeft het wel dezelfde voordelen. Doordat de informatie zonder eigen actie recht voor de neus van de orderpicker verschijnt kan deze gewoon doorgaan met zijn taken. Ergens gedurende het navigeren naar de locatie leest de picker het aantal items en klantnummer al af. Het vinden van de exacte locatie is erg snel. Een picker beschouwt een locatie als 'gevonden' zodra hij de locatie ziet. Pick-by-vision wijst de locatie aan en is daardoor op dat gebied wel sneller dan voicepicking. Verificatie van het productnummer zit op dit moment nog helemaal niet geïntegreerd in het systeem (dat is wel snel, maar niet nauwkeurig).

Pick-to-light

Pick-to-light kent dus geen ondersteuning voor het vinden van een gang. Binnen de gang is het razendsnel. Net als pick-by-vision heeft het systeem een visuele bevestiging van de locatie. Het aflezen van het aantal en klant gebeurt van het schermje op de locatie, daarnaast zit de bevestigingsknop om verder te gaan met de volgende pick. Vanaf het moment dat de picker de locatie ziet, is alle benodigde informatie en materialen voor handen, wat betekent dat hij veel dingen tegelijk kan doen en de pick snel kan afhandelen.

Rackrunner

De Rackrunner deelt de pick op in een horizontale locatie en een verticale locatie. Daarmee heeft een soort semi-visuele bevestiging. De Rackrunner kan gewoon gevolgd worden zodra deze begint te rijden, dus de reistijd van de Rackrunner is geen verloren tijd. Verificatie van het productnummer wordt wederom niet ondersteund.

7.2.2 Generieke conclusies

Naast de analyses van de afzonderlijke systemen die inzicht geven in de voor- en nadelen ten opzichte van elkaar, zijn er ook een aantal conclusies te trekken uit het geheel.

Simultaan uitvoerbare acties komen de efficiëntie ten goede

In het algemeen is te zeggen dat het simultaan uitvoeren van NVAT-handelingen met VAT-handelingen een positief effect heeft op de efficiëntie van het proces. Vooral reistijd is een goede vorm van VAT om te combineren met NVAT; NVAT-handelingen vertragen de reistijd nauwelijks.

Veel acties rond de pick brengen tijdverlies

Veel systemen vragen op het moment dat er daadwerkelijk gepickt moet worden om een aantal handelingen. Bevestigen van het productnummer, communicatie rond aantal en klant en het registreren van de pick zijn daar voorbeelden van (allen NVAT). Sommige systemen laten het niet toe handelingen simultaan uit te voeren (TagWatch) andere wel (Voicepicking). Maar zelfs als NVAT-handelingen simultaan kunnen worden uitgevoerd aan VAT-handelingen dan is zo laat in het pickproces onhandig. De hoeveelheid bestede VAT in deze fase is beperkt, waardoor de NVAT vaak de VAT overschrijdt.

Verificatie productnummer is niet essentieel

Verificatie van het productnummer gebeurt niet in alle systemen. Dit lijkt slecht, maar als bijvoorbeeld naar pick-to-light gekeken wordt, dan is de indicatie van de productlocatie zo duidelijk dat de kans op een pickfout heel klein wordt. Daardoor is het logischer om de verificatiestap over te slaan. Als het vinden van de locatie dus heel nauwkeurig gebeurt kan de verificatie minder nauwkeurig gebeuren (of overgeslagen worden). Andersom zou in principe ook kunnen.

Handsfree werken komt de efficiëntie en ergonomie ten goede

Handsfree lijkt een absolute must te zijn. Zowel bij het verkrijgen van locatie- en pickinformatie als bij het picken zelf is het sneller. Daarnaast is het voor de picker prettiger en ergonomischer werken.

'Eyesfree' werken komt de efficiëntie en ergonomie nog meer ten goede dan handsfree werken

Eyesfree is eigenlijk de overtreffende trap van handsfree. Alle systemen die eyesfree zijn, zijn ook handsfree. Het geeft de orderpicker de vrijheid zijn aandacht te richten op de omgeving. Dit is wederom sneller, prettiger en ergonomischer en kan daarnaast ook de veiligheid nog ten goede komen.

Deel IV Programma van Eisen

In dit deel wordt aan de hand van de voorgaande analyses een Programma van Eisen opgesteld. Het Programma van Eisen stelt vast welke eigenschappen het nieuwe orderpicking systeem moet hebben.



8 Programma van Eisen

Het Programma van Eisen (PvE) is opgebouwd uit verschillende onderdelen. Allereerst moet in het PvE beschreven worden waar het werkelijk om gaat (veelal vanzelfsprekend, maar voor de volledigheid onontbeerlijk).

- Het hulpmiddel moet een orderpicker van een willekeurige locatie (A) naar een de volgende picklocatie (B) kunnen wijzen.
- Het hulpmiddel moet tijdbesparing opleveren ten opzichte van de bestaande systemen.
- Het hulpmiddel moet kans op pickfouten reduceren ten opzichte van de papieren orderlijst.
- Het hulpmiddel moet de afzonderlijke stappen in het pickproces telkens terugkoppelen aan het WMS.

Dan zijn er de voor- en nadelen uit hoofdstuk 5. Voordelen moeten zoveel mogelijk terugkomen in het nieuwe ontwerp en nadelen moeten worden uitgesloten. Op basis van die informatie komen we tot de volgende eisen:

Op basis van voordelen

- Het hulpmiddel moet visueel de te vinden locatie aangeven.
- Het hulpmiddel moet handsfree te gebruiken zijn.

Op basis van nadelen

- Het hulpmiddel mag niet hinderlijk aan de gebruiker vast zitten.
- Het hulpmiddel moet makkelijk te installeren en repareren zijn.
- Het hulpmiddel mag niet communiceren aan de hand van voice-input.

Deel V Ideegeneratie

In deze fase wordt allereerst een kader gevormd waarin de oplossing van het probleem moet liggen. Dit kader is gebaseerd op het Programma van Eisen, maar gaat dieper in op mogelijkheden waar het Programma van Eisen zich beperkt tot -zoals de term verradt- eisen. Vervolgens worden systematisch deeloplossingen bedacht en uitgewerkt. De laatste stap bestaat uit het combineren van deeloplossingen naar een totaaloplossing.



9 Kader voor Ideegeneratie

Er zijn een aantal conclusies uit het Vooronderzoek en de Probleemanalyse die geen plek konden krijgen in het Programma van Eisen maar wel als fundament moeten dienen voor de Ideegeneratie. Dit kader plus het werkelijke PvE vormen het startpunt voor de ideegeneratie. Sommige auteurs zouden dit hoofdstuk verwerken in een Programma van Wensen.

9.1 Conclusies Probleemanalyse

Deze zijn veelal te vinden in paragraaf 7.2.2. Hieronder een opsomming van zaken die onontbeerlijk zijn als voorkennis voor de ideegeneratie.

- Streef naar overlap van NVAT en VAT.
- Elimineer NVAT zoveel mogelijk uit de laatste fase in het pickproces. Waar nodig verplaatsen naar vroeger in het proces.
- Beoordeel of een verificatiestap noodzakelijk is.
- Streef naar een 'eyesfree' oplossing.

9.2 Internet of Things

Het is opvallend dat alle onderzochte systemen input vragen van de gebruiker. Hulpsystemen zijn ontworpen om efficiënter te werken in een magazijn. Tijd die besteed wordt aan communiceren met het systeem is dus een heel vreemd fenomeen, want het is per definitie verlies. Uiteraard kan het gezien worden als een kleine tijdsinvestering om later meer tijd terug te winnen, maar het is logisch om te zoeken naar oplossingen die deze tijdsinvestering elimineren. Helaas kan een hulpsysteem weinig doen zonder input. De vraag is dus of er oplossingen te bedenken zijn die geen expliciete input vragen van de gebruiker.

Internet of Things, een principe dat voor het eerst werd geïdentificeerd door Kevin Ashton [18], is een visie op een internet dat niet alleen personen (via computers) met elkaar verbindt, maar ook dingen. Er wordt uitgegaan van niet-menselijke input op computers. Dit denkbeeld zal gebruikt worden in het verdere ontwerpproces. Er wordt uitgegaan van een situatie waarin het te ontwerpen systeem alle informatie heeft die het nodig heeft om te kunnen opereren. Daarnaast wordt nagedacht over mogelijkheden om dit ook waar te kunnen maken met behulp van slimme sensoren en dergelijke.

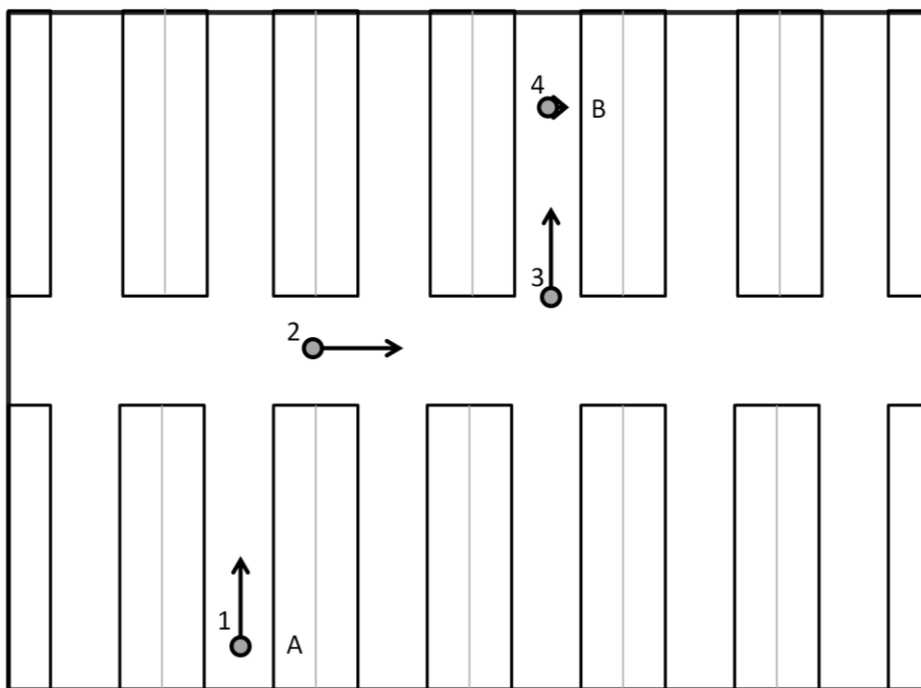
10 Aanpak idee generatie

Om systematisch naar de oplossing van dit probleem te kijken wordt een morfologisch schema opgesteld. Deze techniek laat de gebruiker eerst onderscheiden uit welke onderdelen een probleem allemaal bestaat. Vervolgens wordt er voor elk onderdeel onafhankelijk een rij oplossingen bedacht. Deze oplossingen worden tot op een basisniveau uitgewerkt. Uiteindelijk wordt er een pad gekozen door de oplossingen om tot een totaaloplossing te komen. Sommige deeloplossingen zijn niet te combineren met andere deeloplossingen, andere wel. Het is gebruikelijk meerdere oplossingspaden iets nauwkeuriger uit te werken (in de conceptfase) voordat overgegaan wordt tot conceptkeuze.

10.1 Oplossingsonderdelen

10.1.1 Fases orderpicker

In Figuur 13 zien we een bovenaanzicht van een magazijn met daarin de verschillende posities waar een orderpicker zich kan bevinden. Niet elk magazijn ziet er zo uit, maar de resultaten uit dit onderzoek zouden gemakkelijk moeten kunnen worden toegepast in andere situaties. In een normale situatie zal de picker zich van zijn vorige picklocatie (in de figuur locatie A) begeven naar de volgende locatie (B). Om van A naar B te komen worden vier fases onderscheiden waarbij de orderpicker door het te ontwerpen hulpmiddel gewezen moet worden. In sommige situaties kunnen fase 1 en 2 overgeslagen worden.



Figuur 13 Bovenaanzicht van een magazijn met daarin de verschillende fases

Fase 1 | Terugleiden naar de hoofdgang

Het systeem communiceert dat de orderpicker zich naar de hoofdgang moet begeven en ook of deze de gang links- of rechtsaf in moet slaan.

Fase 2 | Leiden naar de juiste zijgang

Het systeem communiceert naar welke zijgang de orderpicker moet en eventueel aan welke zijde van de gang de picklocatie zich bevindt.

Fase 3 | Leiden naar de juiste locatie

Het systeem communiceert welke exacte locatie de picker zoekt.

Fase 4 | Aantal en klant doorgeven

Het systeem communiceert extra informatie zoals het aantal te picken items en de klant die bij het item hoort, zodat het in de juiste klantenbak gelegd kan worden in geval van sort-while-picking.

10.1.1 Internet of Things functies

Identificeren fase orderpicker

Het systeem moet informatie vergaren over de locatie van de orderpicker om zo te kunnen bepalen in welke fase van het proces de picker is.

Bevestigen pick

Het systeem moet identificeren of het gepickte item het juiste item is, eventueel of het juiste aantal items gepickt is, eventueel of het gesorteerd is in de juiste klantenbak en registreren dat het item gepickt is in het WMS.

10.2 Morfologisch schema

Aan de hand van deze oplossingsvariabelen is een morfologisch schema opgesteld, wat te vinden is in bijlage C. Van elke oplossing is ook een schets gemaakt die te vinden is in de bijlages D-1 t/m D-6. Deze schetsen zullen in hoofdstuk 11 hieronder behandeld worden.

11 Ideeën

De schetsen in bijlage D-1 t/m D-6 geven een impressie van de verschillende oplossingen voor de verschillende fases uit het morfologisch schema. In het algemeen geldt dat de al bestaande omgeving in zwart is weergegeven en dat de oplossing die daar aan toe wordt gevoegd oranje is getekend. In Tabel 2 hieronder staat per idee (en schets) een korte toelichting.

Schets-nummer	Idee	Korte beschrijving
1, 10, 19, 28	-	Overzicht van het magazijn waarin de betreffende fase is weergegeven.
2, 11, 20	-	Weergave van wat de orderpicker ziet vanaf een bepaalde fase. Alles in oranje geeft aan welke informatie er aan de picker moet worden gecommuniceerd.
3, 12, 21	Helikopter	De orderpicker volgt een helikoptertje dat de weg in het magazijn kent. In fase 3 (schets 21) straalt de helikopter de locatie aan met een lamp/laser.
4, 13, 22	Ledjesspoor	In de grond zitten ledjes verwerkt. De picker volgt het spoor van de oplichtende ledjes. In fase 3 (schets 22) kan dit systeem niet de hoogte van de picklocatie doorcommuniceren.
5, 14	Lampen eind stelling	Aan het eind van de stelling hangen lampen. De picker slaat af in de richting van de brandende lamp.
6, 15	Spot met sjabloon	Een spot projecteert pijlen op de vloer. De picker volgt de aanwijzingen.
7, 16, 25	Movinghead op kar	Een movinghead (bewegende theaterlamp) straalt de richting aan. De picker kan zowel aan het licht als de oriëntatie van de lamp de richting zien.
8, 17	Trilapparaat	De picker krijgt een trilsignaal om aan te geven dat hij terug moet naar de hoofdgang (fase 1, schets 8) of om aan te geven welke gang hij moet hebben (fase 2 schets 17). In het laatste geval zou het apparaat

		bijvoorbeeld kunnen gaan trillen zodra de betreffende gang genaderd wordt. Verschillende trilactuatoren of standen zouden iets kunnen zeggen over de richting.
9, 18, 27 36	Voice	Het bekende voicesysteem geeft uitleg over de te nemen route (schets 9 en 18), de te vinden locatie (schets 27) of extra informatie (schets 36).
23	2D-Rackrunner	De Rackrunner kennen we uit paragraaf 5.5. Deze oplossing bestaat uit een Rackrunner die ook in de hoogte kan bewegen.
24	Movinghead	De movinghead straalt de locatie aan.
26	Rackrunner+Lamp	Wederom als basis de Rackrunner uit paragraaf 5.5. Nu is een lamp toegevoegd die de verticale locatie aangeeft.
30	Centraal scherm	Per vooraf bepaalde afstand is een scherm beschikbaar waar de informatie voor de orderpickers op wordt weergegeven.
31	Projecteren op locatie	Op alle locaties is een ruimte vrijgemaakt om op te kunnen projecteren. Een centrale draaibare projector verzorgt die projectie.
32	Projecteren op grond	Zelfde als projectie op locatie maar dan op de vloer voor de locatie.
33	Vanaf pickkar projecteren op locatie	Zelfde als projectie op locatie maar dan vanaf de pickkar inplaats van een centrale projector.
34	Vanaf pickkar projecteren op grond	Wederom een projectie vanaf de kar, maar nu gericht op de vloer voor de locatie.
35	Scherf op kar	Er zit simpelweg een scherm op de pickkar dat de hele route lang de informatie weergeeft.
37	Scherf Rackrunner	De bekende oplossing van de Rackrunner met een scherm (origineel, zie paragraaf 5.5)
38, 39	RFID-poortjes	RFID-poortjes worden in winkels als anti-diefstalbeveiliging gebruikt. In een magazijn kunnen ze gebruikt worden om te bepalen dat een orderpicker een bepaald punt passeert.
40	Knop op picker	De picker draagt een kastje bij zich waarop hij aangeeft voor welke fase hij instructies wil ontvangen.
41	Indoor Positioning via WLAN	Een bestaand WLAN-netwerk kan gebruikt worden om de locatie (en dus fase) van orderpickers te bepalen.
42	RFID-scan	Producten die op de kar worden geplaatst worden automatisch gescand en gecontroleerd op juistheid.
43	Logitrade's pickgordijn	Het pickgordijn, gepatenteerd door Logitrade, is een virtueel gordijn voor alle picklocaties. Alleen de juiste locatie wordt vrijgegeven, als ergens anders gepickt wordt gaat er een alarm.
44	Wegen	Als het gewicht van de producten bekend is kan door middel van een in de pickkar geïntegreerde weegschaal gemeten worden of het juiste product is gepickt.

Tabel 2 Toelichting ideeën deelproblemen

Deel VI Conceptfase

In deze fase worden de ideeën uit de ideegeneratie systematisch beoordeeld. Aan de hand van die beoordeling kunnen via het morfologisch schema concepten gevormd worden.



12 Beoordelen oplossingsonderdelen

Om een keuze te kunnen maken uit de deeloplossingen en daarmee een totaaloplossing, moeten de deeloplossingen worden beoordeeld naar kwaliteit. Er zijn verschillende criteria bedacht waarop de kwaliteit beoordeeld kan worden en waarmee ook een goede vergelijking kan worden gemaakt. Het kostenaspect is om verschillende redenen moeilijker te beoordelen en te vergelijken. Daarom is het volgende bedacht.

Kosten

Eerst een voorbeeld van de moeilijkheden die ontstaan bij het vergelijken van de kosten van twee deeloplossingen. Kijken we naar een voicesysteem, dan zien we kosten van gemiddeld €2250,- per gebruiker. Een andere oplossing, bijvoorbeeld de spot met verschillende sjablonen, kost €300 per 10 meter gang. Het is niet gemakkelijk te zeggen welke van de twee systemen nu het duurst is.

Om dat te vergemakkelijken zijn er drie ‘standaard magazijnen’ geformuleerd, waarvoor dan weer de kosten van toepassing van een deeloplossing kunnen worden bepaald, om een vergelijking te kunnen maken. Het is ingewikkeld om bijvoorbeeld een ‘klein’ magazijn te definiëren, omdat er veel factoren zijn die de eigenschappen daarvoor bepalen. Voor de hand liggende dingen als aantal orders en ordergrootte, maar ook minder voor de hand liggende zaken als ‘uitslagtijd’ zijn voorbeelden van dat soort factoren. Voor de vergelijking is het vooral van belang dat er verschillende standaardmagazijnen zijn, om te voorkomen dat sommige deeloplossingen onterecht voordeliger uit de schatting komen. In Tabel 3 staan de standaardmagazijnen. Er is uitgegaan van een locatiegrootte van 40 cm breed bij 60 cm diep, en een layout zoals in Figuur 13 (stellingen ruggelings geplaatst, één wisselgang)

	Klein magazijn	Medium magazijn	Groot magazijn
Aantal locaties	3.000	9.000	30.000
Aantal orderpickers	2-8	6-24	20-80
Aantal stellingen	33	56	102
Aantal picklagen	3	3	3
Aantal meter gang	216	628	2051
Oppervlak in m²	700	2000	6600

Tabel 3 Standaard magazijnen

Om de verschillen uit te vergroten wordt voor het kleinste magazijn uitgegaan van het kleinste aantal pickers (2), voor het medium magazijn een gemiddeld aantal pickers (15) en voor het grote magazijn een groot aantal pickers (80).

Ontbrekende kosten

Er zijn drie ideeën waarvoor de kosten ontbreken: de Rackrunner, Logitrade's Pickgordijn en de helikopter.

Over de Rackrunner is helaas niets te zeggen omdat het bedrijf dat de Rackrunner leverde (Costo) dat nu niet meer doet. Het maken van een kostenschatting heeft weinig zin omdat de Rackrunner gepatenteerd is en daardoor de kosten niet alleen bepaald worden door de onderdelen, maar ook door licenties. Daarover wilde Costo niets kwijt. [12]

Van Logitrade's pickgordijn zijn helaas geen kosten bekend omdat Logitrade deze gegevens niet voor de deadline van het verslag kon aanleveren. Mogelijk dat deze ten tijde van de presentatie wel bekend zijn. [8]

Over de helikopter is moeilijk iets te zeggen omdat dat een veel uitgebreidere uitwerking van het idee zou vergen. Om iets te zeggen over de grootte en de besturing zou veel onderzoek gedaan moeten worden. Daarnaast spelen veiligheidsaspecten een rol, die de kosten nog verder op zouden kunnen drijven. Het is ook heel moeilijk iets zinnigs te zeggen over die kosten. Omdat dit idee qua haalbaarheid toch niet tot de kanshebbers voor toepassing behoort is besloten verder geen energie te steken in de kostenafschatting.

12.1 Fases orderpicker

In bijlage E-1 is een tabel te vinden van de oplossingsonderdelen voor de orderpicker en hun beoordeling.

Criteria

Voor de deeloplossingen in het pickproces is gekozen voor de volgende beoordelingscriteria, sterk gebaseerd op het Programma van Eisen (hoofdstuk 8) en het kader voor ideegeneratie (hoofdstuk 9).

- Kosten
- Visuele bevestiging
- Beperking NVAT
- Last gebruiker
- Onderhoudsgemak
- Installatiegemak
- Haalbaarheid
- Ruimte op pickface (enkel fase 3 en 4)

Merk op dat sommige criteria zoals 'handsfree' en 'mate van foutenreductie' achterwege zijn gelaten omdat alle systemen goed scoren op die criteria.

12.1.2 Resultaten

De deeloplossingen zijn gerangschikt naar eindoordeel. Hieronder worden per fase de belangrijkste oplossingen behandeld.

Fase 1 & 2

Fase 1 & 2 tonen veel gelijkenissen en ook de volgorde maakt elkaar weinig. Het lampensysteem spant de kroon omdat het simpelweg goed werkt voor de lage kosten. Op onderhoud scoort het iets minder, omdat een kapotte lamp gelijk het hele systeem hindert. De systemen die met de picker meereizen hebben bij falen enkel consequenties voor de picker in kwestie. Die kan zo een nieuw apparaat ophalen. In deze fases doet de deeloplossing 'spot met sjabloon' het om dezelfde redenen goed, maar dit is wel flink kostbaarder. De 'movinghead op kar' eindigt derde, met een betere score op onderhoud, maar minder op last gebruiker (ruimte en gewicht op pickkar) en kosten.

Fase 3

In fase 3 komt de 'movinghead aan het plafond' als beste uit de bus, met als enkele malus de hoge kosten en de bekende onderhoudsissues. De twee ideeën met de Rackrunner als basis zijn verder de

enige ideeën die goed genoeg zijn om mee te nemen. Het is jammer dat er niets bekend is over de kosten, dat zou een factor kunnen zijn die de Rackrunner interessanter maakt dan de movingheads.

Fase 4

Een scherm op de pickkar werkt het beste in deze fase omdat het de NVAT rond deze fase volledig kan uitbannen. De picker heeft immers de hele route al de kans het scherm te lezen, iets wat bij de andere systemen niet of minder goed kan. De Rackrunner heeft dit voordeel niet en verliest ook op onderhoud en installatie. Voice doet goed mee, maar verliest op last voor de gebruiker en kosten.

12.2 Internet of Things functies

In bijlage E-2 staat de tabel van de Internet of Things functies en hun waardering.

Criteria

Voor de Internet of Things functies zijn de volgende criteria gebruikt:

- Kosten
- Nauwkeurigheid
- Last gebruiker
- Installatiegemak
- Onderhoudsgemak
- Beperking NVAT

12.2.2 Resultaten

Identificeren fase

Het Indoor Positioning System biedt de meest professionele en nauwkeurige oplossing zonder veel duurder te zijn en wint daardoor. De RFID-poortjes verliezen op installatie en onderhoud, maar ook op nauwkeurigheid. Een systeem dat exact de locatie van de picker kan bepalen biedt meer mogelijkheden dan een systeem dat enkel een gebied aan kan geven. Hoewel de 'knop op picker' het allround goed doet mist het kwaliteiten op het zwaarwegende criterium van last voor de gebruiker.

Bevestigen pick

Voor het bevestigen van de pick scoort de RFID-scan op de pickkar het beste qua prestaties. Het is een stukje duurder dan wegen en helaas is de prijs van het pickgordijn onbekend. Op basis van prestaties is de volgorde tot stand gekomen.

12.3 Conclusie: 3 Concepten

Als eindpunt van de conceptfase worden de deeloplossingen gecombineerd tot totaaloplossingen. In bijlage F is het morfologisch schema weer terug te vinden. De top van deeloplossingen uit bijlage E zijn in verschillende tinten oranje weergegeven, hoe donkerder, hoe beter. De gekleurde lijnen geven verschillende opties van totaaloplossingen weer.

De eerste combinatie, de donkerblauwe lijn, is voor het vinden van de locatie tot stand gekomen door een aaneenschakeling van de beste deeloplossingen. De lichtblauwe lijn is gebaseerd op de donkerblauwe. In fase 1 & 2 maakt dit concept gebruik van spots omdat die functie kan worden ingevuld door movingheads die er toch al moeten hangen voor de fase 3-oplossing. De lichtblauwe lijn voelt gevoelsmatig nu dus iets logischer en daarom krijgt deze ook de best beoordeelde

oplossingen uit de Internet of Things-functies toegewezen. De donkerblauwe lijn wordt gecombineerd met de RFID-poortjes en het pickgordijn. De gele lijn is geheel onafhankelijk van de andere twee en is een combinatie van de andere goed beoordeelde systemen.

De combinatie 'donkerblauw' wordt hierna concept 1 genoemd, lichtblauw is concept 2 en geel is concept 3.

Deel VII Conceptkeuze

In dit deel worden de 3 concepten uit paragraaf 12.3 aan de tand gevoeld. Uiteindelijk wordt één van de drie opties gekozen.

- 
- Vooronderzoek
 - Probleemanalyse
 - Programma van Eisen
 - Ideegeneratie
 - Conceptfase
 - Conceptkeuze**

13 Conceptkeuze

Voordat één van de drie concepten wordt gekozen worden de drie concepten beoordeeld naar het PvE en het kader voor ideegeneratie.

13.1 Beoordeling naar Programma van Eisen

In bijlage G zijn de verschillende concepten op dezelfde wijze beoordeeld als in hoofdstuk 12. De criteria zijn gebaseerd op het Programma van Eisen (Deel IV).

Concept 1

Dit concept scoort goed op de werking in het algemeen, maar een stuk minder op secundaire factoren. Door een verscheidenheid aan verschillende deeloplossingen is het systeem niet gemakkelijk in installatie (het is voornamelijk een grote werklast om alle systemen te installeren). Ook op het gebied van onderhoud levert dit problemen op. Alle afzonderlijke systemen kunnen namelijk kapot gaan en operaties stil leggen. Daarbij komt dat de kosten niet significant lager liggen dan concept 2.

Concept 2

Ook dit systeem scoort goed op algemene werking. Installatie is relatief gemakkelijk. Overal in het magazijn moeten movingheads worden geïnstalleerd, het WLAN moet klaargemaakt worden voor Indoor Positioning en de pickkarren moeten worden uitgerust met een RFID-controle en een scherm. Systeemfalen kunnen worden opgedeeld in drie categorieën: falen van een systeem op de kar, falen van een movinghead of falen van het IPS. De eerste twee zijn relatief lokale problemen en kunnen door vervanging van onderdelen redelijk vlot worden opgelost. Falen van het IPS is vervelender, omdat dat alle operaties platlegt. De kans dat dat gebeurt is echter vrij klein; IPS is als vrij betrouwbaar getest.

Concept 3

Ook het laatste concept kent een goede algemene werking, maar scoort minder op het beperken van NVAT. Dit komt gedeeltelijk doordat de picker pas op het laatste moment kan aflezen welke aantal en voor welke klant hij moet picken. Daarnaast neemt de Rackrunner waardevolle ruimte in op de pickface.

13.2 Beoordeling naar kader voor ideegeneratie

In hoofdstuk 9, Kader voor Ideegeneratie, worden meer ideeën genoemd die belangrijk zijn in het ontwerpproces. Om de concepten te beoordelen naar die criteria zijn in bijlage H de procesflowcharts geformuleerd en op dezelfde wijze geanalyseerd als in hoofdstuk 12. Als referentie is de ideale workflow en de workflow van een orderpicker met een lijst op papier er weer naast geplaatst.

Wat direct opvalt is dat de nieuwe systemen allemaal meer processen hebben vroeg in de workflow en minder op een later moment. Dit was een van de aanwijzingen in het Kader voor Ideegeneratie. Concept 3 doet het wat dat betreft iets minder dan de concepten 1 en 2. In deze laatste twee processen kan de orderpicker vanaf het begin van zijn cyclus al alle NVAT-activiteiten uitvoeren, uiteraard zoveel mogelijk tijdens het reizen, om bij aankomst direct te kunnen gaan picken. Daarnaast bevatten de nieuwe concepten gemiddeld 2-3 processen in de pickcyclus minder dan de

oude methoden dankzij de Internet of Things functies. Ook de hoeveelheid mogelijkheden tot simultaan uitvoeren van klussen is behoorlijk groter.

13.3 Keuze

Bovenstaande overwegingen leiden tot het kiezen van het concept 2 om mee verder te gaan. Doorslaggevende factoren zijn de eenheid in systemen en de daarbij horende voordelen wat betreft installatie en onderhoud, en de verplaatsing van processen naar vroeg in de cyclus.

Deel VIII Uitwerking gekozen concept

In dit deel zal concept 2 tot op basisniveau worden uitgewerkt. Het doel is om de lezer een idee te geven van de realisatie van het systeem zonder in details te treden over de werking ervan. Daarnaast kan aan de hand van dit deel worden bepaald welke aspecten nog verdere uitwerking nodig hebben in eventueel toekomstig onderzoek.

14 Werking concept

14.1 Verschillende componenten en werking

In bijlage I is een illustratie te vinden van hoe de verschillende componenten met elkaar samenwerken en hoe dat er in de praktijk ongeveer uit ziet. Er is te zien tussen welke componenten informatieoverdracht plaatsvindt en of dat bekabeld werkt of via het WLAN. Het WMS is weer in het blauw aangegeven omdat het het enige al bestaande systeem is.

Bijlage J zoomt meer in op de werking van het aansturende systeem en de relatie daarvan met de orderpicker. Deze illustratie geeft inzicht in de werkmethode van het aansturende systeem, de relaties met het IPS en WMS en hoe de orderpicker constant impliciete input aan het systeem geeft.

14.2 Apparatuur

In deze paragraaf zal iets meer verteld worden over de hardware en verbindingen tussen verschillende componenten.

14.2.1 Internet of Things

Indoor positioning System

Om een IPS te laten werken zijn twee onderdelen nodig: een uitstekend werkend draadloos internet netwerk en locatietags aan de te traceren 'objecten'.

Netwerk

Om een draadloos netwerk op te zetten moeten er accesspoints geplaatst worden. Dit zijn kleine kastjes die binnen een bepaalde draagwijdte een WLAN beschikbaar maken. De dekking van het netwerk moet goed zijn. Voor magazijnen waar nooit hulpmiddelen gebruikt zijn (behalve papier) kan dit een behoorlijk investering zijn. In magazijnen waar al gewerkt wordt met bijvoorbeeld voicepicking is waarschijnlijk geen aanpassing in het netwerk nodig.

Locatietag

Het IPS kan locatietags volgen binnen het netwerk. Dit kan een mobiele telefoon of laptop zijn, maar kan ook een speciaal daarvoor ontworpen tag zijn. In dit concept lijkt zo'n tag niet logisch aangezien er systemen op de pickkar zitten die ook via WLAN met de server moeten communiceren. Die apparaten kunnen ook gevolgd worden. [19]

RFID-bevestiging

Afhankelijk van de reikwijdte van de RFID-lezer zijn er één of meerdere lezers nodig op de pickkar. Alle artikelen in het magazijn hebben een passieve tag. Een passieve tag heeft zelf geen energiebron nodig maar ontleent zijn energie om een signaal te kunnen sturen uit het elektromagnetisch veld van de lezer. Steeds meer branches gaan volledig over op RFID (lees bijvoorbeeld de case over hoe Walmart RFID aan zijn leveranciers oplegde [20]). Als artikelen geen RFID-tag hebben dan kan die bij binnenkomst in het magazijn geplaatst worden.

De RFID-lezer staat in verbinding met het centrale systeem via een WLAN-verbinding.

14.2.2 Vinden picklocatie

Movinghead



Figuur 14 Movinghead

Movingheads zijn theaterlampen (zie Figuur 14 voor een voorbeeld). In de Ideegeneratie (Deel V) is voor deze oplossing gekozen omdat het een lamp is die gericht kan stralen in alle richtingen en goed bestuurbaar is. Of dit werkelijk de juiste optie is om het aanstralen van locaties mee te doen moet uit verder onderzoek blijken (waarover meer in Hoofdstuk 16 Aanbevelingen).

De aansturing van de lampen gaat via het DMX-protocol [21]. Dit protocol kent verschillende kanalen om alle functies van het apparaat mee te kunnen besturen. Overdracht van het DMX-protocol gaat via een gestandariseerde kabel. Omdat alle movingheads aan het plafond hangen is het zonder veel problemen mogelijk om de bekabeling via het plafond te doen. Wederom is het de vraag of de DMX-aansturing wel geschikt is.

De sjablonen om figuren te maken met het licht van de lamp heten Gobo's (**Go Black Out**) en kunnen in het apparaat gewisseld worden. Dat is ook op afstand aanstuurbaar.

Schermdisplay op kar

Op de kar moet een klein scherm/display zitten om informatie te kunnen communiceren over aantal en klant. De informatie komt binnen via het WLAN, waardoor dus ook een component nodig is dat kan communiceren over WLAN. Dit component kan gedeeld worden met het RFID-controlesysteem op de kar.

Deel IX Conclusie en aanbevelingen

In het laatste gedeelte van dit verslag wordt samengevat welke conclusies er getrokken zijn en worden er aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek naar aanleiding van dit onderzoek.

15 Conclusie

Dit onderzoek is bedoeld om nieuwe mogelijkheden te identificeren die het orderpicken makkelijker, sneller en goedkoper maken. De resultaten van het onderzoek zijn tweedelig.

Conclusies uit probleemanalyse

In eerste instantie is er met simpele technieken geïdentificeerd waar de sterke en zwakke punten liggen van bekende orderpickprocessen. Daaruit kunnen een aantal conclusies worden getrokken die als hypotheses kunnen dienen in vervolgonderzoek (zie daarvoor hoofdstuk 16 Aanbevelingen hieronder). Die conclusies zijn (voor een toelichting op de conclusies, zie paragraaf 7.2.2 en paragraaf 9.2):

- Simultaan uitvoerbare acties komen de efficiëntie ten goede.
- Veel acties rond de pick brengen tijdverlies.
- Verificatie productnummer is niet essentieel.
- Handsfree werken komt de efficiëntie en ergonomie ten goede.
- 'Eyesfree' werken komt de efficiëntie en ergonomie nog meer ten goede dan handsfree werken.
- Expliciete menselijke input voor een hulpsysteem is per definitie NVAT en moet daarom zo veel mogelijk worden vermeden.

Conclusie over het hoofddoel van het onderzoek

Op basis van het vooronderzoek, de probleemanalyse en het daaruit voortgevloeide programma van eisen en kader voor ideegeneratie is concept 2 de beste oplossing. Hoewel er niet gezegd kan worden dat dit concept gelijk uitontwikkeld moet worden en kan worden toegepast, kan er wel geconcludeerd worden dat er in de optimalisatie van het orderpickproces nog ruimte is voor geheel nieuwe ideeën. Het zou dan ook een fout kunnen zijn als de ontwikkeling van hulpsystemen wordt beperkt tot het doorontwikkelen van bestaande ideeën.

16 Aanbevelingen

Verificatie van conclusies uit probleemanalyse

Dit onderzoek heeft een verkennend karakter. Dat betekent dat er snel en met simpele technieken is gezocht naar mogelijkheden om het orderpickproces te verbeteren. Het is dan ook raadzaam de eerste set conclusies (uit de probleemanalyse) te controleren op juistheid. Daarvoor kunnen enkele experimenten uitgevoerd worden, de conclusies uit dit onderzoek zouden dan de hypotheses zijn voor die experimenten. Als de hypotheses geverifieerd worden, dan kan met zekerheid worden vastgesteld dat de grondslag van de ideegeneratie in dit onderzoek juist is.

Verificatie van beoordeling oplossingsonderdelen

De beoordeling van de verschillende oplossingsonderdelen in hoofdstuk 12 kan ondersteund worden door experimentele data. Het zou verstandig zijn deze beoordeling te verifiëren, omdat dan de keuze voor het concept beter gefundeerd is. Het heeft dan zin om het uiteindelijke concept te gaan testen.

Testen concept

Om een idee te krijgen van de werking van het concept moet er in eerste instantie een experimenteel prototype gemaakt worden. Dit prototype hoeft nog niet eens automatisch te werken, maar enkel een mogelijkheid bieden om gebruikerstesten uit te kunnen voeren. Zo zou bijvoorbeeld een van de onderzoekers de rol van 'het systeem' op zich kunnen nemen en op (impliciete) aanvraag van de testpersoon de juiste informatie kunnen doorspelen (via het scherm en de movinghead). Op die manier kan inzicht verkregen worden in bijvoorbeeld de geschiktheid van een movinghead voor het aanwijzen, de vraag of aanwijzingen van de movinghead snel herkend worden en of werken met het systeem als prettig wordt ervaren. Resultaten moeten zorgvuldig geëvalueerd worden voordat er doorgegaan wordt naar de volgende fase van onderzoek.

Die volgende fase zou bestaan uit het verder uitwerken van een prototype (nu wel een autonoom systeem) om daar duurtesten mee te doen. Hieruit kunnen verdere conclusies worden getrokken over de werkervaring met het systeem en de eerste conclusies over de werkelijke efficiëntie en snelheid van orderpickers die met dit systeem werken.

Uitwerken concept

Voor het uitwerken van het concept naar prototype moet het volgende worden gedaan.

- *Vaststellen hoe de hardware eruit ziet.* | Denk hierbij aan de te gebruiken apparatuur, maar ook de verbindingen en aansturingen van systemen onderling.
- *Onderzoeken of de movinghead geschikt is.* | Zowel prestaties als aansturing onderzoeken op geschiktheid en als nodig zelf verbeteren of herontwerpen.
- *Systemen op de kar ontwerpen.* | De orderpickkar krijgt een behoorlijke metamorfose. Deze taak richt zich op het ontwerpen van het RFID-controlesysteem, het installeren van een scherm en de verbinding met het centrale systeem op de kar (waar ook nog ruimte moet blijven om producten te vervoeren).
- *Verwerkingssysteem ontwerpen dat IPS en WMS data omzet in aansturing movingheads en schermen.* | Het centrale systeem dat alle benodigde data verzamelt en omzet in commando's voor de movingheads en schermen ontwerpen.

17 Bronnen

1. *Introcollege Warehousing*, P.C. Schuur, hoofddocent vak Warehousing (cursuscode 191820120): Blackboard, Universiteit Twente.
2. *Order Picking*. 2005; Available from: <http://www.vanriet.nl/index.php?page=3&productcategoryId=2>.
3. Franco, M.D. *Batch vs. Wave Picking*. 2006 Jun 1, 2006; Available from: http://multichannelmerchant.com/opsandfulfillment/batch_vs_wave_05302006/.
4. *One stop shop voor RF scanning*. Available from: <http://www.inther.nl/order+picking/rf+scanning?productid=22>.
5. Steenbergen, G.-J., 16-11-2011, Email van Gerrit-Jan Steenbergen, medewerker van Zetes over de kosten gerelateerd aan verschillende orderpickhulpmiddelen
6. Gastel, R.v., 18-11-2011, Telefonisch overleg met Ruud van Gastel, medewerker van vanBoxtel over de kosten van verschillende orderpickingsystemen
7. Beerens, H., *Sorbo pioniert met RFID-horloge*.
8. Velden, A.v.d., 25-11-2011, Kort telefoongesprek met medewerker Logitrade over kosten ScanWatch, TagWatch, LogiPBL en LogiPointer.
9. *Voice Picking: Handen en ogen vrij*. 7-6-2011; Available from: <http://www.inther.nl/order+picking/voice+picking?productid=24>.
10. Pijpstra, R., *Logistieke bewegwijzering*. 2006.
11. Seth R. Schneible, S., *Automated paperless order selection system*. 2005, Seth R. Schneible, Sr.: United States. p. 15.
12. Rijn, L.v., 25-11-2011, Kort telefoongesprek met medewerker Costo over de Rackrunner en Pick-to-light
13. Schwerdtfeger, B., et al. *Pick-by-Vision: A first stress test*. in *Mixed and Augmented Reality, 2009. ISMAR 2009. 8th IEEE International Symposium on*. 2009.
14. Schwerdtfeger, B., et al., *Pick-by-vision: there is something to pick at the end of the augmented tunnel*. Virtual Reality, 2011. **15**(2): p. 213-223.
15. Reif, R., et al., *Pick-by-Vision comes on age: evaluation of an augmented reality supported picking system in a real storage environment*, in *Proceedings of the 6th International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualisation and Interaction in Africa*. 2009, ACM: Pretoria, South Africa. p. 23-31.
16. Reif, R. and W. Günthner, *Pick-by-vision: augmented reality supported order picking*. The Visual Computer, 2009. **25**(5): p. 461-467.
17. *Pick to Light verlicht uw orderproces*. Available from: <http://www.inther.nl/order+picking/pick+to+light?productid=1>.
18. Ashton, K. *That 'Internet of Things' Thing*. 2009 [cited 2011 22-11-2011]; Available from: <http://www.rfidjournal.com/article/view/4986>.
19. Bos, W., 25-11-2011, Kort telefoongesprek met medewerker Lumiad over IPS en de kosten die daar aan gerelateerd zijn.
20. Staff, S.E. *RFID News: Looking Back at the Wal-Mart RFID Time Line*. 2009 26-11-2011; Available from: http://www.scdigest.com/assets/On_Target/09-02-23-1.php.
21. Onbekend. *DMX Lichtsturing*. 25-11-2011; Available from: http://www.popschoolmaastricht.nl/college_dm_x_lichtsturing.php.