



MAGAZIJNBEHEER IN EEN ENGINEER-TO-ORDER OMGEVING

Bachelor thesis Thijs Spruijt

UNIVERSITEIT TWENTE.

SAS

Bachelor thesis

September 2013 – december 2013

Auteur

Thijs Spruijt
Student Technische Bedrijfskunde
S1116363

Opdrachtgever

SAS Offshore BV.
Bedrijfsweg 23
2404 CB Alphen aan den Rijn

Begeleider SAS Offshore BV.

Drs. A. J. (Bert) Maat
Productiemanager

Begeleiders Universiteit Twente

Dr. P.C. Schuur
Faculteit Management en Bestuur
Vakgroep IEBIS

IR. H. Kroon
Faculteit Management en Bestuur
Vakgroep IEBIS

MANAGEMENT SAMENVATTING

Het onderzoek dat beschreven is in dit verslag is gedaan bij SAS Offshore op de afdeling Productie. SAS is producent van deckequipement voor de offshore olie- en gas industrie. Voornamelijk produceert het bedrijf pijp-leg equipment voor een grote internationale markt.

xxxx

Voorafgaand aan dit onderzoek is aangegeven dat er meer inzicht nodig is in huidige problemen en welke kant SAS op zal moeten op het gebied van de binnenkomende logistiek. Dit is onderzocht aan de hand van een hoofdvraag:

‘Op welke manier kan SAS Offshore zijn binnenkomende goederenstroom efficiënter beheersen en worden huidige problemen uit de weg gegaan, door een verbeterstap door te voeren binnen de afdeling productie(assembly, manufacturing en warehouse)?’

Voor het Engineer-To-Order bedrijf SAS is met algemene magazijnbeheer literatuur en activity profiling een kader geschetst waaraan de huidige situatie geanalyseerd kon worden. Uit de analyse kwamen twee problemen naar voren die binnen de scope van het onderzoek pasten. Om de problemen aan te pakken zijn alternatieve oplossingen bedacht, waarvan uiteindelijk het advies is een viertal implementaties toe te passen om zo veel mogelijk oorzaken te beïnvloeden. Deze variabelen zijn te beïnvloeden in de volgende structuur:

xxxxxxx:

- Het xxxxx valt alleen direct en op korte termijn te beïnvloeden door de manier van rapportage te verbeteren. De meest favoriete manier hiervoor is het opnieuw programmeren van de rapportage en de weergave van informatie hier direct mee te verbeteren.

xxxxxxx: De aanpak van de belangrijkste invloeden heeft tot drie oplossingen geleid, hierbij is onderscheid gemaakt tussen de externe en interne opslag van goederen.

- Externe opslag
 - xxxxx
- Interne opslag
 - xxxxx
 - xxxxx

Het daadwerkelijk in gebruik nemen van de verschillende opties vergt een aantal implementatiestappen. Deze zijn uitgebreid behandeld met als conclusie de adviezen in een roadmap (tabel 1) waarin aangegeven staat wat de betreffende acties zijn, wanneer aanbevolen is deze plaats te laten vinden en wie er verantwoording draagt.

Actie	Wie?					Wanneer?			
	Magazijn	Productiemanager	Fabriek	PPE	IT	Dec. - '13	Jan. - '14	Feb. - '14	Mrt. - '14
	x			x	x	x	x		
	x				x	x			
	x	x				x			
		x	x			x			
	x					x			
		x	x			x	x		
			x				x		
		x	x					x	
		x		x		x	x	x	x
	x	x				x	x	x	x
	x	x	x				x	x	x
	x	x							x

TABEL 1 ROADMAP

Met toepassing van de gestelde adviezen worden huidige problemen uit de weggegaan en zal de goederenstroom efficiënter te beheersen zijn.

VOORWOORD

Het onderzoek dat voor u ligt is uitgevoerd ter afsluiting van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. De kennis en kunde die ik afgelopen drie jaar heb opgedaan binnen en buiten de studie is toegepast in dit onderzoek. Ik ben in contact gekomen met xxxxxxxxxx, de xxxx bij SAS. Via hem heb ik een plek gekregen bij de productiemanager, xxxxxxxx. Ik wil graag xxxx bedanken voor de mogelijkheid mijn bachelorscriptie bij SAS te mogen uitvoeren, en xxxx voor de ondersteuning gedurende het onderzoek.

Ik zat tijdens het onderzoek bij xxxx op kantoor in de productietoren wat de communicatie erg bevorderde. Het was erg interessant te horen en te zien hoe iemand verschillende theorieën die ik de afgelopen jaren meermaals voorbij heb zien komen, daadwerkelijk weet toe te passen in de praktijk. Voornamelijk Lean Manufacturing is een onderdeel dat voor mij nu veel concreter is geworden. Verder heb ik mij enorm op mijn plek gevoeld op de productieafdeling, hiervoor wil ik het hele productieteam bedanken die dit mogelijk gemaakt heeft.

Het was erg leerzaam te functioneren in een professionele omgeving van een heel speciaal bedrijf. De groei die het bedrijf doormaakt is niet geheel onverwacht als gekeken wordt naar de enorme hoeveelheid kennis en specialismen die men meedraagt. In eerste instantie werd ik overspoeld met termen als tensioner, assy en trackrollen, maar ik heb na een tijdje het jargon toch enigszins eigen gemaakt. Naast de medewerkers bij SAS wil ik graag Peter Schuur bedanken voor de feedback op mijn onderzoek, de keuze voor een specialist op magazijnbeheer als begeleider bleek een goede keuze. Uiteraard ook Henk Kroon bedankt voor een objectieve mening ter beoordeling van het verslag.

Ik heb met plezier gewerkt bij SAS en hoop dat dit tot zijn recht is gekomen in het verslag.

Alphen aan den Rijn, december 2013

Thijs Spruijt

TABLE OF CONTENTS

Management Samenvatting	ii
Voorwoord.....	iv
Lijst van gebruikte afkortingen	vi
1 Introductie	7
1.1 Achtergrond.....	7
1.1.1 Organisatie.....	7
1.1.2 Producten	7
1.2 Probleembeschrijving	9
1.3 Onderzoeksdoelen en vragen	9
1.4 Deliverables	9
1.5 Probleemaanpak.....	10
1.5.1 Onderzoeksstructuur	10
1.5.2 Interviews	10
2 Theoretisch kader	12
2.1 Magazijnbeheer	12
2.1.1 Warehouse Design & Activiteiten	13
2.1.2 Opslag	15
2.1.3 Order picking	16
2.1.4 Lean Warehouse	20
2.2 Key performance indicators Warehouse	21
2.3 Beslissingstheorie	21
3 Analyse.....	24
3.1 Items	24
3.2 Orders/Werkpakketten.....	24
3.3 Magazijn	24
3.3.1 Locaties en indeling	24
3.3.2 In- en uitslagproces.....	25
3.4 Conclusie.....	25
4 Mogelijke oplossingen	26
4.1 xxxxx.....	26
4.2 xxxx	27
4.2.1 Externe opslag	27
4.2.2 Interne opslag	28
4.3 Implementatie	29
5 Discussie	32

6	Conclusies en aanbevelingen	34
6.1	Conclusies	34
6.2	Aanbevelingen	35
7	Bibliografie.....	36
8	Appendices	37
A.	xxxx SAS	37
B.	xxxx SAS Nieuw	37
C.	Proces xxxx.....	37
D.	Proces xxxx Nieuw	37
E.	Berekening terugverdiëntijd xxxx.....	37
F.	Berekening terugverdiëntijd xxxx Kast	37
G.	Criteria en alternatieven scores	37
	xxxx	37
	xxxx	37
	xxxx	37
H.	plattegrond xxxx	37

LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN

SAS	SAS Offshore BV.
QC	Quality Control
WH	Warehouse
PPE	Production Process Engineer
ETO	Engineer-To-Order
ERP	Enterprise-Resource-Planning
COI	Cube-per-Order-Index
OOS	Order Orientated Slotting
(K)PI	(Key) Performance Indicator
BoM	Bill of Materials
AHP	Analytical Hierarchy Process
SKU	Stock Keeping Unit
NC	Non-Conformance

1 INTRODUCTIE

Het onderzoek dat aan bod komt in dit verslag is gedaan in opdracht van SAS Offshore BV. (SAS), als bacheloropdracht ter afronding van de bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Het doel is inzicht te bieden in de huidige knelpunten en verbetervoorstellen op te leveren. Allereerst zal er kort ingegaan worden op het bedrijf. Vervolgens wordt het probleem geïntroduceerd waar SAS tegenaan loopt en verder uitgelegd worden. Het hoofdstuk zal afgesloten worden met een probleemaanpak waarin de gebruikte vragen verder toegelicht worden.

1.1 ACHTERGROND

SAS is een internationale leverancier van deckequipment in de offshore olie- en gas industrie. Het bedrijf startte in 1896 als machine fabrikant, maar na de productie van de eerste pipe tensioner in 1968 is SAS ontwikkeld tot een expert in het leveren van pijp-leg-systemen.

In april 2012 heeft het Braziliaanse Brastec haar offshore expertise uitgebreid door SAS over te nemen, dit betekent dat SAS nu een dochterbedrijf is van het eerder genoemde concern en toegang heeft tot een nieuwe markt. Het doel van SAS is een zo betrouwbaar mogelijk product te leveren door gebruik te maken van de laatste technologieën, strakke kwaliteitscontroles, opgedane ervaringen en een goede after sales service.

Door het internationale karakter en werken van SAS zal in dit verslag ook de Engelstalig benaming van de verschillende onderdelen of producten aangehouden worden waar SAS dit in de bedrijfsvoering zelf ook doet.

1.1.1 ORGANISATIE

Een specifieke uitleg over de organisatie bij SAS gaat gepaard aan de hand van een organigram. Deze is uiteengezet in figuur 1 en 2. In figuur 1 is gevisualiseerd hoe SAS onderdeel uitmaakt van het bedrijf Brastec, in figuur 2 is de afdeling *Operations* binnen SAS Offshore BV. nader toegelicht.

XXXXX

FIGUUR 1 ORGANIGRAM BRASTEC / SAS

xxxxx. Mijn verslag berust hoofdzakelijk op onderzoek binnen de afdelingen *Production* en *Procurement*, allebei onderdeel van *Operations*(zie figuur 2). De productie valt op te delen in verschillende onderdelen, maar de focus ligt op de Assembly(Systems Assembly in de figuur), Warehouse en Elektra(Controls Assembly & Installation in de figuur). De grootte van de productieafdeling varieert naar drukte in het productieschema. Er zijn binnen deze afdeling xxxx mensen vast in dienst, waarvan voornamelijk leads en voormannen. In drukke periodes kan dit nog uitgebreid worden met zo'n xxxx extra flexwerkers, xxxxx.

XXXXXXXXX

FIGUUR 2 SAS OPERATIONS

1.1.2 PRODUCTEN

SAS werkt projectgewijs waarbij elk product een eigen ontwerp en eisen heeft, SAS valt hierdoor te benoemen als Engineer-To-Order(ETO) bedrijf (Gosling & Naim, 2009). Het productontwerp wordt

geheel nieuw gemaakt of aangepast naar de wensen van de klant zodat het eindproduct zo goed mogelijk past op het schip waar het geassembleerd zal worden.

De hoofdproducten vallen te onderscheiden in de groepen pipelay systems, winch systems en lifting and handling systems. Binnen *pipelay* specificeert SAS zich in drie soorten machines die horen bij verschillende manieren van pijpleiding leggen. De meest voorkomende machines worden gebruikt bij een S-lay systeem waarbij de pijp horizontaal wordt opgebouwd en in een S-vorm afgezonken wordt naar de zeebodem. De variant hierop is het J-lay systeem waarbij de pijpleiding vrijwel verticaal wordt opgebouwd en in deze houding afgezonken wordt. Voordeel hierbij is dat er minder kracht op de pijp komt te staan. De laatste variant betreft het Reel-lay systeem, ook wel Flexibel-lay genoemd. In dit systeem wordt gebruik gemaakt van een opgewonden leiding die afgewikkeld en afgezonken wordt. Om de verschillende lagen van zo'n flexibele leiding niet onderling te laten schuiven moet de tensioner (spanningssysteem dat de pijpleidingen op de plek houdt) soms wel tot 350 ton kracht genereren. In figuur 3 en 4 zijn twee hoofdproducten weergegeven, respectievelijk de 2-track tensioner en de 4-track tensioner. De 2-track tensioner verschilt ten opzichte van de 4-track tensioner in grootte, kracht en aantal begeleidingsrupsen zoals ook in de figuren zichtbaar is.



FIGUUR 4 2-TRACK TENSIONER



FIGUUR 3 4-TRACK TENSIONER

De productcategorie *winches* betreft lieren in alle soorten en maten die binnen de offshore industrie gebruikt worden (figuur 5). Wat voor soort lieren SAS maakt is ook projectgebonden en kan hierbij behoorlijk in specificaties verschillen. De laatste soort producten die SAS produceert binnen *lifting and handling* zijn meer de ondersteunende gereedschappen voor de schepen en platformen. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan grote hijssystemen (figuur 6) of kabelgeleiders die de verankering van een boorplatform reguleren.



FIGUUR 5 WINCHES



FIGUUR 6 LIFTING AND HANDLING

1.2 PROBLEEMBESCHRIJVING

XXXXXX

1.3 ONDERZOEKSDOELEN EN VRAGEN

Het doel van dit onderzoek is dat de uitkomst een breder inzicht zal geven in hoe huidige processen niet optimaal zijn en welke richting SAS op zal moeten op het gebied van binnenkomende logistiek om dit beter op orde te krijgen, met nadruk binnen de afdeling productie(assembly, manufacturing en warehouse). Hierbij is het doel dit vanuit een wetenschappelijk oogpunt te doen. Met deze gedachte komen we op de volgende hoofdvraag:

‘Op welke manier kan SAS Offshore zijn binnenkomende goederenstroom efficiënter beheersen en worden huidige problemen uit de weg gegaan, door een verbeterstap door te voeren binnen de afdeling production(assembly, manufacturing en warehouse)?’

Met *efficiënter* wordt in deze context bedoeld dat er na een verbeterstap evenveel of minder personeelsuren nodig zijn om dezelfde onderdelen binnen te melden, te laten controleren, op te slaan en weer op te zoeken door de medewerkers, binnen een korter tijdsbestek. Ter ondersteuning van de hoofdvraag zijn enkele deelvragen opgesteld. Deze vragen zorgen voor een sluitend onderzoek zodat geen van de te onderzoeken onderdelen overgeslagen wordt. Hoe deze vragen beantwoordt worden is behandeld in de onderzoeksopzet in §3.4.

1. Wat wordt er in de literatuur beschreven over magazijnbeheer m.b.t. een ETO-omgeving?
(Hoofdstuk 2)
2. Hoe valt het huidige magazijnbeheer bij SAS te beschrijven en welke knelpunten komen hierbij naar voren?
(Hoofdstuk 3)
3. Op welke manier kunnen huidige problemen afgewend worden en welke mogelijkheden passen hiervan het beste bij SAS?
(Hoofdstuk 4)
4. Welke stappen moet SAS ondernemen om de verbeterstappen door te voeren?
(Hoofdstuk 4)

1.4 DELIVERABLES

Voorafgaand aan het onderzoek heeft SAS een drietal deliverables gesteld waar de inhoud van dit onderzoek aan moet voldoen. De punten worden in volgorde van belangrijkheid voor SAS behandeld. Het eerste punt is het in kaart brengen van de totale goederenstroom, knelpunten in kaart brengen en de verbeterde goederenstroom overzichtelijk weergeven(van Procurement, overeengekomen levertijden, leveringen, binnen boeken goederen, fysieke opslag en registratie t/m gereguleerde uitgifte en plaatsing bij machine). Het tweede punt is het verbeteren van de fysieke opslag en stroom van goederen vanaf binnenkomst tot en met de samenbouw. Hierbij wordt gevraagd om een simpel en doeltreffend systeem van opslag en registratie. Het laatste punt is dat er enkele prestatie indicatoren(PI's) gewenst zijn om de goederenstroom te kunnen monitoren.

Met deze drie punten moet dus inzicht geschapen worden, verbetervoorstellen gedaan worden en PI's ontwikkeld worden. Het resultaat moet een PowerPoint presentatie zijn met voorstellen om de genoemde punten aan te pakken.

1.5 PROBLEEMAANPAK

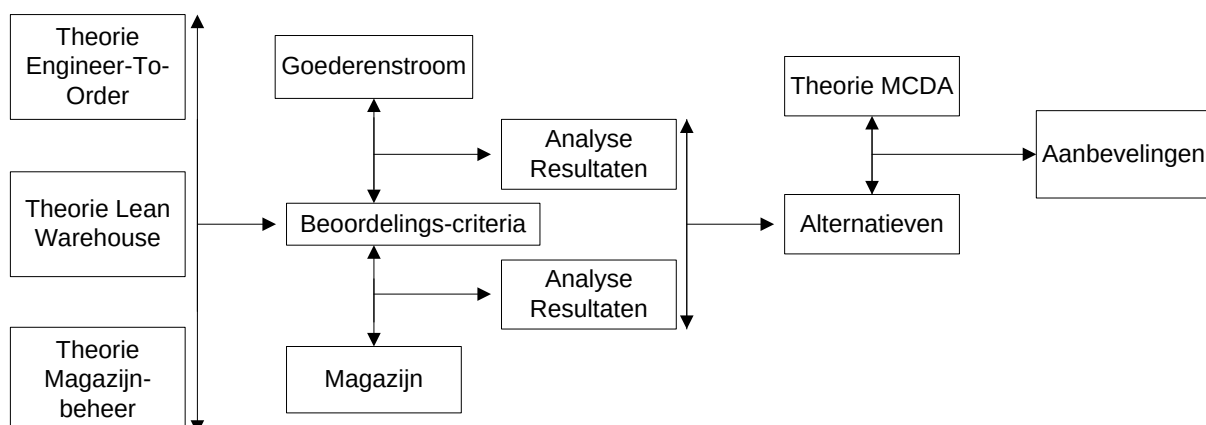
1.5.1 ONDERZOEKSSTRUCTUUR

Om tot een sluitend antwoord te komen op de hoofdvraag en om de doelen van SAS voor dit onderzoek te bereiken zal deze analyse gestructureerd aangepakt worden. Voor een passende onderzoek structuur is gekeken naar de theorie van Verschuren en Doorewaard, en is hiermee een onderzoeksmodel(figuur 7) opgesteld dat gebruikt zal worden in dit onderzoek en dat past bij SAS en het gestelde vraagstuk (Verschuren & Doorewaard, 1995). Buiten het opstellen van het model is deze theorie niet gebruikt.

Om tot een goed beeld van de huidige situatie(deelvraag 2) te komen is er veel informatie te vergaren. Deze kennis wordt verzameld in gesprek met medewerkers van vele verschillende afdelingen. Ter beoordeling van de verkregen informatie zal passende literatuur gebruikt worden.

De basis hiervoor is het theoretisch kader dat eerst uitgelegd wordt(deelvraag 1). Hier wordt dus ook onderzocht wat magazijnbeheer behelst in een ETO-omgeving, qua activiteiten en keuzes die gemaakt worden. Aan de hand van dit kader wordt de huidige situatie beschreven en geanalyseerd. Hierbij wordt niet alleen ingegaan op hoe het proces er nu uit ziet, maar ook vooral hoe het proces beoordeeld wordt aan de hand van literatuur.

Na de analyse is er een duidelijk beeld ontstaan wat de problemen precies zijn en dus wordt afgesloten met een korte samenvatting waarin de meest essentiële onderwerpen terug komen. Met dit in het achterhoofd, en in combinatie met de bekende theorie, zullen er verschillende alternatieven opgesteld worden die de verbeterstap kunnen vormen waar SAS naar op zoek is(deelvraag 3). Binnen de opgestelde mogelijkheden tot verbetering zal uiteindelijk een alternatief gekozen moeten worden, dat aan de hand van een Multi-Criteria-Decision-Analysis(MCDA) model zal gebeuren. Het daadwerkelijk toepassen en dus implementeren van het alternatief vergt enig achtergrond wat na de keuze van het alternatief beschreven wordt(deelvraag 4).



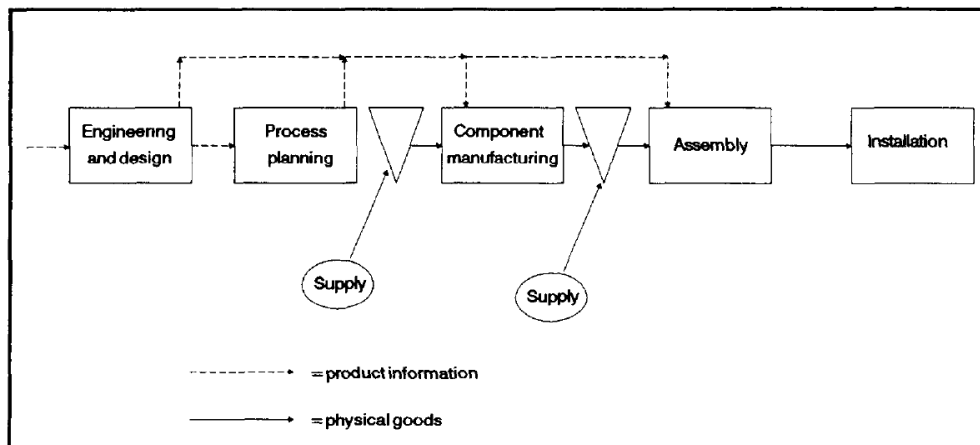
FIGUUR 7 ONDERZOEKSMODEL

1.5.2 INTERVIEWS

De gesprekken waarom de informatie in dit onderzoek is gebaseerd hebben plaatsgevonden tussen september en november 2013. Hiervoor zijn geïnterviewd; xxxx (Production Manager), xxxx (Lead Warehouse), xxxx (Lead (Systems) Assembly), xxxx (Procurement), xxxx (Production Process Engineer), xxxx (Lead Parts Manufacturing), xxxx (Lead Production), xxxx (Mechanical Engineer), xxxx (Lead Procurement) en xxxx (Lead Controls Assembly & Installation / Elektra). De gesprekken met deze personen hebben meermaals plaatsgevonden. Mijn werkplek bevond zich in het kantoor van xxxx en xxxx wat de communicatie met hen erg bevorderde. Ook bij xxxx en andere medewerkers in de productie kon ik altijd binnen lopen om ideeën uit te wisselen. Buiten SAS is er zowel bij SAS als op locatie contact geweest met xxxx (Account Manager xxxx) voor het bekijken van de mogelijkheden van een van de implementatiemogelijkheden.

2 THEORETISCH KADER

In dit hoofdstuk is uitgewerkt welke theorieën als beoordelingscriteria zijn gebruikt bij het analyseren van de huidige situatie en het vormen van potentiële oplossingen. Bij een ETO-omgeving zijn veel productie theorieën niet van toepassing. Het Klant-order-ontkoppelings-punt ligt namelijk in de design fase en het productieproces wordt gedreven door klant orders (Gosling & Naim, 2009). Een globale weergave van de goederenstroom binnen een ETO-omgeving is weergegeven in figuur 8. In dit figuur is terug te zien dat de goederenstroom bestaat uit onderdelen die eerst component manufacturing ingaan en dat er goederen zijn die direct nodig zijn voor de assembly.



FIGUUR 8 GLOBALE WEERGAVE GOEDERENSTROOM (BERTRAND & MUNTSLAG, 1993)

De materialen die besteld worden zijn vaak maar nodig voor één enkel project en verschillen elk project weer doordat ETO-bedrijven productontwerpen telkens aanpassen of helemaal opnieuw creëren. Hierdoor variëren de aantallen, de grootte en het gewicht van de bestelde producten enorm. Dit vraagt van het magazijn een hoge mate van flexibiliteit. Vanwege de ETO-omgeving worden in dit hoofdstuk dan ook alleen theorieën behandeld die volledig toe te passen zijn, of theorieën die in ieder geval een aanvulling kunnen zijn op de benodigde kennis om tot een volledige analyse te komen.

2.1 MAGAZIJNBEHEER

Binnen dit onderdeel zal er een beeld geschetst worden wat voor activiteiten er precies zijn binnen een magazijn, maar ook wat voor keuzes in bijvoorbeeld allocatie van inkomende goederen er gemaakt worden.

Een theorie die onderzoekt wat voor activiteiten aanwezig zijn in elk willekeurig magazijn (dus ook bij SAS in een ETO-omgeving), is de 'activity profiling' aanpak. Deze manier van onderzoek doen in een magazijn is beschreven in Warehouse & Distribution Science (Bartholdi & Hackman, 2011) en wordt gedaan aan de hand van magazijneigenschappen, Stock-Keeping-Units(SKU's) opgeslagen en klant orders. Het is een methode die berust op data-mining waarbij databases worden uitgepluisd naar patronen die gebruikt kunnen worden om de bedrijfsvoering te verbeteren.

Activity profiling zoekt naar activiteiten, namelijk waar en wanneer komt arbeid voor. Arbeid ontstaat doordat een klant een product bestelt waarna de orderlijst een picklijst vormt. Elk item op deze lijst creëert als het ware arbeid, het opzoeken op locatie en daarna controle, inpakken en verzenden van dit item. Deze gegevens over orders en de bijbehorende pick activiteiten zijn vaak terug te vinden in een database. Om terug te komen op de vraag waar en wanneer arbeid voorkomt, is de doelstelling van

activity profiling aan de hand van deze opgeslagen data de verspreiding van arbeid te achterhalen over SKU's, product families, zones in het magazijn, opslag locaties en tijd. Bartholdi & Hackman geven hierbij aan dat een aantal belangrijke feiten achterhaald moeten worden. Deze zijn ingedeeld in de drie eerder genoemde onderwerpen; items, orders en magazijn. Activity profiling zal als leidraad gebruikt worden om de huidige situatie in kaart te brengen.

Met de verzamelde gegevens wordt duidelijk welke items voor meer arbeid zorgen dan anderen en is het mogelijk een ABC-toewijzing(toelichting in §2.1.2) te gebruiken, maar dan gebaseerd op arbeid in plaats van omzet. Maar eerst wordt de arbeid achterhaald, hiervoor is in de volgende paragrafen uitgewerkt wat voor activiteiten er te classificeren zijn in een magazijn en wat hiermee de invloed is op de totale arbeid.

2.1.1 WAREHOUSE DESIGN & ACTIVITEITEN

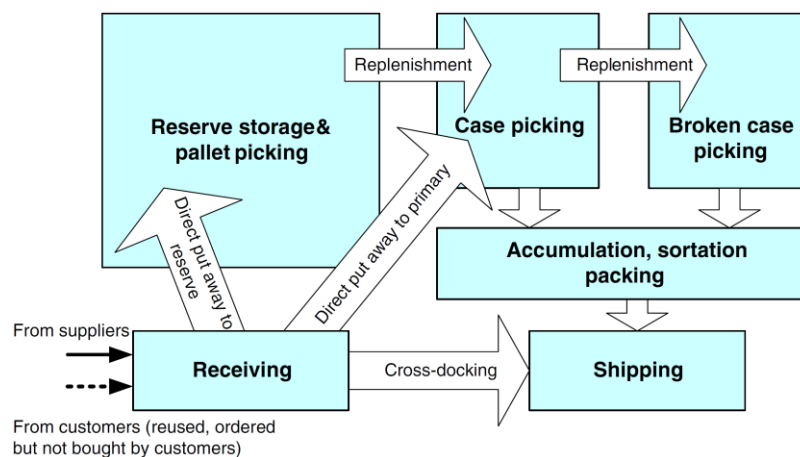
Het magazijn heeft een belangrijke functie binnen de supply chain van elk productiebedrijf. Binnen de logistieke keten verzorgt het magazijn veelal de opslag en buffering van items zoals raw-materials, work-in-progress en finished goods. Een naadloze aansluiting van deze stroom van goederen op de andere productieprocessen voorkomt de meeste bottlenecks. Om dit te faciliteren zijn vaak flinke bedragen gemoeid voor onder andere grond gebruik, loonkosten en apparatuur (Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

Wat zich precies afspeelt binnen het magazijn wordt duidelijk aan de hand van een model van Tompkins, et al., (2003). Zij erkennen binnen een magazijn 11 functies en stromen zoals weergegeven in figuur 9.

1. *Receiving* is de magazijnfunctie die enkele verschillende activiteiten omhelst. Het bevat de correcte ontvangst van goederen in het magazijn en het verzekeren dat de geleverde goederen juist zijn in kwantiteit en kwaliteit. Hiernaast valt ook onder receiving de verspreiding van binnengekomen goederen naar opslag of direct naar locatie die ze nodig heeft.
2. *Inspection and quality control* is een expliciete functie van het magazijn als kwaliteit- en kwantiteitscontrole belangrijk zijn, de controle varieert hierbij van het tellen van aantallen tot een test in een lab. Inspectie van goederen kan veroorzaakt worden doordat leveranciers niet altijd met de juiste kwaliteit leveren of het te leveren product is zo belangrijk, dat controle binnen alle productiestappen nodig is.
3. *Repackaging* ontstaat als goederen binnen komen in één pakket vanaf de leverancier. Het toch los opslaan van deze items zorgt ervoor dat er opnieuw verpakt moet worden, of als het binnengekomen pakket een onhandige verpakking heeft om op te slaan. Ook komt het voor dat een gedeelte van de geleverde goederen opgesplitst wordt, bijvoorbeeld om direct te gebruiken, terwijl de rest nog opgeslagen wordt. Bij opnieuw verpakken wordt ook vaak opnieuw labelen gedaan ter identificatie van het pakket.
4. *Putaway* bevat de daadwerkelijke bezorging en plaatsing van goederen in opslag.
5. *Storage* is het wachten van een item in de opslag totdat er vraag is. Wat voor opslag toegepast wordt is afhankelijk van bijvoorbeeld de fysieke kenmerken van een item of hoeveelheid in opslag.
6. *Order picking* is wanneer de items uit het magazijn gehaald worden om te voldoen aan een bepaald order. Veel magazijnontwerpen zijn gebaseerd op dit proces om deze zo efficiënt

mogelijk te maken. Bij ETO is de productieafdeling dan ook eigenlijk de klant omdat deze op goederen wacht uit het magazijn en de order dus bestaat uit benodigde raw-materials. De order picker haalt raw-materials uit het magazijn voor de productie van een item en niet voor verzending van finished goods.

7. *Postponement* is een stap waarin activiteiten uitgesteld worden die de goederenstroom complexer maken. Binnen inventory management valt te denken aan gepickte orders pas zo laat mogelijk worden verpakt, om zo de safety stock laag te houden. Hierdoor blijven producten zo veel mogelijk standaard verpakt in het magazijn. Deze stap wordt dan ook niet veel gebruikt bij ETO omdat er geen safety stock aanwezig is en er ook geen finished goods wachten op een bestelling. Finished goods zonder order zijn hier dan ook eigenlijk waste.
8. *Sortation and accumulation* wordt meestal gedaan tijdens het picken van orders met meerdere items, dit is het direct ordenen en sorteren tijdens het verzamelen van producten. Maar het kan natuurlijk ook later gebeuren.
9. *Packaging and shipping* omvat het op orde brengen van het order. Hierbij wordt gekeken of de order compleet is en worden de bijbehorende documenten verzorgd. Vervolgens wordt het pakket ingepakt in een passende verpakking. Tussendoor kunnen de orders nog gewogen worden voor verzend kosten, maar uiteindelijk worden ze ingeladen op de truck of via een ander vervoersmiddel dat hiervoor is toegewezen.
10. *Cross-docking* ontstaat als binnenkomende goederen direct behoren tot de uitgaande goederen en dan ook verplaatst worden naar de shipping dock.
11. *Replenishment* is de activiteit waarbij voorraden die normaal gepickt worden, worden aangevuld met goederen die op een achtergelegen opslag zijn opgeslagen.



FIGUUR 9 TYPISCHE MAGAZIJN STROMEN EN FUNCTIES (TOMPKINS, WHITE, BOZER, & TANCHOCO, 2003)

In de volgende paragrafen zal dieper ingegaan worden op twee hoofdactiviteiten van het magazijn, opslag en order picking. Hierbij wordt onder opslag verstaan de eerder genoemde activiteiten receiving, repackaging en putaway. Voor order picking zijn dit de activiteiten picking, packaging en sortation and accumulation (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003).

2.1.2 OPSLAG

De inslag van goederen waarbij zoals eerder gesteld items worden ontvangen, herverpakt en gealloceerd, heeft veel invloed op hoe efficiënt later deze items weer gepickt worden en hoeveel ruimte in beslag genomen wordt. Er is dan ook een significante invloed op de arbeid die activity profiling probeert te achterhalen. Waar en waarom de goederen een bepaalde locatie krijgen, is op verschillende manieren te bepalen, hier behandeld.

De term 'slotting strategies' gaat over opslag-politiek, hoe en waar worden goederen binnen een magazijn opgeslagen. Er zijn vele verschillende van deze politiek, maar dedicated storage en shared storage zijn het meest toegepast (Bartholdi & Hackman, 2011).

Dedicated Storage

De simpelste politiek is waarbij de verschillende plekken in het magazijn zijn gereserveerd voor één bepaald soort artikel. Met verloop van tijd leert de magazijnmedewerker de locaties kennen en weet deze hiermee ook sneller terug te vinden. Daarbij kunnen hard lopende goederen een plek toegewezen krijgen die makkelijker te bereiken is wat samen de order-picking efficiëntie verhoogt. Het gebruik van ruimte is echter niet optimaal doordat veel opslaglocaties veelal halfvol of bijna leeg zijn. De opslagcapaciteit is hiermee slechts 50% in gebruik (Bartholdi & Hackman, 2011).

Shared Storage

Het optimaal gebruiken van de opslagcapaciteit wordt wel toegepast bij shared (random) storage. Als bij deze politiek een opslaglocatie vrij komt is het mogelijk dat er een ander product in geplaatst wordt dan dat eruit is gehaald. Er hoeft dan niet gewacht te worden totdat hetzelfde product weer besteld is en de lege ruimte vult, dit zorgt voor een stuk optimaler gebruik van ruimte. Nadelig is echter dat productlocaties telkens veranderen en medewerkers hierdoor geen locaties leren kennen. Dit heeft een negatieve invloed heeft op het opslaan en picken van producten. Shared storage vereist dan ook betere softwareondersteuning en meer discipline in de magazijnprocessen. De Koster et al, (2006) benadrukken dit met de uitspraak dat shared storage alleen werkt binnen een computer gecontroleerde omgeving. Optimaal bij shared storage is het toepassen van Closest-Open-Location storage waarbij het binnengekomen item geplaatst wordt op de dichtstbijzijnde open locatie.

Class based storage

Een mix tussen de twee vorige methodes is een politiek waarbij items toegewezen naar een locatie die bij hun productgroep hoort (Rouwenhorst, Reuter, Stockrahm, Houtum, & Mantel, 2000). Bij welke productgroep welk product hoort, wordt vaak bepaald met ABC-zoning met een indeling naar relatieve invloed op de totale omzet. Dit staat beter bekend als de wet van Pareto (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003). Pareto was een Italiaanse econoom die observeerde dat 85% van de welvaart in de wereld in handen ligt van 15% van de bevolking. Maar deze observatie geldt ook vaak voor de populariteit van items in opslag, hierbij zorgen 15% van de SKU's vaak voor 85% van de omzet. Deze 15% van de totale SKU's moeten daarom zodanig opgeslagen worden zodat de afstand af te leggen geminimaliseerd wordt. Om dit te doen worden SKU's ingedeeld in een klasse A, B of C met A de populairste items en zo naar C met de minst populaire items. Elke productgroep heeft dus een eigen regio binnen het magazijn.

Een variatie hierop is de volume-based storage waarbij de ABC-zoning toegepast wordt met een indeling op meest gevraagde items en niet naar omzet. Een andere class-based aanpak is het plaatsen van items naar verwachte verblijfsduur, de duration-of-stay-based storage methode. Hoe langer de items nog zullen blijven in het magazijn hoe verder ze van het input/output(I/O) punt geplaatst worden. Hiernaast

vallen producten ook nog in een klasse te plaatsen naar fysieke eigenschappen waarbij zware of giftige goederen bijvoorbeeld een aparte locatie hebben.

Combinaties

De behandelde methodes geven ook mogelijkheid tot combinatie. Zo is het mogelijk een locatiesysteem te gebruiken waarbij een bepaalde productgroep aan een speciale ruimte is toegewezen, maar binnen deze ruimte shared storage wordt toegepast.

Cube per order index

De combinatie tussen class-based naar opslagruimte behoeftes en populariteit is ook mogelijk, de cube-per-order index(COI). Dit model wijst producten aan een locatie toe naar de ratio tussen populariteit en de benodigde ruimte. Het bepaalt eerst de COI van alle SKU's en van laag naar hoog worden deze vervolgens toegewezen aan een locatie die zo dicht mogelijk bij het I/O punt ligt (Brynzér & Johansson, 1996).

Order Orientated Slotting

De laatste methodiek is een family-based-storage politiek. In tegenstelling tot de COI aanpak bekijkt het Order Orientated Slotting(OOS) model niet alleen hoe vaak een item gepickt wordt, maar ook de relatie ten opzichte van andere SKU's. Het doel van deze methodiek is het minimaliseren van totale pick tijd, en baseert zich op het plaatsen van items bij elkaar in de buurt die vaak in tegelijkertijd in orders voorkomen (Mantel, Schuur, & Heragu, 2007).

Naast de indeling met een van de methodieken wordt ook vaak een verschil gemaakt tussen bulk en werkvoorraad bij het alloceren van goederen in het magazijn. Dit houdt in dat goederen gepickt worden van de werkvoorraad en deze werkvoorraad aangevuld wordt vanuit de bulkvoorraad. Dit is echter niet interessant in een ETO-omgeving waar meestal qua aantal weinig producten per SKU zijn waardoor er niet met een bulk voorraad gewerkt wordt.

2.1.3 ORDER PICKING

Order picking is een veel besproken onderwerp en zijn vele theorieën over. Een onderzoek in het Verenigd Koninkrijk heeft aangetoond dat meer dan 55% van de warehouse kosten bestaan uit order picking gerelateerde bezigheden (Drury, 1988).

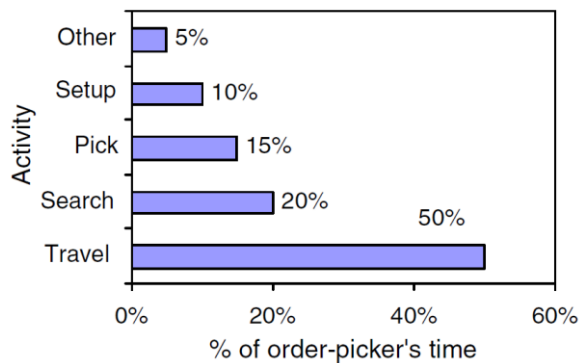
Als handvat om het order picking proces efficiënt te laten verlopen hebben (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003) een aantal basis principes opgesteld. Een aantal hiervan koppelen weer terug op het ideaal indelen van het magazijn en alloceren van items, welke hier niet verder behandeld zullen worden.

Gebruik van een duidelijk, gemakkelijk te lezen picking document

Het opzoeken van items gebeurt aan de hand van een picklist, een lijst waarom aangegeven is welke materialen nodig zijn. Een goede lijst is goed leesbaar en is gevuld met informatie in de volgorde dat de picker ze nodig heeft. Dat is; locatie, opslagnummer, omschrijving, aantal batches nodig, aantal items totaal nodig. Wat vaak fout gaat is dat men de pakbon gebruikt die ook naar de klant gaat als verzendlijst, en niet een speciale lijst voor de picker met alleen de informatie die deze nodig heeft.

Combineren en elimineren van order picker taken

Het toepassen van een duidelijke pick list zal de zoektijd verminderen, echter is het ook een streven zo veel mogelijk de andere activiteiten van een order picker te minimaliseren. De activiteiten bestaan uit reizen, pakken, uitstrekken en buigen om toegang te krijgen tot pick locatie, documenteren, sorteren, verpakken en zoeken. Tompkins, et al., (2003) hebben uiteengezet in figuur 10 hoeveel tijd er relatief per activiteit besteedt wordt.



FIGUUR 10 VERDELING VAN DE TIJD VAN EEN ORDER PICKER (TOMPKINS, WHITE, BOZER, & TANCHOCO, 2003)

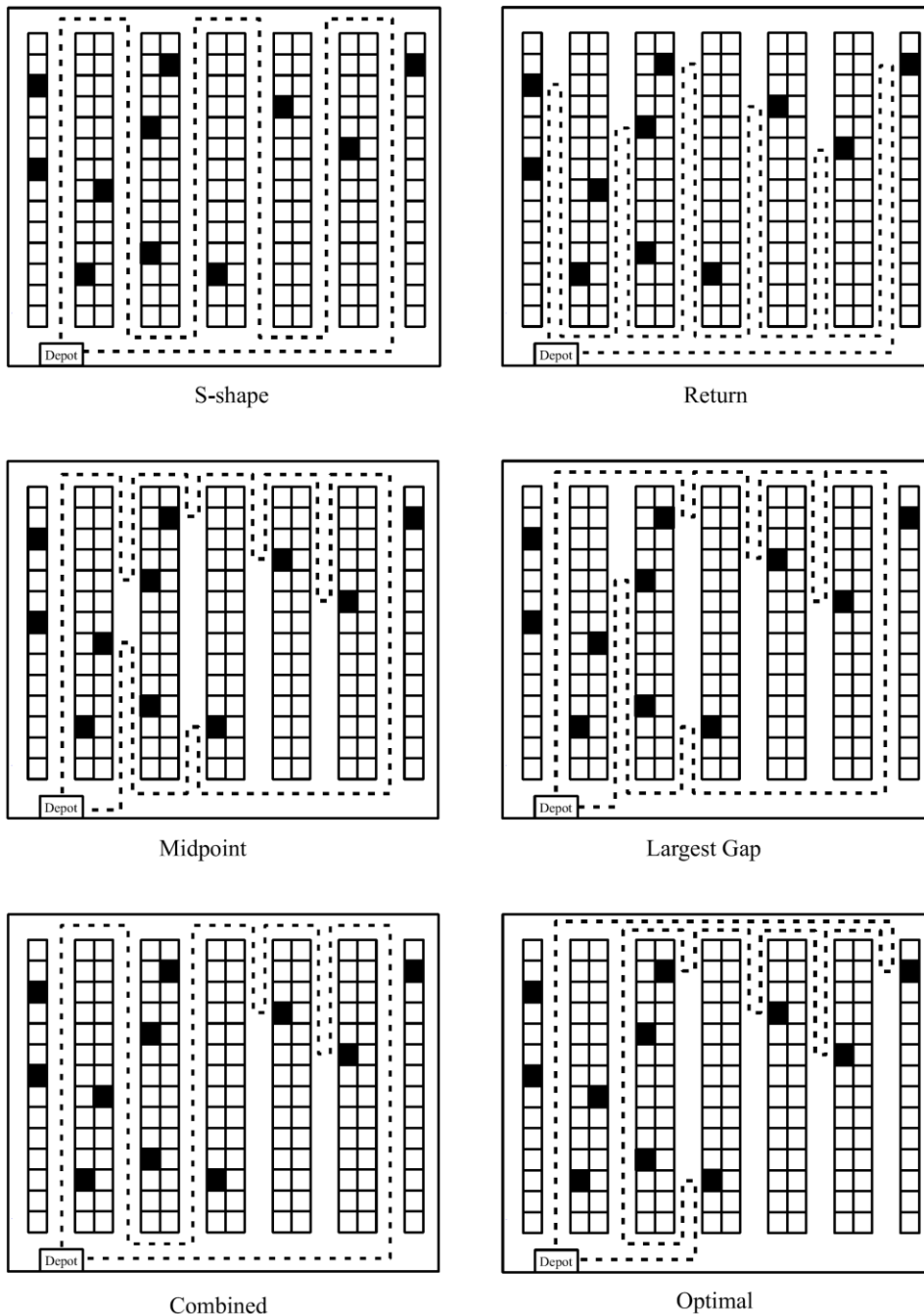
Uit de figuur valt te zien dat de activiteit *travel* veruit de meeste tijd kost van de magazijn medewerker. Deze activiteit wordt dan ook gezien als belangrijkste activiteit om te verbeteren, omdat er veel winst te behalen valt.

Gebruik van pre-gedefinieerde route op het picking document

Om deze reistijd/travel te verminderen bekijken we de route die de order picker aflegt. Als een magazijnmedewerker zelf de route mag bepalen levert dat niet altijd de beste route op. Daarom is het handig de medewerker een picklist te geven waarop een looproute al is aangegeven. Het optimaliseren van de af te leggen afstand bij bepaalde orders is uitgebreid geanalyseerd in de literatuur. De basis hiervoor is het oplossen van het vraagstuk wat de kortste afstand te lopen is met een Traveling Salesman Problem. Het order routing probleem is namelijk vrij veel hetzelfde bij order picking als dat van een verkoper die verschillende steden moet bezoeken en daarvoor zo kort mogelijk wil reizen, de traveling salesman. Er zijn verschillende order routing strategieën waarmee een zo optimaal mogelijke route gegenereerd kan worden zodat alle items gegeven een set orders met items zo snel mogelijk gepickt worden.

In figuur 11 zijn zes routing politieken gevisualiseerd binnen een enkelbloks magazijn (Roodbergen, 2001). Deze politieken vallen ook toe te passen binnen een groter magazijn met meerdere blokken, maar deze magazijn grootte is bij SAS niet het geval. De eerste politiek is een S-shape of *traversal* politiek waarbij gehandhaafd wordt dat elk gangpad waar een te picken item zich in bevindt, volledig uitgelopen wordt. Gangpaden waar zich geen items bevinden die nodig zijn, worden overgeslagen en aan het einde wordt direct naar het I/O punt teruggekeerd. Bij een *return* methode wordt telkens terug gekeerd naar het begin van het gangpad om vervolgens de volgende weer in te gaan. Hierbij wordt niet gekeken hoe ver iemand al is in het pad en misschien beter door kan lopen. De derde methodiek, *midpoint*, verdeelt de magazijnruimte in twee delen en hanteert vervolgens een return aanpak aan iedere zijde. De vierde politiek kijkt vanaf welke kant van het magazijn de afstand het grootst is naar het gewenste item in een gangpad en laat de order picker vervolgens aan de andere, kortere kant het gangpad ingaan. Bij deze *largest gap* methode gaat de order picker het gangpad weer uit op plek van binnenkomst en het laatste pad wordt volledig doorgestoken. Een lastigere methode voor routing is de vijfde manier, *combined* routing. Door de eerder genoemde methodieken lineair te programmeren is het mogelijk per

gangpad te bekijken wat de beste manier is de items in het volgende gangpad te bereiken. Deze methode kan grote besparingen opleveren, maar het is een stuk lastiger de methode ook daadwerkelijk toe te passen. De zesde en laatste manier van routing is de optimale manier. Deze methode bekijkt het probleem anders. De vorige methodieken bekijken het vraagstuk heel beperkt met strakke richtlijnen voor welke kant opgelopen moet worden op elk moment. De optimale manier heeft de mogelijkheid elke mogelijke route in en door gangpaden door te rekenen en hiermee uiteindelijk de optimale route te presenteren.



FIGUUR 11 VOORBEELD VAN ROUTING POLITIEKEN IN EEN ENKELBLOKS MAGAZIJN (ROODBERGEN, 2001)

Combineren van ordes om loopafstand te besparen

Sommige picking politieken gebruiken het principe orders samen te voegen, batching, dit kan namelijk de loopafstand aanzienlijk verminderen. In plaats van enkele items op te zoeken per trip, is het meer efficiënt als er meer producten per trip gepickt worden, de afgelegde afstand per item zal namelijk verminderen. Wat voor strategie gebruikt wordt kan ook nog verschillen. *Discrete picking* is de simpelste strategie waarbij één persoon, één order pickt en de bestellijnen afloopt. *Batch picking* is waar één persoon meerdere orders tegelijk pickt, het best kunnen hiervoor orders gebruikt worden waar maar 1 tot 4 bestellijnen in opgenomen zijn. Bij *zone picking* worden items uit elke verschillende zone door een andere picker opgezocht, bijvoorbeeld omdat er ander equipment voor nodig is. De laatste methode is *wave picking* die erg overeenkomt met de discrete picking, alleen worden bij deze methode de orders om te picken gepland en uitgevoerd op een bepaald moment.

Uitspreiden van pick activiteiten over locaties om verstopping te voorkomen

Het efficiënt indelen van een magazijn heeft vaak tot gevolg dat populaire items bij elkaar en dicht bij het I/O-punt geplaatst worden. Een nadeel hiervan is dat men elkaar hier in de weg kan gaan lopen en op elkaar moet wachten om überhaupt bij een item te kunnen. Dit is natuurlijk niet de bedoeling en daarom is er een afweging nodig tussen af te leggen afstand en kans op verstopping.

Order picker moet verantwoordelijkheid dragen voor accuraatheid

Wat soms voorkomt is dat het geleverde product bij de klant niet is wat gevraagd was, en dat deze fout gemaakt is in het magazijn. Hiervoor is het mogelijk iemand in te huren die controle uitoefent op de pickers of ze wel de juiste producten en aantallen picken, maar uiteindelijk moet de picker zelf verantwoordelijk zijn voor verzonden pakketten.

Voorkom tellen

Zoals al aangegeven, wordt er weleens fout geteld. De methode van controle is een optie, maar nog slimmer is het tellen helemaal te voorkomen. Voornamelijk bij grote getallen is dit goed toe te passen. Er wordt hierbij gekeken naar wat de normale ordergroottes zijn en dan is het idee het product ook in verpakkingen op voorraad liggen met een inhoud rond dit aantal. Bijvoorbeeld een product dat gemiddeld binnenkomt met 300 stuks in een doos en verkocht wordt met gemiddeld 75 stuks per keer gepickt. Dan is het handiger verpakkingen van 25 of 75 stuks te hebben die de teltijd verminderen.

Verplicht pick bevestiging

Als de items dan geteld en verzameld zijn, is het van belang dat genoteerd wordt hoeveel er gepakt zijn en hoeveel er nog missen. Dit voorkomt incoherentie tussen pakbon en pakket-inhoud, maar daarnaast valt ook de picker erop te controleren.

Gebruik vervoerssystemen die tijd en errors verminderen

Mechanische ondersteuning is niet ongewoon in magazijnen, maar hangt vooral af van het op te slaan product en grootte van het pand. Zo is het mogelijk de order picker automatisch te laten vervoeren naar de juiste locatie, of een systeem te gebruiken dat direct meet of er genoeg en het juiste gepickt is. Dit soort systemen vragen wel om grote investeringen maar kunnen de productiviteit verhogen.

Elimineer papierwerk

Als dan uiteindelijk het juiste item opgezocht en gepakt is, kunnen er nog altijd fouten gemaakt worden. Voornamelijk in het noteren of verwerken van papieren gaat vaak wat fout. Deze menselijke invloed is bijna geheel voorkomen worden door gebruik te maken van RFID (radio frequency identification), voice input/output of pick-to-light systemen.

2.1.4 LEAN WAREHOUSE

Er zijn nu een aantal warehouse activiteiten en strategieën gesteld, maar het is ook van belang een overkoepelend beeld te houden van de supply chain waar het magazijn deel van uit maakt, deze zorgt immers ook voor arbeid bij het magazijn. Een overkoepelende paraplu die de gewenste continue verbetering als doel heeft is lean synchronisatie. Deze lean synchronisatie doelt op productleveringen bij de klant met perfecte kwaliteit, hoeveelheid, levertijd en leverlocatie. Daarbij is het doel dit te doen tegen minimale kosten. De lean gedachte is ontstaan vanuit een traditionele automobiel productieomgeving, een omgeving waarbij in hoge volumes wordt geproduceerd (Slack, Chambers, & Johnston, 2010). Bij ETO is dit niet het geval, het is dan ook de vraag hoe toepasbaar lean precies is in dit geval.

In de literatuur is lean meermaals behandeld, ook met betrekking tot ETO omgevingen. Gosling en Naim hebben deze literatuur samengevat in een artikel over lean en agile strategieën en trekken hier hun conclusies uit (Gosling & Naim, 2009). Agility is één van de performance indicatoren van de supply chain en kijkt naar de bekwaamheid van een bedrijf om veranderingen en verstoringen te kunnen opvangen. De eerste conclusie is dat er weinig correlatie tussen de meningen over de afkadering, definities en toepasbaarheid van lean en agility is. Vooral de toepasbaarheid is een belangrijk punt dat behandeld wordt. Hiervoor is gekeken naar hoe lean en agile strategieën ingedeeld kunnen worden naar supply chain structuur. Op deze manier komen de schrijvers tot de conclusie dat agile een goede fit heeft met een ETO supply chain en lean een goede fit heeft bij een Ship-to-Stock(STS) supply chain. Een STS supply chain houdt een goederenstroom in waarbij binnenkomende goederen direct in opslag gaan en niet aan kwaliteitscontrole worden onderworpen om zo veel tijd te besparen. In de conclusie van dit artikel worden de twee termen tegenover elkaar gesteld met aan de ene kant agililty in een omgeving met meer gecustomiseerde producten en processen, en aan de andere kant de lean gedachte in een productieomgeving met meer gestandaardiseerde producten en processen. De laatste conclusie waar de schrijvers toe komen is dat beide onderwerpen voorgesteld worden als strategie voor de ETO sector maar dat er geen duidelijk antwoord is over de toepasbaarheid. Omdat lean dus wel toe te passen is bij ETO, maar niet zeker is hoe, zal de lean gedachte wel verder gebruikt worden.

Implementatie van deze lean gedachte gebeurt aan de hand van eliminatie van waste in alle soorten, betrekking van personeel in verbeteringen en het zorgen voor verbetering op een continue basis (Kaizen). Van deze drie staat bij de lean filosofie vooral het elimineren van alle activiteiten die niet toevoegen aan de productwaarde centraal: waste. Er worden zeven types waste gedefinieerd te weten; overproductie, wachttijd, transport, proces, voorraad, beweging en afkeur (Slack, Chambers, & Johnston, 2010). Al deze onderdelen dienen zo veel mogelijk geëlimineerd te worden omdat ze geen toegevoegde waarde vormen voor het eindproduct, maar wel kosten met zich meebrengen. Hiervoor zijn verschillende strategieën die dit te bewerkstelligen. Zo werkt lean vaak met een pull gecontroleerde productie, zodat goederen pas echt geproduceerd worden op het moment dat klant een order plaatst. Dit kan gebeuren in combinatie met kanbans, een manier met kaartjes of andere objecten om aan een afdeling door te geven dat er goederen nodig zijn. Om de variabiliteit te verlagen wordt vaak ook de 5-S terminologie aangehouden.

Deze van oorsprong Japanse aanpak bestaat uit:

- Sort (Seiri) is het scheiden van nodige en onnodige dingen,
- Straighten (Seiton) is het organiseren en sorteren van zaken zodat ze bijvoorbeeld makkelijk bereikt kunnen worden,
- Shine (Seiso) gaat over het schoon en netjes houden van de werkruimte,
- Standardize (Seiketsu) is het in volgorde brengen taken, het georganiseerd werken, standaardiseren,
- Sustain (Shitsuke) is het creëren van een hoge motivatie en trots om de standaard te houden.

Een bekend voorbeeld een niet lean magazijn is bij honeycombing. In een magazijn waarbij honeycombing plaatsvindt, worden goederen voor andere goederen geplaatst waardoor deze onbereikbaar worden en lege plekken niet gevuld kunnen worden zonder eerst een palletverplaatsing te doen (Tompkins, White, Bozer, & Tanchoco, 2003). Letterlijk is dit dan ook het verlies van opslaglocaties, en uiteindelijk arbeid, doordat goederen de locatie blokkeren.

2.2 KEY PERFORMANCE INDICATORS WAREHOUSE

Er is nu een aantal onderdelen behandeld met betrekking tot een magazijn. Duidelijk is nu wat zich afspeelt in een magazijn en welke onderdelen, en op wat voor manier, hiervan tot een betere performance gebracht kunnen worden. Echter, nadat een verbeterstap is gedaan, is het ook van belang in de gaten te houden of iets nageleefd wordt. Is het gewenste effect namelijk wel ontstaan, of is er intussen nog niets veranderd? Om dit in de gaten te houden is het handig een snelle en eenvoudige performance meting te doen. Hiervoor kunnen key performance indicators (KPI's) opgesteld worden die aantonen of de gewenste doelen bereikt worden (Slack, Chambers, & Johnston, 2010). Voor performance metingen worden KPI's normaal onder vijf verschillende onderwerpen geschaard; kwaliteit, snelheid, afhankelijkheid, flexibiliteit en kosten. De KPI's die hieronder vallen zijn metingen voor de productiviteit van de hele supply chain, voor dit onderzoek zijn alleen metingen interessant die iets zeggen over hoe goed de goederenstroom presteert binnen en rond het magazijn. Zo is niet interessant hoe tevreden een klant is of hoe vaak een machine kapot gaat, maar wel interessant kan zijn of de aanwezige resources optimaal gebruikt worden of hoelang een klant (bij binnenkomende goederen bij ETO is dat de productie) gemiddeld moet wachten. Het zijn dan ook geen metingen die enorm belangrijk zijn voor de hele organisatie, daarom zijn het meer performance indicatoren (PI's) in plaats van key performance indicators (KPI's). Welke PI's gebruikt kunnen worden ligt onder andere aan wat voor gegevens gemakkelijk en snel verzameld kunnen worden. Dit zal naar voren zal komen bij het uitvoeren van activity profiling dat zich immers onder andere baseert op data onderzoek.

2.3 BESLISSINGSTHEORIE

Op basis van de analyse moet duidelijk geworden zijn wat de problemen zijn bij SAS. Baker, et al. (2001) definiëren een stappenplan en geven aan dat voor het vormen van mogelijke oplossingen eerst het hoofddoel duidelijk moet zijn. Naast het hoofddoel moeten randvoorwaarden opgesteld worden waar een oplossing altijd aan moet voldoen. Op basis hiervan worden alternatieven geformuleerd.

Als duidelijk geworden is waar voor SAS verbetermogelijkheden liggen is er een keuze te maken welke verbeterstap het meest past bij SAS. Omdat deze verbeterstap hoogstwaarschijnlijk invloed gaat hebben op sommige processen in de toekomst willen meerdere niveaus van management invloed willen hebben op de keuze. Het is daarom aan te raden MCDA te gebruiken bij de keuze voor het alternatief (Baker, et al., 2001). Het maken van keuzes gebeurt niet altijd rationeel doordat er vele partijen van invloed zijn

op de stakeholders en keuzemakers. MCDA biedt ondersteuning in het beslissingsproces door structuur aan te brengen en zo een rationele beslissing te maken (Guitouni & Martel, 1998).

Criteria

Om MCDA uit te voeren, worden er criteria voor de twee doelen opgesteld. Dit kan gebeuren in samenspraak met de stakeholders (Guitouni & Martel, 1998; Baker, et al., 2001). De definitieve stakeholders zijn de stakeholders die de attributen, power, urgentie en legitimiteit, bezitten (Mitchell, Agle, & Wood, 1997). Mitchell, Agle en Wood (1997) leggen uit dat dit de partijen zijn die met betrekking tot de case druk uit kunnen oefenen op beslissingen en zelf prioriteit stellen bij de uitkomst. Met alleen deze twee attributen zou de stakeholder als gevaarlijk geclassificeerd worden omdat de partij eigenlijk geen recht tot spreken heeft, maar wel veel invloed op de beslissing uitoefent. De enige definitieve stakeholders zijn dan ook de partijen die ook legitimiteit bezitten. De criteria die gevormd worden moeten voldoen aan de volgende onderdelen (Baker, et al., 2001):

- Compleet (alle doelen omvatten).
- Niet-herhalend (geen criteria die op elkaar lijken).
- Operationeel (criteria moeten toegevoegde waarde zijn om impressie te krijgen over alternatieven).
- Discriminerend (verschil maken tussen alternatieven).
- Weinig in aantal.

Model

Er zijn verschillende MCDA-modellen die hierbij structuur kunnen bieden. Hiervan bestaat er niet één methode die toepasbaar is in alle situaties (Guitouni & Martel, 1998), er moet dan ook gekeken worden wat in deze situatie bruikbaar is. MAUT is een methode die aan de hand van kwantitatieve data onderscheid maakt in 'nut'. Er worden 'nut'-grafieken gemaakt per criterium waarop de alternatieven gescoord worden. Deze score in combinatie met de weging van het criterium bepaalt de score. Deze methode is geschikt voor complexe beslissingen met vele alternatieven waarbij later bedachte alternatieven simpel toegevoegd kunnen worden als deze data beschikbaar hebben waarop ze gescoord kunnen worden op het 'nut'-diagram.

Bij SMART wordt op dezelfde manier een genormaliseerde score tussen 0 en 1 gemaakt voor de weging van de criteria, maar wordt in plaats van een nut-diagram een versimpelde schaal gebruikt. Zo kan nut weergegeven worden van 0 tot en met 5, met 0 de laagste score op een alternatief en 5 de hoogste score. Dit is toepasbaar zijn als scores met een normaal MAUT model te weinig onderscheidend zijn. De alternatieve scores worden genormaliseerd en vermenigvuldigd met de weging van het criterium voor een score.

AHP (Saaty, 1990) breekt het keuzeprobleem op in paarsgewijze vergelijkingen. Op deze manier begeleidt het model de keuzemaker aan de hand van kleinere vraagstukken naar een keuze voor het geheel. Bij de paarsgewijze scores om tot een weging voor de criteria te komen wordt de vraag gesteld: 'Hoe belangrijk is criterium A ten opzichte van criterium B?' De score (C_{ij}) mogelijkheden hierbij zijn als volgt (tussenliggende waarden zijn ook mogelijk):

- 1 = C_i even belangrijk als C_j .
- 3 = C_i redelijk belangrijker dan C_j .
- 5 = C_i sterk belangrijker dan C_j .
- 7 = C_i Zeer veel belangrijker dan C_j .
- 9 = C_i Extreem veel belangrijker dan C_j .

Het nalopen van alle criteria levert een matrixtabel op met alle mogelijke combinaties tussen C_i en C_j . Elk element wordt hierna gedeeld door de som van de betreffende kolom, resulterend in een nieuwe matrix A met genormaliseerde scores. Vanuit matrix A wordt een gemiddelde per rij genomen, deze gemiddeldes in een kolom is de prioriteiten(eigen)vector van de criteria. Hieruit valt op te maken welke weging een criterium krijgt. De som van de getallen in de prioriteitenvector is 1.

Om te controleren of de criteria wel op de juiste manier gescoord zijn, dus of de eerste matrixtabel consistent is ingevuld, gebruikt Saaty de consistency ratio(CR). De gebruikte formules hierbij zijn:

$$CR = CI/RI$$

$$CI(\text{Consistency Index}) = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$$

Met n = aantal criteria en $\lambda_{\max}$ de eigenwaarde van de matrix. De eigenwaarde is berekend met behulp van een online tool¹. Deze tool is gecontroleerd met een handmatige berekening van de eigenwaarde volgens (Winston, 2004). De Random Index(RI) is ook uit (Winston, 2004) gehaald, gezien hiervoor een vaste waarde bekend is bij een gegeven (n). De matrix is alleen consistent als CR kleiner is dan 0,10.

Het scoren van alternatieven gebeurt ook paarsgewijs waarbij gevraagd wordt: 'In welke mate is alternatief A beter dan alternatief B met betrekking tot criterium A?' Hieruit valt eenzelfde soort matrix op te maken per criterium en ook een prioriteiten(eigen)vector te maken. Deze scores per criterium, vermenigvuldigd met de respectievelijke wegingen van de criteria vormen de eindscore.

AHP biedt in vergelijking tot andere modellen de mogelijkheid gebruik te maken van zowel kwantitatieve als kwalitatieve informatie als input. Het is dan ook mogelijk een criterium zoals 'gebruiksgemak' te wegen en het alternatief op te scoren, waar dit bij andere modellen lastiger gaat of helemaal niet mogelijk is. Nadelig is dat door de grootte van het model het lastig is extra criteria of alternatieven gemakkelijk mee te nemen in de vergelijking omdat dan van vooraf aan begonnen moet worden. Daarnaast is AHP een model dat zich beperkt tot een klein aantal alternatieven en criteria (+/- 7) wat de omvangrijkheid verkleint. Dit probleem is echter op te lossen door het AHP model geautomatiseerd te laten uitrekenen. Er wordt verwacht dat geen grote aantallen alternatieven of criteria gevormd worden bij deze opdracht, AHP is dan ook handmatig toepasbaar. Vanwege deze reden, en omdat er afweging mogelijk is op kwalitatieve data, zal AHP toegepast worden in dit onderzoek.

¹ <http://nl.numberempire.com/matrixcalculator.php>

3 ANALYSE

Waar en wanneer is er arbeid is de centrale vraag bij activity profiling, daarom wordt deze methode aangehouden als aanpak om te onderzoeken wat er zich nu precies afspeelt bij SAS en welke activiteiten belangrijk zijn. De basis is een omvangrijk onderzoek naar alles wat de goederenstroom typeert, opgesplitst in de onderdelen items, orders en magazijn. Met deze informatie wordt een conclusie gemaakt waarin duidelijk is tegen welke problemen men aanloopt bij SAS.

3.1 ITEMS

XXXX

3.2 ORDERS/WERKPAKKETTEN

XXXX



FIGUUR 13 TRANSPORT 4-TRACK TENSIONER

XXXX

TABEL 2 WERKPAKKET VAN EEN SUBASSEMBLY

XXXX

FIGUUR 14 MATERIAALLIJST VAN ASSEMBLAGETEKENING

XXXX

3.3 MAGAZIJN

Wat het magazijn in- en uit gaat is nu behandeld, maar hoe ziet dat magazijn eruit en wat speelt zich er precies af? Dit onderdeel gaat eigenlijk over hoe het magazijnteam de ruimtes beheert, de benodigde communicatie verzorgt en administratief alles afhandelt. Dit team bestaat uit xxxx personen, echter weten meerdere mensen buiten het magazijn ook de handelswijzen en kunnen bijspringen waar nodig.

3.3.1 LOCATIES EN INDELING

XXXX

FIGUUR 15 BINNEN-MAGAZIJN PROJECT GERELATEERD

FIGUUR 16 BUITEN-MAGAZIJN PROJECT GERELATEERD

XXXX

3.3.2 IN- EN UITSLAGPROCES

(Inslag)

(Uitslag)

FIGUUR 20 MATERIAALKIST

3.4 CONCLUSIE

Met het onderzoeken van de goederen- en informatiestroom is een groot gedeelte van de organisatie onder de loep genomen om een zo goed mogelijk beeld te hebben van wat er zich precies afspeelt. Hiermee is een groter gedeelte van de supply chain geanalyseerd dan alleen het magazijn. Het magazijn lijkt namelijk ook veel gevolgen te ondervinden van inefficiëntie op andere afdelingen. In figuur 21 is een probleemkluwen weergegeven die alle inefficiënties samenvat met oorzaak-gevolg relaties die uiteindelijk xxxx.

Dit figuur is meermaals voorgelegd aan de verschillende afdelingen om deze zo kloppend mogelijk te krijgen, maar vooral ook om te achterhalen welke zaken het meest belangrijk zijn. xxxx

XXXX

FIGUUR 21 PROBLEEMKLUWEN

4 MOGELIJKE OPLOSSINGEN

In dit hoofdstuk worden alternatieve oplossingen opgesteld, gescoord en gekozen voor de problemen rondom de werkpakketten en de vindbaarheid van materialen. De twee doelen van de alternatieven, zoals gesteld in de hoofdvraag, zijn het efficiënter maken van de goederenstroom en het oplossen van huidige problemen. Het scoren van alternatieven is gedaan aan de hand van enkele criteria per doel. Deze criteria zijn opgesteld aan de hand van uitgebreide gesprekken met de stakeholders en is rekening gehouden met de eisen aan criteria (Baker, et al., 2001) uit §2.3.

Voor de variabelen van het xxxx is één AHP model uitgevoerd, voor xxxx is dit tweemaal gedaan. Daarbij is voor de onvindbare materialen onderscheid gemaakt in oplossingen tussen externe- en interne opslag en is de interne opslag weer onderverdeeld in twee onderwerpen. Kortom in dit hoofdstuk zijn de oplossingen gestructureerd volgens:

- xxxx
- xxxx
 - o Externe opslag
 - o Interne opslag
 - xxxx
 - xxxx

4.1 XXXXX

FIGUUR 22 WERKPAKKETTEN VARIABELEN

1. xxxxx
2. xxxxx
3. xxxxx
4. xxxxx

xxxx.

Criteria opstellen en scoren

De vier alternatieven voldoen aan de gestelde randvoorwaarden, maar een keuze zal gemaakt worden op basis van de score op aanvullende criteria volgens AHP (§2.3). De partijen die aan de drie voorwaarden (Mitchell, Agle, & Wood, 1997) voldoen voor het zijn van een definitieve stakeholder, zijn de magazijnmedewerkers, de Productiemanager en de Production Process Engineer (PPE). In interviews met deze personen is opgesteld welke criteria gehanteerd worden, opgesteld volgens de eigenschappen die goede criteria zouden moeten hebben zoals in §2.3 beschreven is (Baker, et al., 2001).

xxxx

De criteria die zojuist benoemd zijn hebben niet allemaal een doorslaggevende rol bij het keuzeprocess. Om een objectieve keuze te maken worden eerst de criteria paarsgewijs gescoord en aan de hand hiervan berekend welk alternatief meest favoriete oplossing biedt. Het paarsgewijs scoren van de criteria is gedaan door de personen die als definitieve stakeholder gedefinieerd worden, namelijk de Productiemanager, de Lead Warehouse en de PPE. Voor het scoren van de criteria is de volgende vraagstelling gehanteerd: 'Hoeveel belangrijker is xxxx ten opzichte van xxxx?' Na de benodigde AHP stappen zijn de scores geworden zoals deze in tabel 3 staan, de paarsgewijze scores en uitwerkingen

staan in appendix G. In deze uitwerkingen is ook voor de matrix met paarsgewijze scores de Consistency Ratio(CR) berekend. De CR score is onder 0,10 gebleven waarmee aangetoond is dat er consistent gescoord is.

XXXX

TABEL 3 XXXX: WEGINGEN CRITERIA

Uit dit overzicht blijkt dat xxxx het zwaarst wegen en een grote invloed hebben op de keuze van een alternatief.

Alternatieven afweging en keuze

De volgende stap is het vergelijken van alternatieven op elk van de criteria, dit gebeurt met een vraagstelling als: 'In welke mate is alternatief 3. xxxx beter dan alternatief 4. xxxx met betrekking tot het criterium xxxx?' Hieruit volgen paarsgewijze scores per criterium, te vinden in appendix G, waaruit een genormaliseerde score volgt. In deze appendix is ook de CR score te vinden die overigens voor elke ingevulde matrix onder 0,10 gebleven is, er is dan ook consistent gescoord. In tabel 4 is de genormaliseerde score vermenigvuldigd met de weging voor het criterium en is dit geheel opgeteld, waaruit de eindscore voor de alternatieven volgt.

XXXX

TABEL 4 XXXX: EINDSCORE ALTERNATIEVEN

Het alternatief met de hoogste score wordt het meest favoriet gewaardeerd en wordt daarom gekozen, in deze situatie is dat optie 2, het xxxx.

XXXX

4.2 XXXX

De tweede indicator die bij positieve beïnvloeding de goederenstroom vooruit helpt is het terug vinden van producten. De variabelen die ervoor zorgen dat niet alle goederen direct terug te vinden zijn, zijn ook weergegeven in figuur 21, en vergroot weergegeven in figuur 23. Bij het bedenken van alle alternatieven moet rekening gehouden worden met een implementatie-horizon van voor januari 2014.

XXXX

FIGUUR 23 XXXX

Ook voor dit probleem zijn er verschillende varianten mogelijk die een stap richting een grotere efficiëntie kunnen zijn. Deze varianten zijn behandeld voor de externe opslag en de interne opslag bij SAS.

4.2.1 EXTERNE OPSLAG

1. xxxx
2. xxxx
 - a. xxxx
 - b. xxxx
3. xxxx

Criteria opstellen en scoren

De criteria behorend bij deze alternatieven zijn opgesteld met het magazijnpersoneel, de Lead Productie en de Productiemanager. Deze alternatieven spelen voornamelijk in op hoe xxxx

xxxx

TABEL 5 OPSLAGLOCATIE: WEGINGEN CRITERIA

Alternatieven afweging en keuze

De alternatieven zijn onderworpen aan de paarsgewijze scoringsmethode waarmee een eindscore is berekend in tabel 6.

TABEL 6 XXXX: EINDSCORE ALTERNATIEVEN

Uit deze tabel blijkt dat de meest favoriete keuze is xxxx.

Indien iets afgeweken zou zijn van de huidige paarsgewijze scores, dan had de uitkomst hetzelfde gebleken. De gekozen optie is duidelijk erg favoriet, pas bij sterke afwijking van scoring zou wellicht optie 2.a het eerst in beeld komen als alternatieve keuze.

4.2.2 INTERNE OPSLAG

INSLAG MET VASTLEGGING VAN LOCATIE

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx

Criteria opstellen en scoren

TABEL 7 XXXX: WEGINGEN CRITERIA

Alternatieven afweging en keuze

Tabel 8 xxxx: Eindscore alternatieven

De tabel laat zien dat optie 1 meest favoriete keuze is, xxxx. Deze uitslag is niet gevoelig voor veranderingen als de criteria of alternatieven iets anders gescoord zouden zijn. Het verschil in scores is namelijk te groot.

XXXXX

Mogelijkheden

xxxx. In een proefschrift beschrijft (Roodbergen, 2001) wat voor soort mogelijkheden voor deze opslag zijn. De bevestigingsartikelen zijn items in kwantiteiten die niet opgeslagen kunnen worden op een pallet, aanbevolen is juist daar vanaf te komen. Hiermee vallen alle palletopslagmethodes af. Wel behoren tot de mogelijkheden stellingen, lades in een kast en stellingen met zwaartekracht rekken(schuine planken zodat het product naar voren komt), aldus Roodbergen. De stellingen zijn goedkoop verkrijgbaar, de ladekasten duurder. De zwaartekracht rekken zijn niet interessant omdat ze vooral bij items met grote doorloop toepasbaar zijn en hierbij meerdere dozen(bins) achterelkaar gezet

worden, dit is beide niet van toepassing bij SAS. De andere twee opties zijn wel toepasbaar, en indien gewenst ook mogelijk in combinatie met xxxx.

Eisen

Om te voorkomen dat er extra transport en beweging(twee vormen van waste) nodig zijn is het ideaal de opslag vlak bij de productie te hebben. Het is dan direct mogelijk te picken voor de productie en er zijn geen tussenbewegingen nodig van het magazijn. De vorm van productie eist dat materiaal soms ergens anders aanwezig moet zijn, als dit erg veel materiaal is dan is ook gewenst dat de opslag verplaatsbaar is. Hiervoor zijn stellingen alleen handig als ze afsluitbaar zijn(anders vallen de items eruit) en verplaatsbaar. Verplaatsbaar betekent bij SAS met een bovenloopkraan op te pakken, dus er moet een juk aan de oplossing bevestigd zijn. Ongeacht de soort oplossing, wordt van deze losse opslag van bevestigingsartikelen gevraagd dat ze logisch geordend zijn terug te vinden in de oplossing. Kortom, een mogelijke oplossing voor opslag van bevestigingsmaterialen bij de productie kan bestaan uit lades of rekken, maar handig is als deze afsluitbaar, verplaatsbaar en logisch ingedeeld zijn.

Keuze oplossing

xxxx

FIGUUR 24 XXXX KAST MET VAKKEN EN LADES

4.3 IMPLEMENTATIE

De vorige paragraaf is een uiteenzetting van mogelijkheden de variabelen uit figuur 21 te beïnvloeden. Hieruit zijn totaal 4 implementatie adviezen naar voren gekomen. Er zal in dit onderdeel verder ingegaan worden wat het advies is voor de implementatie van de vier opties bij SAS en wat voor gevolgen dit zal hebben voor huidige werkmethodes.

xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx

xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx

xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx
6. xxxx

xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx
6. xxxx
7. xxxx
8. xxxx

Toepassing 5 S, nieuwe xxxx en xxxx nieuwe situatie

In de vorige behandelde opties zijn enkele implementatie stappen niet volledig uitgewerkt. Deze stappen hadden allemaal te maken met de toepassing van 5 S, een nieuwe xxxx of de xxxx in de nieuwe situatie, dit zal hier behandeld worden.

Bij SAS is het veel interessanter de aanvoerende stroom van goederen goed georganiseerd te krijgen dan de productie als een massa-productiebedrijf te analyseren en verbeteren. Er is daarom maar een beperkt stuk van lean gebruikt, namelijk de 5 S methodologie. Deze methode focust op het organiseren van werkplekken met visuele netheid, organisatie, schoonheid en standaardisatie. Het helpt alle vormen van waste te verminderen en zorgt ervoor dat werk gemakkelijker en sneller te volbrengen is (Slack, Chambers, & Johnston, 2010). SAS is op zoek naar zulke organisatie en structuur in onder andere het magazijn, daarom is hiervoor voor de vijf onderdelen van 5 S gekeken wat voor actie er ondernomen dient te worden.

1. Sort (Seiri) - xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx

2. Straighten (Seiton) - xxxx

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx
6. xxxx

3. Shine (Seiso)

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx

4. Standardize (Seiketsu) – xxxx

Standaardisatie is niet altijd mogelijk in een ETO-omgeving, voor het produceren van telkens andere producten is veel flexibiliteit nodig. Het is echter wel mogelijk zo veel mogelijk te standaardiseren in bedrijfsprocessen en niet in het product- of fabrieksontwerp. Het in volgorde

brengen van taken waardoor georganiseerd gewerkt kan worden is een belangrijke implementatiestap. In de implementatie van de verschillende oplossingen is al een aantal keer gerefereerd naar xxxx. Er zal hier verder uitgelegd worden wat de aanbeveling is voor veranderingen in methodes bij implementatie van de oplossingen, een samenvatting hiervan is weergegeven in een nieuwe xxxxfiguur in appendix D.

Veranderingen voor het magazijnpersoneel:

1. xxxx
2. xxxx
3. xxxx
4. xxxx
5. xxxx
6. xxxx
7. xxxx

5. *Sustain (Shitsuke)*

xxxx

Het uitvoeren van die controle valt te doen aan de hand van de evaluaties die eerder besproken zijn bij de implementatie van de verschillende opties. Handig zijn hierbij enkele PI's, een aantal meetbare prestatie indicatoren. Voor de verschillende implementatiestappen zijn dit:

xxxx

- Xxx
- xxxx

xxxx

- xxxx
- xxxx
- xxxx

xxxx

- Xxx
- xxxx

xxxx

- Xxx

5 S, xxxx en xxxx

- xxxx
- xxxx
- xxxx
- xxxx
- xxxx
- xxxx
- xxxx

Er komen bij de implementatie behoorlijk wat stappen kijken die genomen dienen te worden. Het is dan ook begrijpelijk dat niet alle vier de opties tegelijk uitgevoerd zullen gaan worden. Het is beter onderdeel voor onderdeel goed aan te pakken en ervoor te zorgen dat men eerst gewend is aan de ene verandering voordat de volgende wordt doorgevoerd. In volgorde van belangrijkheid van de stappen is daarom een roadmap opgesteld zoals in tabel 9.

Hierin is aangegeven dat nog in het 4^e kwartaal van 2013 het belangrijk is de 5 S stappen door te lopen, het xxxx en de xxxx aan te pakken. Sterk aanbevolen is dit zo snel mogelijk te laten gebeuren voordat in begin 2014 de productie erg druk wordt. De ingebruikname van de kasten is pas mogelijk in januari wegens leveringstijd. De xxxx kan ook later nog geïmplementeerd worden en heeft niet direct prioriteit, daarom is het advies dit pas in 2014 te doen na aanpak van de andere punten.

Actie	Wie?					Wanneer?			
	Magazijn	Productiemanager	Fabriek	PPE	IT	Dec. - '13	Jan. - '14	Feb. - '14	Mrt. - '14
	x			x	x	x	x		
	x				x	x			
	x	x				x			
		x	x			x			
	x					x			
		x	x			x	x		
			x				x		
		x	x					x	
		x		x		x	x	x	x
	x	x				x	x	x	x
	x	x	x				x	x	x
	x	x							x

TABEL 9 ROADMAP

5 DISCUSSIE

De focus van dit hoofdstuk ligt op het terugkijken naar het onderzoek en een korte samenvatting te geven wat precies gedaan is. Daarnaast wordt gekeken naar de accuraatheid van de uitkomsten.

xxxx

Tijdens het verzamelen van informatie is ondertussen een literaire basis gevormd door te onderzoeken hoe magazijnbeheer binnen een ETO-omgeving geclassificeerd kan worden. Dit bleek lastiger dan gedacht, voornamelijk door gebrek aan literatuur op deze specialisatie. ETO blijkt toch een onderwerp waar weinig onderzoekers het eens over geworden zijn. Er is dan ook uiteindelijk algemene magazijnliteratuur gebruikt. Van deze literatuur werd voor activity profiling toepasbaarheid binnen elke productieomgeving geclaimd, en die is als leidraad gebruikt voor de analyse van de huidige situatie.

Voor deze analyse zijn er in korte tijd interviews afgenomen door een groot gedeelte van de organisatie, vrijwel alleen met partijen die de goederenstroom beïnvloeden. Hieruit kwam naar voren dat SAS xxxx.

xxxx

De accuraatheid van de uitkomsten bij de AHP modellen wordt beïnvloed door wie de paarsgewijze score invult. xxxx

Ten slotte is er nog terug te kijken naar de gebruikte literatuur. In de literatuurstudie is lean behandeld, maar de concrete toepassing is daar niet duidelijk geworden. Dit onderzoek heeft bewezen dat lean toepasbaar is in een ETO omgeving. Lean is een zeer alomvattend onderwerp en niet alle ideeën zijn dan ook toegepast en bruikbaar, maar voornamelijk de 5 S toepassing is ongetwijfeld aangetoond. De vijf onderdelen van deze theorie vormen de basis van het implementatieplan en zijn dan ook niet weg te denken uit de toepassing.

De algemene magazijnliteratuur was ook toepasbaar, alhoewel wel steeds bedacht moest worden dat de eigenlijke orders van het magazijn vanaf de productie komen en dat bijna elke binnenkomst weer een nieuwe SKU is. Dit maakt het lastig in kaart te brengen exact wat arbeid veroorzaakt, doordat weinig informatie uit het ERP-systeem te halen is.

Teruggekeken naar de deliverables in §1.4, is de conclusie dat aan alle onderdelen is voldaan. XXXXXX.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk zal er antwoord gegeven worden op de hoofdvraag: *‘Op welke manier kan SAS Offshore zijn binnenkomende goederenstroom efficiënter beheersen en worden huidige problemen uit de weg gegaan, door een verbeterstap door te voeren binnen de afdeling production(assembly, manufacturing en warehouse)?’* Paragraaf 5.1 beantwoordt deze vraag en geeft bondig de uitkomst van de deelvragen weer. In §5.2 worden enkele suggesties gedaan die verder niet in het onderzoek behandeld zijn. §5.3 Bestaat uit een afweging waarin nog is kritisch gekeken wordt naar de uitkomsten van dit verslag.

6.1 CONCLUSIES

Het productiebedrijf SAS xxxxx...

SAS beheert het productieproces vanaf engineering tot aan levering en valt hiermee te classificeren als een Engineer-To-Order(ETO) bedrijf. xxxxx

Na de analyse van de huidige situatie bleken er twee problemen te zijn die binnen de scope van het onderzoek vielen. Ten eerste bleken xxxxx....

Er is voor de serie variabelen die van invloed zijn op deze twee problemen een aanpak voorgesteld in de vorm van een viertal oplossingen. Dit is gedaan in de volgende structuur:

- xxxxx
 - xxxx

- xxxxx: xxxx
 - xxxx
 - xxxx
 - xxxx
 - xxxx
 - xxxx

Het daadwerkelijk in gebruik nemen van de verschillende opties vergt een aantal implementatiestappen. Deze zijn uitgebreid behandeld met als conclusie tabel 9(roadmap). Naast de stappen die nodig zijn om de vier opties toe te passen, zijn er een aantal stappen vanuit lean nodig. De belangrijkste onderdelen hiervan zijn:

- xxxx.
- xxxx
- xxxx
- Handhaving aan de hand van PI's. Er zijn verschillende evaluatiestappen geadviseerd om te blijven monitoren of gewenste veranderingen ook daadwerkelijk plaatsgevonden hebben na implementatie van de alternatieven.

Met toepassing van de gestelde adviezen worden huidige problemen uit de weggegaan en zal de goederenstroom efficiënter te beheersen zijn.

6.2 AANBEVELINGEN

Gedurende het onderzoek is SAS al begonnen aan enkele stappen die verwerkt zijn in het implementatieplan. Het is erg positief dit te zien omdat nu nog duidelijker wordt hoeveel efficiënter de processen kunnen worden. Allereerst is het belangrijk deze implementatiestappen door te zetten en allemaal uit te voeren, maar daarnaast moet benadrukt worden dat de gestelde oplossingen staan of vallen met het correct handelen in de toekomst. Dat betekent het evalueren van de gedane verbeterstappen, maar voornamelijk het aanhouden van xxxx. xxxxx. De PI's bieden hiervoor een handvat om regelmatig concreet te maken hoe de situatie ervoor staat.

Het in de gaten houden van het gebruik van ruimte bij SAS is niet het enige dat voor de toekomst belangrijk is. xxxx

XXXXXXXXXX

7 BIBLIOGRAFIE

- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J., & Sorenson, K. (2001). *Guidebook to Decision-Making Methods*. USA: Department of Energy. Opgehaald van http://kscsma.ksc.nasa.gov/Reliability/Documents/Decision_Making_Guidebook_2002_Dept_of_Energy.pdf
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2011). *Warehouse & Distribution Science* (Release 0.95 ed.). Atlanta: Georgia Institute of Technology. Opgehaald van www.warehouse-science.com
- Bertrand, J., & Muntslag, D. (1993). Production control in engineer-to-order firms. *International Journal of Production Economics*, 30-31, 3-22.
- Brynzér, H., & Johansson, M. (1996). Storage location assignment: Using the product structure to reduce order picking times. *International Journal Production Economics*, 46-47, 595-603.
- Drury, J. (1988). Towards more efficient order picking. *IMM Monograph No. 1*.
- Gosling, J., & Naim, M. M. (2009). Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. *Int. J. Production Economics*, 122, 741-754.
- Guitouni, A., & Martel, J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109, 501-521.
- Koster, R. d., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182, 481-501.
- Mantel, R. J., Schuur, P. C., & Heragu, S. S. (2007). Order Orientated slotting: a new assignment strategy for warehouses. *European Journal of Industrial Engineering*, 1(3), 301-316.
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997, October). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. *The Academy of Management Review*, 22(4), 853-886.
- Roodbergen, K. J. (2001). Layout and Routing Methods for Warehousing. *ERIM Ph.D series Research in Management*, 4.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. v., & Mantel, R. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122, 515-533.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management* (Sixth ed.). Harlow: Pearson.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2003). *Facilities Planning*. New York: John Wiley & Sons, INC.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (1995). Onderzoeksmodel. In *Het ontwerpen van een onderzoek*. Utrecht: Lemma.
- Winston, W. L. (2004). *Operations Research*. Belmont: Brooks/Cole.

8 APPENDICES

A. XXXX SAS

XXXX

B. XXXX SAS NIEUW

Xxxx

C. PROCES XXXX

XXXX

D. PROCES XXXX NIEUW

XXXX

E. BEREKENING TERUGVERDIENTIJD XXXX

XXXX

F. BEREKENING TERUGVERDIENTIJD XXXX KAST

XXXX

G. CRITERIA EN ALTERNATIEVEN SCORES

XXXX

XXXX

XXXX

H. PLATTEGROND XXXX
