

Onderzoek naar de efficiëntie en groei van PB International

Sebastian Panman de Wit
s1364464

Begeleiders PB International
A. Kassens
J. Bruinsma

Begeleider Universiteit Twente
S.J.A. Löwik



UNIVERSITEIT TWENTE.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	4
Woordenlijst.....	5
Management Samenvatting.....	7
1 Inleiding.....	10
1.1 PB International.....	10
1.2 Aanleiding onderzoek.....	10
1.3 Probleemstelling	10
1.4 Afbakening	11
1.5 Onderzoeksmethode	12
2 Algemene informatie PB International.....	14
2.1 Organisatie.....	14
2.2 Producten	15
3 Theoretische Kader Vooronderzoek	16
3.1 Inleiding	16
3.2 In kaart brengen processen	16
3.3 Lean produceren	17
3.4 Levenscyclus model	22
3.5 Samenvatting Theoretische Kader vooronderzoek	24
4 Huidige Situatie	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Bedrijfsprocessen	25
4.3 Levenscyclusmodel toegepast op PB International	28
4.4 Complicaties.....	29
5 Toekomstige situatie	34
6 Theoretische Kader Onderdelenbeheer	35
6.1 Planning en controle.....	35
6.2 Voorraadbeheer	36
6.3 (Multi-)ABC analyse	38
6.4 Voorraadsystemen	39
6.5 Service Level Model	41
6.6 Conclusie Theoretische Kader Onderdelenbeheer.....	42
7 Toekomstige Situatie onderdelenbeheer	43
7.1 Inleiding	43

7.2	Planning en Controle.....	43
7.3	ABC Prioritering.....	44
7.4	Voorraadsysteem.....	44
7.5	Service Level Model toegepast	45
7.6	Voorraadkosten behorende bij verschillende Service Levels	48
7.7	Conclusie	52
8	Conclusie en aanbevelingen.....	52
9	Bibliografie.....	53

Voorwoord

Dit document bevat mijn aangepaste bachelorscriptie. In verband met de vertrouwelijkheid van bepaalde informatie, zijn verschillende figuren en bijlagen verwijderd uit deze versie. Ook zijn sommige berekeningen fictief waarbij de ratio's in stand zijn gehouden.

Woordenlijst

In de bachelorscriptie wat voor u ligt zal meerdere malen gebruikt worden gemaakt van bepaalde vaktermen en afkortingen. Ondanks dat de tekst zo geschreven is dat het voor de lezer begrijpelijk moet zijn de termen betekenen, kan het voorkomen dat termen onduidelijk zijn. Om deze reden is onderstaand de verschillende termen met de bijbehorende definitie opgesomd.

Woordenlijst Bachelorscriptie

Term	Definitie
ABP	Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak. Methode van Heerkens (2012) voor het systematisch oplossen van bedrijfskundige vraagstukken.
ATO	Assemble-To-Order. Planningswijze waarbij een aantal componenten van een eindproduct alvast geproduceerd worden en bij een klantenorder geassembleerd worden
Continue voorraadsysteem	Voorraadsysteem waarbij de voorraad continue bewaakt wordt
EOI	Economic Order Interval. Formule om de optimale bestelinterval te bepalen bij een Periodieke voorraadsysteem
EOQ	Economic Order Quantity. Formule om de optimale bestelgrootte te bepalen bij een Continue voorraadsysteem
Filtermodules	Modules die geproduceerd worden door PB International die los verkocht worden en geassembleerd worden in grotere systemen
KOOP	Klantorder-Ontkoppelingspunt. Punt in de logistieke stroom waar onafhankelijke vraag wordt omgezet in afhankelijke vraag.
Lean	Managementfilosofie die zich richt op het precies leveren wat de klant wil, in exacte hoeveelheden, precies wanneer nodig en exact waar nodig
MKB	Midden- en kleinbedrijf
Muda	<i>zie verspilling</i>
Multi-echelon distributienetwerk	
Periodieke voorraadsysteem	Voorraadsysteem waarbij de voorraad periodiek gecontroleerd wordt.
Probleemkluwen	Overzichtelijk schema die de oorzaak van problemen in kaart brengt.
Proces diagram	Diagram voor het inzichtelijk maken van processen binnen een bedrijf.

PTO	Produce-To-Order. Planningswijze waarbij de onderdelen klaar liggen voor productie en er gestart wordt met het produceren van een eindproduct bij een klantenorder
PTS	Produce-To-Stock. Planningswijze waarbij eindproducten op voorraad gemaakt worden en bij een klantenorder geleverd worden.
Pull-systeem	Met betrekking tot planning en controle; een systeem waarbij een werkstation alleen vraagt om werk van de vorige werkstation wanneer het nodig is
Push-systeem	Met betrekking tot planning en controle; een systeem waarbij werk naar de volgende werkstation gestuurd wordt zodra het klaar is op het vorige werkstation
RTO	Resource-To-Order. Planningswijze waarbij onderdelen ingekocht worden op basis van klantenorders
Service Level per Ordercyclus	Percentage die aangeeft in hoeveel van de gevallen de veiligheidsvoorraad de vraag dekt voor het moment vanaf een bestelling van onderdelen tot de levering
Supermarkt	VSM term wat een gecontroleerde voorraad representeerd.
Value Stream Map	Diagram voor het inzichtelijk maken van materiaal- en informatiestromen waarbij waarde toevoegende stappen geïdentificeerd kunnen worden
Verspilling	Onderdelen van de productie die geen waarde toevoegen
VSM	Value Stream Map. Diagram voor het in kaart brengen van inefficiënties binnen een bedrijf

Management Samenvatting

PB International heeft sinds haar oprichting in 2000 een stijgende lijn gezien in haar omzet. Het management denkt op dit moment een punt bereikt te hebben waarop er gekeken moet worden naar de efficiëntie binnen het bedrijf en hoe deze efficiëntie kan bijdragen aan een gestage groei. Dit is de voornaamste aanleiding geweest voor dit onderzoek.

Het onderzoek is breed opgesteld met de volgende onderzoeksvraag:

“Hoe moet PB International haar productieafdeling inrichten/aanpassen zodat een omzetgroei van 25% binnen 5 jaar op een doelmatige en efficiënte manier kan worden gerealiseerd?”

Het onderzoek is dus gefocust op de productieafdeling waarbij gekeken wordt hoe dit aangepast moet worden om de omzetgroei te realiseren. De concrete cijfers zijn in overleg met het management opgesteld.

De onderzoeksvraag was in eerste instantie erg breed opgesteld. Het onderzoek is daarom begonnen met een (klein) vooronderzoek. Dit vooronderzoek diende ervoor om het belangrijkste kernprobleem te vinden die in de toekomst de omzetgroei het meest zou kunnen belemmeren. Dit vooronderzoek begon met een literatuuronderzoek die de basis vormde voor het vinden van dit kernprobleem. De relevante theoriën die naar voren zijn gekomen tijdens het literatuuronderzoek zijn: de Lean theorie en het levenscyclusmodel.

De Lean theorie droeg bij door verschillende middelen te bieden die de efficiëntie van een bedrijf in kaart kunnen brengen en verbeteren. Deze theorie zegt dat een bedrijf efficiënter kan werken door inefficiënties te reduceren. Daarbij worden bij deze theorie, inefficiënties ingedeeld in verschillende categorieën. De zeven categorieën zijn: inefficiënties in de vorm van overproductie, wachttijd, transport, proces, voorraad, (menselijke) beweging, defecten. Het Value Stream Map (VSM) is ook een onderdeel van deze theorie. Het VSM is een diagram waarmee inzichtelijk gemaakt kan worden waar de grootste inefficiënties zich bevinden.

De tweede theorie is het levenscyclusmodel. Dit model zegt dat bedrijven een redelijk voorspelbaar patroon volgen in hun groei. Volgens dit model doorloopt een bedrijf verschillende stadia in haar groei waarbij ieder stadium haar eigen aandachtspunten vereist. Het inschatten in welke fase PB International zich op dit moment is relevant omdat dit model voor die fase aangeeft wat belangrijke aandachtspunten zijn in die bepaalde fase.

Na het literatuuronderzoek is er een onderzoek gedaan naar het achterhalen van de belangrijkste kernprobleem die de omzetgroei in de toekomst kan belemmeren. Hiervoor is allereerst in kaart gebracht hoe verschillende processen zich afspelen op de productieafdeling. Vervolgens is aan de hand van interviews met medewerkers, eigen observatie en verschillende diagrammen in kaart gebracht welke inefficiënties zich afspelen binnen de productieafdeling. In combinatie met de aandachtspunten die het levenscyclusmodel geeft bij de fase waar PB International zich in bevindt is vervolgens het kernprobleem gedestilleerd. Het gevonden kernprobleem uit het vooronderzoek is: “Geen goede onderdelenbeheer”. Het onderdelenbeheer op dit moment zorgt voor de grootste inefficiëntie binnen PB International in de vorm van wachttijd op onderdelen. Er moet namelijk vaak gewacht worden op onderdelen alvorens de productiestappen van start kunnen gaan. Dit komt voornamelijk omdat de voorraden die op dit moment gehouden wordt van verschillende onderdelen vaak ontoereikend zijn. Oorzaak hiervan is dat het beleid voor het beheren van onderdelen gebaseerd is op een aantal vuistregels. Het levenscyclusmodel bevestigt dit kernprobleem als

een aandachtspunt wat belangrijk is bij de fase waar PB International zich op dit moment in bevindt. Het levenscyclusmodel geeft aan dat het in de huidige fase van PB International belangrijk is om de coördinatie te verhogen door middel van een verbeterde controle. Deze verbeterde controle kan gerealiseerd worden door formele planningsprocedures. In dit geval zal het verbeteren van het onderdelenbeheer zorgen voor een formeel planningsprocedure in de vorm van een beleid die ervoor zorgt dat de wachttijden zoveel mogelijk gereduceerd worden.

De nieuwe onderzoeksvraag naar aanleiding van het vooronderzoek is vervolgens als volgt geformuleerd:

Hoe moet het huidige onderdelenbeleid aangepast worden om ervoor te zorgen dat de wachttijd zoveel mogelijk gereduceerd wordt?

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is wederom literatuur geraadpleegd. Deze literatuuronderzoek was voornamelijk gericht op verschillende manieren van plannen en controleren, en op voorraadbeheer.

De manieren van plannen en controleren die in het tweede theoretische kader naar voren zijn gekomen zijn: *Resource-To-Order*, *Produce-To-Order*, *Assemble-To-Order*, *Produce-To-Stock* planningswijzen¹. Grootste verschil tussen deze planningswijzen is het Klantenorder-ontkoppelingspunt (KOOP). Voor RTO wil dat zeggen dat het KOOP ligt bij het inkopen van onderdelen. Dat wil zeggen dat onderdelen pas ingekocht worden wanneer er een (klanten)order binnen is. Bij PTO geldt dat het KOOP ligt bij het produceren. Onderdelen worden dan op basis van voorspelling ingekocht en het produceren start wanneer een order binnen is. ATO wil zeggen dat er een aantal onderdelen alvast geproduceerd worden (op basis van voorspelling) en dat het assembleren van die onderdelen gebeurt wanneer er een order binnen is.

Hieruit is gebleken dat op dit moment het onderdelenbeheer bij PB International volgens een combinatie van RTO, PTO en ATO plaatsvindt. Voor het reduceren van de wachttijd op onderdelen is een PTO of ATO wijze nodig. Deze planningswijze gaat ervan uit dat onderdelen aanwezig zijn wanneer er een order binnen komt. Hiervoor is voorraad benodigd. Verschillende typen voorraad en kosten van het houden van voorraad zijn vervolgens aangestipt. De belangrijkste type voorraad is de buffervoorraad, voorraad wat wordt aangehouden tegen onvoorziene fluctuaties in vraag. Deze zal later in het verslag veiligheidsvoorraad genoemd worden. Vervolgens zijn verschillende systemen genoemd voor het beheren van voorraad. De aanbevolen voorraadstelsel is het Continue voorraadstelsel. Dit betekent dat voorraad continue in de gaten gehouden wordt en wanneer een bepaalde bestelniveau B bereikt is, er een bestelling ter grootte van Q besteld wordt. Deze Q is te berekenen aan de hand van de EOQ-formule. Dit is in dit onderzoek achterwege gelaten door tijdgebrek en missende data.

Als toevoeging op het voorraadstelsel is het Service Level Model (SLM) omschreven. Het SLM geeft een aantal formules waarmee de veiligheidsvoorraad van een bepaald onderdeel bepaald kan worden. Dit kan bepaald worden aan de hand van het Service Level per ordercyclus (SL_C). Dit SL_C representeert de kans op het niet hebben van een onderdeel vanaf het moment dat er bestelling gedaan is naar dit onderdeel tot de levering van het onderdeel. Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat er een bepaalde hoeveelheid veiligheidsvoorraad nodig is om de wachttijd op onderdelen te reduceren. Wanneer een order binnenkomt, dient er al een bepaalde veiligheidsvoorraad aanwezig te zijn. Als er een order binnenkomt dan

¹ Hierna respectievelijk RTO, PTO, ATO, PTS genoemd.

² Het percentage is gebaseerd op het gemiddelde van de groei van de afgelopen 5 jaar. Het

wordt aangeraden een bestelling te doen voor de onderdelen die op dat moment gebruikt zijn. Dat is dezelfde wijze zoals het nu gebeurt, echter is in dit geval een veiligheidsvoorraad aanwezig. Deze veiligheidsvoorraad dekt de hoeveelheid vraag in de periode dat de bestelling onderweg is. Hoe groot deze veiligheidsvoorraad moet zijn is aan de hand van het SL_C bepaald. Het SL_C berekend aan de hand van een kansverdeling naar de vraag naar een eindproduct de benodigde grootte van de veiligheidsvoorraad.

Voor het berekenen van de hoeveelheid voorraad is onderscheid gemaakt in onderdelen op basis van de ABC-categorisering. Dit is een manier om onderdelen in te delen. Normaal gesproken wordt dit gedaan op basis van gebruikswaarde (waarde van onderdeel maal aantal keer nodig) maar voor dit onderzoek is de levertijd relevanter. Het onderzoek gaat namelijk om het reduceren van de wachttijd op onderdelen. Vervolgens zijn voor verschillende Service Levels bepaald hoe groot de veiligheidsvoorraden moeten zijn van eindproducten om de vraag te kunnen dekken wanneer een een bestelling gedaan is totdat deze aankomt.

Als laatste zijn de kosten berekend voor het houden van de voorraad. Hiervoor is eerst de gemiddelde voorraad berekend (met behulp van de kansverdeling naar de vraag van onderdelen). Dat is vervolgens vermenigvuldigd met de waarde van de voorraad en vermenigvuldigt met 30 procent. Het laatste is een percentage wat gebruikt wordt om de voorraadhoudkosten te berekenen.

De gevonden voorraadkosten met de verschillende manieren van onderdelenbeheer is samen te vatten aan de hand van de volgende tabel:

Onderdelen op voorraad							
SLM	A	A, B	A, B, C	A, B, C, D	A, B, C, D, E		
0.95	€ 0.11	€ 0.18	€ 0.32	€ 0.86	€ 1.05		
0.9	€ 0.06	€ 0.13	€ 0.26	€ 0.79	€ 0.97		
0.8	€ 0.02	€ 0.03	€ 0.13	€ 0.40	€ 0.50		

Hierboven is te zien dat de voorraadkosten op 1,05 euro geschat worden wanneer er een Service Level van 95 procent aangehouden wordt. Dit is een relatief laag bedrag.

Om deze reden wordt er naar aanleiding van het onderzoek aanbevolen om alle categorieën onderdelen in voorraad te houden. De grootte van de hoeveelheid onderdelen is gecommuniceerd richting PB International met behulp van een excel-bestand. Hierin zijn alle groottes te vinden van de veiligheidsvoorraad van alle onderdelen.

1 Inleiding

1.1 PB International

PB International is een productiebedrijf dat legionella filters maakt. Naast het produceren van deze filters houdt het zich ook bezig met servicediensten gericht op legionellapreventie.

PB International is in 2000 is opgericht. Op dit moment telt het bedrijf 10 medewerkers en is het nog steeds groeiende. Het bedrijf maakt verschillende filtermodules die met behulp van de techniek 'Ultra-filtratie' ervoor zorgen dat water legionellaveilig gemaakt wordt. Naast het produceren van deze filtermodules worden deze modules ook geassembleerd in de vorm van verschillende systemen waarin deze modules verwerkt zijn. Dit zijn o.a. douchestangen, douchekoppen en systemen die achter de watermeter geplaatst kunnen worden.

1.2 Aanleiding onderzoek

De afgelopen jaren is PB International gegroeid. Hierbij is al veel nagedacht over de inrichting van bedrijfsprocessen. Het bedrijf heeft dan ook verschillende zaken al aangepast in de afgelopen jaren met betrekking tot de inrichting van deze processen. Voorbeelden hiervan zijn o.a. werkwijzen en de documentatie hiervan maar ook hun productassortiment is onder de loep genomen. In de loop van de jaren is er echter zoveel veranderd dat het management van PB International denkt dat de inrichting van de productieafdeling, en de processen hierin, niet meer optimaal zijn. Daarnaast geeft het bedrijf aan dat er grote efficiëntieslagen gemaakt kunnen worden met betrekking tot deze processen. PB International wil graag blijven groeien maar de huidige inrichting van haar productieafdeling en de bijbehorende processen lijken hier niet geschikt voor. Het onderzoeken hoe de productieafdeling ingericht / aangepast moet worden rekening houdend met de groei van PB International, is dan ook erg relevant.

1.3 Probleemstelling

De bovenstaande aanleiding leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

“Hoe moet PB International haar productieafdeling inrichten/aanpassen zodat een omzetgroei van 25%² binnen 5 jaar op een doelmatige en efficiënte manier kan worden gerealiseerd?”

Hiervoor is er eerst een vooronderzoek gedaan om de inefficiënties en belangrijkste kernprobleem op de productieafdeling in kaart te brengen. De deelvragen die beantwoord zijn in het vooronderzoek als volgt:

1. Wat zegt de literatuur over efficiëntie in productiebedrijven?
2. Wat zegt de literatuur over stimulansen en beperkingen in de groei van een (productie)bedrijf?
3. Hoe ziet de huidige situatie eruit met betrekking tot de productieafdeling en de efficiëntie hiervan?
4. Wat moet er binnen de productieafdeling aangepast worden om de omzetgroei van 25% te kunnen realiseren?

² Het percentage is gebaseerd op het gemiddelde van de groei van de afgelopen 5 jaar. Het management gaf namelijk aan dat zij de huidige groei willen voortzetten.

Na het vooronderzoek is gebleken dat het onderdelenbeheer bij PB International het grootste kernprobleem is. Om dit te verbeteren is er een nieuwe onderzoeksvraag opgesteld:

Hoe moet het huidige onderdelenbeheer bij PB International aangepast worden om ervoor te zorgen dat de wachttijd zoveel mogelijk gereduceerd wordt rekeninghoudend met de voorraadkosten?

De daarbijhorende deelvragen zijn:

5. Wat zegt de literatuur over onderdelenbeheer binnen een productieafdeling?
6. Op welke manier kan het onderdelenbeheer aangepast worden om de wachttijd te reduceren?
7. Wat zijn de kosten van de verschillende manieren van het beheren van de onderdelen?

Het beantwoorden van onderzoeksvraag, en de deelvragen die zijn opgesteld, zal een beleid voor het onderdelenbeheer leveren dat de wachttijd zoveel mogelijk reduceerd en rekening houdt met de bijbehorende voorraadkosten.

1.4 Afbakening

Het doel van dit onderzoek is het realiseren van een continue groei van PB International. Zoals het nu lijkt is PB International niet ingericht op een continue groei en zal het straks niet de groei kunnen faciliteren. Om voorbereid te zijn op een groei dienen een aantal zaken binnen een bedrijf in orde te zijn. Dit onderzoek zal zich focussen op de bedrijfsprocessen van de productieafdeling van offerte tot levering. Dit is gekozen in overleg met het management. Het management geeft aan dat hier de grootste efficiëntieslag gemaakt kan worden. Hierbij worden aspecten die buiten deze processen vallen, zoals after-sales, buiten beschouwing gelaten. Ook zal dit onderzoek geen adviezen geven op basis van productontwerp. Dit is iets wat buiten het vakgebied valt van de onderzoeker. Ook zullen de handelsproducten buitenwege gelaten worden. Dit zijn de producten die ingekocht worden door PB International, ingepakt worden en verstuurd worden naar de klant. Hier komen namelijk geen productiestappen aan te pas.

Onderstaand is visueel weergegeven waar de focus van het onderzoek zal liggen.



Figuur 1 - Afbakening onderzoek

Figuur 1 laat zien dat het contact met de klant begint in de vorm van een (telefonische) afspraak. Vervolgens zal naar aanleiding van deze (telefonische) afspraak, een offerte opgesteld worden. Wanneer deze geaccepteerd is zullen er werkvoorbereidingen gepleegd worden, zoals het opstellen van een onderdelenlijst. De voorbereidingen en de daar bijhorende processen zullen nader toegelicht worden in hoofdstuk 5. Nadat de productie en verzending van de order is geweest, doet PB International aftersales service in de vorm van onderhoud (buiten de scope van dit onderzoek). Het onderzoek zal zich focussen op het groen gemarkeerde deel van Figuur 1, oftewel op de processen van offerte tot verzending.

1.5 Onderzoeksmethode

Om de probleemstelling te kunnen beantwoorden dienen de deelvragen beantwoord te worden. Voor het beantwoorden van de deelvragen is er een onderzoeksplan opgesteld, ingedeeld per deelvraag. In dit plan wordt beschreven hoe informatie verzameld wordt. Ook worden onderbouwingen voor bepaalde keuzes gegeven. Deze is onderstaand te lezen

1. *Wat zegt de literatuur over efficiëntie in productiebedrijven?*

Om de eerste deel vraag te kunnen beantwoorden is het nodig om kennis te vergaren over efficiëntie binnen productiebedrijven. Dit zal aan de hand van de Lean theorie zijn.

2. *Wat zegt de literatuur over stimulansen en beperkingen in de groei van een (productie)bedrijf?*

Deze deelvraag zal aan de hand het levenscyclusmodel zijn van R. Daft (2007). Hierbij zal verschillende literatuur verzameld en geanalyseerd worden met betrekking tot het levenscyclusmodel.

3. *Hoe ziet de huidige situatie eruit met betrekking tot de productieafdeling en de efficiëntie hiervan?*

Voor het beantwoorden van deze vraag zal allereerst in kaart gebracht worden, aan de hand van procesdiagrammen, hoe de processen lopen van offerte tot levering. Dit zal een globale kijk geven op de bedrijfsprocessen en bijdragen aan het begrijpen van de context voor de opvolgende interviews. Hierna zullen er namelijk verscheidene interviews/gesprekken plaatsvinden met zowel productiemedewerkers als managementmedewerkers. Dit zal ervoor zorgen dat gevonden problemen vanuit verschillende invalshoeken bekeken kunnen worden. Na deze interviews zal er een Value Stream Map opgesteld worden die de waarde-toevoegende stappen in de processen inzichtelijk zal maken.

4. *Wat moet er binnen de productieafdeling aangepast worden om de omzetgroei van 25% te kunnen realiseren?*

Na het in kaart brengen van de huidige situatie en de (in)efficiënties hierin, moet er gekeken worden wat de grootste knelpunten zijn waarom de groei op dit moment niet doorgezet kan worden. Om hier op een systematische wijze achter te komen is besloten om de Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak (ABP) van Heerkens (2012) te gebruiken. Hiervoor zullen de eerste drie fasen doorlopen worden omdat deze helpen met het vinden van het kernprobleem. De eerste drie fasen zijn als volgt:

1. Probleemidentificatie
2. Formulering probleemaanpak
3. Probleemanalyse
4. [...]³

Hierbij is voor het vinden van de grootste kernprobleem gebruik gemaakt van probleemkluwen (zie Bijlage I voor toelichting). Deze probleemkluwen is opgesteld aan de hand van observaties, interviews, gesprekken en opgestelde diagrammen. Met behulp van het levenscyclusmodel is hier het belangrijkste kernprobleem uit gedestilleerd.

³ In **Error! Reference source not found.** is een uitgebreid overzicht te zien van de APB.

Uit deelvraag 4 is gebleken dat het onderdelenbeheer binnen PB International het grootste kernprobleem is. Voor het verbeteren van dit onderdelenbeheer is vervolgens een nieuwe onderzoeksvraag opgesteld:

Hoe moet het huidige onderdelenbeheer bij PB International aangepast worden om ervoor te zorgen dat de wachttijd zoveel mogelijk gereduceerd wordt rekeninghoudend met de voorraadkosten?

Onderstaand is voor de nieuwe onderzoeksvraag toegelicht hoe tot de beantwoording hiervan is gekomen.

5. *Wat zegt de literatuur over onderdelenbeheer binnen een productieafdeling?*

Voor het verbeteren van het onderdelenbeheer is het belangrijk om te kijken naar wat de literatuur hierover zegt. Er is verschillende literatuur hierover gezocht. Allereerst is er literatuur gezocht over planning en controle. Het onderdelenbeheer is namelijk afhankelijk van de manier waarop er gepland en gecontroleerd wordt. Vervolgens is er gekeken naar wat de literatuur zegt over belangrijke vragen die beantwoord moeten worden bij het opstellen van een goed onderdelenbeheer. Deze zijn:

- Wanneer te bestellen?
- Hoeveel te bestellen?
- Hoe te controleren

Hierbij is ook gebruik gemaakt van een categorisering van onderdelen op basis van ABC-categorie. Dit is gedaan om het beleid voor verschillende onderdelen effectief te laten verlopen.

8. *Op welke manier kan het onderdelenbeheer aangepast worden om de wachttijd te reduceren?*

Uit de literatuur is gebleken dat dit kan door de wijze van plannen en controleren te veranderen. Door onderdelen op voorraad te houden. Hierbij is er een onderscheid gemaakt tussen de verschillende onderdelen op basis van hun levertijd. De grootte van de voorraad blijkt met een Service Level te bepalen zijn. Dit wordt in hoofdstuk 7 toegelicht. Deze verschillende Service Levels en de implicaties hiervan zijn toegelicht.

9. *Wat zijn de kosten van de verschillende manieren van het beheren van de onderdelen?*

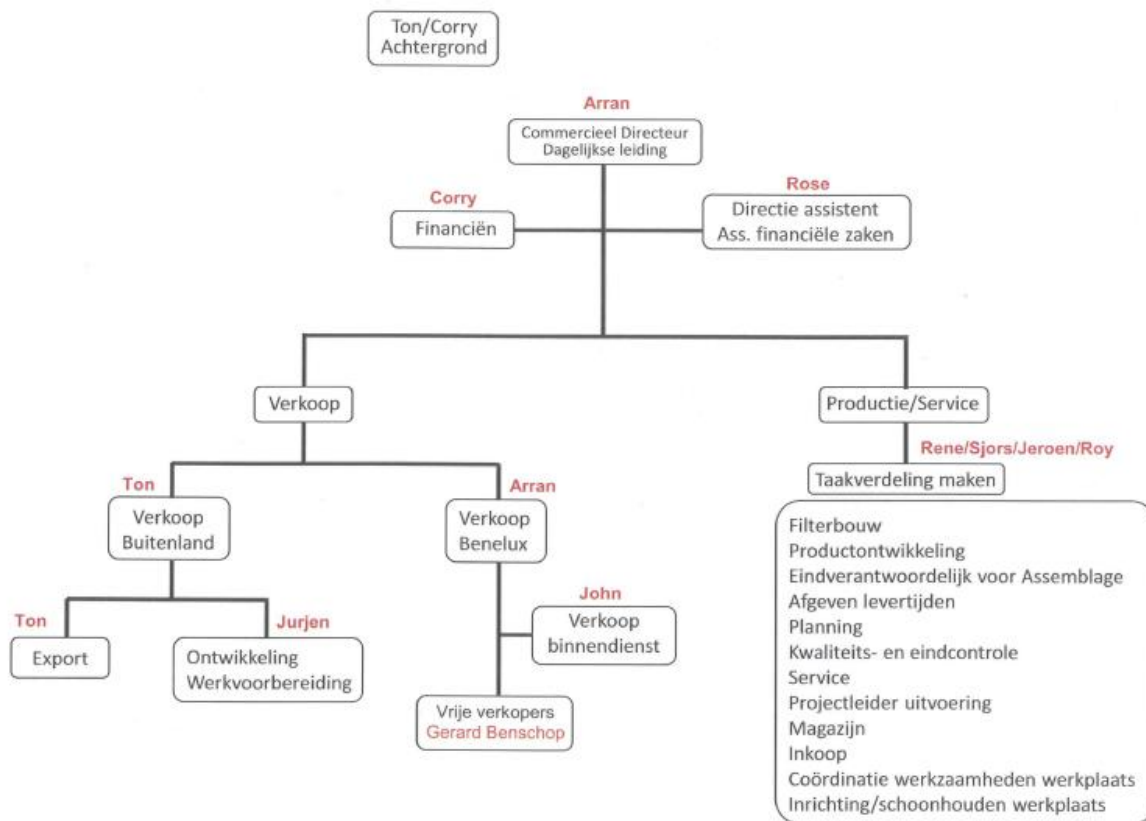
Vervolgens zal aan de hand van de literatuur de drie vragen beantwoord worden met betrekking tot het onderdelenbeheer. Hiervoor zal een beleid opgesteld worden die de efficiëntie het meest verhoogd. Dit wil zeggen dat er een beleid wordt opgesteld die de wachttijd op onderdelen het meest verlaagd en daarbij de voorraadskosten laag houdt.

2 Algemene informatie PB International

Vooraleer de deelvragen beantwoord worden, is hieronder algemene informatie over PB International te vinden. Deze algemene informatie zal helpen context te creëren voor de rest van dit verslag.

2.1 Organisatie

PB International kent een vrij platte structuur betreffende de hiërarchie binnen het bedrijf. Het organigram is hieronder in Figuur 2 te zien



Figuur 2 – Organigram PB International

Hierbij zal in het onderzoek met productiemedewerkers verwezen worden naar Rene, Sjors, Jeroen en Roy. De rest van de medewerkers zullen het Management genoemd wordt. Hierbij is Gerard Benschop niet betrokken geweest bij het onderzoek. Hij werkt namelijk niet op de locatie van PB International.

2.2 Producten

De producten die PB International produceert is in Appendix 2 te vinden. Ook is in **Error! Reference source not found.** te vinden wat de percentages van de verkoop van deze producten zijn van de afgelopen twee jaar. Onderstaand is hier een korte samenvatting van te vinden.

Er is een onderscheid te maken tussen handelsproducten en normale producten.

Handelsproducten betreffen producten die alleen ingekocht worden, ingepakt en verzonden worden. Hier komen geen productiestappen aan te pas.

2.2.1 Handelsproducten

De handelsproducten zijn de douchekoppen en de voorfilters. Beide onderdelen worden niet aangepast bij PB International maar ingekocht en na inpakken gelijk verzonden.

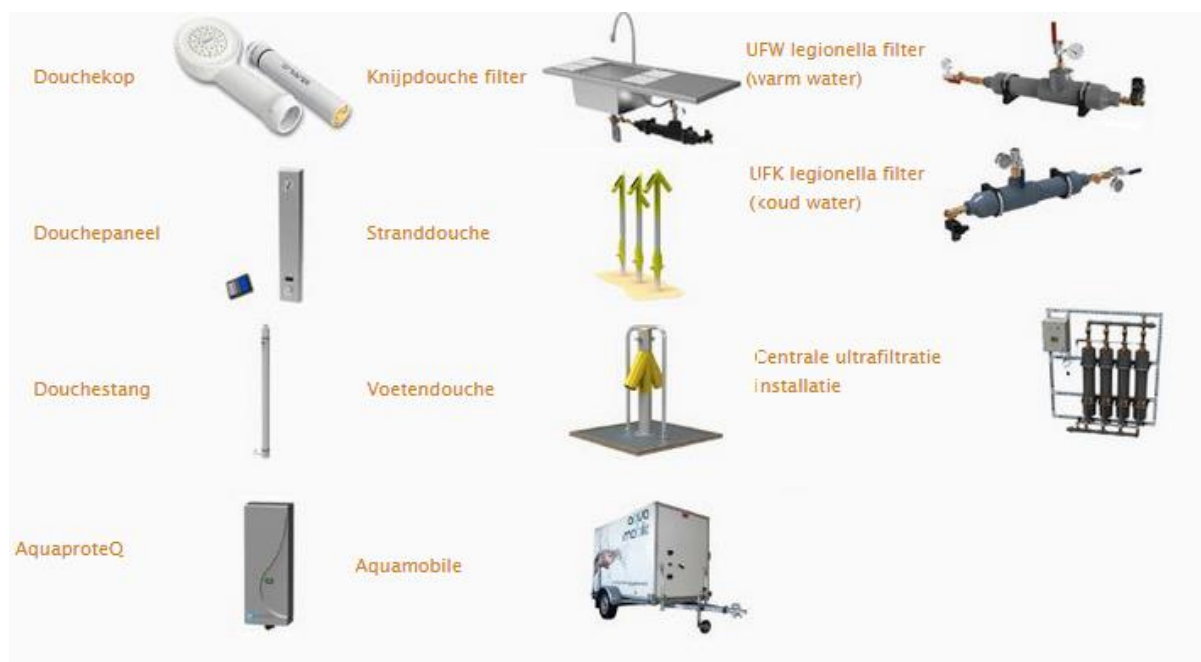
2.2.2 Normale producten

Bij de normale producten kan er een onderscheid gemaakt worden tussen drie typen producten: poortwachter systemen, 'point of use'-filters en filtermodules

Poortwachtersystemen zijn gehele systemen die achter de watermeter geplaatst worden. Deze bestaan uit meerdere filtermodules.

Point of use filters zijn filters die bij tappunten geplaatst worden. Deze tappunten zijn in de vorm van een kraan, douche of wastafel. Deze bevatten een enkele filtermodule.

De basis van de bovenstaande producten zijn de filtermodules. Deze filtermodules werken op basis van ultrafiltratie. Dit is een techniek die met behulp van membranen en druk ervoor zorgt dat water legionellaveilig gemaakt wordt. Een grafische weergave van de verscheidene producten is onderstaand te zien in Figuur 3.



Figuur 3 - Overzicht Producten PB International

Daarnaast bezit PB International een Aquamobile. Dit is een portable systeem dat wordt verhuurd.

3 Theoretische Kader Vooronderzoek

3.1 Inleiding

De eerste deelvraag is gericht op de huidige situatie. Hierbij dient inzichtelijk gemaakt te worden wat op dit moment de problemen zijn waardoor PB International haar groei niet kan voortzetten. Om het bovenstaande te onderzoeken zullen er concepten en instrumenten uit de literatuur gebruikt worden waarmee de gevonden problemen beschreven, geanalyseerd en/of beoordeeld kunnen worden.

Allereerst zal kort toegelicht worden hoe de processen inzichtelijk gemaakt kunnen worden aan de hand van proces diagrammen. Vervolgens zal de Lean theorie toegelicht worden, daar deze leidend is in het vinden van de inefficiënties binnen de productieafdeling. Ook zal binnen deze Lean theorie een tweede manier van het in kaart brengen van processen beschreven worden, namelijk de Value Stream Maps. Als laatste zal het levenscyclus model toegelicht worden waarin de verschillende stadia, en de daarbij horende kenmerken en aandachtspunten, behandeld worden waar een bedrijf zich in de groei kan bevinden.

De literatuur die onderstaand toegelicht wordt zal antwoord geven op de eerste twee deelvragen:

1. *Wat zegt de literatuur over efficiëntie in productiebedrijven?*
2. *Wat zegt de literatuur over stimulansen en beperkingen in de groei van een (productie)bedrijf?*

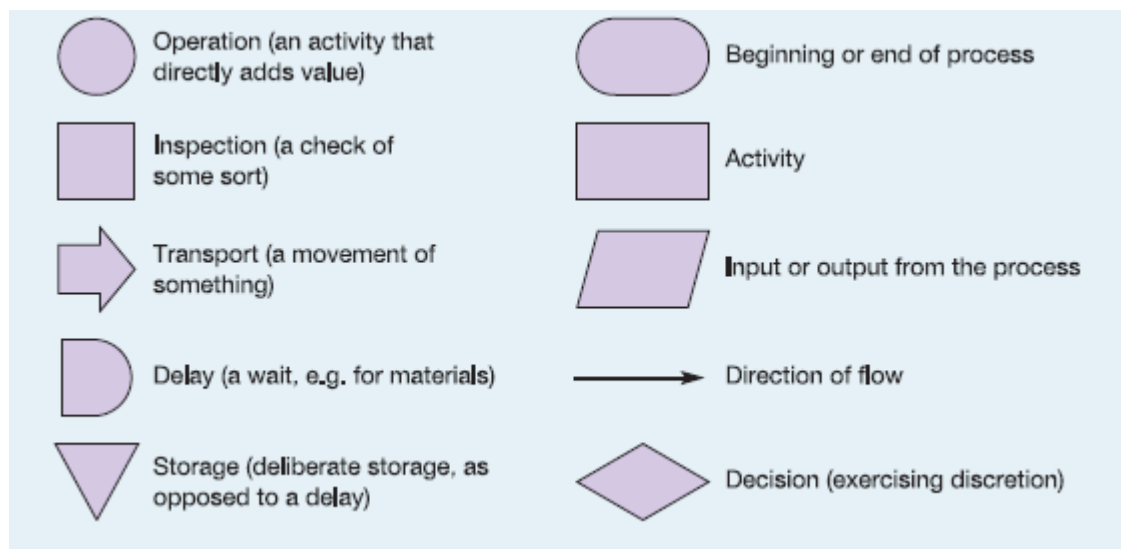
Ook zal het middelen aankaarten om de derde deelvraag te kunnen beantwoorden:

3. *Hoe ziet de huidige situatie eruit met betrekking tot de productieafdeling en de efficiëntie hiervan?*

3.2 In kaart brengen processen

Er zijn verschillende manieren om processen inzichtelijk te maken. Eén daarvan is door middel van procesdiagrammen. Een procesdiagram is een diagram waarin verschillende processtappen te zien zijn in chronologische wijze. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen verschillende processen zoals een handeling wat waarde toevoegt, een inspectie, een wachttijd et cetera.

Een voordeel hiervan is dat deze diagrammen het mogelijk maken om systematisch, kritisch naar de processen gekeken kan worden om zodoende deze te verbeteren (Slack, Chambers, & Johnston, 2010). Daarnaast zal dit snel een globaal beeld schetsen van de verschillende activiteiten. De notatie is hieronder te zien in Figuur 4.



Figuur 4 - Notatie procesdiagrammen

In paragraaf 4.2.2 zal nog een methode beschreven worden die het mogelijk maakt om processen inzichtelijk in kaart te brengen.

3.3 Lean produceren

3.3.1 Inleiding

De processen van offerte tot levering hebben te maken met productievoorbereiding of de productie zelf. Het efficiënt inrichten van deze activiteiten is essentieel om groei te kunnen faciliteren. De Lean theorie zal bijdragen aan het identificeren en elimineren van de inefficiënties binnen de productieafdeling.

3.3.2 Lean filosofie

De Lean filosofie draait om het produceren van producten waarbij de stroom van producten altijd precies leveren wat een klant wil, in exacte hoeveelheden, precies wanneer nodig en exact waar nodig. Dit betekent dus dat Lean produceren draait om perfecte kwaliteit, in juiste hoeveelheden, precies op tijd en op de juiste locatie. Dit allemaal tegen zo laag mogelijke kosten (Slack, Chambers, & Johnston, 2010).

Lean produceren is gebaseerd op een brede filosofie binnen de *Operation Management*. Deze filosofie draait om een aantal kernpunten die leidend zijn binnen het managen van dagelijkse activiteiten. Deze kernpunten zijn: betrokkenheid van alle medewerkers, het streven naar continue verbetering, en het elimineren van verspillingen. Voornamelijk het laatste punt is een belangrijk punt binnen de Lean filosofie volgens Slack et al. (2010). Verspillingen zijn volgens hen alle stappen die geen waarde toevoegen.

Womack & Jones (Womack & Jones, Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation, 1996) spreken ook over verschillende typen processen. Hierbij delen zij de processen die geen waarde toevoegen in twee verschillende categorieën. Womack and Jones zeggen dat alle processtappen onder één van de volgende categorieën vallen.

1. Stappen die onbetwistbaar waarde toevoegen
Dit zijn alle stappen die in de ogen van de klant waarde toevoegen
2. Stappen die geen waarde creëren maar onvermijdelijk zijn op dit moment door huidige technologieën en activa (Muda⁴ type I)
Dit zijn stappen die in de ogen van de klant geen waarde toevoegen maar op dit moment nodig zijn in verband met productontwikkeling-, orderuitvoering- of productiesystemen.
3. Stappen die geen waarde creëren en gelijk te vermijden zijn (Muda type II)
Deze stappen voegen in de ogen van de klant geen waarde toe

Net als Slack et. al. zeggen Womack and Jones dat het elimineren van de laatste twee categorieën muda(lees: verspillingen) belangrijk is binnen Lean produceren, waarbij de prioriteit ligt bij type 3.

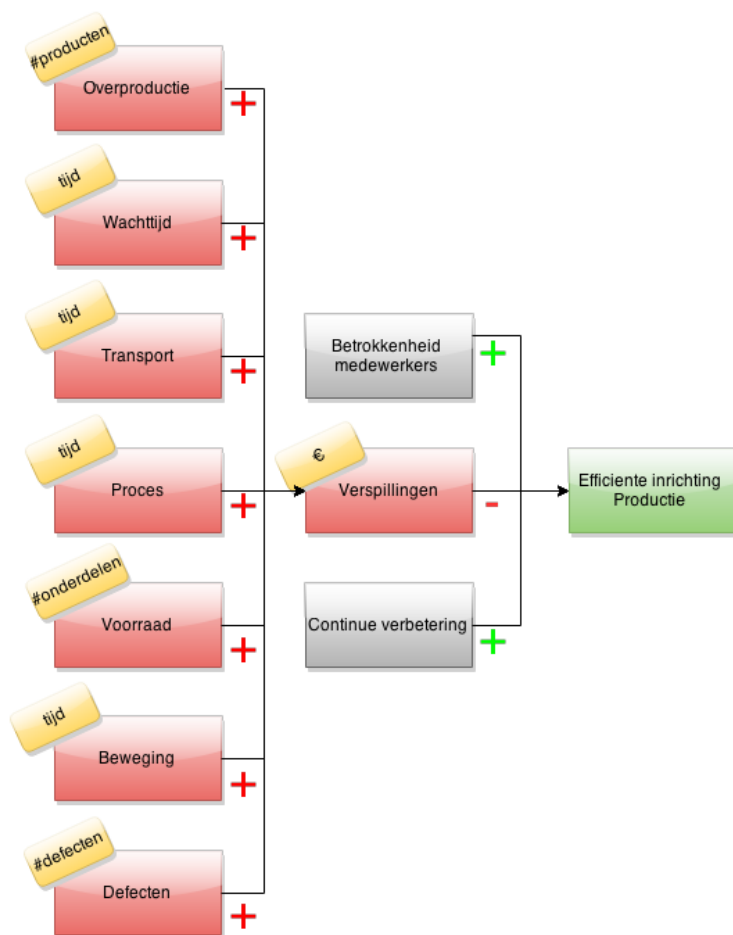
De verschillende soorten verspillingen zijn als volgt te categoriseren (Slack, Chambers, & Johnston, 2010):

1. Overproductie
Meer produceren dan wat door het volgende proces gelijk nodig is.
2. Wachtijd
Het wachten op materiaal, mensen, machines et cetera.
3. Transport:
Dit betreft het transporteren van materiaal. Het transporteren zelf voegt geen waarde toe aan het product. Dit kan gereduceerd worden door de werkvloerindeling aan te passen waardoor materiaal minder getransporteerd hoeft te worden.
4. Proces
Processen zelf kunnen verspilling zijn. Dit is het geval wanneer processtappen nodig zijn door slecht design, of slecht onderhoud.
5. Voorraad
Alle voorraad moet geëlimineerd worden volgens de Lean Theorie. Echter kan dit alleen gedaan worden door de oorzaken van de voorraad te reduceren.
6. Beweging
Bewegingen die uitgevoerd worden door een operator
7. Defecten
Dit duidt op slechte kwaliteit.

⁴ Muda = verspilling (vertaald uit het Japans)

Een grafische samenvatting van de verschillende categorieën en bijbehorende operationaliseringen, is te zien in Figuur 5.

Hier zijn de zeven categorieën van verspillingen te zien. Al deze verspillingen leiden tot een verhoging ('+' symbool) van de hoeveelheid verspillingen. In het gele rechthoek linksboven iedere tekstvierkant is de kwantificering van het desbetreffende onderdeel toegevoegd. Zo is overproductie uit te drukken in het aantal producten wat teveel gemaakt wordt en is de hoeveelheid wachttijd uit te drukken in een tijdseenheid. Al deze verspillingen zijn vervolgens door te rekenen naar (onnodig) gemaakte kosten. Vandaar de euroteken linksboven het vierkant 'verspillingen'.



Figuur 5 - Lean model

Naast het elimineren van verschillende soorten verspillingen geeft de Lean Theorie twee andere kernpunten voor efficiënt inrichten van een productieafdeling.

De eerste is de betrokkenheid van alle medewerkers. Deze manier van personeelsmanagement wordt ook wel het respect-voor-mensen systeem genoemd. Dit is gebaseerd op de volgende basis werkwijzen:

- *Discipline.* Alle werkwijzen die belangrijk zijn voor de veiligheid van medewerkers en de kwaliteit van de producten, moeten te allen tijde gevolgd worden door iedereen.
- *Flexibiliteit.* Het moet mogelijk zijn om verantwoordelijkheid uit te breiden (tot voorzover de capaciteiten dit toelaten), van alle medewerkers.
- *Gelijkheid.* Oneerlijke en verdeeldheid in personeelsbeleid moet geëlimineerd worden.
- *Autonomie.* Delegeer verantwoordelijkheid aan de medewerkers die betrokken zijn bij activiteiten van het bedrijf. Voorbeeld hiervan is het delegeren van verantwoordelijkheden aan productiemedewerkers. Hiermee krijgt het management een ondersteunende rol.
- *Ontwikkeling van personeel.* Het doel is namelijk dat na verloop van tijd er meer medewerkers zijn die om kunnen gaan met de hectiek die komt kijken bij het competitief blijven.
- *Kwaliteit van werklevens.*

- *Creativiteit*. Dit is belangrijk om medewerkers te motiveren. De meeste mensen vinden het niet alleen leuk om hun werk goed te doen, maar ook om dit te verbeteren voor de volgende keer.
- *Complete betrokkenheid medewerkers*. Medewerkers betrokken maken bij het gehele bedrijf, door hun de verantwoordelijkheid te geven om hun capaciteiten te gebruiken in het voordeel van het gehele bedrijf.

Het laatste kernpunt binnen het Lean Filosofie is streven naar continue verbetering. De doelen⁵ binnen de Lean Theorie is een ideaal waar veel bedrijven ver verwijderd van zijn. Het idee is echter dat bedrijven steeds dichterbij kunnen komen. De verbetering moet geen overgang zijn maar een continu proces.

3.3.3 Richting een Lean bedrijf

Naast de verschillende categorieën voor processen, beschrijven Womack and Jones (1996) ook de stappen die genomen moeten worden om richting een *Lean* bedrijf te gaan. Deze stappen zijn als volgt⁶:

1. Zoek een *change agent*
2. Vergaar de kennis
3. Grijp een crisis aan of creëer één om binnen je bedrijf actie te motiveren.
4. Breng de *value streams* in kaart
5. Begin zo snel mogelijk met een belangrijke en zichtbare activiteit
6. [..]

Hierbij waren de eerste drie stappen al gezet door dit onderzoek te laten starten. De vierde stap wordt nog extra benadrukt in het voorwoord 'Learning to see' (Rohrer & Shook, 1999) door dezelfde auteurs als *Lean Thinking*. Deze stap wordt als een kritieke stap gezien die genomen moet worden alvorens bezig te gaan met verspillingen elimineren. Rohrer & Shook (1999) beschrijven in hetzelfde boek een manier om verspillingen in kaart te brengen. Dit is hieronder toegelicht.

3.3.4 Value Stream Map

Een Value Stream Map brengt de value streams van verschillende producten in kaart. Er zijn twee grote stromen die essentieel zijn voor een product. Dit is de productiestroom en het ontwerpstroom. (Shook and Rother 2003) . Volgens het management zijn meer dan 90 procent van de orders standaardproducten (dit is ook terug te vinden in de verkoopcijfers). Hierbij heeft de ontwerpstap al plaatsgevonden. De focus zal hierom liggen bij de productiestroom.

De stappen beschreven zijn als volgt:

1. Selecteer productiefamilies
2. Gebruik de *mapping tool*
 - a. Teken de huidige situatie
 - b. Teken de toekomstige situatie

⁵ Stroom van producten altijd precies leveren wat een klant wil, in exacte hoeveelheden, precies wanneer nodig en exact waar nodig (zie begin van dit paragraaf)

⁶ Vertaald uit de engelse versie: *find a change agent, get the knowledge, find a lever by seizing the crisis(or creating one), map your value streams en begin as soon as possible with an important and visible activity.*

3. Stel een implementatieplan op die beschrijft hoe je de toekomstige situatie wilt bereiken, en gebruik deze.

De Value Stream Map bestaat uit één pagina waarin de verschillende stromen getekend zijn. Er zijn twee stromen die gebruikt worden. Bovenaan de VSM staat de informatiestroom bij iedere stap en onderaan is de materiaalstroom.

De verschillende iconen gebruikt voor dit onderzoek zijn te vinden in **Error! Reference source not found..**

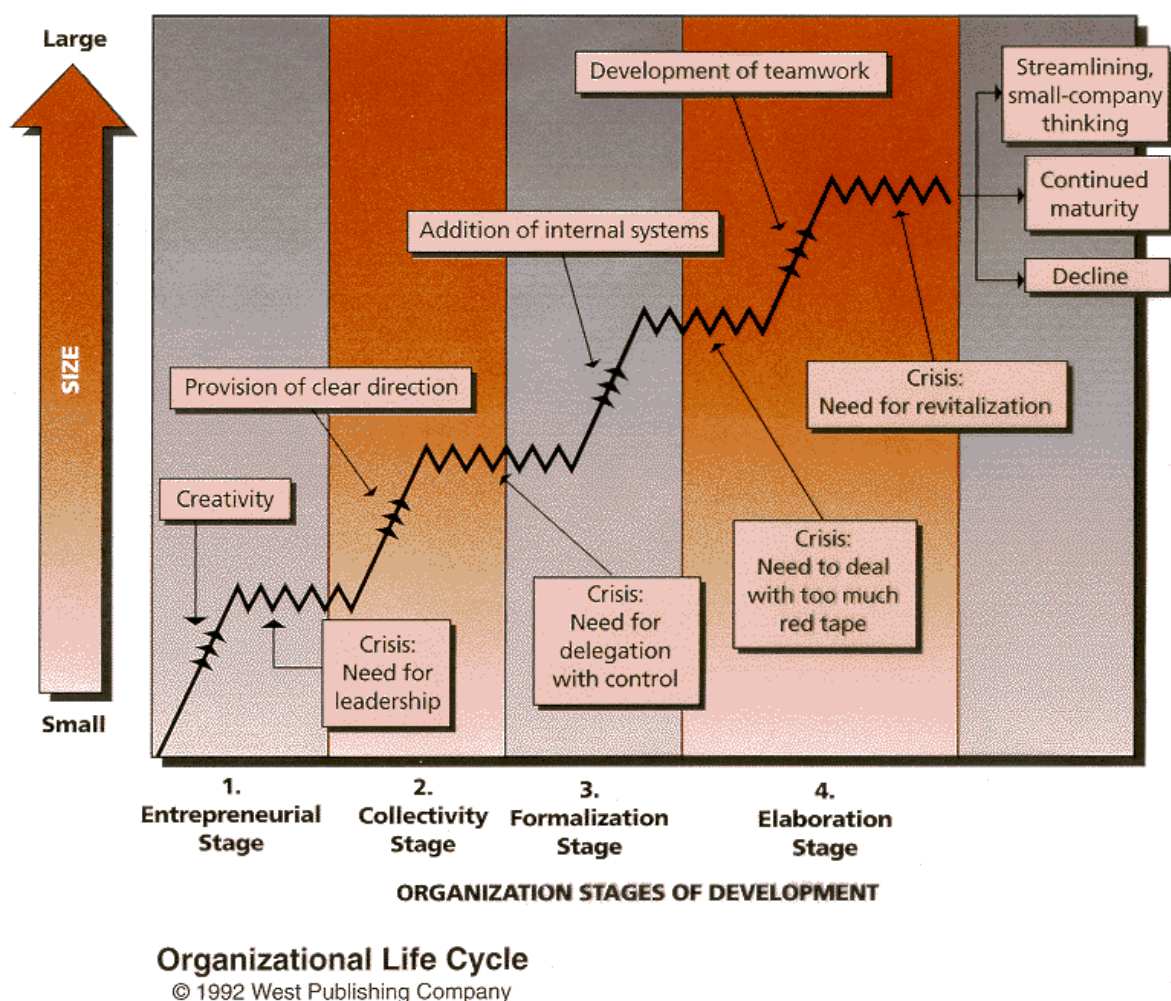
Met behulp van deze Value Stream Maps kan een overzicht gegeven worden van de huidige informatiestromen en materiaalstromen binnen PB International. Hier is te zien welke stappen en/of onderdelen geen waarde toevoegen. Dit zal bijdragen aan het vinden van het kernprobleem binnen de processen van offerte tot levering.

3.4 Levenscyclus model

3.4.1 Inleiding

Volgens R. Daft (2007) is een handige manier om te kijken naar de groei van een organisatie en de verandering die spelen binnen de organisatie, met behulp van de organisatorische levenscyclus. Deze theorie geeft aan dat een organisatie een redelijk voorspelbare patroon volgen in hun groei. Het levenscyclus model wat R. Daft gebruikt in zijn boek is te zien in Figuur 6.

In figuur 6 is te zien dat een bedrijf verschillende fasen doorloopt wanneer het groter wordt. De term grootte is hier niet absoluut uit te drukken en is voor ieder bedrijf verschillend. Het gaat hier om het concept grootte wat bepaald wordt door een combinatie van verschillende aspecten zoals de totale omzet, totale activa en hoeveelheid medewerkers (Scott & Bruce, 1987). Het levenscyclusmodel zal belangrijke aandachtspunten aankaarten met betrekking tot de (groei)fase waarin PB International zich bevindt. Eerst zal kort toegelicht worden wat iedere fase kenmerkt en welke aandachtspunten hierbij belangrijk zijn. Vervolgens zal gekeken worden in welke fase PB International zich op dit moment bevindt.



Figuur 6 - Levenscyclusmodel Daft (2010)

3.4.2 Toelichting fasen

Onderstaand is schematisch toegelicht wat de verschillende fasen typeert, wat de groeistimulanten ,en welke behoeftes er zijn.

Ondernemende fase

Het bedrijf is net begonnen. Het heeft een informeel niet-bureaucratische structuur. Vaak heeft het één product in het productassortiment. Sturing komt hier meestal vanuit de eigenaar.

Groei wordt hier bepaald door creativiteit wat gebruikt wordt voor nieuwe producten of services.

Nadat het bedrijf door deze creativiteit gegroeid is geraakt deze voor het eerst in een crisis. De eerste crisis is behoefte naar leiderschap.

Deze crisis komt tot uiting wanneer het bedrijf groter is geworden in aantal personeel en de eigenaren geconfronteerd worden met managementproblemen. Dit moet goed opgepakt worden om de groei voort te kunnen zetten.

Collectiviteitsfase

Na de ondernemende fase bevindt het bedrijf zich in de collectiviteitsfase. Afdelingen, hiërarchie en een beginnende taakverdeling ontstaan in deze fase. Communicatie is hierin nog informeel. Groeistimulans in deze fase is het ontwikkelen van een duidelijk doel en richting. De crisis waarin het bedrijf komt is de behoefte naar delegatie (met controle). Personeel lager in de hiërarchie voelen zich in deze fase beperkt door het sterke leiderschap (ontwikkelt in de vorige fase). Daarnaast is het in deze fase belangrijk om goed te coördineren door middel van verbeterde controle.

Formalisatiefase

Deze fase wordt gekenmerkt door de installatie en gebruik van regels, procedures en controlesystemen. Communicatie vindt minder vaak plaats en steeds meer formeel. Het management begint zich bezig te houden met strategische vraagstukken en laat de operationele taken over aan het middenmanagement. Groei wordt hier gestimuleerd door de toevoeging van interne systemen. Na de groei zal het zich in de crisis genaamd: 'te veel bureaucratie' bevinden. Deze crisis ontstaat doordat de organisatie te bureaucratisch begint te worden. Hierdoor wordt innovatie beperkt. Ook is het bedrijf in dit kritieke punt te groot en te complex om goed beheerd te worden.

Uitwerkingsfase

De oplossing voor het bovenstaande kritieke punt is een nieuwe manier van samenwerken en teamwork. Formele systemen worden simpeler gemaakt en vervangen door teams. Om de juiste samenwerking te creëren worden teams gecreëerd die bestaan uit medewerkers uit verschillende afdelingen. Het bedrijf kan opgesplitst worden in meerde divisies om klein-bedrijf filosofie te behouden. Na deze fase is het taak om ieder 10 à 20 jaar te vernieuwen. De organisatie kan ongewend raken aan de omgeving en het is belangrijk in deze fase om te blijven innoveren.

3.5 Samenvatting Theoretische Kader vooronderzoek

Hierboven zijn de procesdiagrammen, de Lean theorie (en de bijbehorende value stream maps) en het levenscyclusmodel toegelicht.

De Lean Theorie heeft een drietal kernpunten gegeven voor het efficiënt inrichten van de productieafdeling, dit waren: betrokkenheid van medewerkers, elimineren van verspillingen en streven naar continue verbetering. Het tweede genoemde kernpunt is essentieel volgens de Lean Theorie. De verspillingen zijn in zeven categorieën verdeeld: overproductie, wachttijd, transport, beweging, voorraad, proces en defecten. Dit heeft de eerste deelvraag beantwoord:

1. *Wat zegt de literatuur over efficiëntie in productiebedrijven?*

Daarnaast is het levenscyclusmodel toegelicht. Dit model geeft aan dat bedrijven verschillende stadia doorlopen in hun groei. Ieder stadium heeft zijn eigen belangrijke aandachtspunten en barrières.

Dit heeft bijgedragen aan de tweede deelvraag:

2. *Wat zegt de literatuur over stimulansen en beperkingen in de groei van een (productie)bedrijf?*

Ook zijn er verschillende diagrammen aan bod gekomen. Dit waren de procesdiagrammen en de Value Stream Maps. De procesdiagrammen zijn voornamelijk gericht voor een globale inzicht en de Value Stream Maps specifiek voor het in kaart brengen van waarde toevoegende stappen.

Deze diagrammen zullen helpen de derde deelvraag te beantwoorden:

3. *Hoe ziet de huidige situatie eruit met betrekking tot de productieafdeling en de efficiëntie hiervan?*

De Lean Theorie i.c.m. de verschillende diagrammen zullen de inefficiënties in de productieafdeling in kaart brengen. Met behulp van het levenscyclusmodel kan het belangrijkste kernprobleem gekozen worden. Vervolgens zal met behulp van de tweede theoretische kader het belangrijkste kernprobleem opgelost worden.

4 Huidige Situatie

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk zal kort beschrijven wat de huidige situatie is op de productievloer met betrekking tot de processen van offerte tot levering. Hiervoor zal eerst een globale omschrijving gegeven worden in de vorm van procesdiagrammen. Hiermee is een algemene indruk te verkrijgen van de processen. Vervolgens zal aan de hand van Value Stream Maps een diagram opgesteld worden die meer gefocust is op de waarde toevoegende stappen in deze processen. Dit zal antwoord geven op de derde deelvraag:

3. Hoe ziet de huidige situatie eruit met betrekking tot de productieafdeling en de efficiëntie hiervan?

4.2 Bedrijfsprocessen

4.2.1 Procesdiagrammen

Aan de hand van verschillende bedrijfsdocumenten en interviews met medewerkers van PB International is in kaart gebracht hoe de bedrijfsprocessen van offerte tot levering lopen. Dit is grafisch weergegeven in **Error! Reference source not found.** volgens de notatie gegeven in het theoretische kader.

< Diagrammen en toelichting bedrijfsprocessen verwijderd i.v.m. vertrouwelijkheid >

4.2.2 Value Stream Map

4.2.2.1 Inleiding

Zoals in het theoretische kader toegelicht, is het essentieel om de materiaalstroom en informatiestroom van de gehele organisatie in kaart te brengen. De VSM die gemaakt is op basis van observaties en gesprekken met medewerkers is onderstaand te zien in Figuur 9.

Allereerst zijn twee productfamilies gekozen. De eerste zijn de filtermodules. Hiervan zijn veel verschillende types, echter verschillen zij alleen in materialen en maten en niet in werkwijze van produceren. De tweede zijn de systemen die bestaan uit filtermodules. Ook deze hebben een soortgelijke werkwijze.

4.2.2.2 Value Stream Map

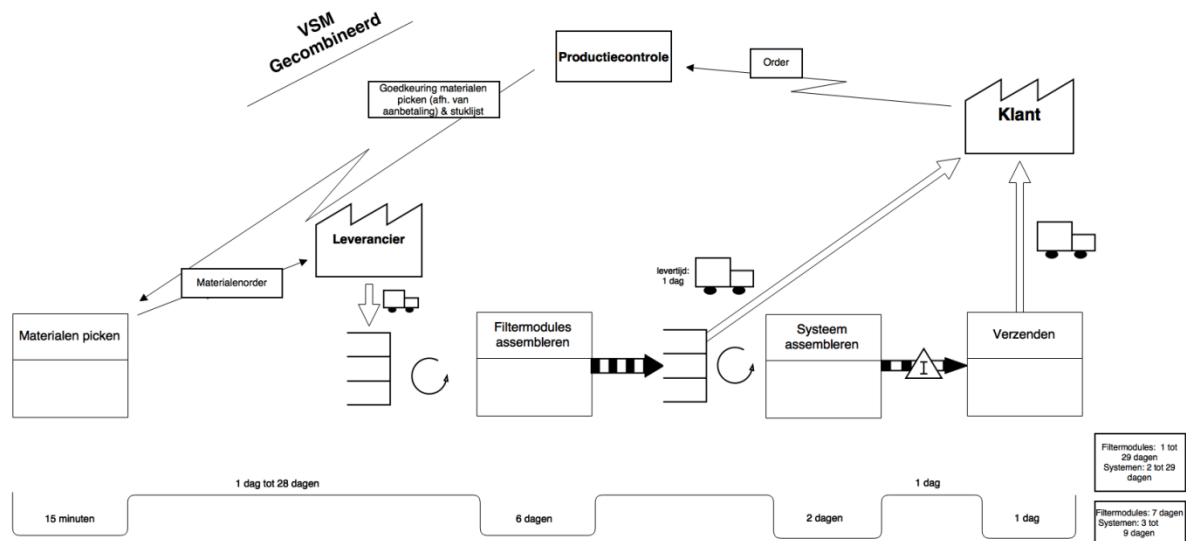
Onderstaand is de VSM van de filtermodules te zien. Hier begint het proces rechtsboven bij de klant die de order verstuurd naar de productiecontrole. Vervolgens wordt de stuklijst naar de productiemedewerkers gestuurd. Deze picken de materialen. Wanneer de materialen niet/onvoldoende in voorraad zijn wordt er een order gestuurd naar de leverancier. De leverancier levert vervolgens de onderdelen. Er is hier een supermarkt⁷ getekend omdat PB International van de meeste onderdelen wel een kleine voorraad heeft liggen. Roher and Jones (1999) geven aan dat supermarkten onder andere gebruikt worden wanneer het leveren van één onderdeel onrealistisch is. Dit is één van de redenen waarom PB International op dit moment gebruik maakt van deze supermarkt (overigens gebruiken zij deze alleen voor 'goedkope' onderdelen).

Afhankelijk van de bestelde onderdelen en leverdatum, duurt het 1 dag tot 4 weken totdat begonnen kan worden met het assembleren van de filtermodules. Dit is relatief een lange levertijd en Roher and Jones (1999) geven aan dat dit ook een reden is om een supermarkt te gebruiken.

Vervolgens worden de filtermodules geassembleerd. Dit duurt ongeveer 6 dagen en gebeurt volgens de werkwijze te zien in Figuur 8. Na het assembleren wordt het transport aangevraagd en de filtermodules worden de volgende dag verzonden. Als het een systeem betreft, wordt eerst het systeem nog geassembleerd. Ook hiervoor is een supermarkt van verschillende filtermodules. Op de tijdlijn van de VSM is te zien dat als onderdelen niet (voldoende) aanwezig zijn, het 1 dag tot 4 weken kan duren voordat er begonnen kan worden met het assembleren van de filtermodules. Dit gebeurt dus wanneer de supermarkt⁸ van onderdelen leeg is of ontoereikend voor de hoeveelheden besteld. Dit gebeurt regelmatig. Voornamelijk voor de 'duurdere' onderdelen geldt dat PB International hier geen (grote) voorraad voor onderhoudt. Daarnaast is er niet een formele regel/procedure voor de grootte van de supermarkten voor verschillende onderdelen. Wel bestaan er een aantal vuistregels. Voor de goedkope onderdelen betekent dit dat er ongeveer 4 à 5 onderdelen in voorraad gehouden worden. De duurdere onderdelen worden zo min mogelijk in voorraad gehouden.

⁷ De term *supermarkt* wordt hier gebruikt in de context van de *Lean* Theorie. Dit betekent het houden van een gecontroleerde voorraad

⁸ De term *supermarkt* wordt hier gebruikt in de context van Value Stream Maps. Zie woordenlijst voor toelichting van de term.



Figuur 7 - Value Stream Map PB International

Aan de rechterkant van de tijdlijn is de samenvatting te zien van de tijden die waarde toevoegen en de tijden die geen waarde toevoegen.

Voor filtermodules geldt dat er ongeveer 6 dagen aan het product wordt gewerkt waarbij er waarde toegevoegd wordt. De tijd dat er geen waarde toegevoegd wordt bedraagt één⁹ tot 29 dagen. Dit is minimaal één dag omdat het transporteren van het product naar de klant bestaat uit één dag. In de Lean Theorie wordt transport gezien als een verspilling. Het product moet getransporteerd worden om de klant te bereiken, echter zegt de Lean theorie dat dit geëlimineerd kan (en dient te) worden door bijvoorbeeld het verbeteren van transportmethoden. Wanneer onderdelen niet aanwezig zijn is de tijd dat er geen waarde toegevoegd wordt maximaal 29 dagen (28 dagen wachten op onderdelen + één dag transporttijd).

Bij de systemen bedraagt de tijd dat er geen waarde toegevoegd wordt één¹⁰ dag tot 29 dagen. De tijd dat er wel waarde toegevoegd wordt bedraagt 1 dag tot 7 dagen (afhankelijk van de aanwezigheid van de benodigde filtermodule).

⁹ Hier wordt er vanuit gegaan dat de onderdelen al in voorraad lagen en gelijk gebruikt kunnen worden. In Value Stream Maps dient dan de duur van de voorraadtijd als niet-waarde-toevoegende-tijd genomen te worden. Door beperkte tijd van het onderzoek is dit niet onderzocht en is hierom de waarde nul ingevuld.

¹⁰ Ook hier is uitgegaan dat alle onderdelen al aanwezig zijn wanneer de order binnenkomt. De tijd dat de onderdelen in voorraad liggen is hier, om dezelfde reden als voetnoot acht, als nul aangenomen.

4.3 Levenscyclusmodel toegepast op PB International

De toelichting van het levenscyclusmodel is gebaseerd op het model van R. Daft (2007). Hij heeft zijn model gebaseerd op de het model van Greiner (1972) en Quinn and Cameron (1983). Onderstaand is het verband te zien tussen de verschillende fasen van de verschillende auteurs.

(Greiner, 1972)	(Quinn & Cameron, 1983)	(Daft, 2007)
1. Creativity	1. Entrepreneurial	1. Entrepreneurial
2. Direction 3. Delegation	2. Collectivity	2. Collectivity
4. Coordination	3. Formalization and Control	3. Formalization
5. Collaboration	4. Elaboration of structure	4. Elaboration

Tabel 1 - Overzicht levenscyclusmodellen Greiner (1972), Quinn & Cameron (1983) en Daft (2007)

De *Collectivity Stage* wordt gekenmerkt door aanwezigheid van sterk leiderschap. Ook vormt de organisatie hierin een duidelijk doel/richting. In deze fase is communicatie en controle nog erg informeel. Dit is bij PB International ook het geval. Hierdoor lijkt PB International zich te bevinden ergens in de *Collectivity Stage*.

De crisis die hierbij ontstaat is de 'behoefte naar delegatie met controle'. R. Daft (2007) zegt dat in deze fase medewerkers lager in de hiërarchie zichzelf beperkt voelen door leiderschap vanuit boven in de hiërarchie.

De *Formalization Stage* wordt gekenmerkt door de invoering en gebruik van regels, procedures en controlesystemen. Deze controlesystemen zijn volgens Greiner (1972) formele systemen om betere coördinatie binnen de organisatie te realiseren. De groei wordt hierin gestimuleerd door het toevoegen van interne systemen (Daft, 2007). Het topmanagement houdt zich in deze fase bezig met de strategie en planning van het bedrijf. PB International is op dit moment bezig met een strategietraject met behulp van externe partijen. Hierdoor lijkt PB International zich ook ergens in deze fase te bevinden.

Het lijkt er dus op dat PB International zich in (/tussen) de *Collectivity Stage* en de *Formalization Stage* bevindt (/zit), volgens de literatuur van R. Daft (2007).

4.4 Complicaties

4.4.1 Overzicht complicaties

Binnen PB International is er een aantal dingen die opvallen in de processen van order tot levering die problemen kunnen veroorzaken wanneer de vraag naar producten in de toekomst groeit bij PB International. Op basis van de literatuur over de Lean theorie is gekeken naar de verschillende oorzaken van verschillende verspillingen. Aan de hand van procesdiagrammen, Value Stream Maps, gesprekken met verschillende medewerkers en management¹¹, en eigen observaties is de volgende lijst met complicaties gemaakt.

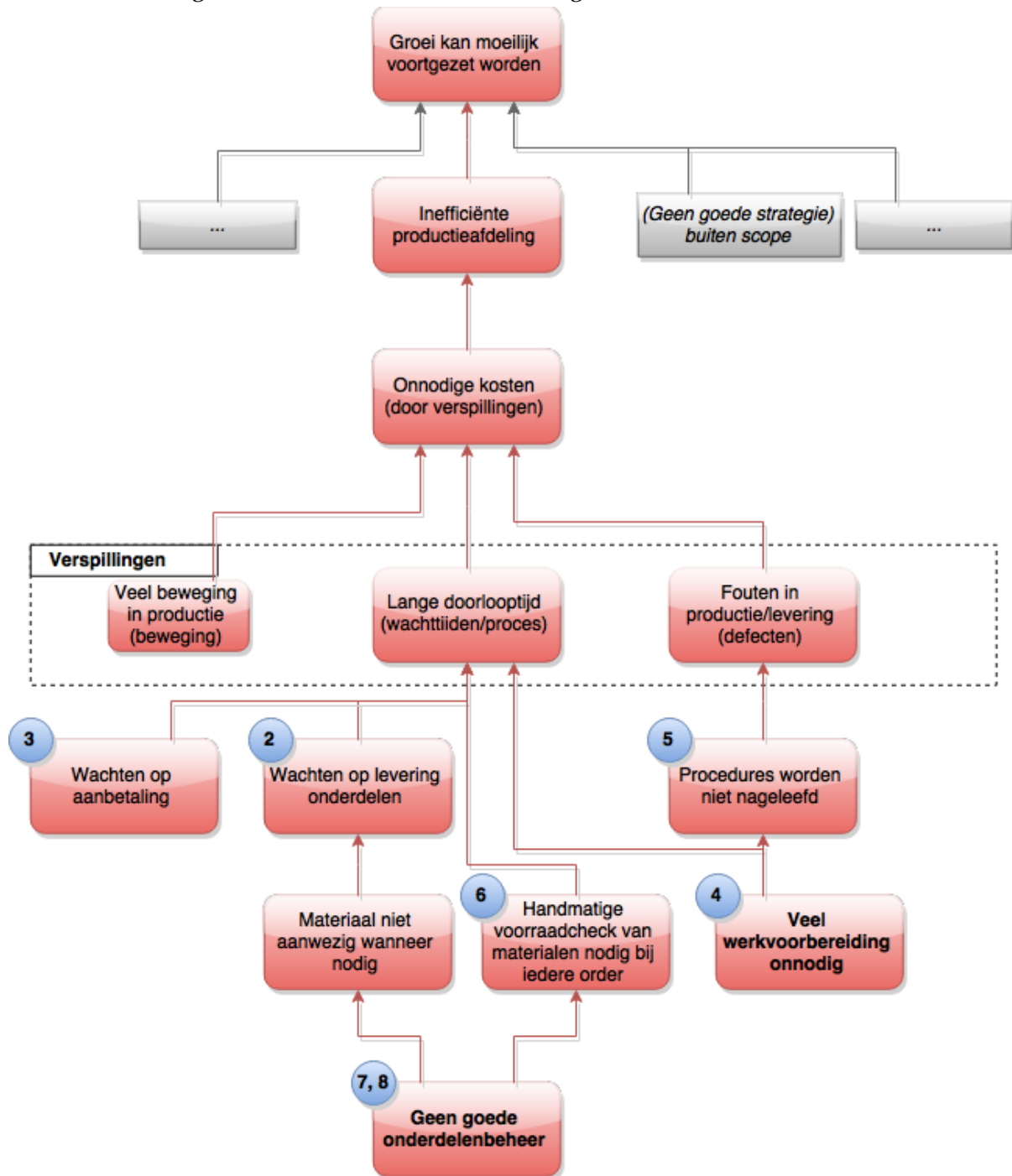
Nr.	Probleem	Toelichting	Soort verspilling	Bron
1.	Overzicht productie in hoofd productie leider	Er is geen overzicht van welke producten in welke productiestap zit. Wel welke producten in productie zijn	Proces	Management
2.	(Lang) wachten op onderdelen	Wanneer een onderdeel niet op voorraad blijkt te zijn, moet deze besteld worden. Pas nadat deze aanwezig is, kan begonnen worden met de productie.	Wachttijd	Management, medewerkers, procesdiagrammen, VSM
3.	(Lang) wachten op aanbesteding	Boven een bedrag van 2500 euro dient er eerst een aanbesteding gedaan te worden, alvorens de opdracht wordt gegeven om te beginnen met produceren	Wachttijd	Management, medewerkers, procesdiagrammen
4.	(Relatief) veel werkvoorbereiding	Het management gaf aan dat veel van de werkvoorbereidingen wellicht niet nodig zijn omdat de medewerkers zelf kunnen bepalen wat ze doen	Proces	Management
5.	Productiemedewerkers houden zich niet aan werkprocedures	Dit geldt zowel voor werktekeningen als leverbonnen.	(Leidt tot) defecten of foute levering	Management
6.	Onderdelenvoorraad controleren gebeurt visueel en handmatig	Bij iedere opdracht worden de onderdelen die nodig zijn gecontroleerd op aanwezigheid. Dit gebeurt handmatig en visueel	Proces	Medewerkers, observatie
7.	Onduidelijk wat in voorraad is	Er staat niet in een systeem welke onderdelen in voorraad zijn	Proces/wachttijd	Medewerkers, observatie
8.	Supermarkten wordt niet goed/optimaal beheerd	Er staat niet in een systeem welke onderdelen in welke hoeveelheden zich in de supermarkt bevinden. Ook zijn de hoeveelheden wat in de supermarkt ligt wellicht niet optimaal	Wachttijd	VSM
9.	Levertijden niet altijd juist	Door onvoorziene wachttijden zijn de levertijden die in eerste instantie beloofd worden niet altijd juist	Proces	Management
10.	Foute stuklijst	Soms komt het voor dat de producten fout gespecificeerd zijn en er een foute werkbond uitkomt waar de foute onderdelen op staan. Dit wordt vaak goed opgelost door medewerkers hun inventiviteit	Wachttijd of defect	Management
11.	Veel beweging in productieproces	Zoals te zien is in de procesdiagrammen, worden de filtermodules vaak van de ene ruimte naar de andere getransporteerd	Beweging, transport	Observatie, procesdiagrammen

Tabel 2 - Overzicht Problemen

¹¹ Met management wordt hier verwezen naar alle medewerkers behalve de productiemedewerkers

4.4.2 Probleemkluwen

Op basis van de bovenstaande problemen is een probleemkluwen opgesteld die hieronder te zien is. Een probleemkluwen is een schematische weergave van problemen en de causale relatie hiertussen. De verschillende problemen zijn in het tabel bovenstaand genummerd en onderstaand terug te vinden aan dezelfde nummering.



Figuur 8 – Probleemkluwen

Toelichting

De gevonden problemen zijn onder te verdelen in de verspillingscategorieën: beweging, wachttijd, (inefficiënt) proces en defecten. De grootste verspillingen lijken op basis van de probleemkluwen, de VSM, interviews met medewerkers en uit eigen observatie, in de vorm van wachttijd te zijn. De twee oorzaken van de lange wachttijd zijn: wachten op aanbetaling en wachten op levering van onderdelen.

Het wachten op aanbetaling gebeurt wanneer een bedrag boven de 2500 euro besteld wordt. Hierbij gaat de productieopdracht pas naar de productievloer wanneer deze aanbetaling gedaan is.

Het wachten op levering van onderdelen is nodig wanneer de onderdelen niet op voorraad blijken te zijn na de voorraadcheck. Officieel werkt PB International zonder voorraad, maar om niet altijd te hoeven wachten op onderdelen hebben zij van veel (standaard)producten 4 à 5 onderdelen in voorraad. Ook wordt deze voorraad gehouden omdat sommige (kleine) onderdelen alleen in batches ingekocht kunnen worden. Dit wordt voornamelijk gedaan voor de goedkopere onderdelen. Duurdere onderdelen worden vaak niet in voorraad gehouden. Het checken van de aanwezigheid van materialen gebeurt op dit moment visueel en handmatig bij iedere order. Dit is een inefficiënt proces¹². Het betreft meestal veel onderdelen die gecontroleerd moeten worden en dit is bijvoorbeeld met het bijhouden van voorraadcijfers (gemakkelijk) op te lossen.

De oorzaak van de twee laatst beschreven problemen is de afwezigheid van een onderdelenbeheer. Dit wordt in paragraaf 7.3.2.1 verder toegelicht.

Daarnaast zijn er fouten in de productie/levering doordat sommige procedures niet worden nageleefd. De fouten in de productie komen voor wanneer de productiemedewerkers de werktekeningen niet goed opvolgen. De fouten in de levering komen voor wanneer de medewerkers de afleverdocumenten niet juist aftekenen. Het management denkt dat dit komt doordat veel voorbereidingen onnodig lijken in de ogen van de productiemedewerkers.

Als laatste is er veel beweging binnen de productieafdeling. Dit is opzettelijk kleiner weergegeven aangezien de 'vele' beweging een relatief klein onderdeel uitmaakt van de totale productietijd.

Verband probleemkluwen en het levenscyclusmodel

Zoals in het theoretisch kader besproken lijkt PB International zich op dit moment te bevinden in de Collectivity Stage en/of Formalization Stage te bevinden.

Het kritieke punt wat tussen deze twee fasen speelt is 'de behoefte naar delegatie met controle'. Dit is tweeledig.

Allereerst dient de organisatie medewerkers lager in de hiërarchie meer verantwoordelijkheid te geven om dit kritieke punt door te komen. Dit komt overeen met het kernprobleem 'Veel werkvoorbereiding onnodig'. Het is namelijk aangekaart door het management dat zij denken dat er teveel voorbereidingen gepleegd worden en de medewerkers daardoor niet de vrijheid en verantwoordelijkheid krijgen die zij nodig hebben.

Ten tweede is er een controlecrisis (zoals Greiner dit noemt in de bijbehorende delegatiefase). Hierbij dient een organisatie haar coördinatie te verbeteren aan de hand van verschillende

¹² De verspilling in de vorm van proces is in dit geval relatief klein. De maximale reductie in doorlooptijd bedraagt hier de tijd van de voorraadcheck; maximaal ongeveer 15 minuten.

systemen waaronder formele planning procedures. Dit lijkt overeen te komen met het kernprobleem: 'Geen goede onderdelenbeheer'. Op dit moment lijkt hier een formeel systeem te missen die dit coördineert.

4.4.3 Kernprobleem

Het kernprobleem wat gedestilleerd is uit de probleemkluwen en in overleg gekozen is: "Geen goed onderdelenbeheer". Het kernprobleem moet volgens het ABP voldoen aan een aantal voorwaarden. Deze zijn onderstaand opgesomd en toegelicht waarom dit kernprobleem hieraan voldoet.

1. Het probleem doet zich daadwerkelijk voor

Het niet hebben van een goed onderdelenbeheer leidt er toe dat onderdelen niet altijd aanwezig zijn wanneer nodig. Ook zorgt dit ervoor dat onderdelen handmatig en visueel gecheckt moeten worden op aanwezigheid.

Het management geeft aan dat zij op dit moment geen voorraad van onderdelen hebben op papier. Er wordt wel een kleine voorraad gehouden, voornamelijk van goedkopere onderdelen. Dit is echter niet altijd voldoende waardoor in de praktijk het vaak voorkomt dat er gewacht moet worden op onderdelen.

2. Het probleem heeft geen oorzaak meer

Het niet hebben van een goed onderdelenbeheer heeft geen oorzaak van zichzelf. De enige reden dat er op dit moment op deze manier gewerkt wordt, is dat het bedrijf op papier geen voorraad heeft. Daarnaast gaf het management aan dat het ze op dit moment moeilijk lijkt om het onderdelenbeheer te verbeteren en dit enige onderzoek vereist.

3. Het probleem moet beïnvloedbaar zijn

Dit probleem is op te lossen door het onderdelenbeheer te verbeteren.

4. Het probleem is het meest belangrijke probleem

De efficiëntie kan het meest vergroot worden met behulp van het oplossen van dit probleem omdat de wachttijden de grootste verspillingen zijn. Het produceren zelf heeft volgens de VSM weinig verspillingen. Dit komt voornamelijk omdat het op projectbasis gaat waarbij iedere stap volgens een pull systeem gaat.

De wachttijd op onderdelen verschilt van 1 dag tot 4 weken. Op dit moment komt het soms voor dat onderdelen niet op voorraad zijn. Concrete cijfers zijn hier niet van beschikbaar. Wel kan een inschatting gemaakt worden als men kijkt naar de toekomst waarin er meer order geplaatst gaan worden. Het zal namelijk met het oog op de verdere groei van PB International een groter probleem worden. De grotere vraag naar producten zal namelijk voor meer onderdelenvraag zorgen. Zonder een goed onderdelenbeheer zal het lastig zijn om ervoor te zorgen dat alle onderdelen aanwezig zijn wanneer nodig. Ook zal het dan lastiger zijn om de hoeveelheid onderdelen in de gaten te houden. Wanneer het huidige onderdelenbeheer namelijk doorgezet wordt dan kan het voorkomen, wanneer de vraag naar producten groter wordt, dat er een onderdeelorder geplaatst is op de ene dag en dat de volgende dag blijkt dat de onderdelenorder te weinig is en hier achteraan gegaan moet worden. Ook zal door de vele onderdelenorders (namelijk iedere keer wanneer blijkt dat er te weinig onderdelen aanwezig

zijn) het moeilijker zijn om de hoeveelheid onderdelen in de gaten te houden. Het implementeren van een goed onderdelenbeheer zal ervoor zorgen dat alle onderdelen aanwezig zijn wanneer ze nodig zijn. Tevens zal de implementatie zorgen dat dit op een systematische overzichtelijke manier gebeurt.

Daarnaast lijkt het levenscyclusmodel van Daft (2007) te benadrukken dat dit een probleem is in de groeifase waar PB International zich op dit moment in vindt.

Ook gaf het management aan dat zij denken dat het oplossen van dit kernprobleem bijdraagt aan een verbeterde efficiëntie binnen de productieafdeling en dus zal bijdragen aan de voortzetting van de groei van PB International.

De bovenstaande inventarisatie van problemen en keuze van kernprobleem heeft antwoord gegeven op de vierde deelvraag

4. Wat moet er binnen de productieafdeling aangepast worden om de omzetgroei van 25% te kunnen realiseren?

Volgens de ABP zijn nu de eerste drie stappen doorlopen van de ABP. Dit zijn: de probleemidentificatie, formulering van de probleemaanpak en de probleemanalyse. Uit de probleemkluwen is een kernprobleem gedestilleerd. Alvorens deze opgelost kan worden dienen er nog een tweetal deelvragen beantwoord te worden. De eerste is een handelingsvraag. Dit is namelijk een vraag die vraagt naar welke handelingen er uitgevoerd moeten worden om een bepaald doel te behalen. Het tweede is een kennisvraag. Er is namelijk kennis nodig voor het beantwoorden van de handelingsvraag.

Het handelingsprobleem kan als volgt geformuleerd worden:

“Hoe kan het onderdelenbeleid van PB International aangepast worden om de wachttijd op onderdelen zoveel mogelijk te reduceren?”

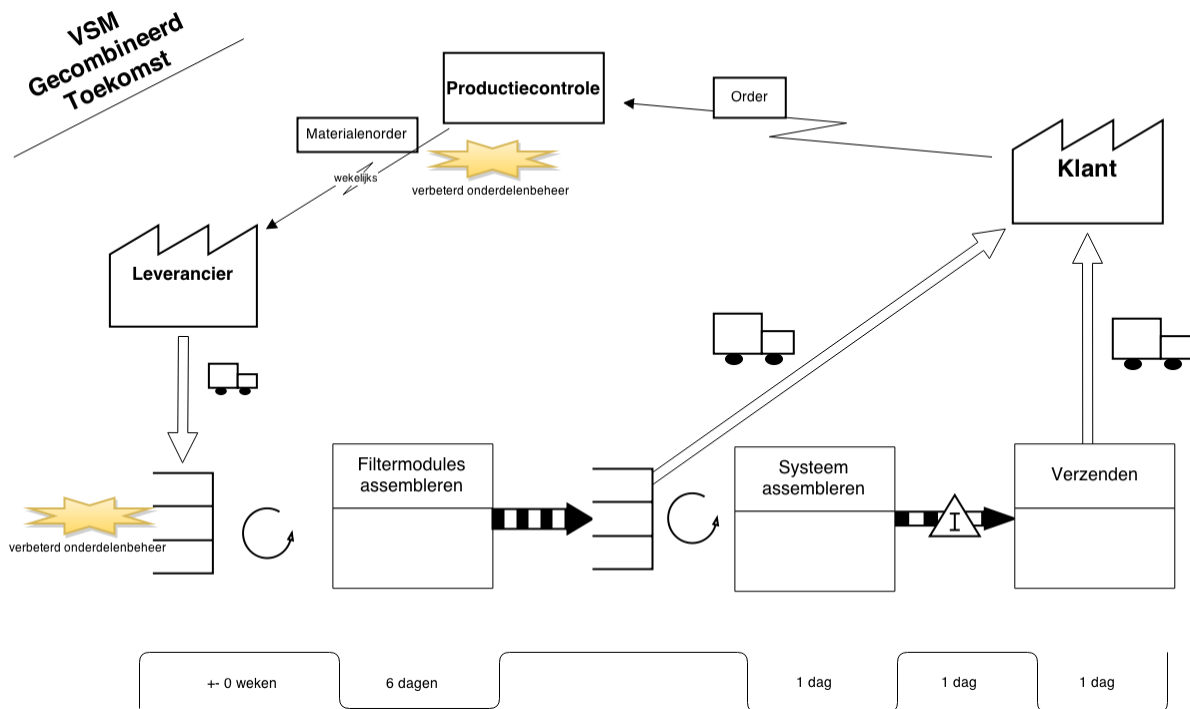
Hierbij is er een kennisprobleem, geformuleerd als volgt:

“Hoe ziet een optimaal een onderdelenbeleid eruit die ervoor zorgt dat de wachttijd op onderdelen zoveel mogelijk gereduceerd wordt?”

Het vinden van een oplossing voor het handelingsprobleem zal bijdragen aan de tijdige aanwezigheid van alle onderdelen. Dit zal leiden tot een verhoogde efficiëntie binnen de productieafdeling en hierdoor bijdragen aan een realisatie van de omzetgroei.

5 Toekomstige situatie

Volgens Dan Jones en Jim Womack (2011) dient na het maken van een huidige situatie van een organisatie, de toekomstige situatie in een VSM weergegeven te worden. Deze is hieronder te zien.



Figuur 9 - Value Stream Map Toekomst

Het doel van de verbeterde onderdelenbeheer is het reduceren van wachttijd op onderdelen. Het reduceren van de wachttijd op onderdelen zal ervoor zorgen dat de productieafdeling gelijk een order kan produceren wanneer deze binnen is. Dit verkort de gehele doorlooptijd van order tot levering. Een reducering in doorlooptijd zorgt naast een verhoogde efficiëntie ook voor meer flexibiliteit binnen de organisatie (Slack, Chambers, & Johnston, 2010).

De ABP zegt dat in deze fase van het onderzoek een programma van eisen toegevoegd moet worden voor het vinden van oplossingen. Deze eisen zijn onderstaand opgesomd

1. Vermindering wachttijd op onderdelen
2. Voorraadskosten

De tweede eis is opgesteld omdat de reducering in wachttijd op onderdelen middels een voorraad van onderdelen te realiseren is. Wanneer er voorraad gehouden wordt dan zijn hier voorraadskosten aan verbonden. Hoe deze te berekenen zijn is in het volgende theoretische kader toegelicht.

Voor het vinden van alternatieve oplossingen is wederom literatuur benodigd. Onderstaand is het theoretische kader van het onderdelenbeheer te vinden. Deze zal antwoord geven op de vijfde deelvraag:

5. *Wat zegt de literatuur over onderdelenbeheer binnen een productieafdeling?*

6 Theoretische Kader Onderdelenbeheer

6.1 Planning en controle

Het opstellen van een verbeterd onderdelenbeheer betreft het plannen van inkopen en controleren van hoeveelheden onderdelen. Alvorens uit te wijden over verschillende systemen hiervoor is het relevant om te kijken naar de verschillende wijzen van plannen en controleren. Slack et al. (2012) kaart vier manieren van plannen en controleren aan;

1. **Produce to stock (PTS)**

Hierbij wordt het product gemaakt en is hier een voorraad van aan het einde van de productielijn.

2. **Part produce to order (ATO¹³)**

Hierbij worden een aantal onderdelen/modules alvast gemaakt voordat er een order is. Wanneer er een order is wordt dit product afgemaakt.

3. **Produce to order (PTO)**

Hierbij wordt het product gemaakt wanneer de order binnenkomt. De onderdelen/middelen zijn aanwezig.

4. **Resource to order (RTO)**

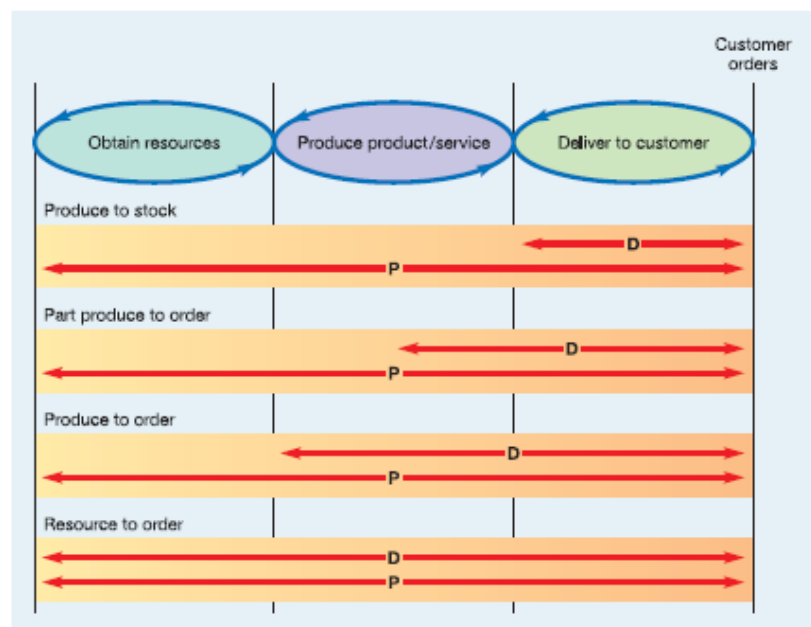
Hierbij worden de middelen en onderdelen verkregen wanneer de order binnenkomt.

In Figuur 10 is de relatie tussen de wachttijd vanaf order tot levering aan de klant (= P) en de totale doorlooptijd (= D) te zien in relatie met de verschillende manieren van plannen en controleren.

Hierbij is te zien dat als een bedrijf het produceert naar voorraad (*produce to stock*), de wachttijd voor de klant alleen afhangt van de levertijd naar de klant.

Bij het onderdelen/modules produceren naar voorraad (*part produce to order*) geldt dat de wachttijd afhankelijk is van de levertijd naar de klant plus een klein gedeelte productietijd. Er is immers al een deel van te voren geproduceerd.

Bij het produceren naar order (*produce to order*) zijn alle onderdelen aanwezig en is de wachttijd voor de klant alleen afhankelijk van de productietijd plus de levertijd naar de klant.



Figuur 10 - Overzicht planningwijzen

¹³ Ook wel "Assemble-To-Order" genoemd.

Wanneer een *RTO*-planning aangehouden wordt dan is de wachttijd van de klant gelijk aan de volledige doorlooptijd.

Het is hier te zien dat wanneer onderdelen niet aanwezig zijn, de volledige wachttijd langer is dan wanneer deze wel aanwezig zijn.

Impliciet wordt hierboven het klantenorder-ontkoppelpunt (KOOP) beschreven. Het KOOP kan omschreven worden als het punt dat aangeeft hoe diep een klantenorder doordringt in het logistieke proces van een bedrijf (van Goor, Kruijtzter, & Esmeijer). Het scheidt de door orders gestuurde activiteiten van de door voorspellingen gestuurde activiteiten. Refererend aan Figuur 12 houdt dit in dat alles voor de doorlooptijd (links van de D-pijl) voorraadgericht is en de D-pijl zelf een door orders gestuurde activiteiten betreft. Bij een “Produce-To-Stock”-planningswijze betekent dat dat de materialen inkopen en het produceren van producten op basis van voorspelling gedaan wordt. Als er een order binnen is dan word het product verzonden naar de klant. De laatste stap is dus een door order gestuurde activiteit. Bij een “Produce-To-Order”-planningswijze wordt het materiaal ingekocht op basis van voorspelling en de gehele productie wordt pas in start gezet wanneer een order binnenkomt. Bij een “Resource-To-Order”-planningswijze is het gehele proces (materiaal inkopen, produceren en leveren van producten) door order gestuurd.

6.2 Voorraadbeheer

6.2.1 Inleiding

Het verbeteren van het onderdelenbeheer heeft betrekking op het voorraadbeheer van verschillende onderdelen. Alvorens te kijken wat voor systemen er zijn voor het voorraadbeheer, is het eerst relevant om de verschillende typen voorraden en hun kenmerken in kaart te brengen.

6.2.2 Typen voorraad

Type voorraad	Waarom	Voorbeeld
Buffervoorraad	Compenseren van onvoorziene fluctuaties in vraag en aanbod	<i>Onderdelen voorraad om onbetrouwbaarheid van leveranciers te compenseren</i>
Cyclus voorraad	Als producten alleen in batches geproduceerd kunnen worden	<i>Verschillende soorten brood omdat niet tegelijk alle broden te maken zijn met één broodmix</i>
Ontkoppelings voorraad	Mogelijkheid om productieonderdelen onafhankelijk te plannen	<i>Wanneer verschillende productieonderdelen onafhankelijk van elkaar werken</i>
Anticipatie voorraad	Compenseren van onvoorziene fluctuaties in vraag en aanbod wanneer de vraag relatief voorspelbaar is	<i>Producten waarvan de vraag afhankelijk is van het seizoen van het jaar</i>
Pijplijn voorraad	Als materiaal niet gelijk van de plek van aanbod naar de plek van vraag kan	<i>Producten die getransporteerd worden van een warehouse naar een verkooppunt.</i>

Figuur 11 - Overzicht typen voorraad

Daarnaast is er nog een apart type voorraad wat niet bij het productiebedrijf ligt maar bij de leveranciers ervan. Dit heet consignatievoorraad. Hierbij stemt de leverancier ermee in om voorraad te leveren die pas betaald hoeft te worden bij gebruik.

6.2.3 Kosten voorraad

De vraag naar eindproducten bij PB International is erg variërend. Dat betekent dat er niet met zekerheid gesproken kan worden over wanneer er hoeveel onderdelen nodig zijn in een bepaalde tijdsperiode.

Voor tijdige aanwezigheid van onderdelen is daarvoor de buffervoorraad het meest relevant. De meest relevante kosten voor het houden van voorraad zijn volgens (Tersine, 1994):

- **Kosten voor het houden van voorraad** – Dit zijn de kosten die gemaakt worden bij de investering van voorraad en het behouden van deze investering (in fysieke vorm) in voorraad. Dit zijn onder andere: kapitaalkosten, belasting, verzekering, opslagruimte, en veroudering. Hierbij zijn de kapitaalkosten het meest relevant. Deze zullen het grootste gedeelte van de kosten voor het houden van voorraad op zich nemen.
- **Stockout-kosten** – Dit zijn kosten die gemaakt zijn door het niet aanwezig zijn van onderdelen of eindproducten wanneer deze wel nodig zijn. Dit kan leiden tot een neen-verkoop(gemiste verkoopkans), kosten gemaakt voor het naleveren van het onderdeel, of verloren servicekwaliteit door het later leveren van het onderdeel. Als een onderdeel mist dan zijn dit inefficiëntiekosten doordat de productie moet wachten op onderdelen. Dit onderzoek gaat om het reduceren van deze inefficiëntiekosten. Echter zijn deze inefficiëntiekosten moeilijk in te schatten. Er kan dan gebruik gemaakt worden van het Service Level Model. Dit is de percentage die reflecteert hoeveel procent van de orders per ordercycli niet gelijk geleverd (bij PTS) of geproduceerd kunnen worden (bij PTO en ATO). Dit percentage wordt ook wel het Service Level per ordercyclus genoemd. Naast het Service Level per Ordercyclus bestaat er ook het Service Level per gevraagde eenheid. Dit is het percentage van de totale producten die niet gelijk geleverd kunnen worden (bij PTS) of geproduceerd kunnen worden (bij PTO en ATO). Dit zal in PARAGRAAF 9.3.1 nader toegelicht worden.

6.2.4 Relevante vragen bepaling voorraadbeheer

De belangrijke vragen die gesteld moeten worden bij het voorraadbeheer zijn de volgende.

- **Hoeveel onderdelen te bestellen? (volume beslissing)**
- **Wanneer te bestellen? (timing beslissing)**
- **Hoe moet het systeem gecontroleerd worden?** (Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

Deze drie vragen zijn afhankelijk van het voorraadbeheersingsbeleid dat wordt aangehouden.

6.3 (Multi-)ABC analyse

Om een goed voorraadbeheer op te kunnen stellen moet er allereerst een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende onderdelen. Dit wordt gedaan om materiaalbeheer zo effectief mogelijk te laten verlopen (Tersine, 1994).

6.3.1.1.1 ABC analyse

Een manier om voorraad te categoriseren is door middel van een ABC analyse. Voorraad is hierbij gesorteerd op gebruikswaarde (gebruiksintensiteit vermenigvuldigd met individuele waarde). De categorisering hierbij is gebaseerd op de Pareto wet. Soms aangeduid met de 80/20 regel. Deze regel houdt in dat normaal gesproken 80 procent van bedrijfsomzet het resultaat is van 20 procent van de producten. (Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

Voorraad is gecategoriseerd in de volgende klassen:

- Klasse A items: De meest hoge gebruikswaarde items, meestal ongeveer 20 procent van de onderdelen, die ongeveer 80 procent van de totale gebruikswaarde bedragen.
- Klasse B items: De items met gemiddelde gebruikswaarde, meestal de 30 procent daarna, deze bedragen meestal ongeveer 10 procent van de totale gebruikswaarde
- Klasse C items: De items met een lage gebruikswaarde, meestal 50 procent van de totale items, maar daarentegen meestal ongeveer 10 procent van de totale gebruikswaarde

(Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

Hierbij dient er het meeste aandacht besteed te worden aan de Klasse A items en het minste aan Klasse C items.

6.3.1.2 Multi Criteria ABC analyse

De ABC prioritering hierboven aangekaart neemt maar één criterium mee, namelijk de gebruikswaarde. Dit is iets wat in de literatuur voor veel kritiek heeft gezorgd (Chen, Li, & Liu, 2008)

Volgens Chen et al (2008) zijn er andere criteria die belangrijk zijn om mee te nemen. Flores & Whybark (1998) bevestigen dit. Zij pleiten dat het niet alleen gaat om de kosten van het *hebben* van een product, wat de traditionele ABC analyse doet, maar dat het ook belangrijk is om te kijken naar de implicaties van het *niet hebben* van een onderdeel.

Verschillende criteria zijn: veroudering, repareerbaarheid, criticality en doorlooptijd.

De eerste twee criteria spreken voor zich. Criticality is een criterium wat bepaald kan worden aan de hand van verschillende factoren, waaronder de ernst van het niet hebben van het onderdeel, hoe snel een onderdeel gekocht kan worden, en of er een vervanger is (Flores & Whybark, 1998).

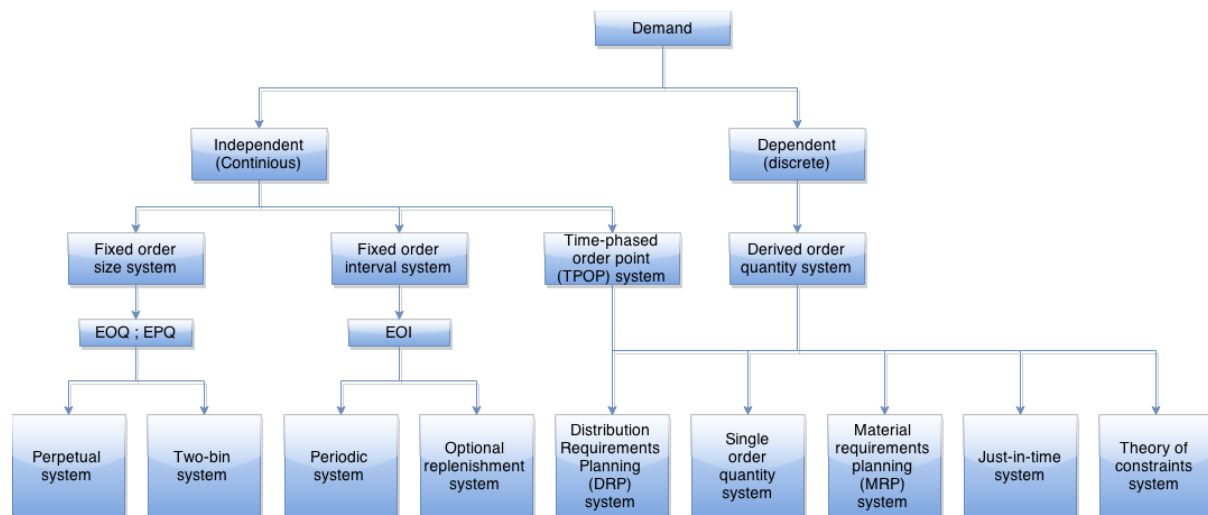
Deze categorisering zorgt dat er een onderscheid gemaakt kan worden op basis van de levertijd van de verschillende onderdelen. Dit is voor het reduceren van de wachttijd op onderdelen het meest relevant.

6.4 Voorraadsystemen

Onderstaand zullen verscheidene manieren/systemen aan bod komen om voorraad te beheersen. Deze geeft verschillende antwoorden op de relevante beslissingen (volume, timing, controle) die bij voorraadbeheer nodig zijn.

6.4.1 Systemen

Volgens (Tersine, 1994) zijn er verschillende voorraadbeheersing systemen. Deze zijn in Figuur 12 te zien.



Figuur 12 - Overzicht voorraadbeheersingsystemen

De voorraadbeheersing systemen zijn hierboven onderverdeeld in verschillende categorieën. Allereerst wordt er een onderscheid gemaakt tussen onafhankelijke vraag en afhankelijke vraag. Afhankelijke vraag is vraag wat afhankelijk is van de vraag naar een andere vraag. Deze vraag kan doorgerekend worden vanuit de vraag naar dat waar het afhankelijk van is. In het geval van een PTS-planningswijze kan de vraag naar de onderdelen berekend worden uit de vraag naar de eindproducten die geproduceerd worden. Bij een ATO-en PTO-planningswijze worden de onderdelen ingekocht op basis van voorspelling en vervolgens gebruikt bij de productie wanneer er een order binnenkomt. In dit geval is de vraag naar de onderdelen niet afhankelijk van de vraag naar de eindproducten die geproduceerd worden maar afhankelijk van de voorspelling. Er wordt in dit geval gesproken van een onafhankelijke vraag omdat het inkopen van de onderdelen niet afhankelijk is van de vraag van een andere vraag.

De linkertak van figuur 14 geeft verschillende methoden voor het beheren van de hoeveelheid voorraad van de onafhankelijke vraag van onderdelen¹⁴.

Dit kan volgens een *Fixed Order Size* of *Fixed Order Interval* systeem. Het eerste houdt een vaste bestelhoeveelheid aan en het tweede houdt een vaste bestelinterval aan. Er zijn twee *Fixed Order Size* systemen beschreven in Tersine (1994). De eerste is een *Perpetual* (Continue) systeem. Hierbij wordt het voorraadsniveau continu in de gaten gehouden en wanneer er een bepaald bestelniveau (B) bereikt is dan wordt er een bestelhoeveelheid (Q) besteld¹⁵. B en Q kunnen bepaald worden aan de hand van de EOQ-formule. Deze formule tracht met behulp van een formule de optimale bestelhoeveelheid te bepalen aan de hand van een aantal verschillende parameters.

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2}$$

(R = jaarlijkse vraag, P = prijs onderdeel, C = orderkosten per onderdeel, H = voorraadhoudskosten, Q = ordergrootte)

De optimale ordergrootte kan vervolgens bepaald worden aan de hand van de volgende formule:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

Dit systeem vereist een continue administratie van de voorraadhoeveelheid waardoor de voorraadcijfers altijd up-to-date zijn. De tweede *Fixed Order Size* systeem beschreven in Tersine(1994) is het *Two-bin* systeem. Dit is een aanpassing aan het Continue systeem om ervoor te zorgen dat er geen administratie van de voorraadsniveaus nodig is. Bij dit systeem worden twee fysiek afgebakende gebieden (bijvoorbeeld bakken of vakken) gebruikt waarin voorraden bewaard worden. Eén van de bakken dient als een zogenaamde werkbak. De werkbak wordt gebruikt om onderdelen uit te halen die nodig zijn voor de productie. Wanneer deze bak leeg is wordt de bestelgrootte (Q) besteld en wordt er vanaf dat moment gebruik gemaakt van de tweede bak. De tweede bak is gevuld met de bestelniveau (B). Wanneer de order is binnengekomen wordt de tweede bak gevuld en de rest van de hoeveelheid wordt in de werkbak gedaan.

De twee beschreven *Fixed Order Interval* systemen zijn de *Periodic* en *Optional Replenishment* systemen. Bij een *Periodic* (Periodieke) systeem wordt het voorraadsniveau per tijdsinterval (T) gecontroleerd. Vervolgens wordt het verschil tussen de voorraad op een gegeven tijdsinterval en het maximale voorraadsniveau (E) besteld. T en E kunnen bepaald worden aan de hand van de EOI-formule.

Bij de *Optional Replenishment Inventory* systeem lijkt op de Periodieke systeem. Enige verschil is dat bij de *Optional Replenishment Inventory* systeem er pas een order geplaatst wordt op tijdsinterval (T) wanneer de voorraadsniveau onder een bepaald bestelniveau (B) zit.

¹⁴ Vervang onderdelen door eindproducten wanneer er sprake is van een PTS-planningswijze.

¹⁵ Vervang bijbesteld door bij geproduceerd wanneer er sprake is van een PTS-planningswijze.

De rechtertak van figuur 14 zijn geavanceerdere methoden voor het berekenen van de hoeveelheid onderdelen wat nodig is en wanneer deze besteld dienen te worden. Dit is voor wanneer er gebruik gemaakt wordt van een PTO-planningswijze. Zoals in het volgende paragraaf aan bod komt, is en zal dit niet het geval zijn bij PB International. Om deze reden worden deze systemen niet verder toegelicht.

6.5 Service Level Model

Hierboven zijn een aantal voorraadsystemen aan bod gekomen. Daarmee kunnen bepaalde bestellingsgroottes of bestelintervallen bepaald worden. Deze systemen gaan ervan uit dat de vraag met zekerheid bekend is. Dit is echter niet het geval waardoor het Service Level Model (SLM) een goede toevoeging is op deze voorraadsystemen. Met behulp van het Service Level kan bepaald worden hoe hoog de veiligheidsvoorraad dient te zijn. Deze veiligheidsvoorraad is voorraad die eventueel gebruikt wordt vanaf het moment dat er een bestelling van onderdelen is geplaatst totdat de onderdelen geleverd zijn. Tijdens deze periode is er namelijk een kans op een stockout. Omdat de vraag variërend is, is er dus soms sprake van een stockout, afhankelijk van de hoogte van de veiligheidsvoorraad en de vraag in die periode.

Er zijn twee definities voor een Service Level. Dit zijn Service Level per ordercyclus (SL_C) en Service Level per unit (SL_U). Het SL_C is een percentage wat de kans representeert van het niet opraken van de voorraad tijdens de bevoorradings doorlooptijd (=levertijd van een onderdeel). Het Service Level kan aan de hand van de volgende formule berekend worden: $SL_C = 1 - P(M > B)$. Waarbij $P(M > B)$ de kans van een stockout is tijdens de doorlooptijd van de bevoorradings. Hoeveel onderdelen er tekort komen bij een stockout wordt niet meegenomen in deze definitie van de Service Level. Dit is iets waar het SL_U wel rekening mee houdt.

Het SL_U representeert de percentage van de vraag naar onderdelen waar aan voldaan kan worden. Dit kan berekend worden aan de hand van de volgende formule: $SL_U = 1 - \frac{E(M > B)}{Q}$ hierbij is $E(M > B)$ de verwachte kans op een stockout en Q de orderhoeveelheid die gehanteerd wordt. Hier geldt dezelfde formule voor het berekenen van de veiligheidsvoorraad.

Het SL_U neemt dus mee hoeveel onderdelen tekort kwamen tijdens een stockout. Dit doet het SL_C niet. Gebruik maken van de SL_U wordt aangeraden wanneer de impact van het missen van meerdere onderdelen per stockout relevant is. In het geval van dit onderzoek; waar de hoeveelheid onderdelen die missen tijdens een stockout niet relevant¹⁶ is voor de vertraging in doorlooptijd (= verlenging in wachttijd op onderdelen), volstaat het SL_C dus.

Let op: hierboven is het Service Level Model voor een Fixed Order Size systeem toegelicht. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van een Fixed Order Interval systeem. Gelden de volgende aangepaste formules: $SL_C = 1 - P(M > E)$ en : $SL_U = 1 - \frac{E(M > E)}{TR}$ waarbij dus de bestelniveau B is vervangen door het maximale voorraadsniveau E . Bovendien wordt er bij het SL_C de kans op een stockout tijdens de doorlooptijd van de bevoorradings (=levertijd) + de tijdsinterval.

¹⁶ Er is namelijk geen verschil tussen het moeten wachten op één onderdeel of op meerdere. De productie kan pas van start gaan nadat het onderdeel met de langste levertijd binnen is.

6.6 Conclusie Theoretische Kader Onderdelenbeheer

Hierboven is de tweede theoretische kader beschreven. Deze kader richt zich op het onderdelenbeheer. Er zijn verschillende planningswijzen genoemd. Grootste verschil tussen deze planningswijzen is het KOOP en de behandeling van onderdelen. Bij een PTO en ATO planningswijzen worden de onderdelen als onafhankelijk beschouwd. Dit heeft implicaties op voorraadsysteem dat gekozen worden.

Na de verschillende PTO en ATO planningswijzen zijn verschillende voorraadsystemen toegelicht.. Onderscheid werd gemaakt tussen continue controle en periodieke controle. Er zijn verschillende formules genoemd waarmee berekend kan worden bij welk voorraadniveau besteld moet worden of op welk tijdsinterval. Daarbij zijn formules gegeven voor het bepalen van de (vaste) te bestellen hoeveelheid onderdelen berekend kan worden en de maximale voorraadniveau.

Daarnaast gaf de rechtertak van figuur 18 verschillende methoden om de voorraad en bestellingen te beheren van afhankelijke onderdelen. De verschillende systemen genoemd waren: SOQ, DRP, MRP, JIT en TOC. Deze zijn allemaal irrelevant voor een PTO en ATO - planningswijze omdat onderdelen in deze planningswijzen als onafhankelijk beschouwd worden.

Ook is het Service Level Model toegelicht. Er is toegelicht hoe de hoogte van de veiligheidsvoorraad berekend kan worden, om het aantal stockouts te reduceren. Deze stockouts kunnen bij een Fixed Order Size systeem alleen plaatsvinden vanaf het moment dat er besteld wordt totdat de bestelling binnen komt (=levertijd). Bij de Fixed Order Size Interval dient de veiligheidsvoorraad te beschermen tijdens het tijdsinterval (T) + de levertijd.

7 Toekomstige Situatie onderdelenbeheer

7.1 Inleiding

Onderstaand zal op basis van het tweede theoretische kader toegelicht worden hoe het onderdelenbeheer bij PB International aangepast moet worden om de wachttijd op onderdelen te reduceren.

Dit zal antwoord geven op de laatste deelvraag:

6. Op welke manier kan het onderdelenbeheer aangepast worden om de wachttijd te reduceren?

Om de wachttijd op onderdelen zoveel mogelijk te reduceren dient de wijze waarop de onderdelen gepland en gecontroleerd worden, aangepast te worden. Welke verandering hierin moet komen zal in de volgende paragraaf duidelijk worden.

De veiligheidsvoorraad kan bepaald worden door de kansverdeling van de vraag naar onderdelen. Aangezien de vraag naar onderdelen afhankelijk is van de vraag naar eindproducten wordt de kansverdeling van de eindproducten genomen¹⁷. Daarna wordt er eerst voor ieder eindproduct een Service Level van 95, 90 en 80 procent genomen, en aan de hand daarvan berekend wat de veiligheidsvoorraad van dat eindproduct moet zijn. Vervolgens wordt dit met de stuklijst vermenigvuldigd naar de hoeveelheid onderdelen die nodig zijn. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt door middel van de ABC categorisering waarbij de levertijd als belangrijkste categorie wordt meegenomen. De wachttijd op onderdelen wordt immers getracht te verkorten.

Als laatste wordt de impact op de voorraadskosten bepaald van de verschillende veiligheidsvoorraadgroottes van verschillende categorieën onderdelen.

De bovenstaande stappen zal resulteren in uitwerkingen van verschillende scenario's (waarbij de Service Level en het voorraadbeleid van verschillende categorieën onderdelen verschillen) en de impact daarvan op de verwachte wachttijd op onderdelen en de bijbehorende voorraadskosten.

7.2 Planning en Controle

Op dit moment wordt er een combinatie van RTO, PTO, ATO-planningswijzen gehanteerd. Om de wachttijd op onderdelen te reduceren dient er een verschuiving gemaakt te worden van RTO naar PTO planningswijze. Er kan ook eventueel een ATO planningswijze gehanteerd worden als er besloten wordt dat de filtermodules ook op voorraad gemaakt worden. Hierdoor wordt de doorlooptijd van een geheel systeem naar 2 dagen verkort. Het realiseren van deze verschuiving zorgt ervoor dat de onderdelen op voorspelling ingekocht moet worden. Dit betekent dat er een bepaald voorraadstelsel aangehouden wordt. Dit zal in paragraaf 7.4 aan bod komen. Er zal in de volgende paragraaf eerst een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende onderdelen. Met dit onderscheid kunnen vervolgens meerdere manieren voor het beheren van onderdelen bekeken worden. Het is dan namelijk mogelijk om te kijken naar de implicaties van het in voorraad houden van alleen onderdelen van een bepaalde categorie of het in voorraad houden van meerdere categorieën onderdelen.

¹⁷ Het is ook mogelijk alleen de kansverdeling te bekijken van ieder onderdeel. Gezien het tijdgebrek en missende data is hier gekozen voor de kansverdeling van de eindproducten.

7.3 ABC Prioritering

Voordat er gekeken gaat worden naar het onderdelenbeheer en de manier waarop dit gedaan moet worden, is het handig om de onderdelen te categoriseren. Dit is zoals aangegeven in het vorige theoretische kader om het onderdelenbeheer effectief te laten verlopen.

De criteria die in de literatuur naar voren kwamen waren:

- Gebruikswaarde
- Veroudering
- Repareerbaarheid
- Criticality

De relevante categorieën voor PB International zijn: Gebruikswaarde en Criticality.

Veroudering en repareerbaarheid zijn hierin niet meegenomen omdat dit niet relevant is voor de onderdelen van PB International.

Gebruikswaarde is de basis van de Multi Criteria prioritering. Daarnaast is Criticality meegenomen in de vorm van levertijd van onderdelen. De kans op het moeten wachten op onderdelen wordt vergroot wanneer de levertijd langer is. Om deze reden is dit criterium meegenomen.

De gebruikswaarde is in dit onderzoek niet gebruikt. Wel is het relevant voor toekomstige onderzoek naar het onderdelenbeheer aangezien dit wel de onderdelen zijn waar de meeste kosten inzitten. Hierover is meer te lezen in het laatste hoofdstuk.

Het onderscheid wat gemaakt wordt voor de verschillende onderdelen zal op basis van de levertijd zijn. Het doel is namelijk om de wachttijd op onderdelen te verkorten.

De meestvoorkomende levertijden zijn 3, 7, 14, 21 of 28 dagen. Om deze reden is er gebruik gemaakt van 5 categorieën. Categorie E is de categorie onderdelen met een levertijd tot en met 3 dagen, D t/m 7 dagen, C t/m 14 dagen, B t/m 21 en A boven de 21. In de hierna beschreven scenario's zal alleen gesproken worden over een onderscheid in categorieën op basis van hun levertijd. Een categorie E onderdeel verwijst dan dus naar een onderdeel met een levertijd van 3 of minder dagen, een categorie D onderdeel verwijst naar een onderdeel met een levertijd tot en met 7 dagen etc.

7.4 Voorraadsysteem

In het theoretische kader zijn verschillende voorraadsystemen genoemd. De meest relevante zijn de Continue en Periodieke systemen. Het onderzoek focust zich op het verminderen van de wachttijd op onderdelen. Er is alleen sprake van een wachttijd op onderdelen wanneer er sprake is van een stockout. De kans op een stockout kan gereduceerd worden door een hoger bestelniveau. Dit impliceert een grotere veiligheidsvoorraad. Voor de continue systemen geldt dat het bestelniveau de vraag moet dekken voor de levertijd van een onderdeel. Voor periodieke systemen geldt dat het bestelniveau de vraag moet dekken voor de levertijd van een onderdeel plus het bestelinterval. Dit betekent dat de veiligheidsvoorraad groter is bij Periodieke systemen dan bij Continue systemen (Tersine, 1994). Om deze reden wordt het Continue systeem geprefereerd boven het Continue systeem. Vervolgens kan met behulp van het SL_C bepaald worden wat de veiligheidsvoorraad moet zijn.

Ook kan de bestelgrootte of bestelinterval bepaald worden aan de hand van de EOQ en EOI formule. Helaas mist er op dit moment data om de ordergrootte of orderinterval te bepalen en is er sprake van tijdgebrek. Om deze reden zal er in dit onderzoek alleen ingegaan worden op de benodigde grootte van de veiligheidsvoorraad.

Dit betekent dat er wordt aangeraden een bepaalde veiligheidsvoorraad te houden en wanneer er een order geplaatst wordt (dus de onderdelen nodig zijn) weer te bestellen tot het

veiligheidsvoorraad. Dit zal ervoor zorgen dat er zo min mogelijk stockouts plaatsvinden en er zo min mogelijk op onderdelen gewacht hoeft te worden. Refererend aan de theorie is dit een aangepaste (B,Q) model waarbij B gelijk is aan het veiligheidsvoorraad en Q afhangt van de grootte van de klantenorder.

7.5 Service Level Model toegepast

7.5.1 Inleiding

Er geldt dat er een aanbeveling wordt gedaan om iedere keer bij een order een bestelling te doen voor de onderdelen die er gebruikt zijn. Op deze manier blijft de voorraad zoveel mogelijk richting de veiligheidsvoorraad. Deze veiligheidsvoorraad zorgt er tevens voor dat tijdens de periode dat de bestelling moet binnenkomen (=levertijd onderdeel) er voldoende onderdelen aanwezig zijn om de vraag aan te kunnen.

Er zal eerst toegelicht worden hoe de kansverdelingen berekend zijn van verschillende eindproducten. Deze kansverdelingen worden vervolgens gebruikt om hoeveelheden veiligheidsvoorraad te berekenen. Als laatste zal de bijborende voorraadskosten toegelicht worden.

7.5.2 Kansverdelingen eindproducten

Zoals aangegeven in de theoretische kader, kan het SLM gebruik worden om de veiligheidsvoorraad te berekenen. De formule voor het berekenen van het Service Level per ordercyclus is:

$$SL_C = 1 - P(M > B)$$

Waarbij $P(M > B)$ gelijk is aan de kans dat de vraag groter is dan de veiligheidsvoorraad. Er is met deze formule dus te berekenen hoe hoog de veiligheidsvoorraad moet zijn van eindproducten (deze hoeveelheden kunnen vervolgens doorgerekend worden naar de voorraadgrootte van onderdelen).

Om dit te kunnen berekenen is eerst de kansverdeling van de vraag naar de eindproducten nodig. Op basis van de historische cijfers van de afgelopen twee jaar is de kansverdeling opgesteld voor de vraag naar eindproducten in x weken. Voor x zijn de levertijden gebruikt van de verschillende categorieën. Er is dus eerst gekeken naar hoe vaak er in de afgelopen twee jaar een bepaalde vraaghoeveelheid was in vier weken. Vervolgens is dit gedaan voor drie weken, twee weken, één week en als laatste drie dagen. Deze perioden komen overeen met de levertijden van de verschillende categorieën onderdelen. Door deze frequentiedistributie te berekenen kan er een kansverdeling opgesteld worden van de vraag naar een bepaald eindproduct in een bepaalde periode. Onderstaand is dat te zien voor drie verschillende producten.

In figuur 15 is te zien dat de kans op de vraag naar nul Producten X in vier weken gelijk is aan 35 procent. De kans op een enkele vraag naar een Product X in vier weken is gelijk aan 15 procent. De kans op een vraag naar twee Producten X in vier weken is 15 procent, enzovoort.

Product X						Product Y						Product Z					
vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d
0	35%	44%	65%	80%	91%	0	65%	76%	81%	90%	96%	0	46%	59%	67%	82%	92%
1	15%	18%	10%	10%	4%	1	19%	12%	13%	7%	3%	1	27%	21%	23%	13%	7%
2	19%	15%	10%	3%	1%	2	12%	9%	4%	2%	0%	2	15%	12%	4%	4%	1%
3	8%	6%	4%	2%	1%	3	0%	0%	0%	0%	0%	3	8%	6%	4%	0%	0%
4	0%	0%	0%	0%	0%	4	0%	0%	0%	0%	0%	4	0%	0%	2%	1%	0%
5	15%	12%	8%	4%	2%	5	0%	0%	0%	0%	0%	5	4%	3%	0%	0%	0%
6	0%	3%	2%	1%	0%	6	4%	3%	2%	1%	0%	6	0%	0%	0%	0%	0%
7	4%	0%	0%	0%	0%	7	0%	0%	0%	0%	0%	7	0%	0%	0%	0%	0%
8	0%	0%	0%	0%	0%	8	0%	0%	0%	0%	0%	8	0%	0%	0%	0%	0%
9	0%	3%	0%	1%	0%	9	0%	0%	0%	0%	0%	9	0%	0%	0%	0%	0%
10	4%	0%	2%	0%	0%	10	0%	0%	0%	0%	0%	10	0%	0%	0%	0%	0%

Figuur 13- Kansverdelingen van vraag naar verschillende producten

Zoals te verwachten wordt de gemiddelde vraag naar een Product X steeds kleiner naarmate de periode kleiner wordt. Dit is te verwachten omdat de kans naar een bepaalde vraag naar een eindproduct toeneemt als de periode toeneemt.

7.5.3 Bepalen hoeveelheid veiligheidsvoorraad

Vervolgens kan met $P(M > B)$ de benodigde veiligheidsvoorraad berekend worden. De kans dat er meer vraag is dan de veiligheidsvoorraad is hetzelfde als $1 -$ de kans dat de vraag gelijk of minder is dan de veiligheidsvoorraad (in formule vorm: $1 - P(M \leq B)$). De kans dat de vraag bijvoorbeeld minder dan, of gelijk is aan, de veiligheidsvoorraad bij een veiligheidsvoorraad van 3 Producten X is de som van de kans dat er nul vraag is naar een Product X plus de kans dat er één vraag is naar een Product X plus de kans dat er een vraag van twee Producten X is plus de kans dat de vraag drie Producten X is. In formule vorm is dat:

$$P(M > 3) = 1 - P(M \leq 3) = 1 - (P(M = 0) + P(M = 1) + P(M = 2) + P(M = 3)) \\ = 1 - (0.35 + 0.15 + 0.19 + 0.08) = 0.33$$

De kans op $P(M > B)$ bij een veiligheidsvoorraad van 3 Producten X is gelijk aan 33 procent. Voor de Service Level geldt dat deze gelijk is aan $1 - 0.33 = 77$ procent.

Op deze wijze is te berekenen dat voor een Service Level van 95 procent er een veiligheidsvoorraad van genoeg onderdelen voor 7 Producten X aanwezig moeten zijn. De precieze Service Level hier is dan $0.35 + 0.15 + 0.19 + 0.08 + 0.15 + 0.04 = 96$ procent. Dit geldt alleen voor categorie A onderdelen. De percentages die gebruikt zijn, zijn de kans op een bepaalde vraag in vier weken. Voor de categorie B onderdelen moet de kans op een bepaalde vraag in drie weken genomen worden. Voor categorie C de kans op een bepaalde vraag in twee weken etcetera.

Onderstaand zijn de Service Levels te zien bij het houden van een bepaalde veiligheidsvoorraad voor de kansverdelingen van vraag in verschillende perioden.

Product X						Product Y						Product Z					
vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d
0	35%	44%	65%	80%	91%	0	65%	76%	81%	90%	96%	0	46%	59%	67%	82%	92%
1	50%	62%	75%	89%	95%	1	85%	88%	94%	97%	99%	1	73%	79%	90%	95%	99%
2	69%	76%	85%	92%	96%	2	96%	97%	98%	99%	99%	2	88%	91%	94%	99%	99%
3	77%	82%	88%	94%	97%	3	96%	97%	98%	99%	99%	3	96%	97%	98%	99%	99%
4	77%	82%	88%	94%	97%	4	96%	97%	98%	99%	99%	4	96%	97%	100%	100%	100%
5	92%	94%	96%	98%	99%	5	96%	97%	98%	99%	99%	5	100%	100%	100%	100%	100%
6	92%	97%	98%	99%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%
7	96%	97%	98%	99%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%
8	96%	97%	98%	99%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%
9	96%	100%	98%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%

Figuur 14 - veiligheidsvoorraad bij SL = 0,95

Tevens is er groen gekleurd wat de veiligheidsvoorraad moet zijn voor de verschillende Producten om een Service Level van 95 procent te behalen. Hierbij is het belangrijk om te benadrukken dat dit deze veiligheidsvoorraad niet in de vorm van eindproducten is maar in de vorm van onderdelen. Een veiligheidsvoorraad van 7 Producten X betekent dus dat er precies genoeg onderdelen aanwezig zijn om 7 Producten X te produceren.

Voor een Service Level van 90 procent en 80 procent is hieronder de hoeveelheden veiligheidsvoorraden te zien:

Product X						Product Y						Product Z					
vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d
0	35%	44%	65%	80%	91%	0	65%	76%	81%	90%	96%	0	46%	59%	67%	82%	92%
1	50%	62%	75%	89%	95%	1	85%	88%	94%	97%	99%	1	73%	79%	90%	95%	99%
2	69%	76%	85%	92%	96%	2	96%	97%	98%	99%	99%	2	88%	91%	94%	99%	99%
3	77%	82%	88%	94%	97%	3	96%	97%	98%	99%	99%	3	96%	97%	98%	99%	99%
4	77%	82%	88%	94%	97%	4	96%	97%	98%	99%	99%	4	96%	97%	100%	100%	100%
5	92%	94%	96%	98%	99%	5	96%	97%	98%	99%	99%	5	100%	100%	100%	100%	100%
6	92%	97%	98%	99%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%
7	96%	97%	98%	99%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%
8	96%	97%	98%	99%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%
9	96%	100%	98%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%

Figuur 15 – veiligheidsvoorraad bij SL = 0,90

Product X						Product Y						Product Z					
vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d	vraag	kans 4w	kans 3w	kans 2w	kans 1w	kans 3d
0	35%	44%	65%	80%	91%	0	65%	76%	81%	90%	96%	0	46%	59%	67%	82%	92%
1	50%	62%	75%	89%	95%	1	85%	88%	94%	97%	99%	1	73%	79%	90%	95%	99%
2	69%	76%	85%	92%	96%	2	96%	97%	98%	99%	99%	2	88%	91%	94%	99%	99%
3	77%	82%	88%	94%	97%	3	96%	97%	98%	99%	99%	3	96%	97%	98%	99%	99%
4	77%	82%	88%	94%	97%	4	96%	97%	98%	99%	99%	4	96%	97%	100%	100%	100%
5	92%	94%	96%	98%	99%	5	96%	97%	98%	99%	99%	5	100%	100%	100%	100%	100%
6	92%	97%	98%	99%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%	6	100%	100%	100%	100%	100%
7	96%	97%	98%	99%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%	7	100%	100%	100%	100%	100%
8	96%	97%	98%	99%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%	8	100%	100%	100%	100%	100%
9	96%	100%	98%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%	9	100%	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%	10	100%	100%	100%	100%	100%

Figuur 16 - veiligheidsvoorraad bij SL = 0,80

Hierboven is de kans dat er in één week een vraag naar nul producten is, gelijk aan 90 procent voor Product Y. Dit zou betekenen dat van categorie D onderdelen er geen veiligheidsvoorraad voor de Producten Y gehouden hoeft te worden. Hier is in de volledige uitwerking alsnog uitgegaan van een veiligheidsvoorraad van één product. Dit omdat er anders alsnog gewacht moet worden op onderdelen van de categorie en de wachttijd dan één week zou bedragen

7.6 Voorraadkosten behorende bij verschillende Service Levels

Op basis van de bovenstaande kansverdelingen voor eindproducten is te bepalen wat de hoeveelheid van onderdelen moet zijn. De onderdelen zijn namelijk afhankelijk en direct te berekenen aan de hand van de vraag naar de eindproducten.

Eerst gaan we uit van nul voorraad van alle categorieën onderdelen. Hierbij hoort een Service Level van 0 procent; immers er moet in 100 procent van de tijd gewacht worden op onderdelen. Dit komt overeen met een Resource-To-Order planningswijze zoals beschreven in het vorige theoretische kader. De wachttijd zal dan afhankelijk zijn van de langste levertijd, in dit geval categorie A onderdelen met een levertijd van 28 dagen.

Daarna gaan we uit van voorraad van A onderdelen¹⁸. Dat wil zeggen dat er een bepaalde hoeveelheid veiligheidsvoorraad aangehouden wordt voor de onderdelen met een levertijd langer dan 21 dagen. De hoeveelheid is afhankelijk van de bepaalde Service Level. De Service Level bepaalt tevens hoeveel procent van de bestelcycli er niet gewacht hoeft te worden op onderdelen van categorie A.

Vervolgens zal ervan uitgegaan worden dat er voorraad van A en B onderdelen gehouden word¹⁹. Dit zal wederom gebeuren met verschillende Service Levels. Op deze wijze zal er steeds een opvolgende categorie toegevoegd worden als voorraad.

Als laatste stap zullen dus alle categorieën onderdelen in voorraad gehouden worden. Dit komt overeen met een 'Production-To-Order' planningswijze zoals beschreven in het vorig theoretische kader.

Een voorbeeld van de relatie tussen welke onderdelen er in voorraad gehouden wordt en de bijbehorende langste wachttijd op onderdelen, is in Figuur 18 te zien²⁰.

SL = 0.95	
Onderdelen op voorraad	Langste wachttijd (dagen)
geen	28
A	21
A, B	14
A, B, C	7
A, B, C, D	3
A, B, C, D, E	0

Figuur 17 - Relatie onderdelen op voorraad en wachttijd

Hierboven zijn 6 verschillende scenario's te zien (van nul voorraad houden tot alle categorieën in voorraad). Aan de hand van een Service Level van 95%, 90% en 80% wordt gekeken wat de

¹⁸ A-onderdelen = categorie A onderdelen, B- onderdelen = categorie C onderdelen etc.

¹⁹ Let op: A artikelen én B artikelen. Alleen voorraadhouden van B artikelen verlaagd de gemiddelde wachttijd op onderdelen niet.

²⁰ In dit voorbeeld is een Service Level van 95 procent aangehouden

voorraadskosten zijn van de 6 verschillende scenario's. De verschillende scenario's zijn uitgewerkt aan de hand van stuklijsten, ontvangen van PB International en een zelfgemaakte excel bestand. Voor de uitwerkingen zijn wederom Producten X, Y, en Z, als voorbeeld gebruikt om de stappen toe te lichten.

De kosten voor het voorraadhouden is een percentage van de totale aankoop prijs van de voorraad. Conventionele percentages zitten tussen de 20 en 40 procent volgens Tersine (1994). Er is hier gekozen voor een percentage van 30 procent, daar deze in het midden zit van de twee extremen.

Om de kosten te berekenen zijn de alle benodigde onderdelen van de categorie A voor de verschillende hoeveelheid veiligheidsvoorraad van de eindproducten vermenigvuldigd met hun aankoop prijs maal 30 procent. Vervolgens zijn deze waarden gesommeerd om de totale voorraadskosten te berekenen.

In dit voorbeeld betekent dat dat eerst de waarde van de onderdelen berekend moet worden. In het tabel hieronder is de waarde berekend van alle A-onderdelen in de verschillende Producten. Daarnaast is te zien wat de waarde is van alle B-onderdelen, daarnaast de waarde van C-onderdelen, enzovoort.

Los	Waarde onderdelen				
Product	A	B	C	D	E
X	€ 42.50	€ 6.75	€ 4.86	€ 897.13	€ 314.68
Y	€ 42.50	€ 6.75	€ 4.86	€ 1,037.33	€ 318.40
Z	€ 42.50	€ 6.75	€ 4.86	€ 1,057.39	€ 322.12

Figuur 18 – Waardes verschillende categorieën onderdelen voor Producten X, Y, Z

Vervolgens moet bepaald worden hoeveel voorraad er gemiddeld aanwezig zal zijn. Dit moet dan vermenigvuldigd worden met de totale waarde van de voorraad maal 30 procent.

De gemiddelde voorraad wat teveel aanwezig zal zijn is ook te berekenen aan de hand van de kansverdelingen. Als er namelijk 7 Producten X als voorraad gehouden wordt dan betekent dit in 35 procent van de bestelcycli dat er 7 Producten X teveel in voorraad gehouden zijn. Dit is namelijk het geval wanneer de vraag nul was in die ordercyclus. Als de vraag één was dan waren er 6 Producten X teveel in voorraad voor die periode. De kans hier op is 15 procent. Voor een vraag van twee geldt dat er 5 Producten X teveel in voorraad zijn voor die periode, enzovoort.

Dit betekent dat gemiddeld er 4,92 ($0,35 * 7 + 0,15 * 6 + 0,19 * 5 + 0,08 * 4 + 0,15 * 2$) keer teveel onderdelen liggen voor Producten X. Voor de voorraadhoudkosten betekent dit dan $4,92 * 42,50 \text{ euro} * 0,30 = 62,73^{21}$ euro aan voorraadhoudkosten voor de Producten X wanneer

²¹ Let op: het maakt in dit geval niet uit hoeveel ordercycli er per jaar zijn. Voor deze berekening is namelijk iedere vier weken per jaar genomen. Dat betekent dat de eerste vier weken loopt van t_0 tot t_4 , de tweede van t_1 tot t_5 , de derde van t_2 tot t_6 etcetera. Voor iedere vier weken hier geldt dat de kans in die vier weken een bepaalde kansverdeling heeft.

alleen onderdelen van de categorie A in voorraad gehouden wordt. Onderstaand is te zien dat er voor de Producten X 4,92 teveel aan onderdelen gemiddeld ligt en dat dit overeenkomt met 62,77 euro²². Voor de Producten Y worden er minder onderdelen in voorraad gehouden (om precies te zijn twee), hierdoor is de gemiddelde voorraadhoeveelheid ook kleiner. Daardoor komen de voorraadkosten ook lager uit. Voor de Producten Y werden er onderdelen genoeg voor drie eindproducten in voorraad gehouden. De gemiddelde voorraad is daarom lager dan de Producten X maar hoger dan de Producten Y. De totale kosten voor het houden van A onderdelen voor de verschillende Producten bedraagt 108,38 euro.

SLM 0,95						Onderdelen op voorraad				
Product	aant. (A)	aant. (B)	aant. (C)	aant. (D)	aant. (E)	A	A, B	A, B, C	A, B, C, D	A, B, C, D, E
X	4.92	4.41	4.02	4.50	0.91	€ 62.77	€ 71.70	€ 77.56	€ 1,288.69	€ 1,374.55
Y	1.50	1.65	1.75	0.90	0.92	€ 19.13	€ 22.46	€ 25.01	€ 306.29	€ 401.81
Z	2.08	2.29	2.52	0.82	0.92	€ 26.48	€ 31.13	€ 34.80	€ 294.06	€ 383.00
Totaal	8.50	8.35	8.29	6.22	2.75	€ 108.38	€ 125.29	€ 137.37	€ 1,889.05	€ 2,159.36

Figuur 19 – Voorraadkosten voor Service Level = 95%

De volgende stap is de voorraadkosten berekenen als niet alleen de A-onderdelen in voorraad gehouden wordt maar ook de B-onderdelen. De maximale wachttijd op onderdelen zal dan afhangen van de C-onderdelen en dit is 2 twee weken.

Voor de voorraadkosten van het houden van A- en B-onderdelen wordt de voorraadhoudkosten van A opgeteld bij de voorraadhoudkosten van B. De voorraadhoudkosten van A-onderdelen zijn zojuist berekend en bedroegen voor Product X 62,77 euro. Onderstaand is het tabel te vinden met de hoeveelheid voorraad van iedere categorie onderdeel.

SLM 0,95					
Product	aant. (A)	aant. (B)	aant. (C)	aant. (D)	aant. (E)
X	7	6	5	5	1
Y	2	2	2	1	1
Z	3	3	3	1	1
Totaal	12	11	10	7	2

Figuur 20 – aantal veiligheidsvoorraad bij SL = 95%

Hier is te zien dat voor de B-onderdelen geldt dat er voor de Producten X minder onderdelen in voorraad gehouden hoeven worden. Dit komt omdat de veiligheidsvoorraad van B-onderdelen alleen een ordercyclus van 3 weken hoeven te dekken in tegenstelling tot veiligheidsvoorraad van de A-onderdelen die 4 weken moeten dekken. Ook is te zien dat voor de Producten Y dezelfde hoeveelheden wordt aangehouden voor categorie A, B en C onderdelen (allemaal een veiligheidsvoorraad van 2). Dit komt doordat we het hebben over een minimale Service Level. Het Service Level bij beide aantallen is boven de 95 procent, echter is het voor de B-onderdelen hoger dan voor de A-onderdelen. De implicatie hiervan is

²² Door afronding is er een verschil tussen het voorbeeldberekening en de doorerekende resultaat. 62,77 euro en 62,73 euro horen bij elkaar

dat er gemiddeld meer voorraad ligt van de B-artikelen dan van de A-onderdelen. In de onderstaande tabel waarin de gemiddelde hoeveelheden van de voorraadoverschot te zien is, is dit terug te zien.

SLM 0,95					
Product	aant. (A)	aant. (B)	aant. (C)	aant. (D)	aant. (E)
X	4,92	4,41	4,02	4,50	0,91
Y	1,50	1,65	1,75	0,90	0,91
Z	2,08	2,29	2,52	0,82	0,92
Totaal	8,50	8,35	8,29	6,22	1,83

Figuur 21 - gemiddelde voorraad bij SL = 95%

Met behulp van dezelfde rekenwijze als bovenstaand toegelicht (dat wil zeggen: de gemiddelde voorraadoverschot vermenigvuldigen met de waarde van de onderdelen maal 30%) is de rest van de voorraadskosten berekend. Deze is terug te vinden in het tabel hieronder.

SLM 0,95						Onderdelen op voorraad				
Product	aant. (A)	aant. (B)	aant. (C)	aant. (D)	aant. (E)	A	A, B	A, B, C	A, B, C, D	A,B,C,D,E
X	7	6	5	5	1	€ 89.25	€ 101.40	€ 108.69	€ 1,454.39	€ 1,548.80
Y	2	2	2	1	0	€ 25.50	€ 29.55	€ 32.47	€ 343.67	€ 343.67
Z	3	3	3	1	1	€ 38.25	€ 44.33	€ 48.70	€ 365.92	€ 462.55
Totaal	12	11	10	7	2	€ 153.00	€ 175.28	€ 189.86	€ 2,163.97	€ 2,355.02

Figuur 22 - Voorraadkosten Producten X, Y, en Z

Het bovenstaande was een voorbeeld op het berekenen van de voorraadkosten voor verschillende categorieën onderdelen voor alleen de Producten X, Y, en Z. Op een soortgelijke wijze is dit gedaan voor alle onderdelen van alle eindproducten. Dit heeft geresulteerd in de volgende cijfers met betrekking tot de voorraadkosten:

Onderdelen op voorraad					
SLM	A	A, B	A, B, C	A, B, C, D	A,B,C,D,E
0.95	€ 0.11	€ 0.18	€ 0.32	€ 0.86	€ 1.05
0.9	€ 0.06	€ 0.13	€ 0.26	€ 0.79	€ 0.97
0.8	€ 0.02	€ 0.03	€ 0.13	€ 0.40	€ 0.50

Figuur 23 - Voorraadkosten verschillende categorieën onderdelen op voorraad

Door de missende data voor het berekenen van de huidige voorraadkosten is niet in te schatten of de bovenstaande voorraadcijfers hoog of laag uitvallen. Wel kan de percentage van de voorraadkosten t.o.v. de totale kosten per jaar berekend worden. In 2014 was de totale kostenuitgave gelijk aan XXX euro. Dit bedraagt 3,1 procent en is dus relatief klein. Het lijkt erop dat het houden van alle onderdelen aan voorraad zorgt voor de maximale reductie in wachttijd op onderdelen en daarbij lage voorraadkosten heeft.

7.7 Conclusie

Er zijn hierboven verschillende scenario's toegelicht voor het onderdelenbeheer van PB International. Er is gekeken voor verschillende Service Levels wat de veiligheidsvoorraad van bepaalde categorieën onderdelen moet zijn om aan die Service Level te voldoen. Vervolgens is berekend wat de kosten hiervan zijn. Als voorbeeld hiervoor zijn de Producten X, Y, en Z genomen. Op het einde zijn de totale voorraadkosten te zien bij het in voorraad houden van verschillende categorieën onderdelen met verschillende Service Levels (en dus daarbij behorende veiligheidsvoorraden).

De meest aantrekkelijke voorraadbeleid lijkt als volgt te zijn: het houden van een veiligheidsvoorraad van alle categorieën onderdelen voor een Service Level van 95 procent. Bijbehorende kosten zijn 1.05 euro. Dit is een relatief klein bedrag gebleken. Er zal hierdoor wel de maximale reducering in wachttijd op onderdelen gerealiseerd worden. Hiermee is de laatste deelvraag beantwoord:

6. Hoe moet het huidige onderdelenbeleid aangepast worden om ervoor te zorgen dat de wachttijd zoveel mogelijk gereduceerd wordt?

8 Conclusie en aanbevelingen

Het onderzoek is begonnen met de onderzoeksvraag:

“Hoe moet PB International haar productieafdeling inrichten/aanpassen zodat een omzetgroei van 25% binnen 5 jaar op een doelmatige en efficiënte manier kan worden gerealiseerd?”

Met behulp van verschillende theorieën is vervolgens het belangrijkste kernprobleem waarvan de oplossing zal bijdragen aan een realisatie van de beoogde omzetgroei. De nieuwe onderzoeksvraag naar aanleiding van het vooronderzoek is vervolgens geworden:

“Hoe moet het huidige onderdelenbeheer aangepast worden om de wachttijd op onderdelen zoveel mogelijk te reduceren?”

Ook deze vraag is beantwoord met behulp van verschillende literatuur. De aanbeveling is in de vorm van een beleid voor het beheren van onderdelen. Dit beleid zal zorgen voor een zo groot mogelijke reductie, rekening houdend met de voorraadkosten. Het is gebleken dat de voorraadkosten relatief laag waren. Om deze reden wordt aangeraden een veiligheidsvoorraad aan te houden die zorgt voor een Service Level van 95 procent.

Voor de toekomst wordt aangeraden het Excel bestand wat is meegeleverd met dit onderzoek, te gebruiken om de benodigde onderdelen te berekenen. Er wordt sterk aangeraden de input (historische waarden van verkoopcijfers) periodiek te verversen om zo de vraag beter te kunnen voorspellen.

9 Bibliografie

- Chen, Y., Li, K., & Liu, S.-f. (2008). A Comparative Study on Multicriteria ABC Analysis.
- Daft, R. (2007). *Understanding the theory and design of organizations*. Thomson.
- Flores, B., & Whybark, C. (1998). Implementing Multiple Criteria ABC Analysis.
- Greiner, L. (1972). *Evolution and Revolution as Organizations Grow*.
- Heerkens, H. (2012). *Geen probleem*.
- Quinn, R., & Cameron, K. (1983). *Organizational Life Cycles and Shifting Criteria of Effectiveness: Some Preliminary Evidence*.
- Roher, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see - value stream mapping to add value and eliminate muda*.
- Scott, M., & Bruce, R. (1987). *Five Stages of Growth in Small Business*.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operation Management*. Pearson Education Limited.
- Tersine, R. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. Prentice-Hall International.
- van Goor, A., Kruijtzer, A., & Esmeijer, G. (sd). *Goederenstroomstroombesturing, voorraadbeheer en materials handling*. Stenfert Kroeze.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster.
- Womack, J., & Jones, D. (2011). *Seeing the whole - Mapping the extended value stream*.

