

7 oktober 2011

ENABLING TECHNOLOGIES

Enabling Technologies Group Almelo

GROUP ALMELO

*“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke
uitstaande voorraadkapitaal verlagen,
zodat dit overeenkomt met het verwachte
uitstaande voorraadkapitaal? ”*

JORRIT TER BACHELOR OPDRACHT
HORST TECHNISCHE BEDRIJFSKUNDE

UNIVERSITEIT TWENTE.



Voorraadbeheer VDL Enabling Technologies Group Almelo

“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlagen, zodat dit overeenkomt met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal? “

Auteur – Jorrit ter Horst

Studentnummer - S0201251

Studie – Bachelor Technische Bedrijfskunde

Universiteit - Universiteit Twente (Enschede)

Faculteit - Management & Bestuur

Datum - 7-10-2011

Begeleider Universiteit Twente

Dr. Ir. J.M.J. Schutten

Afdeling - Operational Methods for Production and Logistics

Begeleider VDL Enabling Technologies Group Almelo

Mw. G. Posthumus

Functie – Supply Chain Manager

Afdeling – Supply Chain Management (VDL ETG Almelo)

Voorwoord

Dit rapport is geschreven voor het afronden van mijn bachelor “Technische Bedrijfskunde” aan de Universiteit Twente.

Voordat ik begon aan mijn onderzoek naar het voorraadbeheerproces van VDL Enabling Technologies Group Almelo, was ik al eerder in aanraking gekomen met het bedrijf. In een eerdere opdracht heb ik samen met een collega onderzoek gedaan naar de goederenstromen op de materialhandlingsafdeling. Het bedrijf sprak mij aan door het technologische gehalte en de hightech producten die VDL vervaardigt. Voor mijn bacheloropdracht heb ik contact gezocht met het hoofd Supply Chain Manager, deze had nog een onderzoek liggen.

Mijn dank gaat uit naar Dr. A van der Veen voor het beschikbaar stellen van een onderzoeksopdracht. Ook bedank ik mijn begeleidster Mw. G. Posthumus voor de begeleiding tijdens het onderzoek en het geven van kritische feedback op het onderzoeksrapport. Mijn collega's van de afdeling Supply Chain Management bedank ik voor de prettige samenwerking.

Mijn dank gaat ook uit naar mijn begeleider van de Universiteit Twente, de heer J.M.J. Schutten. Mijn begeleider heeft goede kritiek gegeven op de inhoud van het onderzoek, de structuur van het onderzoek en het advies over het afbakenen van het onderzoek.

De afgelopen maanden heb ik met plezier bij de VDL Enabling Technologies Group Almelo gewerkt aan mijn onderzoek. Het was prettig om een vaste locatie te hebben van waaruit ik in contact kon komen met de werknemers. Op de afdeling Supply Chain Management hing een prettige sfeer.

Jorrit ter Horst
7-okt-2011

Managementsamenvatting

VDL Enabling Technologies Group Almelo heeft zich gespecialiseerd in het produceren van precisiesystemen. De belangrijkste klant van het bedrijf is ASML. Dit onderzoek focust op het product genaamd de 'NXT module', dat alleen voor ASML geproduceerd wordt. Omdat ASML afhankelijk is van de vraag van haar klanten kan zij geen zekerheid geven over de afname van de NXT module. De vraag naar het product is wisselend over de weken. In 2010 nam de vraag naar de NXT module toe. Dit heeft geresulteerd in een hoge voorraad van de vele onderdelen die nodig zijn voor het assembleren van de NXT module. Dit onderzoek focust op het voorraadbeheer om het uitstaande voorraadkapitaal te verlagen.

In het onderzoek hebben we geconstateerd dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal 35 procent hoger ligt dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal en vier weken eerder op de balans geboekt staat dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal. We hebben een onderzoeksvraag opgesteld om de richting van het onderzoek aan te geven:

“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlagen, zodat dit overeenkomt met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal?”

Om het onderzoek af te bakenen en het onderzoek een goede richting te geven zijn de volgende deelvragen opgesteld.

- Wat zegt de theorie over voorraadbeheer?
- Wat is de huidige situatie met betrekking tot productieplanning en voorraadbeheer en wat zijn de gemaakte voorraadkosten voor de NXT?
- Wat is de gewenste situatie voor voorraadbeheer (gelet op de vindingen uit de theorie)?

Voor het verzamelen van informatie hebben we gebruik gemaakt van data-analyses en interviews en is er een literatuurstudie gedaan om te zoeken naar mogelijke oplossingen. Bij het analyseren van het verschil tussen het werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal zijn we tot de volgende oorzaken gekomen:

- Wijzigingen in de vraag van ASML. Geplande modules voor levering moeten vaak later geleverd worden dan eerder afgesproken was. Verplichtingen zijn al aangegaan met de leveranciers en de onderdelen komen op voorraad te liggen.
- Onderdelen komen te vroeg binnen. De oorzaken hiervan zijn: bestellen van onderdelen voor meer modules dan nodig is in een week en 15 procent van de leveringen vindt minimaal één week eerder plaats dan afgesproken.
- ASML eist dat de modules één week voor de gestelde leverdatum gereed moeten zijn. Dit heeft als gevolg dat de modules altijd één week langer op de balans staan.

Voor het verlagen van het uitstaande voorraadkapitaal zijn we tot drie alternatieven gekomen voor de verschillende onderdelen categorieën. We hebben een alternatief gevonden voor het voorraadbeheer van de onderdelen goedkoper dan drie euro, een alternatief voor de bestelmethode van de duurdere onderdelen en een alternatief voor de intern geproduceerde onderdelen. Verder moeten de leveranciers de onderdelen op de overeen gekomen leverdatum leveren. Het implementeren van de alternatieven zal naar verwachting een verlaging opleveren van 12 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Managementsamenvatting	3
Hoofdstuk 1 – Inleiding	6
1.1 - Aanleiding onderzoek	7
1.2 - Algemene probleembeschrijving	7
1.3 - Probleemdefinitie	8
1.4 - Plan van aanpak en structuur	12
Hoofdstuk 2 – Literatuur	13
2.1 - Optimale bestelgrootte & bestelinterval	13
2.1.1 – EOQ formule.....	13
2.1.2 – De Silver-Meal heuristiek.....	14
2.2 - Bestelmethodeken	15
2.3.1 - sQ-model.....	16
2.3.2 - sS-model	16
2.3.3 - BS-model.....	17
2.3 - Lean Manufacturing + 5S.....	17
2.2.1 - Just In Time	18
2.2.2 - Total Quality Management.....	19
2.2.3 - Total Productive Maintenance	19
2.4 – Analytic Hierarchy Process.....	20
2.5 - Implementeren	21
Hoofdstuk 3 – Beschrijving van de huidige situatie	22
3.1 - Productieplanning met inkoopaansturing	22
3.2 - Voorraadbeheer.....	24
3.2.1 – Floorstock.....	25
3.2.2 – OEM-parts	26
3.2.3 - Raw materials.....	26
3.2.4 - WF-parts & Outsourcing.....	26
3.2.6 - Tussentijdse conclusie.....	27
3.3 - Afkeur onderdelen	27
3.4 - Werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal	28
3.4.1 – Allocatie van de indirecte kosten van de voorraad	30
3.5 - Implementatie van Lean Manufacturing	30

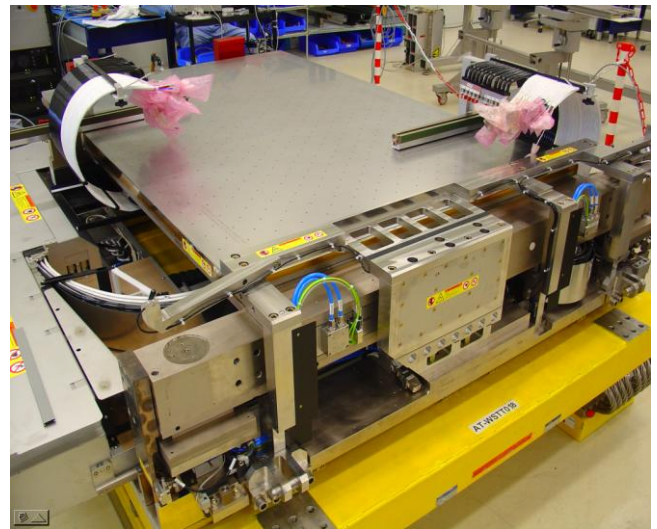
Hoofdstuk 4 – Beschrijving van de gewenste situatie	31
4.1 - Voorraadbeheer.....	31
4.1.1 - Periodieke evaluatie van de gebruikte parameters.....	31
4.1.2 - Voorraadbeheer Outsourcing & OEM-parts	33
4.1.3 - Voorraadbeheer WF-parts en Raw Materials	33
4.1.4 - Voorraadbeheer grijpvoorraad (floorstock / OEM- parts)	33
4.2 - Productieplanning & rolling forecast	34
Hoofdstuk 5 – Formuleren alternatieven en selecteren oplossing	36
5.1 - Bestelmethodek.....	36
5.1.1 - Alternatief – bestelmethodek - sQ-model	36
5.1.2 - Alternatief – bestelmethodek - sS-model	36
5.1.3 - Alternatief – bestelmethodek - BS-Model	37
5.2 – Productie	37
5.2.1 - Alternatief - WF-parts - sturen op weekbehoefte.....	37
5.2.2 - Alternatief - WF-parts - sturen op behoefte per periode	37
5.2.3 - Alternatief - WF-parts - vaste productie grootte	37
5.3 - Grijpvoorraden	38
5.3.1 - Alternatief - grijpvoorraden - Two Bin.....	38
5.3.2 - Alternatief - grijpvoorraden - Three Bin	38
5.3.3 – Alternatief - grijpvoorraden - Three Bin (huidig)	38
5.4 - Kiezen van een alternatief.....	39
5.4.2 - Vergelijking van de criteria onderling	40
5.4.3 - Bestelmethodek.....	41
5.4.4 - Productie.....	42
5.4.5 - Grijpvoorraad	43
5.5 - Implementatieplan	44
Hoofdstuk 6 – Conclusie.....	46
6.1 - Aanbevelingen	48
Bronvermeldingen	50
Bijlagen.....	52
Bijlage 1 – Exposure model	52
Bijlage 2 – Selecteren van een leverancier.....	54
Bijlage 3 – Flowdiagram van de assemblage XT4 module	55
Bijlage 4 – Verwachte en werkelijke uitstaande betalingsverplichtingen	56
Bijlage 5 Variantie-analyse in de productieplanning.....	57
Bijlage 6 – Scoren alternatieven	59
Bijlage 7 – Berekening bestelhoeveelheden	63

Hoofdstuk 1 – Inleiding

Dit onderzoek speelt zich af bij VDL Enabling Technologies Group (ETG) Almelo. VDL ETG Almelo is een van de vestigingen binnen VDL ETG. VDL ETG houdt zich bezig met de productie van hightech modules voor de halfgeleiderindustrie en precisiesystemen voor andere toepassingen. VDL ETG valt onder de VDL Groep. De VDL groep heeft zich gespecialiseerd in de ontwikkeling en productie voor verschillende toepassingen, van bussen tot kleine metalen onderdelen tot precisie modules voor de halfgeleiderindustrie.

De VDL Groep heeft de volgende strategie (VDL Groep, 2011): *“De VDL Groep streeft een beheerste groei na, zowel autonoom als door acquisities. Het beleid van de VDL Groep is gericht op een voortdurende verbetering van haar concurrentiepositie. De analyse en besparing van kosten is daarbij essentieel, evenals een hoog kwaliteitsniveau van de producten. Investerings zijn daarom afgestemd op vernieuwing, verbetering en uitbreiding van producten en productieprocessen”*

In dit onderzoek richten we de focus op één van de hightech modules voor de halfgeleiderindustrie die VDL ETG Almelo produceert. ASML is de enige klant voor deze module en heeft veel inspraak. ASML produceert machines, die het brein van elektronische apparaten produceren (Integrated Circuit). De module waar we in dit onderzoek op focussen is het positioneermechanisme voor de NXT machine van ASML en is binnen VDL ETG Almelo bekend als de NXT module. De NXT module (figuur 1.1) moet, doordat het een zeer nauwkeurig positioneermechanisme betreft, in een schone omgeving (cleanroom) geassembleerd worden. De monteurs assembleren de NXT module in de cleanroom. De benodigde onderdelen voor assemblage moeten door een ruimte waar de verpakking er af gaat (goederensluis), waarna de onderdelen vervolgens schoon naar de monteurs kunnen. De meeste onderdelen voor de NXT module moeten speciaal gemaakt worden en moeten voldoen aan hoge kwaliteitseisen van ASML. De inkopers bestellen de onderdelen bij verschillende leveranciers. Voor aantal belangrijke onderdelen vindt de productie intern plaats. Dit is gedaan om de kwaliteit van de onderdelen te waarborgen en te controleren. VDL ETG Almelo is opgedeeld in een productieafdeling en een assemblageafdeling.



Figuur 1.1 – De NXT module

1.1 - Aanleiding onderzoek

Het hoofd Supply Chain Management van VDL ETG Almelo heeft aangegeven dat het verwachte uitstaande voorraadkapitaal niet overeenkomt met het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Het hoofd Supply Chain management heeft geconstateerd dat er meer onderdelen op voorraad liggen dan dat er verwacht was. We onderzoeken of deze constatering klopt en we gaan op zoek naar de oorzaken. Het uitstaande voorraadkapitaal definiëren we als de waardering op de balans van alle onderdelen op voorraad inclusief de modules in assemblage aan het einde van de week. Het doel van dit onderzoek is het aandragen van een verbeteringsvoorstel voor het voorraadbeheer voor de NXT module.

1.2 - Algemene probleembeschrijving

In de tweede helft van 2010 steeg de vraag van de NXT modules naar twee tot drie modules per week (voorheen één tot twee modules). Deze toename in de vraag heeft als logisch gevolg een toename van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Een NXT module heeft een doorlooptijd van 28 weken, waarvan de laatste vier weken voor assemblage nodig zijn. De inkopers moeten voor een aantal onderdelen 28 weken voor de levering van de module, de bestelling plaatsen en de productie van een aantal onderdelen moet dan ook opgestart worden. ASML stuurt iedere week een planning (rolling forecast) van de modules, die zij in een week geleverd wil hebben, tot een jaar vooruit gekeken. Tijdens het onderzoek heeft ASML veel wijzigingen doorgegeven over het aantal gevraagde modules (in de rolling forecasts). In de nieuwe planning staan er één of twee modules per week gepland voor levering. In de nieuwe situatie vraagt ASML gemiddeld één module minder per week dan dat er eerder gepland stond. De bestelde onderdelen voor de NXT module komen op voorraad te liggen, omdat er bij de leveranciers verplichtingen zijn aangegaan voor levering van de onderdelen (Posthumus, 2011).

In 2010 is er een nieuwe module in productie genomen voor ASML. Door de toename van de te produceren modules voor ASML heeft VDL ETG Almelo op de hoofdvestiging extra ruimte beschikbaar gesteld voor de assemblage en opslag van de modules voor de halfgeleiderindustrie. Voor de andere producten heeft VDL extra ruimte gehuurd voor de opslag en de productie.

ASML heeft veel macht in het doorvoeren van wijzigingen in de leverdatum van de modules. Meestal verplaatst ASML de leverdatum naar een latere datum. Deze wijzigingen hebben veel invloed op het voorraadbeheer van VDL, doordat er al verplichtingen zijn aangegaan voor levering van onderdelen. ASML is op haar beurt weer afhankelijk van de afname van haar machines door producenten actief op de Integrated Circuit (IC) markt. De machines geproduceerd door ASML betreffen kapitaalgoederen voor de producenten van IC's. Bij een aantrekkende markt voor IC's zal de vraag naar de NXT modules toenemen. Door de onzekerheid in de afname van de NXT machines voor ASML is de gegeven rolling forecast van ASML onzeker (Wolterink, Voorraadbeheersing, 2011).

Beschrijving bij het probleemkluwen

Deze paragraaf beschrijft het probleemkluwen. In de beschrijving hebben de problemen een nummer gekregen waardoor de problemen gemakkelijk terug te vinden in het probleemkluwen van figuur 1.2.

In de tweede helft van 2010 is de vraag naar NXT module toegenomen. Dit heeft geresulteerd dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal is toegenomen door een toename van het onderhandenwerk (OHW)¹. Na de periode van bloei stabiliseerde de vraag, waarna de vraag daalde. De wijzigingen die ASML² doorvoert in de rolling forecast hebben wijzigingen in het HPP³ tot gevolg. De wijzigingen in het HPP resulteren in een toename of afname van de vraag naar de NXT module en hebben tot gevolg een te late levering⁴ of te vroege levering⁵ van de onderdelen. Net als de wijzigingen in het HPP is het leveringsgedrag van de leveranciers⁶ een oorzaak van de te vroeg of te late levering van de onderdelen. Het te laat leveren van de onderdelen heeft een vertraging in het assemblageproces⁷ tot gevolg. Als deze onderdelen dringend nodig zijn in de assemblage dan vertragen deze de assemblage. De modules blijven langer aanwezig binnen VDL waardoor het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal toeneemt. Een benodigd onderdeel dat is afgekeurd⁸ heeft net als een te laat geleverd onderdeel een vertraging in het assemblageproces tot gevolg. De onderdelen die eerder zijn geleverd dan gepland hebben een hoge fysieke voorraad⁹ tot gevolg. Door de hoge fysieke voorraad neemt het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal toe. Onderdelen die in grotere hoeveelheden besteld zijn dan benodigd in een week komen op voorraad te liggen¹⁰. Een gedeelte van deze onderdelen komt dus te vroeg binnen.

Veel van de onderdelen benodigd voor de NXT module zijn speciaal gemaakt. Een deel van deze specialistische onderdelen¹¹ kunnen niet intern geproduceerd worden en gaan naar een leverancier (externe bewerker)¹². Het is ook mogelijk dat de onderdelen die intern bewerkt zijn voor een extra bewerking naar een uitbesteder moeten (leverancier). VDL heeft niet de machines om deze bewerkingen uit te voeren. Doordat deze onderdelen door leveranciers geproduceerd worden is VDL afhankelijk van deze leveranciers¹³. De specialistische onderdelen hebben vaak een lange bewerkingstijd waardoor de levertermijnen van de leveranciers lang¹⁴ zijn. De inkopers moeten de onderdelen ver voor levering bestellen. De vraag naar de NXT is onzekerheid waardoor de bestellingen te vroeg geplaatst¹⁵ worden. Dit heeft als gevolg een hoge fysieke voorraad.

Door het op voorraad houden van de onderdelen is het uitstaande voorraadkapitaal¹⁶ hoog. Dit hebben we geconstateerd in de analyse van het werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal. De inkopers moeten veel kleine orders¹⁷ plaatsen doordat de bestellingen wekelijks geplaatst worden. Het uitstaande voorraadkapitaal en de kleine orders hebben tot gevolg hoge rente- en orderkosten¹⁸.

De specialistische onderdelen die door VDL bewerkt worden hebben een lange bewerkingstijd¹⁹. Om de kwaliteit te waarborgen heeft VDL er voor gekozen om een aantal belangrijke onderdelen intern te bewerken. Een aantal bewerkingen vinden bij een uitbesteder plaats omdat binnen VDL geen middelen beschikbaar zijn om deze bewerkingen uit te voeren. De inkopers moeten de ruwe materialen ver voor het opstarten van de productie bestellen. De kosten van de onderdelen vallen dan ook ruim voor assemblage²⁰.

Voor het onderzoek hebben we een onderzoeksvraag geformuleerd. De onderzoeksvraag geeft aan waar we ons op gaan focussen en zal de rode draad vormen in dit onderzoek.

Onderzoeksvraag:

- *“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlagen, zodat dit overeenkomt met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal?”*

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden hebben we een aantal deelvragen geformuleerd. VDL heeft de onderdelen voor de NXT module opgedeeld in categorieën met elk een eigen voorraadaansturing. Voor de onderdelencategorieën met een gelijke voorraadaansturing zoeken we naar een methode voor verlaging van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. In de hoofdstukken 2, 3 en 4 zullen we de deelvragen beantwoorden.

Deelvragen:

- Wat zegt de theorie over voorraadbeheer?
- Wat is de huidige situatie met betrekking tot productieplanning en voorraadbeheer en wat zijn de gemaakte voorraadkosten voor de NXT?
 - Hoe verloopt de productieplanning van de NXT module (aansturing productie en montage)?
 - Hoe verloopt het bestelproces van de NXT module?
 - Waar zitten de knelpunten bij de interne logistiek?
 - Welke aspecten zijn belangrijk voor het wel of niet op voorraad houden van onderdelen?
 - Welke onderdelencategorieën hebben de meeste invloed op de voorraadkosten?
 - Hoe worden de indirecte kosten toegekend aan een onderdeel?
- Wat is de gewenste situatie voor voorraadbeheer (gelet op de vindingen uit de theorie)?

Zoals hierboven al eerder genoemd beperken we ons tot de NXT module. We gaan in dit onderzoek kijken naar het voorraadbeheer voor de NXT module en nemen daarbij de Spare & Repair onderdelen niet mee. De vraag naar deze onderdelen is sterk wisselend en er zijn veel verschillende Spare & Repair onderdelen. Deze onderdelen worden daarom op vraag geproduceerd.

Criteria

In hoofdstuk 5 zullen we de gevonden alternatieven met elkaar vergelijken. Om de alternatieven te beoordelen definiëren we criteria. Deze criteria zijn ook gebruikt voor het zoeken naar alternatieven. Zo zijn we gekomen tot de meest potente alternatieven. Het doel van het onderzoek is het verlagen van het uitstaande voorraadkapitaal. Deze randvoorwaarde is meegenomen bij het scoren van de alternatieven. Samen met de begeleidster van VDL hebben we de volgende criteria vastgesteld:

- Besturingslast (extra handelingen medewerkers)
- Implementatiekosten
- Robuustheid (aanpassingen nodig bij verandering in vraag)
- Dynamisch (omgang met verandering in vraag)
- Machinebelading (voor productie)

Verlagen uitstaande voorraadkapitaal - Voor het bepalen van de verlaging op het uitstaande voorraadkapitaal bepalen we per alternatief met hoeveel procent het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlaagd kan worden. Per onderdelen categorie, later behandeld in het verslag, bepalen we met hoeveel procent we het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal kunnen verlagen.

Besturingslast - De besturingslast van een alternatief bepalen we per afdeling of persoon (Materialhandling, cleanroommedewerker, inkopers en werkvoorbereiders). We bepalen wat een werknemer meer moet doen voor het goed laten functioneren van het alternatief. Voor het scoren van de alternatieven houden we rekening met het huidige werknemersbestand (geen extra werknemers aantrekken).

Implementatiekosten - Het implementeren van een alternatief brengt kosten met zich mee. Per alternatief bepalen we wat de directe en indirecte kosten zijn die gemaakt moeten worden.

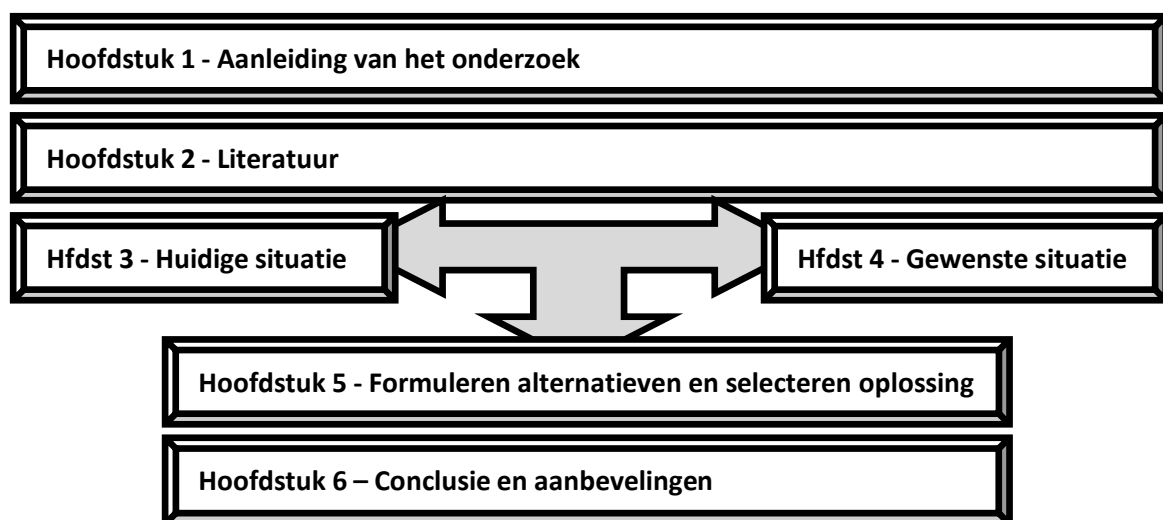
Robuustheid - De mate van robuustheid van een alternatief bepalen we door het aantal aanpassingen (menselijke interacties met het systeem) die nodig zijn bij een verandering in de vraag. Als er weinig aanpassingen nodig zijn is het alternatief robuust.

Dynamisch - Een robuust alternatief behoeft weinig aanpassingen bij veranderingen in de vraag. We gaan kijken of er bij weinig aanpassingen (robuust) de vraag voldoende wordt gevolgd. Dit bepalen we met de mate waarin een alternatief dynamisch is. Hierbij kunnen we de vraag stellen: 'Hoe snel kunnen de veranderingen in de vraag doorgevoerd worden in het systeem?'

Machinebelading - Voor de alternatieven voor productie is het van belang om te kijken naar de invloed op de machinebelading. De belading van de machine is afhankelijk van de omsteltijden en de bezetting van de machine. Als de machines in kleine batchgroottes produceren dan moet de machines vaker omgesteld worden. De productieafdeling heeft een machinebezetting van 90 procent. Bij het scoren van de alternatieven houden we rekening deze bezetting. Omsteltijden hebben geen toegevoegde waarde voor het product. Het is daarom belangrijk om een afweging te maken tussen het op voorraad produceren of het produceren op vraag.

1.4 - Plan van aanpak en structuur

Deze paragraaf beschrijft het plan van aanpak van het onderzoek en de structuur van dit rapport. Hoofdstuk 2 beschrijft de literatuur die gebruikt is in het onderzoek. In een literatuurstudie hebben we gezocht naar methodieken voor voorraadbeheer en procesverbeteringen. De beschreven methodieken gebruiken we om de gewenste situatie te formuleren. Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige situatie en de lopende verbeteringsprojecten. Dit hoofdstuk vormt de basis van het onderzoek en geeft een beschrijving van de problemen waarmee de werknemers te maken hebben in het kader van voorraadbeheer. De gebruikte informatie hebben we verkregen door het afnemen van interviews met werknemers en het analyseren van de verkregen data. Met de verkregen data onderzoeken we waardoor het verschil te verklaren is tussen het werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal. Hoofdstuk 4 beschrijft de gewenste situatie. De methodieken uit de literatuur en een eigen visie voor het verbeteren van het voorraadbeheer en productie, gebruiken we voor het formuleren van de gewenste situatie. Hoofdstuk 5 beschrijft de alternatieven die uit de gewenste situatie zijn gekomen. Deze alternatieven hebben we afgeleid van de gewenste situatie. In dit hoofdstuk vergelijken we de alternatieven met elkaar en selecteren we een alternatief voor de bestelmethode, de productie en de grijpvoorraad. Het scoren van de alternatieven is gedaan met paarsgewijze vergelijkingen van de alternatieven onderling op de criteria. Het alternatief met de hoogste score bij de Analytic Hierarchy Process (AHP) methode selecteren we voor het implementeren. Hoofdstuk 5 beschrijft voor deze alternatieven het implementatieplan. Dit vormt een advies met betrekking tot de stappen die VDL moet volgen om het implementeren van de alternatieven goed te laten verlopen. Hoofdstuk 6 geeft de conclusies van het onderzoek en de aanbevelingen. Figuur 1.3 geeft een overzicht van de opbouw van het verslag.



Figuur 1.3 – Opbouw van het verslag

Hoofdstuk 2 – Literatuur

Voor het definiëren van de gewenste situatie en het opstellen van de alternatieven is gebruik gemaakt van literatuur. Dit hoofdstuk beschrijft de literatuur voor voorraadbeheer en de literatuur voor verbeteringsprocessen. Eerst beschrijven we de methoden voor het berekenen van de bestelgrootte en bestelinterval (paragraaf 2.1). Deze zijn van toepassing op de bestelmethodeken die in de paragraaf 2.2 beschreven worden. Paragraaf 2.3 beschrijft methodieken van Lean Manufacturing. VDL past deze filosofie al gedeeltelijk toe voor productie maar nog niet voor het voorraadbeheer. In de laatste twee paragrafen beschrijven we de literatuur voor selecteren van het beste alternatief (paragraaf 2.4) en het implementeren van een oplossing (paragraaf 2.5).

2.1 - Optimale bestelgrootte & bestelinterval

Voor het berekenen van de bestelgrootte en het bestelinterval zijn verschillende methodieken beschikbaar. De Economic Order Quantity (EOQ) formule berekent de bestelgrootte. Deze formule maakt een afweging tussen de kosten voor het aanhouden van voorraad en de bestelkosten en is een eenvoudige berekening. De Silver-Meal heuristiek berekent het bestelinterval. Deze heuristiek minimaliseert de bestelkosten en de voorraadkosten. In vergelijking met de andere methodiek voor het berekenen van het bestelinterval is de Silver-Meal heuristiek eenvoudig in gebruik en geeft een goede benadering van het optimale bestelinterval (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

2.1.1 – EOQ formule

De EOQ formule is een eenvoudige berekening en houdt geen rekening met de veranderende vraag. Deze formule geeft een optimale uitkomst voor bedrijven die voldoen aan de volgende condities (Ramstedt & Woxenius, 2005):

- Constante vraag
- Vaste levertijden
- Vaste bestelkosten
- Vaste voorraadkosten
- Directe levering

De parameters waar de EOQ formule mee rekt zijn:

D = Jaarvraag

F = Bestelkosten

h = Voorraadkosten (als percentage)

P = Kostprijs van artikel

EOQ formule: **Optimale bestelgrootte**(Q) = $\sqrt{\frac{(2 * D * F)}{(h * P)}}$ (Beerens, 2006)

Bij het berekenen van de bestelgrootte moeten de parameters goed gedefinieerd zijn. De bestelkosten bestaan uit transportkosten, orderkosten en indirecte kosten voor het plaatsen van een bestelling. De voorraadkosten is genomen als percentage. Dit percentage bestaat uit de kosten voor het uitstaande voorraadkapitaal (rente percentage), opslagruimtekosten (percentage) en het risicopercentage voor het verouderen van het onderdeel. Leveranciers geven vaak kwantumkorting bij een grotere afnamehoeveelheid. Door de kostprijs aan te passen aan de kwantumkortingen kan berekend worden wat de optimale bestelgrootte is (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

2.1.2 – De Silver-Meal heuristiek

Deze heuristiek probeert de kosten voor het bestellen en de kosten voor het op voorraad houden van de onderdelen te minimaliseren. Voor het bepalen van het optimale bestelinterval maakt deze heuristiek gebruik van bestelperioden. Het optimale bestelinterval is een veelvoud van deze bestelperiode. In het geval van VDL nemen we de gebruikte bestelperiode van één week.

De berekening “*Minimaliseren totale kosten*” moet een aantal keer uitgevoerd worden totdat de kosten niet meer afnemen. Als eerste berekenen we de minimale totale kosten voor een bestelinterval van één week ($T=1$). De bestelkosten bestaan uit de transportkosten, orderkosten en de indirecte kosten voor het plaatsen van een order. De voorraadkosten zijn de kosten voor het één week in voorraad houden van de onderdelen. Het per week bestellen ($T=1$) van de onderdelen brengt geen voorraadkosten met zich mee. De heuristiek gaat er vanuit dat de onderdelen gelijk verwerkt worden en niet op voorraadkomen te liggen. De onderdelen besteld voor twee weken ($T=2$) brengen wel voorraadkosten met zich mee. De onderdelen die in de tweede week benodigd zijn liggen dan 1 week op voorraad. De berekening van “*minimaliseren totale kosten*” moet herhaald worden, voor een T -waarde van 3, 4, et cetera, tot de uitkomst niet meer afneemt. De T -waarde waar de kosten het laagst zijn is het beste bestelinterval. Het is mogelijk om het bestelinterval per leverancier (sommatie van de voorraadkosten van alle artikelen van een leverancier) te bepalen. Dit zal resulteren in een besparing van de totale bestelkosten.

De parameters voor het berekenen van de minimale totale kosten zijn:

T = Veelvoud van bestelperiode ($T= 1,2,3,4, ..$)

F = Bestelkosten

K = Voorraadkosten per week

$$\textbf{Minimaliseren totale kosten} = \frac{(F + (T-1) * K)}{T}$$

De bestelhoeveelheid is afhankelijk van de vraag in het bestelinterval en er wordt alleen besteld wat er in het bestelinterval nodig is (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

2.2 - Bestelmethodiek

Het kiezen van een bestelmethode gaat op basis van het producttype. Volgens Silver, Pyke en Peterson (1998) is het toepassen van een bestelmethode afhankelijk van de inspraak van de klant over de eigenschappen van het product en de vraag naar het product. Eerst moet de vraag beantwoord worden: “waar ligt het Klant Order Ontkoppel Punt?”. De NXT module is een klantspecifiek product. De klant kan altijd wijzigen in het product doorvoeren. Het betreft hier een make-to-order product. Het productieproces voor de NXT module start als de klant een product vraagt.

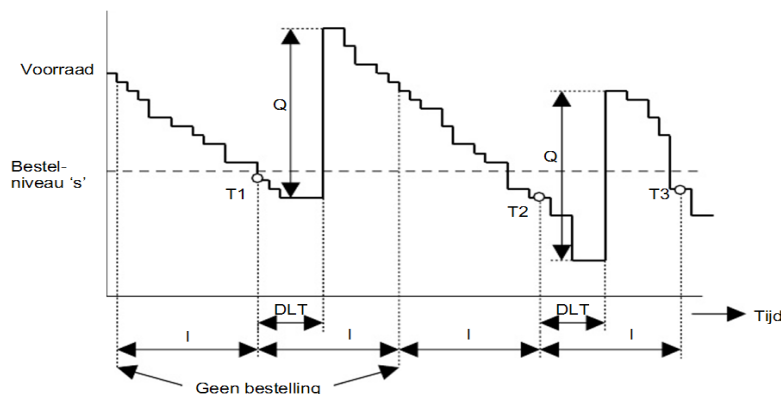
Als tweede moeten de producten opgedeeld worden in langzaamlopende- en snellopende producten. De Activity Based Costing methode verdeelt de producten in categorieën op basis van de vraag (in een jaar) en de bijdrage van het product aan de omzet. De NXT module is een van de belangrijkste producten binnen VDL ETG Almelo. De dure onderdelen van de NXT module hebben een lage jaarvraag met veel veranderingen in de afzet per week. Een vast bestelinterval speelt beter in op de veranderingen in de vraag omdat er met een bestelinterval niet gelijk besteld wordt als de voorraad onder een minimum komt en besteld naar de vraag in het bestelinterval. Een variabele bestelhoeveelheid houdt rekening met de vraag naar het product. Omdat de bestelhoeveelheid niet vast is kan een toename in de vraag naar de onderdelen opgevangen worden (meer bestellen) en kan er tijdig ingespeeld worden bij een afname in de vraag (minder bestellen). Dit is wenselijk omdat het een klantspecifiek product is en er zo geanticipeerd wordt op de vraag van de klant. Silver, Pyke en Peterson (1998) geven vier verschillende bestelmethodieken. Deze bestelmethodeken zijn weergegeven in figuur 2.1. Een methode met een vast bestelinterval een variabele bestelgrootte vangt de wisselingen in de vraag goed op. Voor de NXT module beschrijven we de methodieken met een vast bestelinterval of een variabele bestelgrootte (sS-model, sQ-model en BS-model). Deze methoden zijn volgens Silver, Pyke en Peterson (1998) van toepassing op de producten die het meeste bijdragen aan de omzet van een bedrijf. De keuze voor een bestelmethode maken we in hoofdstuk 5.

	Bestelhoeveelheid = vast	Bestelhoeveelheid = variabel
Bestelinterval = vast	sQ-systeem	sS-systeem
Bestelinterval = variabel	BQ-systeem	BS-systeem

Figuur 2.1 – Bestelmethodeken (Silver, Pyke, & Peterson, 1998)

2.2.1 - sQ-model

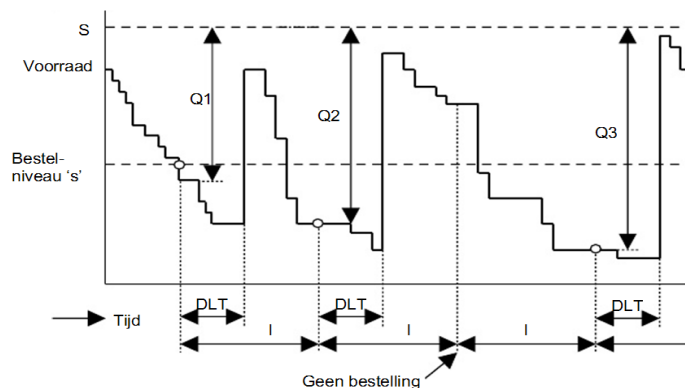
Het sQ-model gaat uit van een vast bestelinterval en een vaste bestelgrootte. Het vastgestelde bestelinterval (I), weergegeven in figuur 2.2, bepaalt het bestelmoment (T). De bestellingen vinden altijd aan het einde van een bestelinterval plaats. Als het voorraadniveau onder het bestelniveau (s) komt gaat er aan het einde van een bestelinterval (I) een order naar de leverancier. Deze levert dan de onderdelen in de tijd DLT . Dit model maakt gebruik van het periodiek (aan het einde van een bestelperiode) controleren van het voorraadniveau. De veiligheidsvoorraad is meegenomen in het bestelniveau om een toenemende vraag op te kunnen vangen tot er weer besteld moet worden. In het bestelniveau is verder de vraag meegenomen in de periode tussen het leveren en het plaatsen van een bestelling (DLT). De veiligheidsvoorraad zal hoger moeten zijn dan bij een continue controle (gelijk bestellen als de voorraad onder het bestelniveau zakt) van het voorraadniveau.



Figuur 2.2 - sQ-model (Flowresult, 2007)

2.2.2 - sS-model

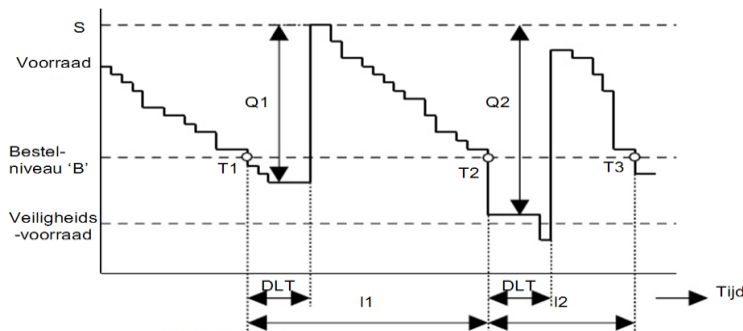
Het sS-model, figuur 2.3, gaat uit van een vast bestelinterval en een variabele bestelgrootte. Net als bij het sQ-model geldt er een bestelniveau (s). Als de voorraad onder het bestelniveau komt gaat er aan het einde van het bestelinterval een bestelling naar de leverancier. De bestelgrootte varieert en is het verschil tussen het maximale voorraadniveau (S) en het voorraadniveau op het moment van de bestelling (aan het einde van de bestelperiode). Net als het sQ-model maakt dit model gebruik van het periodiek controleren van het voorraadniveau. De veiligheidsvoorraad is meegenomen in het bestelniveau en is hoger dan bij een continue controle van het voorraadniveau.



Figuur 2.3 - sS-model (Flowresult, 2007)

2.2.3 - BS-model

Het BS-model, figuur 2.4, gaat uit van een variabele bestelgrootte en een variabel bestelinterval en rekt net als het sS-model met een maximaal voorraadniveau. Een inkoper plaatst een bestelling als de voorraad onder het bestelniveau (B) komt. In het bestelniveau is ook een veiligheidsvoorraad meegenomen. Dit model maakt gebruik van een continue controle van het voorraadniveau. Daarom hoeft de veiligheidsvoorraad alleen een toename in de vraag in DLT op te kunnen vangen en is lager dan bij een periodieke controle van het voorraadniveau. De bestelgrootte is gelijk aan het verschil tussen het maximale voorraadniveau (S) en de voorraad op het moment van bestelling.



Figuur 2.4 - BS-model (Flowresult, 2007)

2.3 - Lean Manufacturing + 5S

De basis van Lean Manufacturing (LM) is gericht op het continue verbeteren van de bedrijfsprocessen. De managers moet het verbeteringsproces begeleiden en blijven zoeken naar verbeteringen in de bedrijfsprocessen. Lean Manufacturing bestaat uit verbeterprocessen zoals: optimaliseren productie, kwaliteitsverbetering, reduceren afval, verbeteren van de prestaties van leveranciers en nog veel meer. Demeter & Matyusz (2009) onderscheiden vier methodieken: Just In Time (JIT), Total Quality Management (TQM), Total Productive Maintenance (TPM) en Human Resource Management (HRM). De methodieken JIT en TQM nemen we mee in het onderzoek omdat deze methodieken gericht zijn op het voorraadbeheer. JIT probeert om helemaal geen voorraad aan te houden en TQM zoekt naar verbeteringen in het aansturen van de voorraad. TPM nemen we mee in het onderzoek omdat deze gericht is op het efficiënter produceren van de onderdelen. HRM houden we buiten het onderzoek. Deze richt zich op het verhogen van de werknemersmoraal en niet op het verlagen van de uitstaande voorraadkapitaal (Demeter & Matyusz, 2009).

Het Lean Manufacturing concept 5S is een methode gericht op het elimineren van de handelingen en artikelen op een werkplek die geen toegevoegde waarde hebben. De aspecten waar de methode vooral rekening mee houdt zijn: wachttijdreductie, afvalreductie, elimineren tussenvoorraad en verbeteren werkomstandigheden (Lijftogt, 2008).

De werknemers moeten hun werkplek geordend houden. De 5S'en staan voor:

- Scheiden van noodzakelijke en overbodige zaken (Seiri).
- Sorteren van de benodigdheden op een logische manier (Seiton).
- Schoon houden van de werkplek (Seiso).
- Systematisch uitvoeren van de bewerkingen (Seiketsu)
- Standaardiseren van de werktaken (Shitsuke)

De 5S methode kan leiden tot de volgende verbeteringen:

- Kostenreductie
- Kwaliteitsverbetering
- Verbetering van de veiligheid
- Verkorting van de doorlooptijd
- Verhogen van de motivatie

2.3.1 - Just In Time

De JIT methode focust op het beheersen van de vraag, de bestelling en de productie. Deze methode probeert geen onderdelen op voorraad te houden. Dit is mogelijk door de onderdelen net voordat zij benodigd zijn te laten leveren. De methode gaat uit van een ideaal bedrijf waar de vraag naar het product voorspelbaar is en er in de productie geen oponthoud ontstaat. Dit is in de werkelijkheid niet haalbaar. Daarom zullen er altijd onderdelen op voorraad liggen. In deze paragraaf beschrijven we de methoden voor JIT die zullen bijdragen aan het verlagen van de voorraad (Slack, Chambers, & Johnston, 2007).

2.3.1.1 – Takt

Een methode voor het reduceren van tussenvoorraden is takt-planning. Deze methode neemt de bewerkingsstappen samen (clusteren) zodat de clusters een gelijke bewerkingstijd hebben. Dit resulteert in een continue productieproces waar de clusters een gelimiteerde tijd krijgen voor het uitvoeren van de bewerkingen. In het meest ideale geval ontstaat er geen tussenvoorraad voor een volgende cluster. Het is gewenst om over de weken een gelijke vraag te hebben om zo het productieproces optimaal aan te sturen.

Voor het plannen van de productie wordt het HPP gemanipuleerd zodat er een gelijke vraag ontstaat in de weken. De nieuwe planning staat bekend als de Final Assembly Schedule (FAS) (Hopp & Spearman, 2008).

2.3.1.2 - Kanban

Kanban is een signaleringssysteem. Het geeft aan wanneer er een item nodig is in de productie of uit de voorraad. De toepassingen van kanban in het voorraadbeheer zijn bekend als de Two-Bin en Three-Bin systemen. De eerste werkt met twee bakken voor voorraad en de tweede met drie bakken voor voorraad. In de eerste bak ligt de hoofdvoorraad opgeslagen. Uit de tweede bak kunnen de onderdelen gehaald worden voor de productie. Als deze leeg is, dan kan de tweede bak aangevuld worden met de voorraad uit de eerste bak. In het geval van drie bakken wordt de derde bak gebruikt voor een veiligheidsvoorraad om een toename in de vraag op te kunnen vangen.

Een toepassing van kanban in de productie is Polca. Deze methode verdeelt de werkvloer op in productiecellen met gelijke tijden (takt) en richt zich op de producten met meerdere bewerkingen in meerdere productiecellen. Als een productiecel klaar is met de bewerkingen, dan wordt een signaal afgegeven dat er nieuwe onderdelen benodigd zijn om de productie in de productiecel op gang te houden. Polca probeert de werkdruk te verlagen en de doorstroom van de producten op de werkvloer te bevorderen (Slack, Chambers, & Johnston, 2007).

2.3.2 - Total Quality Management

Total Quality Management is er op gericht om de kwaliteit van de producten te verbeteren. Het begint bij het ontwerpproces. De eisen van de klant bepalen het product. De leveranciers zullen ondersteuning krijgen in de productie om er voor te zorgen dat het product aan de eisen van het bedrijf voldoet en er geen fouten ontstaan in de productie. Dit zal een afname van het aantal afgekeurde onderdelen als resultaat hebben. De methode zorgt ervoor dat de assemblage geen oponthoud ondervindt van de afkeur onderdelen (Slack, Chambers, & Johnston, 2007).

2.3.3 - Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance heeft als doel het optimaal laten presteren van de machines. Het onderhouden van de machines speelt daarbij een belangrijke rol. Machines die stil staan, doordat er geen goed onderhoud is uitgevoerd, dragen niet bij aan de productie. Ook de tijd dat een machine stilstaat om onderhoud uit te voeren draagt niet bij aan de productie. Om de onderhoudsintervallen te bepalen moeten er gegevens verzameld worden. Een veel gebruikte methode voor het verzamelen van de gegevens is Overall Equipment Effectiveness (OEE). De Single Minute Exchange of Dies (SMED) methode heeft als doel het reduceren van de omsteltijden.

- OEE: Deze methode heeft als doel het in kaart brengen van de effectiviteit van een machine (Setuptijden, bewerkingstijden, stilstand, etc).
- SMED: Deze methode heeft als doel het reduceren van de omsteltijden. Dit maakt het effectief om vaker om te stellen en in kleinere productiegroottes te produceren.

De gegevens gekregen met OEE zijn nodig om de productiegroottes (batchgroottes) te bepalen en SMED draagt bij om de voorraadkosten te verlagen. De productie zal in kleinere batchgroottes plaatsvinden waardoor er minder onderdelen op voorraad komen te liggen (Van Lente & de Vos, 2010).

2.4 – Analytic Hierarchy Process

De Analytic Hierarchy Process (AHP) methode is te gebruiken voor het vergelijken van de alternatieven. Deze methode maakt een overzichtelijke vergelijking tussen de alternatieven op de gestelde criteria. Met een consistency-check wordt gekeken of de paarsgewijze vergelijkingen consistent zijn uitgevoerd. In de onderstaande beschrijving zal duidelijk gemaakt worden hoe de methode werkt.

Als eerste vergelijken we de criteria onderling met elkaar. Voor de vergelijking maken we een kruistabel waarin we de scores overzichtelijk neer zetten. De criteria worden paarsgewijs met elkaar vergeleken. Voor deze vergelijken maken we gebruik van een 9-punts schaal. Bij een score van 1 zijn de criteria gelijk aan elkaar en bij een score van 9 is het criterium dat je vergelijkt met een ander criterium significant beter. Als het minst goede criterium wordt vergeleken met het beste criterium wordt er een score van 1/9 aan toegekend. De criteria die tussen het beste en het minst goede criteria vallen krijgen een score tussen de 1 en 9 als dit criterium beter is dan het criteria waarmee vergeleken wordt en tussen de 1 en 1/9^e als dit criterium slechter is dan het criterium waarmee vergeleken wordt. Uit de paarsgewijze vergelijking van de criteria volgt een ranking van criteria met de bijbehorende gewichten.

De alternatieven worden ook paarsgewijs vergeleken per criterium. Het alternatief dat het beste scoort op het criterium krijgt de meeste punten. De punten worden met het gewicht van het criterium vermenigvuldigd. Als alle vergelijkingen zijn gedaan worden de punten per alternatief opgeteld en volgt uit de score welk alternatief het beste scoort

De AHP methode is een “non-compensatory” methode. Dit betekent dat de score die toegekend is in een paarsgewijze vergelijking niet gecompenseerd kan worden door aan een andere vergelijking een hogere score toe te kennen. Als de vergelijkingen niet goed zijn uitgevoerd geeft de consistency-check dit aan en moet de vergelijkingen opnieuw uitgevoerd worden (Goodwin & Wright, 2010).

2.5 - Implementeren

Bij het implementeren van de alternatieven moeten we de aanpassingen in kaart brengen en moeten we de actoren die met de aanpassing te maken krijgen bij het implementatieproces betrekken.

Cohen en Cyert (1973) onderscheiden drie fasen voor het implementeren van een nieuwe strategie: Formuleren van de oplossing, Implementeren en Monitoren. De belangrijkste punten waar rekening mee gehouden moet worden per fase zijn:

- Formuleren
 - Formuleren van kwalitatieve doelen.
- Implementeren
 - Oplossing opdelen in implementatiestappen op volgorde van tijd.
 - Vaststellen van de benodigde middelen.
 - Vaststellen van de organisatorische wijzigingen.
 - De betrokkenen overtuigen van de aanpassing
- Monitoren
 - Periodiek meten van de kwalitatieve doelen

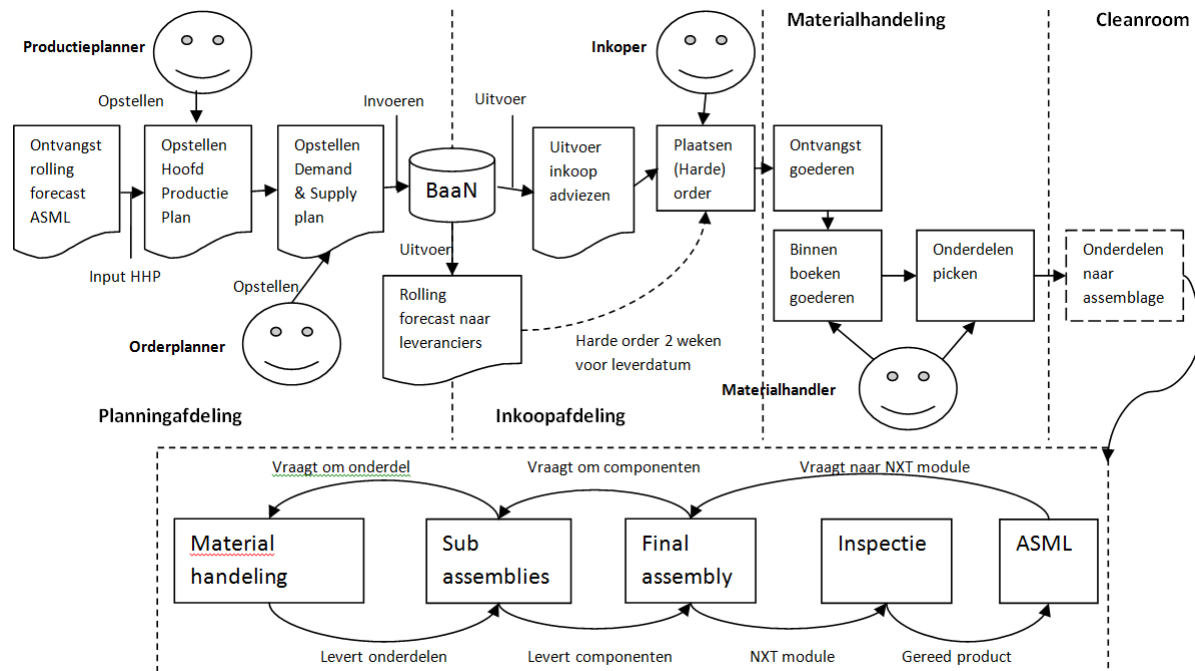
Voor het implementeren van veranderingen is het van belang dat de werknemers die met de veranderingen te maken krijgen te informeren over de veranderingen. Lorange (1998) geeft aan dat het belangrijk is om een projectteam aan te stellen om het implementeren van de veranderingen te begeleiden en interne steun te krijgen binnen de organisatie. Het project team moet bestaan uit personeelsleden die met de verandering krijgen te maken. Het projectteam moet het implementatieproces leiden en brengt haar expertise in zodat de veranderingen op elke afdeling soepel kan verlopen en zij snel de problemen op kunnen lossen. Het implementatieproces is gedoemd te mislukken als er te weinig steun is voor de veranderingen. Daarom is het van belang al voor het starten van het implementatieproces interne steun te verkrijgen door de werknemers goed te informeren.

Hoofdstuk 3 – Beschrijving van de huidige situatie

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie met betrekking tot planning en voorraadbeheer en beschrijft de allocatie van de voorraadkosten. Paragraaf 3.1 beschrijft de methode gebruikt voor productieplanning en inkoopaansturing. Paragraaf 3.2 beschrijft de voorraadbeheermethode per onderdelencategorie. Paragraaf 3.3 beschrijft de kostenallocatiemethode van de indirecte kosten op de onderdelen. Met deze paragrafen zal het duidelijk worden waar de problemen zich voordoen. Paragraaf 3.4 beschrijft de lopende verbeteringsprojecten binnen VDL ETG Almelo.

3.1 - Productieplanning met inkoopaansturing

De planning die VDL hanteert kent drie fasen. De klant (ASML) stuurt wekelijks een rolling forecast, kleine wijzigingen hierop kan ASML doorgeven in de nieuwe rolling forecast. Voor wijzigingen van grotere aard stuurt ASML een moverate brief. In deze brief staat de toelichting op de wijziging en stelt ASML een nieuwe maximaal te verwachten productafname per week (moverate) waarop VDL haar productiecapaciteit moet inrichten. Figuur 3.1 geeft het proces van planning en aansturing van de NXT module weer. De productieplanner maakt maandelijks een HPP en voert eventueel wekelijks wijzigingen door. De orderplanner zet het HPP om in een Demand & Supply plan (D&S plan) waarin de bestelmomenten zijn aangegeven. De orderplanner voert het Demand & Supply plan in BaaN in. De inkopers verkrijgen uit BaaN de inkoopadviezen. De inkoopadviezen geven de bestellingen aan die de inkopers op korte termijn moeten uitvoeren. VDL probeert de onderdelen zoveel mogelijk Just In Time aangeleverd te krijgen (Jonker, 2011).



Figuur 3.1 – Proces van planning & aansturing NXT

VDL ETG Almelo maakt onderscheid tussen twee inkoopaansturingen: Aansturing van leveranciers met een Logistic Forecast Agreement (LFA) en aansturing van leveranciers zonder een LFA (Op order). Met een aantal leveranciers voor de NXT module zijn LFA's afgesloten. Leveranciers met een LFA krijgen een rolling forecast waarin de verwachte afname van de onderdelen voor de komende weken staat. De leveranciers krijgen twee weken voordat zij de artikelen moeten leveren een harde order. De verplichtingen die een leverancier voor de harde order aangaat (inkopen materialen en opstarten productie) zijn gedekt in de afgesproken Limited Commitment Zone (LCZ) en Full Commitment Zone (FCZ). Hieronder beschrijven we het LFA contract dat is aangegaan met ASML, deze komt overeen met de LFA contracten die zijn afgesloten met de leveranciers. VDL gaat met haar leveranciers gemiddeld een LC Zone van vier weken en een FC Zone van vier weken aan. Deze afspraken verschillen echter per leverancier.

Een groot gedeelte van de leveranciers heeft nog geen LFA. Bij deze leveranciers plaatst de inkoper een order. Hierin staat de leverdatum en gaat VDL gelijk voor 100 procent de verplichting aan tot betaling van de onderdelen (Op order).

ASML heeft ook een LFA afgesloten met VDL waarin ASML dekking (LCZ & FCZ) geeft voor de verplichtingen die VDL aangaat voor het opstarten van de productie en het inkopen van onderdelen. We zullen het LFA contract dat afgesloten is met ASML behandelen om te laten zien hoe een LFA in de praktijk werkt. ASML is voor 55 procent gebonden aan het orderbedrag van de NXT module in de LC Zone. Deze zone bedraagt dertien weken. De LC Zone gaat na dertien weken over in de FC Zone. In deze zone is ASML voor 100 procent gebonden aan het orderbedrag van de NXT module over een periode van negen weken. Figuur 3.2 geeft de LC Zone en de FC Zone aangegaan met ASML weer. Het dichte oppervlak laat de opbouw van de betalingsverplichtingen zien die VDL is aangegaan voor de NXT module gedurende de doorlooptijd van 28 weken.



Figuur 3.2 – Commitment Zone aangegaan door ASML

ASML kan de leverdatum van de modules op elk moment wijzigen. Ook de leverdatum van de modules die bijna gereed zijn om te leveren kan ASML wijzigen. VDL moet haar klanten tevreden houden zodat zij in de toekomst kan rekenen op nieuwe orders. Deze coulance naar de klanten toe kan leiden tot extra voorraadkosten.

Leveranciers zonder een LFA leveren de artikelen op de overeengekomen leverdatum. De leveranciers met een LFA moeten de wijzigingen in de rolling forecast volgen totdat zij de harde order krijgen (twee weken voor levering). De leveranciers mogen de onderdelen pas leveren tussen vijf dagen voor tot op de leverdatum van de harde order. Deze leverdatum blijft gelden, tenzij de leverancier bij een wijziging de mogelijkheid geeft tot verschuiven van de leverdatum (Wolterink, 2011).

De inkopers werken met een bestelperiode van één week en bestellen volgens het D&S-plan. Het D&S-plan loopt één week voor op het HPP. De onderdelen voor de modules staan één week eerder gepland voor levering dan dat zij benodigd zijn voor assemblage. Dit is gedaan om er zeker van te zijn dat de assemblage kan starten op de datum in het HPP.

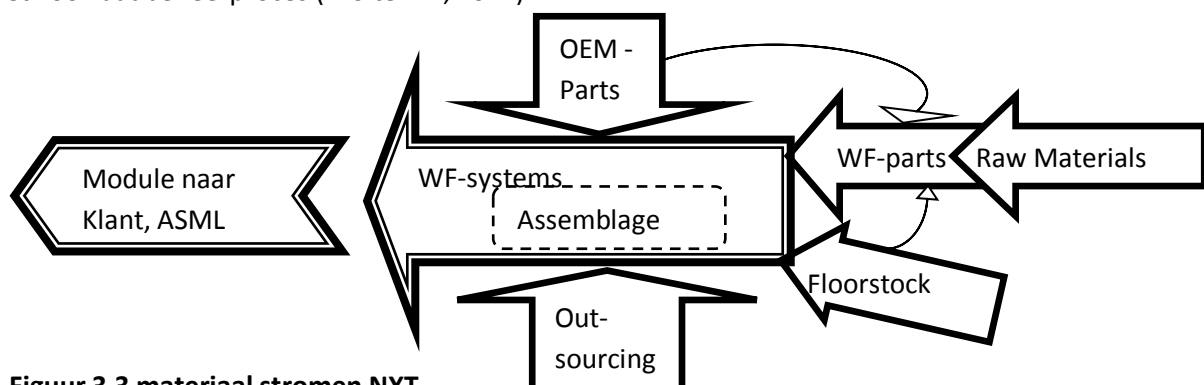
De inkopers spreken met de leveranciers een leverdatum af. Als een leverancier de producten later dan de vastgestelde datum levert, dan krijgt deze een aantekening. De inkopers nemen contact op met de leveranciers die structureel te laat leveren en gaat kijken of deze de leverbetrouwbaarheid kunnen verbeteren. Het kan voorkomen dat een levering vrijdagmiddag laat binnenkomt en de materialhandlingsmedewerkers de artikelen pas maandag binnenboeken. Om te voorkomen dat de leveranciers hier een aantekening voor krijgen is een marge van drie dagen aangehouden. De producten mogen drie dagen later binnengeboekt worden. De meeste leveranciers halen geen 100 procent leverbetrouwbaarheid. Een leverbetrouwbaarheid van 100 procent betekent dat alle onderdelen voor de overeengekomen leverdatum binnengekomen zijn (Mulder, 2011).

3.2 - Voorraadbeheer

De NXT module bestaat uit veel verschillende onderdelen. VDL heeft de onderdelen in zes onderdelencategorieën opgedeeld omdat niet voor alle onderdelen dezelfde voorraadaansturing van toepassing is. De zes onderdelencategorieën zijn:

- **Floorstock:** Onderdelen die als grijpvoorraden klaarliggen.
- **OEM-Parts:** Onderdelen besteld uit de catalogus van de Original Equipment Manufacturer.
- **Raw materials:** Materialen benodigd voor de productie (intern).
- **WF-parts:** Onderdelen die VDL intern(bij Onderdelen Fabricage (OF) of Plaatwerk (Plaat)) vervaardigd uit de Raw Materials.
- **Outsourcing:** Onderdelen op maat gemaakt voor VDL door een leverancier.
- **WF-Systems:** Componenten, geassembleerde onderdelen (WIP en eindproduct).

Figuur 3.3. Geeft weer hoe de onderdelencategorieën met elkaar in verband staan. Het onderscheid tussen Outsourcing onderdelen en WF-parts heeft te maken met interne of externe bewerking. De initiële inkopers van WF-parts maken het besluit om een onderdeel extern te laten bewerken (Outsourcing) of intern te bewerken (WF-parts). Samen met de inkopers hebben we gekeken hoe de bestelprocedure per onderdeelcategorie werkt. Hieronder beschrijven we per onderdeelcategorie het voorraadbeheerproces (Wolterink, 2011).

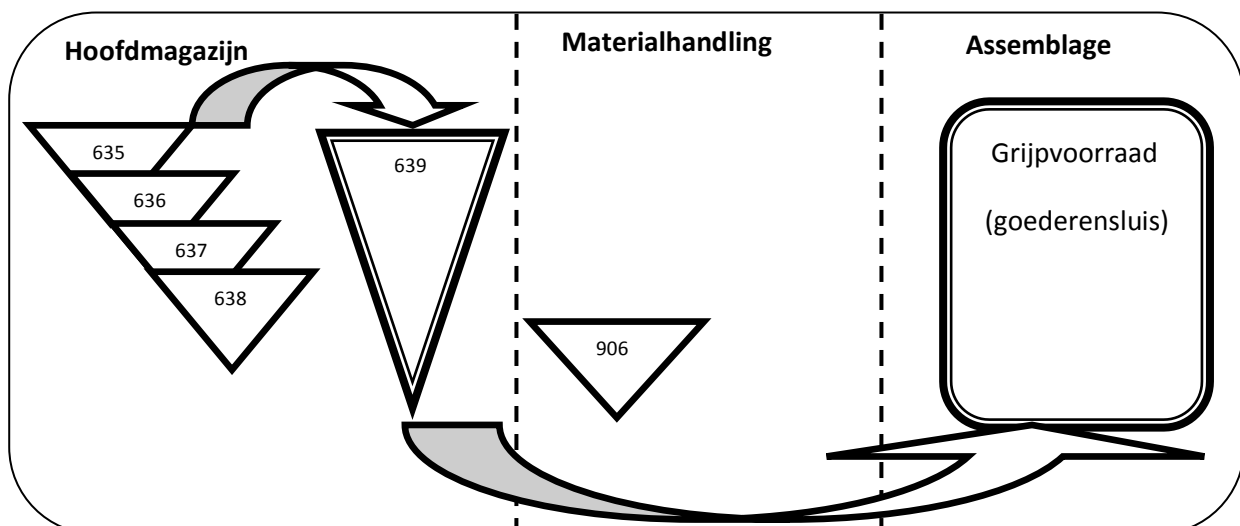


Figuur 3.3 materiaal stromen NXT

3.2.1 – Floorstock

De voorraad van de floorstock onderdelen ligt in het magazijn. De magazijnmedewerker geeft de voorraad in de vastgestelde Bin-size uit aan de cleanroom. De Bin-size is het vastgesteld aantal onderdelen dat per keer wordt uitgegeven. De onderdelen komen als grijpvoorraad in de goederensluis te liggen. Dit is de ruimte in de cleanroom waar de monteurs zelf de onderdelen kunnen pakken. Het beheren van de grijpvoorraad gaat volgens het Three-Bin systeem. In het magazijn liggen de eerste en tweede Bin en in de goederensluis ligt de derde Bin. Er is een cleanroommedewerker aangesteld voor het aanvullen van de grijpvoorraad in de derde Bin (twee keer per dag). Vaak is het zo dat de monteurs meer onderdelen uit de grijpvoorraad meenemen dan benodigd is. De monteurs bouwen een eigen voorraad op bij hun werkplek en er blijft een lege bak over. Een monteur die daarna voor het zelfde onderdeel komt treft een lege bak aan en loopt zonder het onderdeel terug naar zijn werkplek of gaat naar het magazijn om het onderdeel te halen. Het is niet de bedoeling dat de monteurs zelf de onderdelen ophalen uit het magazijn (Vriesen, 2011).

BaaN houdt bij hoeveel onderdelen er aanwezig zijn en bestelt wanneer de voorraad onder het minimum komt (sQ). Deze manier van aansturen heet Stochastic Inventory Control (SIC). De bestellingen vinden automatisch plaats. De magazijnen voor grijpvoorraad zijn in BaaN opgedeeld in vier magazijnen (635/636/637 en 638) voor de hoofdvoorraad (eerste Bin). De door te geven voorraad (tweede Bin) is in BaaN aangegeven als magazijn 639. De derde bin is niet gekoppeld aan BaaN omdat deze geen constante afname heeft. De monteurs nemen geen voorgeschreven hoeveelheid mee. De onderdelenleverancier Jeveka heeft een eigen aansturing. De voorraden liggen op de materialhandlingafdeling (magazijn 906). De materialhandlingmedewerker scant (met de scanner van Jeveka) de barcode van de lege bak. Er gaat vervolgens een automatisch bestelling naar de leverancier. De onderdelen van Jeveka kunnen niet gelijk naar de cleanroom. Deze moeten eerst gewassen worden. De wasstraatmedewerker wast de onderdelen en legt ze klaar als gewassen grijpvoorraad in de goederensluis. Figuur 3.4 geeft de onderdelenstromen tussen de magazijnen weer (Vriesen, 2011).



Figuur 3.4 - Overzicht magazijnen floorstock

3.2.2 – OEM-parts

De OEM-parts zijn de onderdelen die uit de catalogus van leveranciers besteld worden. Bij VDL vallen onder de OEM-parts ook een aantal speciale (aangepaste) onderdelen. De specials hebben een doorlooptijd van meer dan zes weken. De inkopers bestellen de onderdelen volgens de bestelgroottes opgegeven in BaaN. De bestelgroottes van de onderdelen zijn een veelvoud van vier. Dit is gedaan omdat de productie is ingericht op vier modules in de week (moverate). Voor het bepalen van de bestelgroottes is rekening gehouden met de minimale bestelhoeveelheid en de verpakkingshoeveelheden van de leveranciers en de prijsvoordelen bij een grotere afname. Deze berekening is echter maar een keer gedaan. De OEM-parts die goedkoper zijn dan drie euro vallen onder de grijpvoorraad. Het voorraadbeheer voor deze onderdelen is gelijk aan die van de floorstock onderdelen (Megelink, 2011).

3.2.3 - Raw materials

De inkopers van de Raw Materials bestellen de materialen volgens het inkoopadvies uit BaaN. Deze materialen zijn nodig voor de productie van WF-parts. De meeste materialen hebben een besteltijd van één week, maar voor speciale materialen of materialen met grote afmetingen kan de besteltijd oplopen tot meer dan vier weken. De inkopers laten de materialen twee weken voor de start van de bewerking binnenkomen. Zo kunnen de productieplanners nog schuiven met de startdatum van de bewerking. De ruwe materialen hebben meestal bestelgroottes gelijk aan de batchgroottes van WF-parts. De inkopers bestellen meer als dit een prijsvoordeel oplevert (van der Berg, 2011).

3.2.4 - WF-parts & Outsourcing

Deze paragraaf beschrijft het voorraadbeheer voor WF-parts en Outsourcing onderdelen. VDL maakt onderscheid tussen vijf categorieën die hieronder zijn weergegeven. Een onderdeel krijgt eerst een categorie toegekend door de initiële inkoper. De WF-parts betreffen voornamelijk categorie 1 en 2 onderdelen. De inkoper geeft de opdracht aan een leverancier (Outsourcing) als de interne bewerking te duur blijkt te zijn, de machinecapaciteit niet voldoende is of de bewerking niet intern gedaan kan worden.

- **Categorie 1:** Intern, specialistische onderdelen (High-impact parts).
- **Categorie 2:** Intern, als de capaciteit het toelaat. Anders extern.
- **Categorie 3:** Outsourcing, uitzonderlijke gevallen interne bewerking.
- **Categorie 4:** Outsourcing, interne bewerking te duur.
- **Categorie 5:** Outsourcing, bewerking kan niet intern gedaan worden.

3.2.4.1 – WF-parts

De werkvoorbereiders schrijven de bewerkingsprocedure voor de onderdelen waarvan de bewerking intern plaatsvindt en bepalen de batchgroottes. Voor het bepalen van de batchgroottes houden de werkvoorbereiders rekening met de omstelkosten en de capaciteit van de machines. De batchgroottes zijn een veelvoud van vier omdat de productie is ingericht op vier modules in de week (moverate). Intern bewerkte onderdelen gaan naar een uitbesteder voor bewerkingen die niet intern gedaan kunnen worden. De batchgroottes waarin de uitbesteders de onderdelen aangeleverd willen hebben, zijn mede bepalend voor de batchgrootte van het onderdeel. Grote onderdelen van de NXT module krijgen een batchgrootte van één toegekend. Deze onderdelen hebben een lange doorlooptijd (Teunis, 2011).

De productieplanners houden rekening met de capaciteit van een machine voor het maken van de productieplanning. Als de machine in de gewenste startweek bezet is kan de productie maximaal twee weken eerder starten.

De productieafdeling is opgedeeld in een onderdelenfabricage-afdeling (OF) en een plaatwerkafdeling (Plaat). Voor grote onderdelen van de NXT module zijn de bewerkingspunten (machines en werkbanken) bij Plaat achter elkaar gezet (productielijn) zodat de bewerkingen effectief en zonder teveel verplaatsingen uitgevoerd kunnen worden. Bij OF is er geen productielijn gecreëerd voor de grote onderdelen. Hier geldt een hybrid layout. De gelijke machines zijn niet in groepen geclusterd, maar staan door elkaar. Dit is gedaan om veel verschillende onderdelen te kunnen bewerken. De WF-parts afdelingen hebben een machinebezetting van 90 procent en deze gaat in sommige perioden naar 100 procent bezetting. Deze hoge bezetting gaat ten koste van de flexibiliteit van de inzetbaarheid van de machines. Het produceren van extra producten is bijna niet mogelijk (Krukkert, 2011).

3.2.4.2 - Outsourcing

Voor de categorie 2 onderdelen maakt de initiële inkoper de beslissing om de onderdelen intern produceren of de productie uit te besteden. De categorie 3-5 onderdelen gaan bijna altijd naar een leverancier. De leveranciers met een LFA produceren volgens de rolling forecast. Deze moeten voordat de inkoper een harde order geeft al starten met de productie om aan de vraag van VDL te kunnen voldoen. Als de producten gereed zijn, maar de leverdatum is opgeschoven, dan moeten de leveranciers deze producten zelf op voorraad houden (Slootman, 2011).

3.2.5 - Tussentijdse conclusie

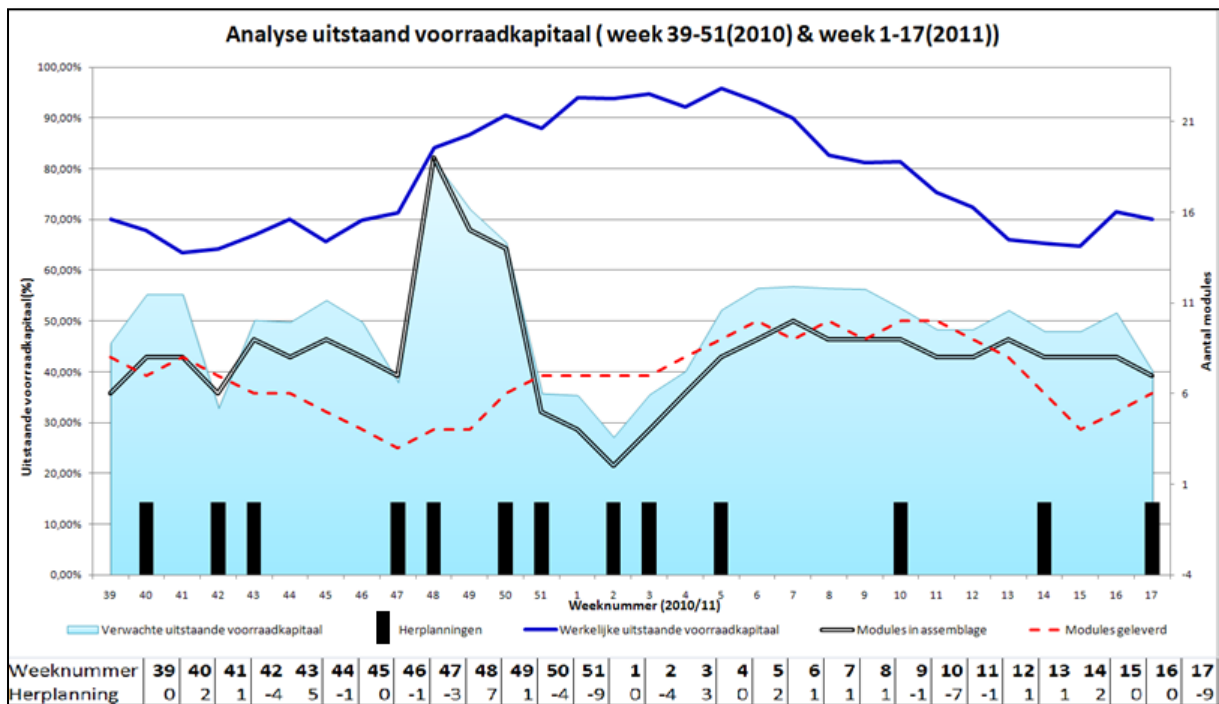
De Outsourcing onderdelen, OEM-parts en WF-parts hebben bestelgroottes gelijk aan een moderate van vier modules per week of de door de leverancier gestelde minimale afnamehoeveelheid. VDL produceert momenteel twee modules per week en bestelt dus voor veel modellen tegelijk. Deze onderdelen categorieën beslaan samen 4/5 van de kostprijs van de NXT module. Het betreffen veelal kapitaalintensieve of grote onderdelen die veel vergen van het uitstaande voorraadkapitaal en de opslagruimte. De bestelgroottes voor de grijpvoorraad (floorstock en OEM-parts) zijn berekend met de EOQ formule. Deze formule houdt geen rekening met kortingen die een leverancier geeft bij het bestellen van grotere afnamehoeveelheden en het wegvallen van de orderkosten bij een orderbedrag hoger dan een door de leverancier vastgesteld bedrag. Verder vertoont de vraag naar de NXT module veel wisselingen per week (Jonker, 2011).

3.3 - Afkeur onderdelen

Bij afkeur van een onderdeel neemt de inkoper contact op met de leverancier. Als de onderdelen op voorraad liggen bij de leverancier levert deze de onderdelen dezelfde week nog. Bij afkeur van specials kan de leverancier veelal niet dezelfde week een vervangend onderdeel leveren. Het onderdeel van de eerstvolgende levering wordt dan toegekend aan de module in assemblage. Als blijkt dat een volledige batch specials afgekeurd is dan heeft dat grote gevolgen voor de assemblage. Dit komt niet vaak voor en als het voorkomt ziet de leverancier veelal de mogelijkheid om de onderdelen versneld te leveren. De afkeuronderdelen zullen we niet meenemen in het onderzoek, omdat dit zelfregulerend is en de vertraging in de assemblage alleen te merken is bij een afkeur van een batch (van den Berg, 2011).

3.4 - Werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal

In deze paragraaf bekijken we het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal en het te verwachten uitstaande voorraadkapitaal over een tijdsbestek van 30 weken. Voor het opstellen van figuur 3.5 is gebruik gemaakt van de forecastgegevens van 2010 (week 39-51) en 2011 (week 1-17) en de werkelijke gegevens (werkelijke afzet, wijzigingen in de rolling forecast en het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal). Het verwachte uitstaande voorraadkapitaal is berekend door de onderdelen (de waarde) van de modules, die volgens de planning geleverd moeten zijn, te sommeren. De bedragen zijn in percentages ten opzichte van het hoogste uitstaande voorraadkapitaal weergegeven omdat het bedrijfsgevoelige informatie betreft. Met de percentages is het verschil tussen de waarden weergegeven.



Figuur 3.5 – Kostenallocatie NXT module (gekeken over 30 weken)

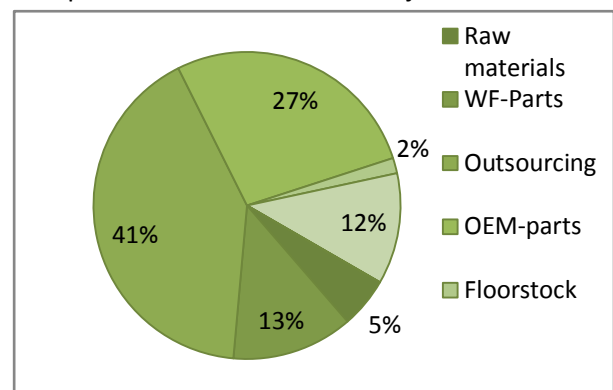
Het dichte oppervalk in figuur 3.5 laat het verloop van het verwachte uitstaande voorraadkapitaal zien. Het valt op dat de lijn “*Modules in assemblage*” een gelijk verloop heeft met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal. Dit valt te verklaren doordat de kosten van de onderdelen voor de modules in assemblage dan al grotendeels gemaakt zijn. De modules in assemblage zijn met de dubbele lijn weergegeven. Dit zijn de modules die in de laatste vier weken van de assemblage zitten. De lijn “*Modules geleverd*” zijn de modules die geleverd zijn in week x tot en met week x+3. In het meest ideale geval is deze lijn gelijk aan de lijn “*modules in assemblage*”. Dit blijkt niet zo te zijn. De kleine afwijkingen vallen te verklaren door het verschil tussen het HPP en de rolling forecast van ASML. De grote afwijking tussen de geleverde modules en de modules in assemblage (week 43 t/m 6) komt door de overgang van op order naar LFA aansturing van de leveranciers (week 48).

In de periode voor de overgang van op order naar LFA aansturing waren er al verplichtingen aangegaan met leveranciers voor het leveren van onderdelen. Er is een herplanning geweest om de binnengekomen onderdelen te assembleren. Deze herplanning had veel invloed op het aantal modules in assemblage en is een verklaring voor de piek van het verwachte uitstaande voorraadkapitaal in week 48. ASML had in deze periode niet zoveel modules nodig. Dit had een toename van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal tot gevolg en is een verklaring voor het grote verschil tussen het werkelijke en verwachte uitstaande voorraadkapitaal (week 48 t/m week 6).

De grote toename en afname in het verwachte uitstaande voorraadkapitaal is te verklaren door de wijzigingen van ASML in de rolling forecast, met als gevolg een aanpassing in het HPP (herplanning). Herplanningen groter dan één module zijn weergegeven met de zwarte balkjes. Onder figuur 3.5 staan de werkelijke gegevens van de herplanningen. Een waarde van min negen betekent dat er negen modules uit het HPP zijn geschrapt voor de komende twintig weken.

In figuur 3.5 is verder het verwachte uitstaande voorraadkapitaal van NXT modules afgezet tegen de werkelijke voorraadwaarde. Het boeken van de voorraadwaarde op de balans vindt plaats als de onderdelen binnengeboekt worden. In het beste geval zal dit betekenen dat de onderdelen net voor assemblage binnen zijn en dat deze maximaal vier weken op de balans staan. In werkelijkheid komen de onderdelen één week voor assemblage binnen.

De onderdelenwaarde van de WF-parts komen op de balans te staan als de bewerking start. De toegevoegde waarde van het onderdeel wordt ook al toegekend aan de onderdelenwaarde. Het percentage van de totale waarde per onderdelencategorie van de totale waarde van een NXT module zijn weergegeven in figuur 3.6. Hieruit kunnen we concluderen dat de Outsourcing en OEM-parts de belangrijkste onderdelencategorieën zijn gevolgd door WF-parts.



Figuur 3.6- Gewicht per onderdelencategorie

Figuur 3.5 laat het verschil tussen het verwachte uitstaande voorraadkapitaal en het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal zien. Hier mee kunnen we een antwoord geven op de onderzoeksvraag *“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlagen, zodat dit overeenkomt met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal?”*. Met de lijnen *“modules in assemblage”*, *“Modules geleverd”* en de herplanningsmomenten hebben we het verschil verklaard tussen het verwachte en het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. We concluderen dat de wijzigingen die ASML doorvoert in de rolling forecast de grootste oorzaak is van het verschil tussen het verwachte en werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal ligt tussen de 0 en 70 procent hoger dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal.

3.4.1 – Allocatie van de indirecte kosten van de voorraad

Om het verwachte uitstaande voorraadkapitaal te vergelijken met het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal beschrijven we hoe de kostenallocatie is gedaan. De gebruikte kostencategorieën voor de kostenallocatie van de indirecte kosten zijn:

- Handlingskosten (personeel)
- Productiekosten (personeel)
- Bestelkosten
- Voorraadkosten (opslagruimte)
- Kapitaalkosten (rente van de lening)

De financiële afdeling kent de indirecte kosten toe door middel van Activity Based Costing. De indirecte kosten zijn gekoppeld aan de kostprijs met een toeslagpercentage. De kosten voor de uitstaande leningen is 6 procent. De kosten voor de opslagruimte bedragen 4 procent van de kostprijs van een onderdeel (Obdeyn, 2011).

3.5 - Implementatie van Lean Manufacturing

Een jaar geleden is gestart met een Lean Manufacturing project om de assemblage/productie te optimaliseren en de uitstraling van een hightech bedrijf te verwerven. Het project is gefocust op het verbeteren van de interne goederenstromen. De assemblagetijd van een NXT module bedraagt vijftien dagen. Voor aanvang van de assemblage moesten de orderpickers 95 procent van de onderdelen picken. In de nieuwe situatie moeten de orderpickers 40 procent van de onderdelen picken voor start van de assemblage. De orderpickers hadden in de oude situatie drie dagen nodig voor het picken van de onderdelen. In de nieuwe situatie zullen de orderpickers minder tijd voor het picken nodig hebben voor aanvang van de assemblage.

Voor het inrichten van de werkplekken is gebruik gemaakt van de 5S methode, zodat de werkplekken netjes blijven en de werknemers efficiënter kunnen werken. Op de vloer is aangegeven waar de onderdelenkarren (kit-karren) moeten staan. Dit geeft structuur op de werkplekken.

Het assemblageproces is opgedeeld in veertien assemblagestappen. Zo kunnen de orderpickers de onderdelen per assemblagestap picken en zijn er minder onderdelen aanwezig in de cleanroom. Elke assemblagestap heeft zijn eigen onderdelenlijst (stuklijst) gekregen. De grote onderdelen (afroep onderdelen) staan op een aparte lijst. De monteurs roepen deze onderdelen af op het moment van assemblage. In de nieuwe situatie gaat een orderpicker pas onderdelen picken als er een lege kit-kar uit de cleanroom terugkomt. Bijlage 3 geeft een overzicht van de goederenstromen binnen de cleanroom tussen de verschillende assemblagestappen van een gelijke module (XT4 module). Dit is een eerdere versie van de NXT. De assemblagestappen van de NXT module zijn grotendeels gelijk aan die van de XT4 module, alleen zijn de doorlooptijden (takten) van de assemblagestappen langer. De takten van de assemblagestappen zijn even lang gehouden zodat er een optimale goederenstroom in de cleanroom ontstaat zonder tussenvoorraden (Oomen, 2011).

Door het specificeren van de assemblagestappen hoeven de inkoper een gedeelte van de onderdelen pas later te bestellen. Deze verandering zal leiden tot een daling van het verwachte uitstaande voorraadkapitaal. Als we dit uitdrukken in een besparing van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal dan is dit gelijk aan een besparing van negen procent (Wolterink, 2011).

Hoofdstuk 4 – Beschrijving van de gewenste situatie

In interviews met de werknemers is gebleken hoe de werknemers de gewenste situatie zien. Dit hoofdstuk beschrijft de gewenste situatie. Deze is gebaseerd op de literatuur, gewenste situatie volgens de medewerkers, eigen visie en de haalbaarheid. Paragraaf 4.1 beschrijft de gewenste situatie voor het voorraadbeheer en de paragraaf 4.2 beschrijft gewenste situatie voor de productieplanning en de rolling forecast.

4.1 - Voorraadbeheer

Tijdens het analyseren van de voorraadbeheerprocessen binnen VDL ETG Almelo is gebleken dat er veel grijpvoorraad onderdelen op voorraad liggen om er zeker van te zijn dat de onderdelen aanwezig is voor de assemblage/productie. Voor de dure onderdelen probeert VDL de voorraad zo laag mogelijk te houden. Het meest ideale voorraadniveau is nul. Dit is te benaderen met JIT. De JIT methode heeft als doel om de onderdelen op het moment van assemblage aanwezig te hebben en niet eerder. Dit ideale beeld is in de praktijk niet haalbaar. De aangehouden voorraad moet eventuele vertragingen in de levering en toename in de vraag op kunnen vangen. De benodigde onderdelen moeten binnen zijn voor de start van de assemblage anders loopt het assemblageproces vertraging op. Er zal een veiligheidsvoorraad aangehouden moeten worden om een toename in de vraag op te vangen (Silver, Pyke, & Peterson, 1998). In deze paragraaf beschrijft de gewenste situatie voor het bepalen van de bestelgroottes en bestelintervallen en beschrijft de gewenste situatie voor voorraadbeheer voor de onderdelencategorieën.

4.1.1 - Periodieke evaluatie van de gebruikte parameters

De inkopers kunnen inspelen op de fluctuaties in de vraag door de bestelgroottes of bestelintervallen periodiek te evalueren (per kwartaal). Na het analyseren van de vraag hebben we aangenomen dat het evalueren van de parameters om de drie maanden de fluctuaties in de vraag goed kan gevolgen. De vaste bestelgroottes moeten de inkopers berekenen met de EOQ formule en de vaste bestelintervallen moeten de inkopers bepalen met de heuristiek van Silver-Meal. Voor het berekenen van de bestelgroottes moeten de inkopers rekening houden met de levertermijnen van de leveranciers. Voor de productie moeten de werkvoorbereiders de batchgroottes berekenen met de EOQ formule, hierin neemt hij voor de bestelkosten de omstelkosten. Het periodiek aanpassen van de bestelgroottes, bestelintervallen en batchgroottes voorkomt dat er in perioden met lage vraag te lang voorraden in de magazijnen blijven liggen en in perioden met een hoge vraag veel bestellingen plaatsvinden. De inkopers moeten bij een hoge vraag vaker een bestelling plaatsen om er voor zorgen dat de assemblage niet stil komt te liggen (Silver, Pyke, & Peterson, 1998). De parameters die de inkopers periodiek moeten evalueren zijn:

- Vraag in het bestelinterval
- Bestelkosten (Voor batchgroottes : omstelkosten)
- Kostprijs
- Voorraadkosten

Het is wenselijk om de parameterwaarden, waarmee de formule rekt, zo aan te passen dat deze een goede benadering van de optimale bestelgroottes en batchgroottes geven. Voor de bestelintervallen wordt de vraag gebruikt voor het bepalen van het aantal te bestellen onderdelen in het bestelinterval (Silver, Pyke, & Peterson, 1998). Het moet voor de medewerkers die met de formules werken duidelijk zijn wat er gebeurt bij het aanpassen van de parameterwaarden (Durlinger, 2005). De parameterwaarden zijn als volgt toe te kennen:

- Bestelkosten per order (verdelen over de artikelengroepen op de order).
 - Aantal handelingen nodig voor het plaatsen van een order.
 - Productie – omstelkosten voor de machines per onderdeel.
 - Verdelen transportkosten per artikelgroep bij een order met meerdere artikelgroepen.
- Voorraadkosten (percentage over kostprijs; 3 r's)
 - Rentekosten - (6%)
 - Ruimte (opslagruimte + kosten magazijnmedewerkers) - (4%)
 - Risicokosten – range(5%-15%) (risico op incourant raken van onderdelen)
- Kostprijs
 - Kwantumkortingen (staffelprijzen)
 - Toename door inflatie

Het toekennen van de voorraadkosten aan een product gebeurt met een percentage over de kostprijs. Het percentage is op te splitsen in drie categorieën: rente, ruimte & risico (3r's). De financiële afdeling van VDL rekt met een rentekostenpercentage van 6 procent en met een opslagruimtekostenpercentage van 4 procent als toeslag over de kostprijs. De risicokosten zijn afhankelijk van het typeonderdeel. Deze liggen meestal tussen de 5 tot 15 procent volgens het artikel van Durlinger (2005). Een onderdeel met een hoog risico op incourant raken krijgt een risicopercentage van 15 procent toegekend en een onderdeel met een laag risico op incourant raken krijgt een risicopercentage van 5 procent toegekend (Obdeyn, 2011).

De inkopers dienen rekening te houden met de voorwaarden waar de te bestellen hoeveelheid aan moet voldoen. Per onderdeel moeten de inkopers naar de volgende voorwaarden kijken:

- Onderdelen benodigd voor meerdere producten binnen VDL (totale vraag).
- Vervallen van de orderkosten van de leverancier boven een door de leverancier aangegeven bedrag.
- Minimale bestelhoeveelheden/ verpakkingshoeveelheden van de leverancier.
- Aantal onderdelen benodigd voor één module. Bestellen in veelvoud.
- Bestelinterval van één week of veelvoud van één week (werken met bestelinterval).

De Spare & Repair behoefte is buiten het onderzoek gehouden. Deze onderdelen bestelt de inkoper apart.

4.1.2 - Voorraadbeheer Outsourcing & OEM-parts

De Outsourcing onderdelen en OEM-parts hebben een eigen bestelmethodek nodig. Dit zijn onderdelen met een hoge kostprijs en 70 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal bepalen. In de ideale situatie zal de voorraad nul zijn en vallen de leveringen gelijk met het moment van assemblage. Deze JIT aansturing is in de werkelijkheid niet haalbaar. Daarom is er nog steeds een voorraad nodig voor het overbruggen van de tijd tot de onderdelen benodigd zijn in assemblage. In hoofdstuk 2 hebben we drie bestelmethodeken geselecteerd (sQ, sS en BS) voor het opstellen van alternatieven. Voor de NXT module moet de bestelmethodek inspelen op de wisselingen in de vraag. In hoofdstuk 2 hebben we aangenomen dat de bestelmethodek voor de NXT module een vast bestelinterval of een variabele bestelgrootte moet hebben. De bestelmethodeken sQ en BS voldoen aan één van deze criteria en de bestelmethodek sS voldoet aan beide criteria. Voor het opvangen van de wisselingen in de vraag tussen het moment van bestellen en het moment van leveren van de onderdelen, moet er een veiligheidsvoorraad aangehouden worden (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

4.1.3 - Voorraadbeheer WF-parts en Raw Materials

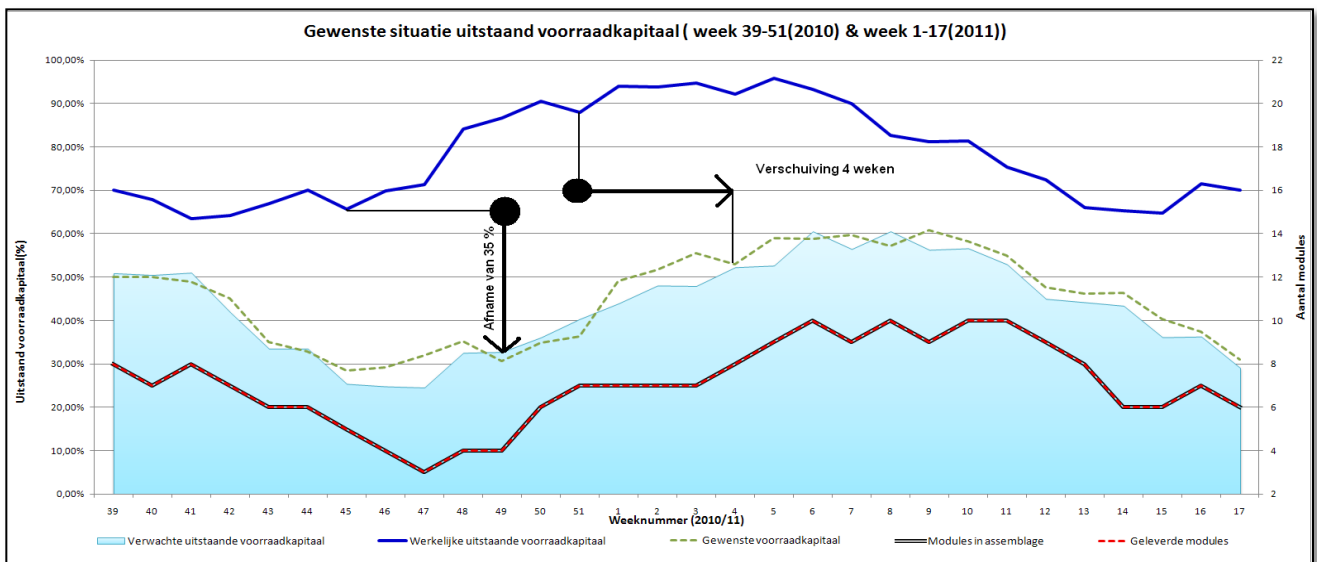
De bestelmethodek voor de Raw Materials is afhankelijk van de vraag naar materialen bij de WF-parts. Voor de WF-parts producten is het wenselijk om de onderdelen klaar te hebben net voordat ze naar assemblage gaan. Deze hoeven dan niet in opslag. De productie van deze onderdelen gaat per stuk of in een vastgestelde batchgrootte. Bij sommige bewerkingen is het vanwege de omsteltijden voordeliger om de onderdelen in een batch te produceren. Een machine kan meerdere onderdelen tegelijk produceren en de benodigde insteltijd heeft veel invloed op de bezetting van de machines. Omdat de bezetting van de machines rond 90 procent ligt is het belangrijk een goede afweging te maken tussen het op voorraad produceren of het produceren op de weekbehoefte. De omstelkosten en voorraadkosten spelen een belangrijke rol voor het bepalen van de batchgroottes. Voor het opstellen van de alternatieven zullen we een afweging maken tussen het produceren in batchgroottes en het produceren naar de vraag in het productie-interval. De alternatieven leiden we af van de bestelmethodeken beschreven in hoofdstuk 2 (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

4.1.4 - Voorraadbeheer grijpvoorraad (floorstock / OEM- parts)

In het goederenmagazijn (hoofdmagazijn) ligt nu de voorraad. Deze voorraad geeft de magazijnmedewerker uit voor aanvulling van de grijpvoorraad (kostprijs onder de drie euro). De bestelgroottes moeten gelijk zijn aan de EOQ waarde. Met de EOQ formule kunnen de bestelgroottes snel berekend worden. Het SIC aansturen van de voorraad voorkomt dat er veel menselijke interacties nodig zijn voor het bestellen van deze goedkope onderdelen. In de huidige situatie komt het vaak voor dat een monteur naar de grijpvoorraad loopt en zijn benodigde onderdelen niet aanwezig zijn. Voor het opstellen van de alternatieven gaan we opzoek naar een verbetering voor dit probleem. Voor het voorraadbeheer in de goederensluis is een afgeleide van het Two-Bin of Three-Bin systeem wenselijk. In de huidige situatie gebruikt VDL al een Three-Bin systeem. Deze nemen we ook mee als alternatief (Silver, Pyke, & Peterson, 1998).

4.2 - Productieplanning & rolling forecast

In de analyse van het HPP is opgevallen dat ASML elke week wijzigingen doorgeeft in de rolling forecast. Deze wijzigingen hebben ook betrekking op de modules in assemblage. Voor het optimaliseren van het voorraadbeheer zou het ideaal zijn om een constante vraag te creëren. De voorraden zouden dan verleden tijd zijn en alle onderdelen komen binnen op het moment dat ze nodig zijn in assemblage (JIT). Figuur 4.1 laat het verloop van het verwachte en werkelijke uitstaande voorraadkapitaal zien bij een HPP dat niet wijzigt. In de ideale situatie zouden de modules in assemblage gelijk moeten zijn aan de geleverde modules. De lijnen “*Modules in assemblage*” en “*Geleverde modules*” vallen in figuur 4.1 dus samen. Deze lijnen laten eveneens zien dat de modules in assemblage en geleverde modules een gelijke trend vertonen met het uitstaande voorraadkapitaal. Verder zien we dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal vier weken eerder geboekt is en 35 procent hoger ligt dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal. Ze volgen wel een gelijke trend. De gestippelde lijn in figuur 4.1 geeft het gewenste voorraadkapitaal aan.



Figuur 4.1 – Gewenste situatie voor het uitstaande voorraadkapitaal met een vast HPP

De aansturing van de leverancier in de huidige situatie gebeurt grotendeels op order. De leveranciers krijgen wel een rolling forecast, maar leveranciers zonder een LFA mogen hier geen waarde aan hechten. Voor het beheer van de voorraad zou het ideaal zijn om alle leveranciers met een rolling forecast (LFA) aan te sturen. Het plaatsen van de harde order hoeft dan pas twee weken voor de assemblage. Vóór het plaatsen van de harde order kan VDL wijzigingen doorgeven in de nieuwe rolling forecast. Het is echter zo dat veel leveranciers geen LFA willen aangaan. Daarom gaan we kijken naar een bestelmethode voor het voorraadbeheer.

De bestellingen van de OEM-parts en Outsourcing onderdelen verlopen grotendeels nog op order (met bestelgroottes). Tabel 4.1 laat het aantal onderdelen zien die voor meerdere modules tegelijk besteld worden. In kolom “1 t/m 2” zien we het aantal onderdelen dat de inkopers voor één of twee modules tegelijk inkopen. De productie van VDL in de periode van week 39-51(2010) en week 1-17(2011) was gemiddeld twee-en-een-half module per week. Momenteel ligt de productie op maximaal twee modules per week.

Als een inkoper voor vier of meer modules tegelijk inkoopt liggen de onderdelen voor twee modules minimaal één week langer op voorraad. Ongeveer 4 procent (5 t/m 8) van de onderdelenwaarde van de OEM-parts en Outsourcing onderdelen ligt dan minimaal één week langer op voorraad en ongeveer 4 procent (9 en meer) van de onderdelenwaarde ligt gemiddeld langer dan drie weken op voorraad bij een vraag van twee modules in de week.

Besteld voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	meer dan 16	Totaal #
# Outsourcing	364	37	57	42	216	716
Percentage totale waarde van Outsourcing	71,0%	18,3%	6,2%	2,1%	3,7%	100,0%
# EOM-parts	95	16	6	7	6	130
Percentage totale waarde EOM-parts	98,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,1%	100,0%
Percentage totale waarde EOM + Outsourcing	82,9%	10,7%	3,6%	1,5%	2,1%	100,0%

Tabel 4.1 – Aantal onderdelen besteld voor meerdere modules (OEM & Outsourcing)

Met de leveranciers is een leverdatum afgesproken. Vijftien procent van de leveringen vindt minimaal één week eerder plaats. Deze onderdelen zijn verantwoordelijk voor 10 procent van de totale waarde van de complete module. Als de leveranciers op de overeengekomen datum leveren en de inkopers de onderdelen van OEM-parts en Outsourcing op weekbehoefte bestellen, dan zal het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal in figuur 4.1 met 10 tot 15 procent afnemen en verschuift deze met twee weken naar rechts omdat de onderdelen dan later binnenkomen.

Het HPP wijkt gemiddeld met één module in de week af van de werkelijk geleverde modules. In bijlage 5 is een analyse gemaakt van de afwijkingen tussen de gepland en geleverde modules. Deze afwijking betekent dat er elke week één module teveel in assemblage is. De afwijking is gedeeltelijk te verklaren doordat de productieplanner de modules altijd een week eerder moet plannen dan de week waarin ASML ze vraagt (eis ASML). Als we in het HPP evenveel modules plannen dan er daadwerkelijk geleverd kunnen worden, dan zal het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal met 33 procent (van drie naar twee modules in de week) afnemen en één week naar rechts verschuiven. Voor het bepalen van het percentage van de besparing hebben we aangenomen dat de “moverate” van drie naar twee modules per week gaat. Het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal bestaat dan niet uit drie modules maar uit twee modules. Dit zal een verlaging opleveren van één derde van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Omdat niet alle onderdelen per module besteld worden hebben we aangenomen dat een besparing van 20 tot 25 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal mogelijk is.

Het verplaatsen van de leveringen naar een latere leverdatum in de rolling forecast door ASML, nadat de verplichtingen zijn aangegaan bij de leveranciers (harde order), hebben tot gevolg dat de onderdelen langer op voorraad liggen. Hiervan is ook een analyse gemaakt in bijlage 5. Het gaat gemiddeld om een halve module in de week waarvan de onderdelen eerder op voorraad komen te liggen. Dit zal het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal met een halve week tot een week naar rechts doen opschuiven doordat de bestellingen wekelijks plaatsvinden.

Hoofdstuk 5 – Formuleren alternatieven en selecteren oplossing

Dit hoofdstuk beschrijft de alternatieven en selecteren we het alternatief dat het beste scoort. De paragrafen 5.1 tot en met 5.3 zijn de alternatieven geformuleerd voor de bestelmethode, de productie en de grippvoorraad. In paragraaf 5.4 maken we een paarsgewijze vergelijking van de alternatieven op de criteria. In deze paragraaf selecteren we een alternatief voor de bestelmethode, de productie en de grippvoorraad. Paragraaf 5.5 beschrijft het implementatieplan voor deze drie alternatieven.

In de huidige situatie is er geen duidelijke bestelmethode. Voor de onderdelen van de onderdeelcategorieën Outsourcing en OEM-parts bestellen de inkopers in een bestelinterval van één week. VDL heeft gekozen voor een bestelinterval van één week om de wisselende vraag op te vangen. De bestelkosten en voorraadkosten zijn niet meegenomen bij het bepalen van het bestelinterval. Voor het bepalen van de bestelgroottes is er alleen gekeken naar de kostprijs van een product. Voor de onderdelencategorie WF-parts zijn de batchgroottes bepaald door de werkvoorbereiders. Voor de grippvoorraden zijn de bestelgroottes bepaald met de EOQ formule en bestelt het systeem als het voorraadniveau onder een vastgestelde waarde zakt.

5.1 - Bestelmethode

In het hoofdstuk literatuur hebben we drie bestelmethoden beschreven die relevant zijn voor de NXT module. Deze paragraaf beschrijft de bestelmethoden toespitsen op de onderdelen voor de NXT module en bespreken we de voor- en nadelen van de bestelmethoden om er uiteindelijk één te selecteren. De gekozen bestelmethode is van toepassing op de onderdelencategorieën OEM-parts en Outsourcing. Deze onderdelencategorieën hebben geen gestructureerde bestelmethode maar zijn wel de kostendrijvers van het uitstaande voorraadkapitaal.

5.1.1 - Alternatief – bestelmethode - sQ-model

Dit alternatief maakt gebruik van bestelintervallen met een veelvoud van één week (Silver-Meal) en werkt met vaste bestelgroottes. Dit alternatief is gelijk aan de huidige situatie van VDL. Het voordeel van deze methode is het vaste bestelinterval per onderdeel. Deze methode gaat goed om met de fluctuaties in de vraag. De bestelgroottes moeten jaarlijks berekend worden omdat deze berekend zijn met de jaarvraag. De inkopers krijgen uit BaaN een besteladvies, wanneer de voorraad onder het bestelniveau zakt, moet de inkoper een nieuwe bestelling plaatsen. Het berekenen van de bestelgroottes met de EOQ formule zal moeten zorgen voor het minimaliseren van de bestel- en voorraadkosten.

5.1.2 - Alternatief – bestelmethode - sS-model

Dit alternatief werkt met een vast bestelinterval met een veelvoud van één week en een variabele bestelgrootte. Het voordeel is dat de bestellingen in een vast bestelinterval plaatsvinden. De bestelgroottes zijn gelijk aan de behoefte in de bestelintervallen. Het maximaal gestelde voorraadniveau (S) moet om de drie maanden bepaald worden om de fluctuaties in de vraag te volgen. De inkoper ontvangt aan het einde van het bestelinterval uit BaaN een besteladvies als het voorraadniveau onder het bestelniveau zakt. Het voordeel is dat de bestelgroottes gelijk zijn aan de vraag in het bestelinterval. Als er in een bestelinterval minder modules geproduceerd moeten worden, dan komen de onderdelen niet op voorraad te liggen. Als er in een bestelinterval meer modules geproduceerd moeten worden, dan kan de inkoper meer onderdelen bestellen.

5.1.3 - Alternatief – bestelmethode - BS-Model

Dit alternatief werkt niet met een vast bestelinterval maar controleert continu of het voorraadniveau onder het bestelniveau komt. De bestelgroottes zijn gelijk aan het verschil tussen het gestelde maximale voorraadniveau (S) en de onderdelen op voorraad op het moment van bestelling. Door de continue controles kan de inkoper snel ingrijpen als een onderdeel uit voorraad dreigt te raken. Het voordeel is dat er minder veiligheidsvoorraad in het magazijn hoeft te liggen. Het nadeel is dat het voorraadniveau continue gecontroleerd moet worden en per onderdeel apart een bestelling naar een leverancier gaat.

5.2 – Productie

Voor de productieafdeling WF-parts beschrijven we drie alternatieven voor de onderdelen van de NXT module. De alternatieven zijn afgeleid van de bestelmethoden en zijn bepalend voor het vaststellen van de batchgroottes voor productie.

5.2.1 - Alternatief - WF-parts - sturen op weekbehoefte

Dit alternatief is er op gericht om de voorraad te verlagen en alleen de onderdelen te produceren die in de geplande week benodigd zijn. Het nadeel is dat door de lange doorlooptijden de behoeftes in de tussentijd sterk kunnen veranderen en dat de machines vaker andere instellingen nodig hebben. Er zal dus een veiligheidsvoorraad aangehouden moeten worden om een stijgende vraag op te kunnen vangen.

5.2.2 - Alternatief - WF-parts - sturen op behoefte per periode

Dit alternatief is er op gericht om de voorraad te verlagen en het alternatief speelt in op de fluctuaties in de vraag. De werkvoorbereiders moeten per onderdeel bepalen om de hoeveel weken (productie-interval) de productie opgestart zal worden. De werkvoorbereiders moeten een range bepalen waartussen de productieplanner de batchgrootte kunnen aanpassen om aan de vraag in het productie-interval te voldoen. Daarvoor moeten de werkvoorbereiders de batchgroottes bepalen voor een vraag van 1, 2, 3 en 4 modules in de week. Zo kan de productieplanner bij een wijziging in de vraag de batchgroottes snel aanpassen.

5.2.3 - Alternatief - WF-parts - vaste productiegrootte

Net als in de huidige situatie krijgen de onderdelen een batchgrootte waarin deze geproduceerd worden. De productie vindt dan niet periodiek plaats, maar start als de voorraad onder een minimum komt. Deze methode komt overeen met het sQ-model. De productieplanner zal wekelijks moeten kijken of er voldoende onderdelen op voorraad liggen. De werkvoorbereiders zullen de batchgroottes bepalen. Deze zullen bij dit alternatief gebaseerd zijn op de jaarbehoefte en houdt geen rekening met de wisselende vraag over de weken.

5.3 - Grijpvoorraden

Voor de grijpvoorraden formuleren we drie alternatieven. Deze onderdelen zijn verantwoordelijk voor 2 procent van het totale uitstaande voorraadkapitaal van de NXT module. De grijpvoorraden zijn SIC gestuurd. Dit is gedaan om de besturingslast zo laag mogelijk te houden. Er zal niet gezocht worden naar een bestelmethode, omdat de SIC aansturing goed verloopt en een andere bestelmethode nauwelijks zal bijdragen aan het verlagen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Deze alternatieven zijn er op gericht om te voorkomen dat de monteurs zelf naar het magazijn gaan om de grijpvoorraad aan te vullen. Dit komt in de werkelijkheid vaak voor.

5.3.1 - Alternatief - grijpvoorraden - Two Bin

Voor dit alternatief zal de Bin-size gelijk zijn aan de behoefte in de cleanroom in een vast interval. In de nieuwe situatie is er een hoofdvoorraad (magazijn) en een grijpvoorraad (goederensluis). Dit is gelijk aan een Two-Bin systeem. De monteur legt de kanbankaart in de kanbankaartenbak als de grijpvoorraad op is. De magazijnmedewerker haalt twee keer per dag de kanbankaarten op uit de kanbankaartenbak en pikt de benodigde onderdelen uit de voorraad in het magazijn. Als de magazijnmedewerker de onderdelen gepickt heeft overhandigd hij deze onderdelen aan de cleanroommedewerker (de medewerker die verantwoordelijk is voor aanvullen grijpvoorraad). Het voordeel van deze methode is dat de voorraad niet verspreid ligt over drie punten en dat de cleanroommedewerker niet hoeft te wachten in het magazijn op het picken van de onderdelen. Het nadeel is dat de voorraad niet meteen bijgevuld wordt, zodat een monteur een leeg bak aan kan treffen.

5.3.2 - Alternatief - grijpvoorraden - Three Bin

De Bin-size zal gelijk zijn aan de behoefte in de cleanroom in een vast interval. In het magazijn ligt de hoofdvoorraad (Bin 1) en in de goederensluis liggen de grijpvoorraden (Bin 2 en 3). Als Bin 3 leeg is legt de monteur de kanbankaart in de kanbankaartenbak en legt hij de onderdelen uit de tweede Bin in de derde Bin. De volgende monteur kan de onderdelen uit Bin 3 halen. De magazijnmedewerker haalt één keer per dag (vb. 13.00 uur) de kanbankaarten uit de kanbankaartenbak en pikt de onderdelen uit het magazijn. De cleanroommedewerker haalt aan het einde van de dag (vb. 16.00 uur) de gepickte onderdelen op uit het magazijn en vult Bin 2 aan met de onderdelen. Het voordeel hiervan is dat de monteur geen lege bak zal aantreffen en de magazijnmedewerker heeft voldoende tijd om de onderdelen te picken. Het nadeel is dat de voorraad verspreid is over drie bakken en er meer onderdelen op voorraad liggen.

5.3.3 - Alternatief - grijpvoorraden - Three Bin (huidig)

In de huidige situatie werkt VDL met de Three-Bin methode. In het magazijn ligt de hoofdvoorraad (Bin 1) en de uitgiftehoeveelheid (Bin 2) met een vaste Bin-size. De derde Bin ligt in de goederensluis (grijpvoorraad) waar de monteurs de onderdelen uit pakken. Het nadeel is dat een monteur een lege grijpvoorraad kan aantreffen en de voorraad verspreid is over drie bakken. Het voordeel is dat de magazijnmedewerker de Bin-size al klaar heeft liggen in Bin 2 en gelijk kan uitgeven.

5.4 - Kiezen van een alternatief

Deze paragraaf beschrijft hoe de alternatieven met elkaar zijn vergeleken. Voor het vergelijken van de alternatieven is gebruik gemaakt van de AHP methode. In paragraaf 5.4.1 geeft een algemene beschrijving van de werking van de methode en zijn de scores van de alternatieven weergegeven. Paragraaf 5.4.2 beschrijft hoe de methode werkt voor het scoren van de criteria onderling voor de bestelmethode. De scores voor vergelijking van de alternatieven per criteria zijn op dezelfde manier toegekend als voor de vergelijkingen van de criteria onderling. De paragrafen drie tot en met vijf beschrijven de aannames die gemaakt zijn voor het vergelijken van de alternatieven op de belangrijkste criteria voor de bestelmethode, de productie en de grijpvoorraad.

5.4.1 - Scoren van de alternatieven

Voor het scoren van de alternatieven is het programma Expert Choice gebruikt. Dit programma maakt gebruik van de AHP methode. De AHP methode is beschreven in hoofdstuk 2. Deze methode is gebruikt omdat er overzichtelijke vergelijkingen mee gemaakt worden en er een consistency-check uitgevoerd wordt om de consistentie van de gemaakte vergelijkingen te controleren. In dit programma maken we paarsgewijze vergelijkingen tussen de criteria onderling en tussen de alternatieven per criteria. Voor het maken van de vergelijkingen tussen de criteria onderling is eerst met de Supply Chain Manager de volgorde van de belangrijkheid van de criteria bepaald. Voor de vergelijking van de alternatieven per criteria zijn aannames gemaakt. Deze zijn te vinden in bijlage 6. Uit de AHP methode volgt het best scorende alternatief voor de bestelmethode, de productie en de grijpvoorraad. Tabel 5.1 geeft de scores uit Expert Choice weer.

Bestelmethode	sQ-model	sS-model	BS-model
Score EC	0,330	0,347	0,323
Productie	WF-Weekbehoefte	WF-periodiek	WF-productiegrootte
Score EC	0,354	0,379	0,268
Grijpvoorraad	Two-Bin	Three-Bin	Three-Bin(huidig)
Score EC	0,134	0,509	0,357

Tabel 5.1 – Scores Expert Choice (EC)

5.4.2 – Onderlinge vergelijking van de criteria

Het vergelijken van de criteria onderling is de belangrijkste stap van de AHP methode. Samen met de Supply Chain Manager is voor de bestelmethode, de productie en de grijpvoorraad de volgorde van belangrijkheid van de criteria bepaald. De gewichten van de criteria die volgen uit paarsgewijze vergelijking zijn weergegeven in Tabel 5.2.

Bestelpolitiek Criteria	Gewicht	Productie Criteria	Gewicht	Grijpvoorraad Criteria	Gewicht
Verlagen voorraadkapitaal	0,39	Machinebelading	0,39	Robuustheid	0,36
Besturingslast Inkoper	0,30	Verlagen voorraadkapitaal	0,30	Besturingslast CR	0,34
Besturingslast MH	0,19	Besturingslast WV	0,19	Besturingslast Magazijn	0,21
Kosten	0,06	Dynamisch	0,04	Verlagen voorraadkapitaal	0,06
Dynamisch	0,03	Robuustheid	0,04	Kosten	0,03
Robuustheid	0,03	Kosten	0,03		

Tabel 5.2 – Gewichten van de criteria na de paarsgewijze vergelijking

Voor de criteria van de bestelpolitiek beschrijven we hoe de paarsgewijze vergelijkingen zijn gedaan. De Supply Chain manager heeft aangegeven dat het criterium “Verlagen voorraadkapitaal”, het belangrijkste is voor de bestelmethode en dat de criteria “Robuustheid” en “Dynamisch” het minst belangrijk zijn. Voor de vergelijking tussen het criterium “Verlagen voorraadkapitaal” en het criterium “Robuustheid” kennen we een 9 toe omdat beide criteria het uiterste zijn. Voor de vergelijking tussen het criterium “Verlagen voorraadkapitaal” en het criterium “Dynamisch” kennen we ook een 9 toe omdat deze net als het criterium “Robuustheid” het minst belangrijk is. We hebben aangenomen dat het criterium “Verlagen voorraadkosten” belangrijker is dan het criterium “Besturingslast Inkoper” omdat in de besturingslast van de inkopers de bestelkosten zijn meegenomen en er een goede vergelijking gemaakt moet worden tussen de voorraadkosten en bestelkosten. Voor deze vergelijking kennen we een score van 2 toe. Het criterium “Besturingslast Inkopers” is belangrijker dan het criterium “Besturingslast MH” omdat de materiaalhandlingmedewerkers de bestelde onderdelen op voorraad moeten leggen en uit moeten geven aan de cleanroom. Een bestelmethode kan meer handelingen van de materiaalhandlingmedewerkers vergen. Voor de vergelijking van het criterium “Verlagen voorraadkapitaal” met het criterium “Besturingslast MH” kennen we een score van 3 toe. Het criterium “Kosten” is belangrijker dan het criterium “Dynamisch” maar veel minder belangrijk dan de besturingslast van de materiaalhandlingmedewerkers omdat de kosten eenmalig zijn. Voor de vergelijking van het criterium “Verlagen voorraadkosten” met het criterium “Kosten” kennen we een score van 7 toe. Tabel 5.3 geeft de scores van alle vergelijkingen van de criteria van de bestelmethode weer. De vergelijkingen van de criteria onderling en de vergelijkingen van de alternatieven per criteria zijn op dezelfde manier ingevuld in het programma Expert Choice. Uit de Scorematrix volgen de gewichten van de criteria die zijn weergegeven in Tabel 5.2.

Criteria bestelmethode	VV	BI	BMH	K	D	R
Verlagen voorraadkapitaal (VV)		2	3	7	9	9
Besturingslast Inkoper (BI)	1/2		2	6	8	8
Besturingslast MH (BMH)	1/3	1/2		5	7	7
Kosten (K)	1/7	1/6	1/5		3	3
Dynamisch (D)	1/9	1/8	1/7	1/3		1
Robuustheid	1/9	1/8	1/7	1/3	1	

Tabel 5.3 – Scorematrix criteria bestelmethode

5.4.3 - Bestelmethode

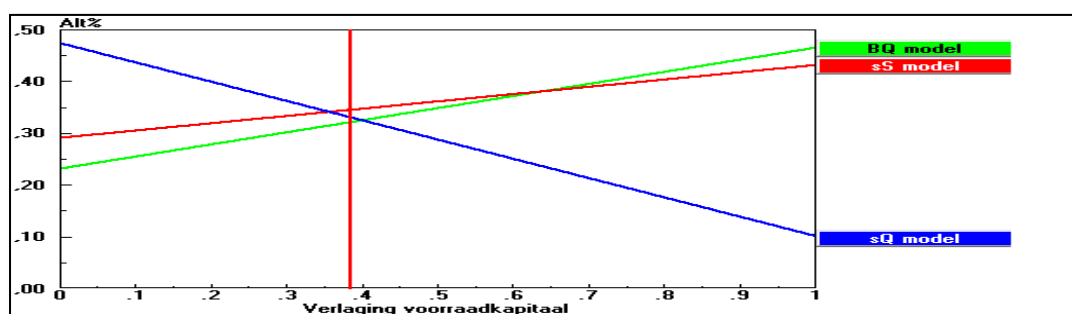
Voor de vergelijking van de alternatieven voor de bestelmethode hebben we het criterium “verlagen voorraadkapitaal” het zwaarst laten wegen. Het onderzoek is gefocust op het verlagen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Bij de alternatieven met een variabele bestelgrootte kan dit naar verwachting een verlaging opleveren van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal voor de OEM-parts en Outsourcing onderdelen van 5 procent. Het sS-model en BS-model hebben beiden een variabele bestelgrootte. We hebben aangenomen dat de onderdelen die nu voor 5 of meer modules besteld worden in de nieuwe situatie voor 2 of meer modules besteld worden omdat de huidige bestelgroottes zijn bepaald met een moverate van vier en de werkelijke moverate twee modules in de week bedraagt. Uit tabel 5.4 volgt dat deze onderdelen 7.2 procent (3.6%+1.5%+2.1%) bedragen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal van OEM-parts en Outsourcing onderdelen. We nemen aan dat een besparing van 5 procent haalbaar moet zijn omdat een aantal onderdelen gebonden zijn aan een verpakkingshoeveelheid en minimale afnamegroottes van een leverancier. Tabel 5.4 laat zien hoeveel onderdelen er voor meerdere modules tegelijk besteld worden en wat de waarde van deze onderdelen is in een percentage van totale waarde van de onderdelencategorie.

Besteld voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	meer dan 16	Totaal #
# Outsourcing	364	37	57	42	216	716
Percentage van de totale waarde van Outsourcing	71,0%	18,3%	6,2%	2,1%	3,7%	100,0%
# EOM-parts	95	16	6	7	6	130
Percentage van de totale waarde EOM-parts	98,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,1%	100,0%
Percentage van de totale waarde EOM + Outsourcing	82,9%	10,7%	3,6%	1,5%	2,1%	100,0%

Tabel 5.4– Analyse verlaging werkelijke uitstaande voorraadkapitaal (OEM-parts & Outsourcing)

Als tweede criterium hebben we de besturingslast van de inkopers genomen. Hierin zijn de bestelkosten meegenomen. Tussen de voorraadkosten en bestelkosten moet een goede afweging gemaakt worden. De alternatieven sS-model en BS-model werken met een variabele bestelgrootte. De inkopers moeten de bestelgroottes aanpassen op de vraag, dit zal om de drie maanden gedaan moeten worden om de vraag te volgen. Het sQ-model werkt met een vaste bestelgrootte het berekenen van de bestelgroottes moet jaarlijks gedaan worden.

Uit de resultaten van Expert Choice, tabel 5.1, concluderen we dat de alternatieven dicht bij elkaar liggen. Het alternatief sS-model scoort het hoogst. Voor dit alternatief schrijven we een implementatieplan. Uit Expert Choice is een gevoeligheidsanalyse, figuur 5.1, verkregen voor de alternatieven op het criterium “verlagen uitstaande voorraadkapitaal”. De gevoeligheidsanalyse geeft aan wat er gebeurt als we het gewicht (belangrijkheid) van het criterium veranderen. De verticale lijn geeft het huidige toegekende gewicht aan. Als we deze verlagen tot 0.3 zien we dat het alternatief sQ-model hoger scoort.



Figuur 5.1 – Gevoeligheidsanalyse Bestelmethode (Voorraadkapitaal)

5.4.4 - Productie

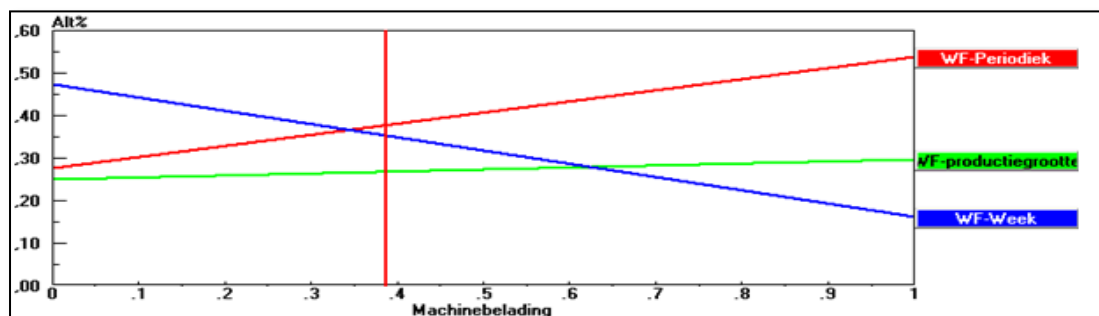
Voor de vergelijking van de alternatieven voor de productie hebben we de machinebelading als belangrijkste criterium genomen. Voor de alternatieven is het van belang een goede afweging te maken tussen de kosten van het op voorraad houden en de omstelkosten. Op de productieafdeling is de machinebezetting hoog. Voor het alternatief WF-weekbehoefte moeten de machines iedere week omgesteld worden voor productie van de onderdelen. De omstelkosten hebben geen toegevoegde waarde en hebben een negatieve invloed op de machinebelading. Voor de andere twee alternatieven hoeft de productie niet iedere week opgestart te worden. Maar door de grotere batchgroottes bezetten de onderdelen de machine langer. De batchgroottes voor WF-productiegrootte zijn vast en de batchgroottes voor WF-periodiek zijn afhankelijk van de vraag in het productie-interval.

Als tweede criterium nemen we het verlangen van het voorraadkapitaal. Dit onderzoek focust op het verlagen van het uitstaande voorraadkapitaal maar voor productie hebben we de machinebelading zwaarder laten wegen. Voor het alternatief WF-weekbehoefte komen de onderdelen niet op voorraad te liggen. Uit de tabel 5.5 volgt dat bijna 40 procent van de onderdelen voor meer dan twee modules tegelijk geproduceerd worden (100% - 61.5%). Maar er zijn ook onderdelen die in een vaste batchgrootte naar de uitbesteders moeten. De batchgrootte kan dan niet voor alle onderdelen gelijk zijn aan de weekbehoefte. We hebben aangenomen dat een besparing van 20 procent mogelijk is. Voor WF-periodiek is een zelfde analyse gedaan maar zijn we ervan uitgegaan dat de onderdelen niet voor meer dan 9 modules tegelijk geproduceerd gaan worden. Dit zal een besparing opleveren van 14 procent (12.5% + 1.5%). We hebben aangenomen dat voor dit alternatief een besparing van 10 procent mogelijk zal zijn op het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal van WF-parts. Het alternatief WF-productiegrootte is gelijk aan de huidige situatie en zal geen besparing opleveren.

Besteld voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	Meer dan 16	Totaal #
# onderdelen WF-parts(OF)	4	3	16	42	10	75
Percentage totaalwaarde van OF	63,9%	5,7%	21,7%	6,3%	0,7%	100,0%
# onderdelen WF-parts(Plaat)	4	0	6	16	16	42
Percentage van de totaalwaarde van Plaat	56,5%	0,0%	14,4%	25,9%	3,2%	100,0%
Percentage van de totaalwaarde van WF-parts	61,5%	3,9%	19,4%	12,5%	1,5%	100,0%

Tabel 5.5 - Analyse verlaging werkelijke uitstaande voorraadkapitaal (WF-parts)

Uit de scores van Expert Choice, tabel 5.1, concluderen we dat het alternatief WF-Periodiek het beste scoort. Voor dit alternatief schrijven we een implementatieplan. Figuur 5.2 geeft een gevoeligheidsanalyse voor de machinebelading. Als we de machinebelading zwaarder mee laten wegen dan komt het alternatief WF-Productiegrootte dichterbij de buurt van WF-Periodiek. Als we de machinebelading minder laten wegen (0.35) dan scoort het alternatief WF-Week beter.



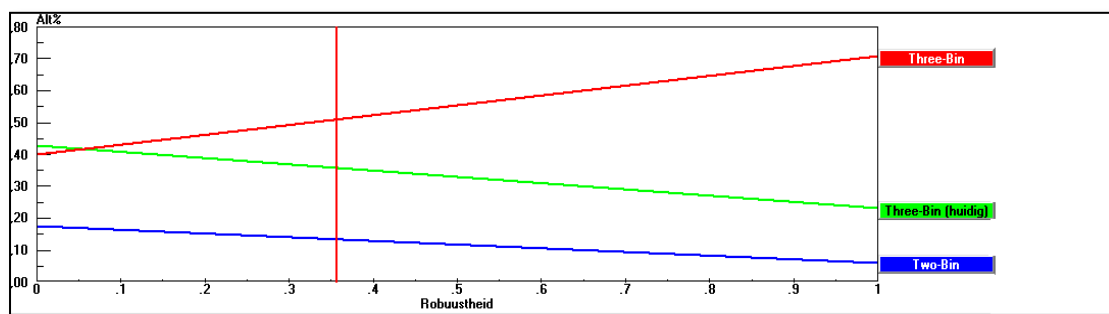
Figuur 5.2 – Gevoeligheidsanalyse productie (Machinebelading)

5.4.5 - Grijpvoorraad

Voor de vergelijking van de alternatieven voor de grijpvoorraad hebben we de robuustheid als belangrijkste criterium gesteld. Dit hebben we gedaan omdat het gaat om veel goedkope onderdelen. Voor de goedkope onderdelen moeten er zo min mogelijk menselijke interacties plaatsvinden. Extra handelingen resulteren in extra kosten die geen toegevoegde waarde aan het onderdeel geven. Bij het alternatief Three-Bin heeft de grijpvoorraad maar eenmaal per dag aanvulling nodig. Bij de andere twee alternatieven moet dit vaker gedaan worden om de grijpvoorraad aangevuld te houden.

Als tweede criterium hebben we de besturingslast van de cleanroommedewerker die de grijpvoorraad aanvult gesteld. De cleanroommedewerker hoeft bij het alternatief Three-Bin maar één keer op een dag de grijpvoorraad aan te vullen. Bij de andere twee alternatieven moet de medewerker dat vaker doen.

Uit de resultaten van Expert Choice, tabel 5.1, volgt dat het alternatief Three-Bin het beste scoort. Dit alternatief heeft een ruime voorsprong op de andere twee alternatieven. Figuur 5.3 geeft een gevoeligheidsanalyse voor de robuustheid. In het implementatieplan gaan we dit alternatief verder uitwerken en geven we aan wat er veranderd moet worden.



Figuur 5.3 – Gevoeligheidsanalyse grijpvoorraad (Robuustheid)

5.5 - Implementatieplan

Deze paragraaf beschrijft het implementatieplan voor de gekozen alternatieven. Voor het implementeren nemen we een tijdschema van een half jaar waarin het implementeren van de alternatieven stapsgewijs plaatsvindt. Een projectteam met werknemers uit verschillende lagen van de organisatie moeten zorg dragen voor het implementeren. Tijdens het implementeren is het belangrijk dat werknemers feedback kunnen geven op de resultaten van het implementeren van de alternatieven. Deze feedback moet gebruikt worden om het resultaat van de alternatieven te optimaliseren.

Voor het starten van het implementeren:

- Aankondiging van de wijzigingen in de bestelmethode. Hierbij zal interne steun gecreëerd moeten worden onder het management en de directe betrokkenen om het implementeren van de oplossingen goed te laten verlopen. De interne steun kan verkregen worden door de werknemers te betrekken bij het implementeren en de werknemers inspraak te geven in het implementatieproces (feedback) (Lorange, 1998).
- Aanstellen van een projectteam. Om het project te begeleiden moet er een projectteam samengesteld worden. De wijzigingen die aangebracht moeten worden om de alternatieven te implementeren zijn voor meerdere werknemers van toepassing. De werknemers die met de verandering te maken krijgen moeten begeleid worden in de verandering van hun taken. Voor het operationaliseren van de alternatieven is het belangrijk dat er uit alle afdelingen binnen de organisatie, waarvoor de veranderingen van toepassing zijn, een werknemer in het projectteam zit. Zo kunnen de problemen die in een afdeling ontstaan snel opgelost worden. De samenstelling van het projectteam zal bestaan uit een SCM-werknemer, een materialhandlingmedewerker, een inkoper, een orderplanner en een coach van de monteurs (Lorange, 1998).
- Benodigde middelen voor het alternatief van de bestelmethode. Voor het berekenen van de bestelintervallen moet een programma geschreven worden in het huidige softwareprogramma (IQBS) of er zal een keuze gemaakt moeten worden voor het aanschaffen van een bestaand softwareprogramma voor het voorraadbeheer (hier zal in de aanbeveling een advies over gegeven worden). Beide programma's moeten gekoppeld zijn aan BaaN om de inkopers van een besteladvies te voorzien. Voor het berekenen van de optimale bestelintervallen zal gebruik gemaakt worden van de Silver-Meal heuristiek. De bestelgroottes zijn afhankelijk van de vraag in het bestelinterval.
- Benodigde middelen voor het alternatief van de productie. Voor dit alternatief moet het geschreven programma voor de bestelmethode aangepast worden om de productieintervallen te berekenen. Voor het berekenen van de batchgroottes moeten de variabelen, die eerder beschreven zijn in paragraaf 4.1.1, meegenomen worden. Het berekenen van de batchgroottes zal de werkvoorbereider doen met de EOQ formule voor een moverate van 1, 2, 3 en 4 modules per week.
- Benodigde middelen voor het alternatief van de grijpvoorraad. In de goederen sluis moeten Two-Bin bakken komen en in het magazijn moeten normale bakken komen. Deze wijziging zal voor alle producten toegepast moeten worden waarvan de assemblage in de cleanroom plaatsvindt. Voor het bepalen van de bestelgroottes zal net als in de huidige situatie de EOQ formule gebruikt worden.

Start van het implementeren tot een half jaar verder (bestelmethodek):

- Schrijven van het programma voor het berekenen van de bestelintervallen in IQBS. Voor de berekening van de bestelintervallen moeten de variabelen, die beschreven zijn in paragraaf 4.1.1, meegenomen worden.
- Controleren van het programma door het uitvoeren van de berekeningen in een testomgeving.
- Koppelen van het programma aan het softwaresysteem BaaN. De berekende bestelintervallen moeten in BaaN ingevoerd worden. BaaN maakt iedere week een inkoopadvies voor de inkopers. Voor het inkoopadvies moeten de berekende bestelintervallen gebruikt worden.
- Instrueren van de inkopers over de extra taken die zij moeten uitvoeren. De inkopers moeten weten hoe de formule voor het berekenen van het bestelinterval werkt en moeten de benodigde gegevens hiervoor invoeren in BaaN (kwantumkortingen, orderkosten, verpakkingshoeveelheden, minimale bestelhoeveelheden van een leverancier, etc).
- Verhelpen van de ontstane problemen en optimaliseren van de oplossingen.

Start van het implementeren tot een half jaar verder (productie):

- Schrijven van een programma, met als basis het programma dat geschreven is voor de bestelmethodek, voor het berekenen van de productie-intervallen. Voor het berekenen van de productie-intervallen moeten de variabelen die beschreven zijn in paragraaf 4.1.1, meegenomen worden.
- Controleren van het programma door het uitvoeren van de berekeningen in de testomgeving.
- Berekenen van de batchgroottes door de werkvoorbereiders. De werkvoorbereiders moeten de batchgrootte per onderdeel berekenen voor een vraag van 1, 2, 3 en 4 onderdelen in de week. Voor de berekening moeten de variabelen uit paragraaf 4.1.1 meegenomen worden.
- Koppeling van het programma aan het softwaresysteem BaaN. De productieplanners moeten uit BaaN een uitvoer krijgen van het aantal te produceren onderdelen in het productie-interval.
- Verhelpen van de ontstane problemen en optimaliseren van de oplossingen.

Start van het implementeren tot een half jaar verder (grijpvoorraad):

- Vervangen van de bakken in de goederensluis en in het magazijn
- Instrueren van de magazijnmedewerker. De magazijnmedewerker moet de kanbankaarten een keer per dag ophalen uit de goederensluis.
- Instrueren van de cleanroommedewerker. De cleanroommedewerker haalt aan het einde van de dag de gepickte onderdelen op uit het magazijn en vult deze aan in de bakken in de goederensluis.
- Instrueren van de monteurs. De monteurs mogen alleen de onderdelen uit de goederensluis halen die zij nodig hebben en mogen geen grote voorraad aanhouden op hun werkplek.

Na een half jaar:

- Monitoren van de behaalde resultaten, eventuele problemen oplossen en verder optimaliseren van het voorraadbeheer. Hier kan ook bepaald worden, als dat nog niet gedaan is in de eerdere fase, of er voor de andere producten een soortgelijk voorraadbeheersysteem moet komen.

Hoofdstuk 6 – Conclusie

Dit hoofdstuk beschrijft de conclusie van het onderzoek. In de conclusie zal de onderzoeksvraag centraal staan: *“Hoe kan VDL ETG Almelo haar werkelijke uitstaande voorraadkapitaal verlagen, zodat dit overeenkomt met het verwachte uitstaande voorraadkapitaal?”*. Na de conclusie zullen we een aantal aanbevelingen aandragen, die buiten het onderzoek vallen, maar wel kunnen bijdragen aan het functioneren van het bedrijf.

In het onderzoek hebben we geconstateerd dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal veel hoger ligt dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal en dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal een stuk eerder valt dan verwacht. Dit heeft een aantal oorzaken:

- Wijzigingen in de vraag van ASML. Geplande modules voor levering moeten vaak later geleverd worden dan eerder afgesproken was. Verplichtingen zijn al aangegaan met de leveranciers en de onderdelen komen op voorraad te liggen.
- Onderdelen komen te vroeg binnen. De oorzaken hiervan zijn: bestellen van onderdelen voor meerdere modules dan nodig is in een week en 15 procent van de leveringen vindt minimaal één week eerder plaats dan afgesproken.
- ASML eist dat de modules één week voor de gestelde leverdatum gereed moeten zijn. Dit heeft als gevolg dat de modules altijd één week langer op de balans staan.

Deze oorzaken hebben mede tot gevolg dat het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal eerder dan het verwachte uitstaande voorraadkapitaal valt. De onderdelen komen eerder binnen en staan dus ook eerder op de balans (werkelijke uitstaande voorraadkapitaal).

Harde afspraken met ASML over de leverdatum van de module zullen bijdragen aan het verlagen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal en zal het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal met één week richting het verwachte uitstaande voorraadkapitaal doen verschuiven. Door de harde afspraken zal het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal met 25 procent afnemen. VDL heeft gemiddeld één module meer in assemblage zitten dan dat ze moeten leveren aan ASML.

De leveringen van de leveranciers moeten op de afgesproken leverdatum geleverd worden. Een gedeelte van de onderdelen (15 procent) zal dan minder op voorraad liggen. Dit zal naar verwachting een verlaging van 5 procent opleveren van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal.

Voor het verlagen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal kijken we naar de verschillende onderdelencategorieën (Floorstock, OEM-parts, Outsourcing, Raw Materials en WF-parts). De grijpvoorraad onderdelen (Floorstock & OEM-parts) hebben weinig invloed op het uitstaande voorraadkapitaal. Dit zijn de onderdelen goedkoper dan drie euro. Voor deze onderdelen hebben we gezocht naar een methode voor het optimaliseren van het voorraadbeheer. De OEM-parts en Outsourcing onderdelen bepalen 70 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Voor deze onderdelen hebben we gekeken naar de bestelmethode om het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal te verlagen. De WF-parts onderdelen bepalen 15 procent van het uitstaande voorraadkapitaal. De productieafdeling produceert deze onderdelen in batchgroottes. We hebben gezocht naar een manier voor het bepalen van de batchgroottes en de productie-intervallen.

De grijpvoorraad onderdelen moeten uit het magazijn komen om aangevuld te worden als grijpvoorraad voor de monteurs. Het komt vaak voor dat een monteur een lege grijpvoorraadbak aantreft en zonder het benodigde onderdeel terugkeert naar zijn werkplek. Dit kan het assemblageproces ophouden en deze loopbeweging is onnodig, als de monteur alleen voor het betreffende onderdeel naar de grijpvoorraad loopt. Om te voorkomen dat de grijpvoorraden voor de monteurs op zijn, is er gekozen voor een Three-Bin systeem. In het magazijn ligt de hoofdvoorraad (Bin 1) en de grijpvoorraad voor de monteur bestaat uit twee bakken (Bin 2 en Bin 3) met in Bin 3 een kanbankkaart. De monteur legt de kanbankkaart in de kanbankaartenbak, als Bin 3 leeg is en legt de grijpvoorraad uit Bin 2 in de derde Bin. De volgende monteur kan hetzelfde onderdeel dan uit de derde Bin halen. Aan het einde van de dag vult de cleanroommedewerker, die verantwoordelijk is voor het aanvullen van de grijpvoorraad, de grijpvoorraad aan in Bin 2. De monteurs zullen vrijwel nooit een lege grijpvoorraad aantreffen.

Voor de OEM-parts en Oursourcing onderdelen adviseren we een bestelmethode die werkt met een vast bestelinterval en een variabele bestelgrootte (sS-model). Het bestelinterval bepalen we met de Silver-Meal heuristiek. Deze zal elk kwartaal opnieuw berekend moeten worden om de verandering in de vraag te volgen. De berekening van het bestelinterval kan gemaakt worden in het huidige softwareprogramma (IQBS) die de gegevens weer doorvoert in het algemene softwaresysteem BaaN. De bestelgroottes zijn gelijk aan de vraag in het bestelinterval. Deze aanpassing zal resulteren in een verlaging van 5 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal.

Voor de productie van de WF-parts zal er gewerkt worden met productie-intervallen. De productie-intervallen zullen de werkvoorbereiders berekenen per onderdeel. De productiegroottes zullen de werkvoorbereiders bepalen voor een vraag van één tot en met vier modules per week. De productieplanner zal niet meer onderdelen plannen dan dat er benodigd zijn in het productie-interval, zodat de onderdelen minder lang op voorraad komen te liggen. Dit zal een besparing van 2 procent op het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal opleveren. De omstelkosten voor de machines nemen niet significant toe. Bij een grote vraag zullen de omstelkosten gelijk zijn, maar in een periode met een lage vraag zullen de omstelkosten toenemen. Dit is de oorzaak van het produceren in kleinere hoeveelheden.

Als de wijzigingen voor de harde leverdatum van de leveranciers, de bestelmethode en de productie doorgevoerd zullen worden, dan zal dit naar verwachting een verlaging van 12 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal opleveren. Dit lijkt een laag percentage, maar het gaat hier om een hoog uitstaande voorraadkapitaal. Het levert een besparing van de rentekosten van de lening op. Bij het percentage hebben we de harde afspraken met ASML niet meegenomen, omdat deze klant veel inspraak heeft en de belangrijkste klant is voor VDL ETG Almelo. Als we de harde afspraken met ASML meenemen zal dit naar verwachting een extra verlaging van 20 tot 25 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal opleveren.

6.1 - Aanbevelingen

Met de klant ASML is een LFA contract aangegaan, maar de ASML heeft nog veel vrijheid in de afname van de producten. Het zou ideaal zijn om minimaal dezelfde voorwaarden met ASML af te spreken, als de voorwaarden die afgesproken zijn met de leveranciers. Dit zal betekenen dat ASML minimaal zes weken voor levering een harde order moet geven en dat de producten dan ook werkelijk op de afgesproken leverdatum geleverd worden. Deze aanpassing kan doorgevoerd worden in het nieuw af te sluiten LFA contract met ASML eind 2012. De modules blijven dan minder lang op voorraad liggen. Dit zal een verlaging van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal tot gevolg hebben.

Bij de leveranciers met een LFA contract kan de leverdatum van een onderdeel opgeschoven worden totdat de harde order is geplaatst (twee weken voor levering). Deze methode kan de verandering in de vraag goed volgen, voornamelijk uitstellen van leveringen, zodat de onderdelen niet op voorraad komen te liggen. De leveranciers volgen de rolling forecast en krijgen een harde order als ze daadwerkelijk mogen leveren. Er is minder interactie nodig van de inkopers, dan bij de voorgestelde bestelmethode, maar niet alle leveranciers willen een LFA afsluiten. Het is aan te bevelen om met meer leveranciers een LFA contract af te sluiten.

De WF-Parts onderdelen hebben meestal meerdere bewerkingen nodig. Voor iedere machine is in het verleden een wachttijd bepaald. Deze wachttijden van de machines zijn ruim genomen en dragen voor een groot gedeelte bij aan de totale doorlooptijd van een onderdeel. Het is niet duidelijk hoe deze wachttijden zijn berekend. Om meer inzicht te krijgen in het productieproces en de effectiviteit van de machines is het aan te raden om een Overall Equipment Effectiveness (OEE) analyse en Single Minute Exchange of Dies (SMED) methode uit te voeren. Met de gegevens uit de OEE analyse kunnen de wachttijden van de machines opnieuw berekend worden. Met deze gegevens kan de productieplanner rekening houden voor het maken van een planning en kan de effectiviteit per machine bepaald en verbeterd worden. Met de SMED methode kunnen de omsteltijden ingekort worden.

De leveranciers die klantspecifieke onderdelen maken hebben net als de bewerkingsafdeling (WF-parts) van VDL optimale batchgroottes. Voor het bepalen van de bestelgroottes is het handig om te weten wat de optimale batchgroottes van de leveranciers zijn. Het moet duidelijk zijn wat de gevolgen zijn van een toenemende bestelgrootte op de doorlooptijd van een onderdeel is. De leverancier kan bijvoorbeeld een range geven waarin de bestelgrootte mag zitten om een gelijke doorlooptijd te houden en een gelijke kostprijs.

Per onderdelencategorie is er minstens één inkoper. De inkopers werken enigszins onafhankelijk van elkaar en ontwikkelen hun eigen werkwijze. Tijdens de interviews met de verschillende inkopers is geconstateerd dat de inkopers niet precies weten hoe de andere inkopers te werk gaan. Het is aan te raden om een gelijke inkoopmethode (werkwijze) te hanteren voor alle inkopers. Als een inkoper een verbetering op de inkoopmethode heeft kan de inkoper deze doorgeven aan de initiële inkoper. De initiële inkoper kan een bijeenkomst organiseren of persoonlijk gesprekken met de inkopers voeren om de verbetering door te voeren. Zo kunnen alle inkopers binnen VDL ETG Almelo werken met de zelfde inkoopmethode. Op een bijeenkomst kunnen de inkopers ervaringen met elkaar uitwisselen en de inkoopmethode verder optimaliseren.

Voor het beheren van de voorraad kan er ook een bestaand softwarepakket aangeschaft worden die gekoppeld wordt aan het ERP programma van het bedrijf. Een softwarepakket kan het voorraadbeheer vergemakkelijken en heeft als doel de kosten van de voorraad te minimaliseren. Hier beschrijven we de sterke punten van de softwarepakketten Slim4 en Manhattan. De leverancier van Slim 4 geeft het volgende aan: *“Slim4 berekent de noodzakelijke veiligheidsvoorraad, het bestelniveau en een inkoopplan voor de komende 12 maanden. Dit op basis van de afzetprognose, gewenste servicegraad, minimale bestelhoeveelheden en levertijden per artikel.”* De sterke punten van softwarepakket slim 4 zijn (Slimstock, 2011):

- De parameters automatisch per onderdeel/product berekenen.
- Het aangeven van de onderdelen die de meeste aandacht nodig hebben.
- Korte implementatietijd.
- Voorraad aansturen op meerdere punten in de leveranciersketen.

De leverancier van Manhattan geeft het volgende aan: *“Manhattan vermijdt het steeds opnieuw berekenen van de veiligheidsvoorraden, bestelmomenten en bestelhoeveelheden van de onderdelen.”* De sterke punten van het softwarepakket Manhattan zijn (Manhattan, 2010):

- De parameters automatisch per onderdeel/product berekenen.
- Het informeren van de leveranciers over de vraagontwikkelingen.
- Voorraad aansturen op meerdere punten in de leveranciersketen.

Er zijn meer softwarepakketten voor het beheren van de voorraad. De hierboven beschreven softwarepakketten zijn veel gebruikte en staan goed bekend (Berends, 2011). Het is aan te raden een kosten-batenanalyse te doen voor de softwarepakketten die beschikbaar zijn op de markt. Het softwarepakket zal gekoppeld moeten worden aan het algemene softwaresysteem van het bedrijf. VDL heeft momenteel nog BaaN als algemeen softwaresysteem en wil SAP implementeren als vervanger voor BaaN. Het is aan te raden om te wachten tot het bedrijf is overgegaan naar SAP en dan pas een keuze te maken voor een softwarepakket voor het voorraadbeheer. De softwarepakketten zijn voor zowel BaaN als voor SAP beschikbaar, maar een softwarepakket voor BaaN is niet om te zetten naar een softwarepakket voor SAP (Slimstock, 2011).

Voor de andere producten van VDL ETG Almelo is het aan te raden om een soort gelijke bestelmethode te implementeren. De andere modules voor de halfgeleiderindustrie hebben net als de NXT module een hoog werkelijk uitstaand voorraadkapitaal en hebben dezelfde klant als voor de NXT module. Voor deze modules kan dezelfde bestelmethode geïmplementeerd worden. De andere producten van VDL hebben vaak ook maar een klant en vertonen ook veel wisselingen in de vraag. Voor de producten met een vraag hoger dan één product per week is de aanbevolen bestelmethode een goede methode voor het voorraadbeheer. Het voordeel van deze bestelmethode is, dat de inkopers de onderdelen bestellen op de behoefte in een vast bestelinterval. Deze methode probeert de kosten (bestel- en voorraadkosten) te minimaliseren.

Bronvermeldingen

Artikelen

Cohen, K. J., & Cyert, R. M. (1973). *Strategy: Formulation, Implementation, and Monitoring. The Journal of Business*, 349-367.

Demeter, K., & Matyusz, Z. (2009). *The impact of lean practices on inventory turnover. Hongarije: eslevier.*

Denneman, P. A. (1996, Januari). *Voorraadbeheersingssystemen. Vraagbraak Inkoop & logistiek*.

Durlinger, P. (2005, Maart). *Wat kost voorraad? IT Logistiek*, p. 2.

Lorange, P. (1998). *Strategy Implementation: the New Realities. Long Range Planning*, 18-29.

Ramstedt, L., & Woxenius, J. (2005). *MODELLING APPROACHES TO OPERATIONAL DECISION-MAKING IN FREIGHT TRANSPORT Chain. Department of Systems and Software Engineering.*

Interviews

Ekkel, M. (2011, April). *Orderplanning NXT/XT4. (J. ter Horst, Interviewer)*

Jonker, A. (2011, Mei 30). *Productieplanning en bestellingen. (J. ter Horst, Interviewer)*

Krukkert, W. (2011, Mei 24). *WF- parts (OF). (J. ter Horst, Interviewer)*

Megelink, I. (2011, Mei 10). *OEM-parts. (J. ter Horst, Interviewer)*

Mulder, H. (2011, mei 14). *Inkoop. (J. ter Horst, Interviewer)*

Obdeyn, A. (2011, Mei 10). *Voorraadkosten. (J. ter Horst, Interviewer)*

Oomen, P. (2011, Mei 12). *Lean manufacturing. (J. ter Horst, Interviewer)*

Posthumus, G. (2011, April). *Voorraadbeheer. (J. ter Horst, Interviewer)*

Slootman, F. (2011, mei 17). *Outsourcing parts. (J. ter Horst, Interviewer)*

Teunis, G. (2011, Mei 5). *Werkvoorbereiding. (J. ter Horst, Interviewer)*

van den Berg, P. (2011, Juni 10). *Invloed van afkeur onderdelen. (J. ter Horst, Interviewer)*

van der Berg, W. (2011, Mei 5). *Inkoop Raw Materials. (J. ter Horst, Interviewer)*

Vriesen, D. (2011, Mei 5). *Floorstock. (J. ter Horst, Interviewer)*

Wolterink, W. (2011, April). *Voorraadbeheer & planning. (J. ter Horst, Interviewer)*

Boeken

Hopp, W., & Spearman, m. (2008). *Factory Physics*. MC Graw Hill.

Pinedo, M. (2009). *Planning and scheduling in manufacturing and services*. New York: Springer.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Wiley & Sons.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2007). *Operations management*. FT Prentice Hall.

Websites (artikelen op websites)

Beerens, H. (2006, Augustus 26). *Formule van Camp*. Opgeroepen op Mei 2011, van Logistiek: http://www.logistiek.nl/dossierartikelen/did646-Wat_is_de_Formule_van_Camp.html

Berends, H. (2011, Maart 29). Vernieuwd Slim4 optimaliseert 5 miljoen voorraadartikelen per uur. Opgeroepen op Juli 20, 2011, van logistiek.nl: <http://www.logistiek.nl/supply-chain/voorraadbeheer-forecasting/nid11561-vernieuwd-slim4-optimaliseert-5-miljoen-voorraadartikelen-per-uur.html>

Flowresult. (2007, Oktober). *Bestelsystemen voor de onafhankelijke vraag*. Opgeroepen op Mei 30, 2011, van Scribd: <http://www.scribd.com/doc/21440197/Bestelsystemen-Voor-de-Onafhankelijke-Vraag>

Lijftogt, M. (2008, Juni 6). *Wat is de 5S-methode?* Opgeroepen op Juni 15, 2011, van Logistiek.nl: http://www.logistiek.nl/dossierartikelen/id11349-Wat_is_de_Smethode.html

Manhattan. (2010). *Inventory Optimization*. Opgeroepen op Mei 25, 2011, van Manhattan: http://www.manh.com/sites/default/files/files/MANH-Inventory_Optimization_Brochure.pdf

Slimstock. (2011). *Slim 4*. Opgeroepen op Juli 1, 2011, van Slimstock: http://www.slimstock.com/NL/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=3

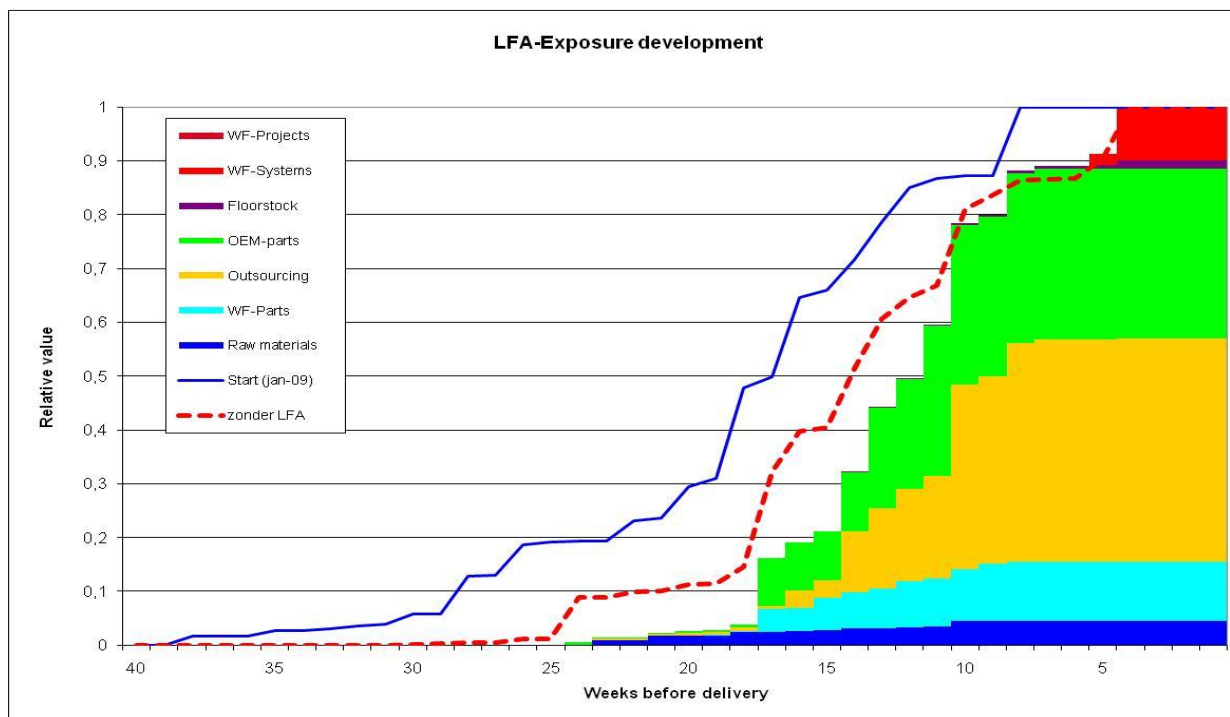
Van Lente & de Vos. (sd). *TPM-technieken*. Opgeroepen op Juni 21, 2011, van Van Lente en de Vos: <http://www.oe.nl/index.asp?page=69&campaign=TPM%20verbetertechnieken&medium=CPC&source=Adwords&keyword=TPM&gclid=CM-54KG8uqkCFUSs3god02kd9w>

VDL Groep. (2011). *Strategie*. Opgeroepen op Juni 28, 2011, van VDL Groep: <http://www.vdlgroep.com/?page/2261/Strategie.aspx>

Bijlagen

Bijlage 1 – Exposure model

Voor de NXT module heeft VDL een verwachtingsgrafiek, figuur B1.0, opgesteld voor de betalingsverplichtingen die zijn aangegaan met de leveranciers. De NXT module heeft een doorlooptijd van 28 weken. VDL gaat in de 28 weken voor de levering aan ASML al betalingsverplichtingen aan met de leveranciers en start intern de productie van de maakdelen. Voor het opstellen van figuur B1.0 is gebruik gemaakt van de percentages uitstaande betalingsverplichtingen (exposure) ten opzicht van de kostprijs van de NXT module per onderdelencategorie. Het figuur geeft aan hoeveel procent van de totale kostprijs aan betalingsverplichtingen is aangegaan in een willekeurige week binnen de doorlooptijd. De lijn “Start (jan-09)” geeft de beginsituatie aan van de uitstaande betalingsverplichtingen in 2009 en de lijn “zonder LFA” geeft aan hoe hoog de aangegane betalingsverplichtingen waren voordat VDL over ging van op order naar LFA aansturing (gedeeltelijke) van de leveranciers.



Figuur B1.0 - Exposure model van de NXT module.

In tabel B1.0 is de opbouw gegeven van de percentages aangegane betalingsverplichtingen als percentage van de totale kostprijs (exposure) in de weken binnen de doorlooptijd per onderdelencategorie.

Relative exposure development										
Weken voor levering	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
Raw materials	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,9%	1,7%
WF-Parts	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Outsourcing	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
OEM-parts	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Floorstock	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WF-Systems	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WF-Projects	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Grand Total	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,5%	1,4%	1,4%	2,3%
Weken voor levering	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
Raw materials	1,7%	1,7%	2,4%	2,4%	2,7%	2,7%	3,1%	3,2%	3,2%	3,5%
WF-Parts	0,0%	0,1%	0,3%	4,2%	4,2%	6,0%	6,8%	7,3%	8,6%	8,8%
Outsourcing	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	3,2%	3,2%	11,3%	15,1%	17,1%	19,1%
OEM-parts	0,2%	0,2%	0,5%	8,9%	9,1%	9,1%	11,0%	18,6%	20,4%	27,9%
Floorstock	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WF-Systems	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
WF-Projects	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Grand Total	2,5%	2,7%	3,8%	16,2%	19,1%	21,0%	32,2%	44,0%	49,3%	59,3%
Weken voor levering	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Raw materials	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
WF-Parts	9,6%	10,6%	10,9%	10,9%	10,9%	10,9%	10,9%	10,9%	10,9%	10,9%
Outsourcing	34,4%	34,8%	40,7%	41,4%	41,4%	41,4%	41,4%	41,4%	41,4%	41,4%
OEM-parts	29,6%	29,6%	31,7%	31,7%	31,7%	31,7%	31,7%	31,7%	31,7%	31,7%
Floorstock	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,6%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
WF-Systems	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
WF-Projects	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Grand Total	78,4%	79,9%	88,1%	89,0%	89,0%	91,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabel B 1.0 – Aangegane betalingsverplichtingen in de weken binnen de doorlooptijd.

Bijlage 2 – Selecteren van een leverancier

VDL heeft een centrale database van leveranciers waaruit de inkopers de leveranciers kunnen selecteren. Voor de NXT module heeft ASML een aantal leveranciers voorgeschreven. Alle leveranciers krijgen een score op de QLTC (Quality Logistics, Technics and Costs) criteria. De inkoper kiest de leverancier met de hoogste gemiddelde score op de criteria. Een verdere uitleg van het QLTC is hieronder gegeven. Verder moet een leverancier voldoen aan de volgende standaarden (ISO 9001/2000, a business excellence program, ISO 14001, ISO 13483, NEN-EN 9100 and QHE system (Quality, Health and Environment)).

De leveranciers worden opgesplitst in vier groepen:

- Voorkeurleveranciers - Nog niet eerder gemaakte onderdelen worden betrokken van voorkeurleveranciers.
- Bewezen leveranciers – Onderdelen, die de voorkeurleveranciers niet leveren, worden betrokken van bewezen leveranciers. Deze kunnen voorkeurleverancier worden als zij aan de eisen van VDL voldoen (preferred supplier qualifications).
- Niet-bewezen leverancier – Leveranciers, die nog niet aan de verwachtingen van VDL voldaan hebben.
- Prospectors - Leveranciers die nog niet eerder geleverd hebben aan VDL ETG Almelo.

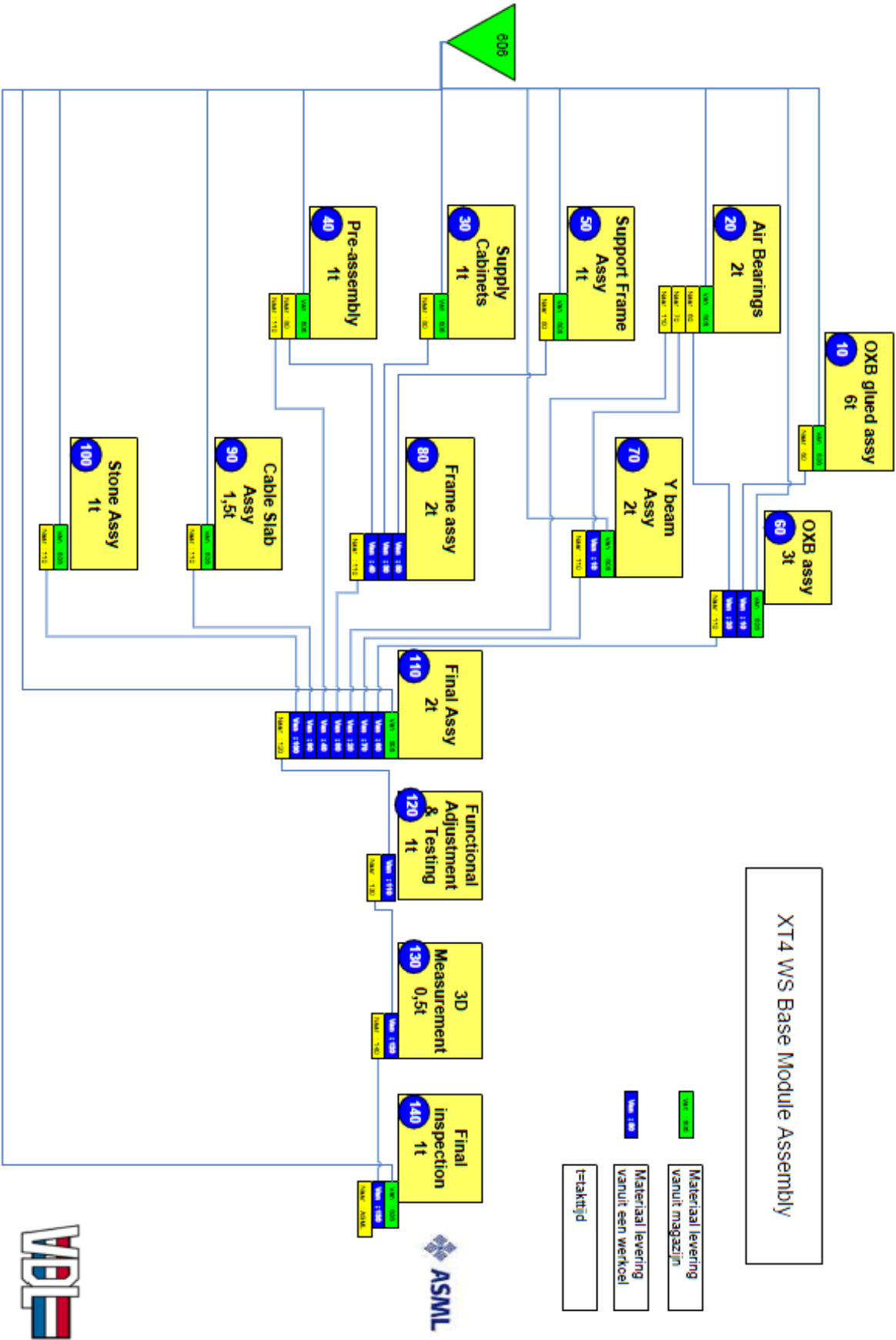
Een nieuwe leverancier moet de eerste vier keer een keuringsrapport opmaken voor de geleverde onderdelen. De leveringen die daarna volgen krijgen een steekproef controle van VDL. Als uit de steekproef blijkt dat de onderdelen niet aan de kwaliteitseisen voldoen, dan wordt de leverancier benaderd om de kwaliteit te verbeteren. Bij de eerste vier zendingen moet de leverancier weer een keuringsrapport mee sturen.

QLTC – Quality Logistics, Technics and Costs

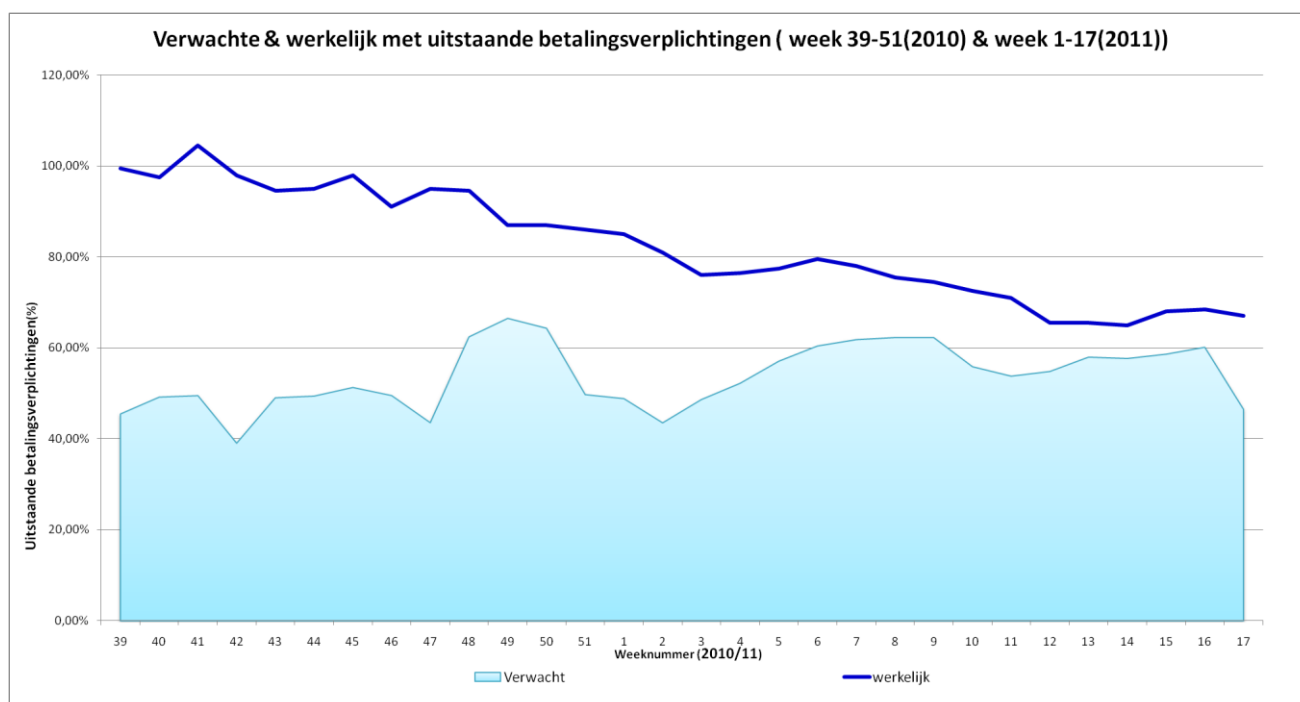
Bij het selecteren van een nieuwe leverancier en bij bestaande leveranciers wordt de kwaliteit van de geleverde producten beoordeeld. Als de leverancier niet aan de kwaliteitsverwachtingen voldoet dan zal de inkoper kijken of de leverancier de kwaliteit kan verbeteren en anders gaat de inkoper opzoek naar een andere leverancier. De leverbetrouwbaarheid van de leverancier is ook erg belangrijk, een leverancier mag niet te vroeg leveren en zeker niet te laat. Per leverancier houdt BaaN bij welke leveranciers te laat leveren. Het binnenboeken van de geleverde onderdelen kan op een latere datum plaatsvinden dan de datum waarop de onderdelen zijn ontvangen. Deze ruimte wordt geboden in de ECLIP+3, drie dagen na de leverdatum binnen geboekte producten vallen nog binnen de leverbetrouwbaarheid. De inkoper kijkt ook of de kostprijs, die een leverancier factureert overeen komt met de kostprijsberekeningen die VDL maakt. Als de leverancier een hogere kostprijs in rekening brengt, dan de kostprijs berekend door VDL, dan gaat de inkoper na waar dat aan ligt. ASML maakt op haar beurt een zelfde berekening en controleert de in rekening gebrachte kosten van VDL.

Bijlage 3 – Flowdiagram van de assemblage XT4 module

Figuur B3.0 – Flowdiagram van de assemblage XT4 module



Bijlage 4 – Verwachte en werkelijke uitstaande betalingsverplichtingen



Figuur B4.0 – Verwachte en werkelijke uitstaande betalingsverplichtingen

Dit figuur B4.0 laat het verloop zien van alle aangegane betalingsverplichtingen (commitments) in 2010 (week 39-51) en 2011 (week 1-17). We zien dat de werkelijke aangegane betalingsverplichtingen (werkelijk) steeds dichterbij de verwachte aangegane betalingsverplichtingen (verwacht) gaat. Deze trend kunnen we verklaren door de overgang naar LFA aansturing van een aantal grote leveranciers. Ongeveer 30 procent van de onderdelen wordt nu betrokken van leveranciers met een LFA.

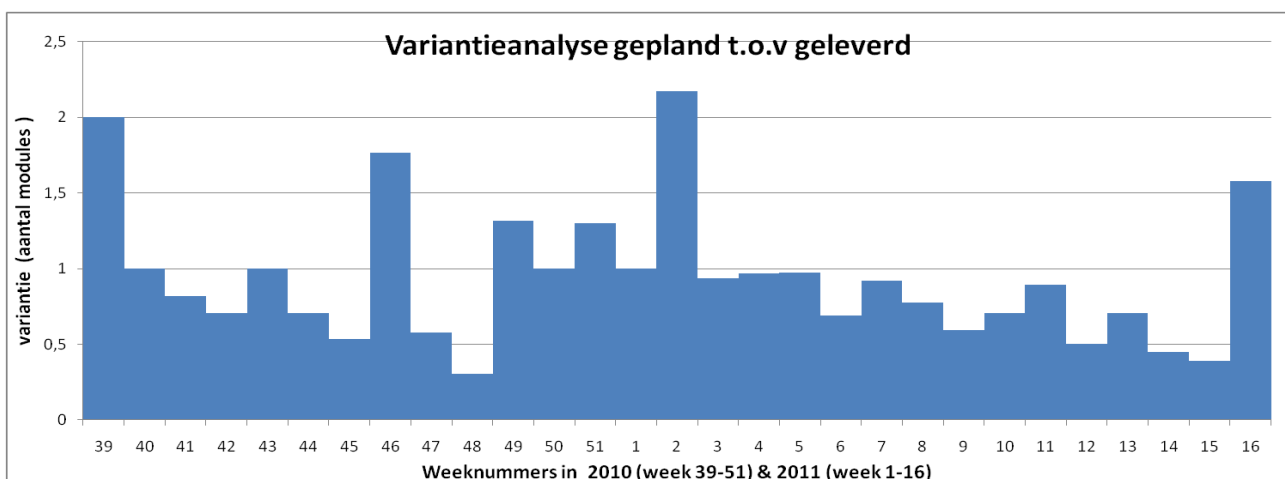
Bijlage 5 Variantie-analyse in de productieplanning

Wk	Werkelijk geleverd(G)	Gepland w1	Gepland w2	Gepland w3	Gepland w4	Gepland w5	Gepland w6	Gepland w7	Gepland w8	Gepland w9	Gepland w10	Gepland w11	Gepland w12	Moverate	Gem. CT 5W		Gem. CT 8W		Harde order	gepl-geiv w1-G	gepl-geiv w2-G	gepl-geiv w3-G	gepl-geiv w4-G	Gem. gepl-geiv
															OEM-parts w9-w4	Outsourcing w12-w4								
17	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	3	2	3	2	1	2	2		1	1	1	1	0	0,75
16	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2,4	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
15	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2,35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2,35	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
13	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2,25	1	0	0	0	2	1	1	1	1	1,25
12	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2,35	0	1	1	0	0	2	1	1	1	1
11	3	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2,5	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1
10	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2,6	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1,25
9	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2,85	0	1	1	0	1	2	1	1	1	1,25
8	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2,85	0	1	1	0	1	2	1	1	1	1,25
7	2	1	4	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2,75	-1	0	0	0	0	3	1	2	1	1,5
6	3	2	1	4	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2,75	0	0	0	0	1	0	3	1	1	1,25
5	1	1	2	1	4	2	3	2	2	3	2	2	3	2,6	-1	-1	-1	-2	0	1	0	3	1	1
4	2	0	1	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2,55	-1	-1	-1	0	-1	0	1	2	0,5	0,5
3	1	1	0	1	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2,45	0	0	0	0	0	-1	0	1	1	0
2	3	0	1	0	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2,5	2	2	2	1	-1	0	-1	0	-0,5	-0,5
1	1	0	0	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2,7	0	0	0	0	0	-1	-1	1	1	0
51	2	5	0	0	0	2	2	3	2	2	3	2	2	2,6	2	2	2	3	4	-1	-1	-1	-1	0,25
50	0	9	5	0	0	0	2	3	2	2	2	3	2	2,45	2	2	2	2	8	4	-1	-1	-1	2,5
49	1	0	10	5	0	2	2	2	2	2	3	3	2	2,55	2	2	2	2	-1	9	4	-1	-1	2,75
48	1	2	4	11	2	0	0	0	0	2	2	3	3	2,45	0	1	1	-2	1	3	10	1	3,75	3,75
47	1	1	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	3	2,35	0	1	1	-2	0	1	1	1	0,75	0,75
46	1	3	1	2	2	2	2	0	2	2	2	2	3	2,35	0	1	1	-2	2	0	1	1	1	1
45	2	3	3	1	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2,35	0	0	0	0	2	2	0	1	1,25	1,25
44	2	1	3	3	3	1	2	2	2	0	2	2	2	2,4	-1	1	1	1	0	2	2	0	1	1
43	1	2	1	2	2	4	1	2	2	2	0	2	2	2,35	-2	-2	-2	-2	1	0	1	3	1,25	1,25
42	2	1	2	1	2	0	1	2	2	2	2	0	2	2,15	0	0	0	0	0	1	0	1	0,5	0,5
41	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2,4	0	-2	0	0	2	1	1	1	1	1
40	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,25	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
39	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,25	0	0	0	0	-1	1	1	1	1	0,5
Gemiddelde:														0,1666667	0,5	0,033333333	0,9333333	1,2333333	1,2	0,9	1,066667			

Tabel B5.1 – Variantie gepland t.o.v. geleverd

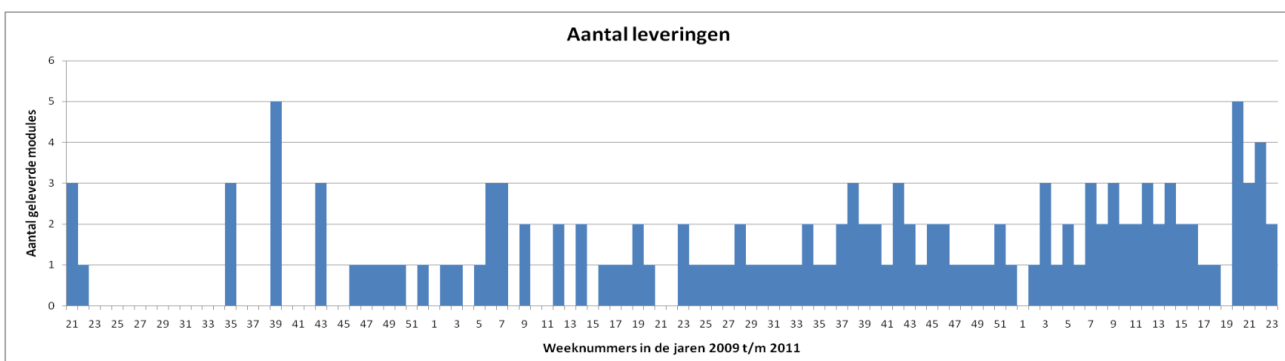
Tabel B5.1 geeft het werkelijk aantal geleverde en de geplande modules in de weken 39-51(2010) en 1-17(2011) weer. We hebben een variantieanalyse gedaan voor OEM-parts en Outsourcing onderdelen. De gemiddelde doorlooptijd bij de leveranciers voor deze onderdeelcategorieën zijn respectievelijk 5 en 8 weken. Dit komt overeen met het plaatsen van een bestelling in respectievelijk week 9 en week 12. De variantie is berekend door het verschil tussen de geplande modules in de weken respectievelijk week 9 en week 12 met de geplande modules die naar assemblage gaan (W4). Voor de LFA aansturing van de leveranciers moet de harde order twee weken voor levering geplaatst zijn. Deze variantie tussen datum van het plaatsen van de order (W6) en de datum dat de modules naar assemblage gaan (W4) is gegeven onder “Harde order”. Verder is er gekeken naar de variantie in de 4 weken van assemblage. Dit hebben we ook op basis van het geplande en het werkelijk aantal geleverde modules gedaan. Van deze waarden hebben we een gemiddelde genomen “Gem. gepl. gelv”.

In figuur B5.2 hebben we de variantie in de forecast berekend over een periode van 20 weken. Iedere week is er een nieuwe forecast gegeven de afwijking met de vorige forecast hebben we genomen als variatie ten opzichte van het werkelijk aantal geleverde modules in een week. Op de X-as staan de weeknummer van 2010 (week 39-51) en 2011(week 1-16) vermeld.



Figuur B5.2 – Variantie in de forecast, 20 weken vooruit, ten opzichte van werkelijk geleverd.

Figuur B5.3 laat het aantal geleverde modules per week zien in de jaren 2009(week 21-51), 2010(week 1-51) en 2011(week 1-23).



Figuur B5.3 – Aantal NXT modules geleverd in een bepaalde week vanaf start productie.

Bijlage 6 – Scoren alternatieven

In tabel B6.1 hebben we de alternatieven per criteria een score gegeven ten opzichte van elkaar. We hebben hieronder beschreven hoe we deze waardes bepaald hebben.

Bestelpolitiek Criteria/alternatieven	Gewicht criterium	sQ-model	sS-model	BS-model
Verlagen voorraadkapitaal	0,39	0%	5%	5%
Besturingslast Inkoper	0,30	++	+	+
Besturingslast MH	0,19	+	+	-
Kosten	0,06	€ -	€ 5.000,00	€ 5.000,00
Dynamisch	0,03	-	+	++
Robuustheid	0,03	++	+	-
Score EC		0,330	0,347	0,323
Productie Criteria/alternatieven	Gewicht criterium	WF-Weekbehoefte	WF-periodiek	WF-productiegrootte
Machinebelading	0,39	-	+	+/-
Verlagen voorraadkapitaal	0,31	20%	10%	0%
Besturingslast WV	0,19	++	-	+
Dynamisch	0,04	+	+	-
Robuustheid	0,04	-	+	++
Kosten	0,03	€ -	€ 2.000,00	€ -
Score EC		0,337	0,362	0,301
Grijpvoorraad Criteria/alternatieven	Gewicht criterium	Two-Bin	Three-Bin	Three-Bin(huidig)
Robuustheid	0,36	-	++	+
Besturingslast CR	0,34	+	++	+
Bestuurslast Magazijn	0,21	--	+/-	+
Verlagen voorraadkapitaal	0,06	5%	0%	0%
Kosten	0,03	€ -	€ 1.000,00	€ -
Score EC		0,134	0,509	0,357

Tabel B6.1 – Scores alternatieven

Bestelmethode

Voor de vergelijking van de alternatieven voor de bestelmethode hebben we het criterium “verlagen voorraadkapitaal” het zwaarst laten wegen. Het onderzoek is gefocust op het verlagen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal. Bij de alternatieven met een variabele bestelgrootte kan dit naar verwachting een verlaging opleveren van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal voor de OEM-parts en Outsourcing onderdelen van 5 procent. Het sS-model en BS-model hebben beiden een variabele bestelgrootte. We hebben aangenomen dat de onderdelen die nu voor 5 of meer modules besteld worden in de nieuwe situatie voor 2 tot 5 modules besteld worden omdat de huidige bestelgroottes zijn bepaald met een moverate van vier en de werkelijke moverate twee modules in de week bedraagt. Uit tabel B6.2 volgt dat deze onderdelen 7.2 procent (3.6%+1.5%+2.1%) bedragen van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal van OEM-parts en Outsourcing onderdelen. We nemen aan dat een besparing van 5 procent haalbaar moet zijn omdat een aantal onderdelen gebonden zijn aan een verpakkingshoeveelheid en minimale afnamegroottes van een leverancier.

Bestelling voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	meer dan 16	Totaal #
# Outsourcing	364	37	57	42	216	716
Percentage totale waarde van Outsourcing	71,0%	18,3%	6,2%	2,1%	3,7%	100,0%
Bestelling voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	meer dan 16	Totaal #
# EOM-parts	95	16	6	7	6	130
Percentage totale waarde EOM-parts	98,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,1%	100,0%
Percentage totale waarde EOM + Outsourcing	82,9%	10,7%	3,6%	1,5%	2,1%	100,0%

Tabel B6.2 – Analyse verlaging werkelijke uitstaande voorraadkapitaal (OEM-parts & Outsourcing)

Als tweede criterium hebben we de besturingslast van de inkopers genomen. Hierin zijn de bestelkosten meegenomen. Tussen de voorraadkosten en bestelkosten moet een goede afweging gemaakt worden. De alternatieven sS-model en BS-model werken met een variabele bestelgrootte. De inkopers moeten de bestelgroottes aanpassen op de vraag, dit zal om de drie maanden gedaan moeten worden om de vraag te volgen. Het sQ-model werkt met een vaste bestelgrootte het berekenen van de bestelgroottes moet jaarlijks gedaan worden.

De besturingslast van de materialhandlingmedewerkers hebben we bepaald met de frequentie dat de onderdelen binnen zullen komen. Bij het BS-model kunnen de onderdelen elke moment in de tijd binnen komen. Bij het sQ- en sS-model komen deze in een vast interval (frequentie) binnen, dit komt ten goede van de besturingslast van de materialhandlingmedewerkers.

De implementatiekosten voor het sS-model en het BS-model zijn geschat op 5000 euro. Er zal een programma geschreven moeten worden om de bestelgroottes of het bestelinterval met het huidige softwareprogramma (IQBS) te berekenen. Dit programma kan de berekende waarden doorvoeren in BaaN. Bij het schatten van de implementatiekosten zijn we er van uitgegaan dat het programma intern geschreven kan worden. Het bedrijf beschikt al over IQBS. Het sQ-model heeft deze aanpassing niet nodig. In de implementatiekosten hebben we de volgende kosten meegenomen:

- Na verwachting zal een werknemer één weken nodig hebben om het programma te schrijven. (4000 euro)
- Kosten voor het testen en evalueren (1000 euro)

Uit de scores uit Expert Choice kunnen we concluderen dat de alternatieven dicht bij elkaar liggen. Het alternatief sS-model scoort het hoogst. Voor dit alternatief gaan we een implementatieplan schrijven.

Productie

Voor de vergelijking van de alternatieven voor de productie hebben we de machinebelading als belangrijkste criterium genomen. Voor de alternatieven is de afweging tussen de kosten van het op voorraad houden en zijn de omstelkosten van belang. Bij de productieafdeling is de machinebezetting hoog. Voor het alternatief WF-weekbehoefte moeten de machines iedere week omgesteld worden voor productie van de onderdelen. De omstelkosten hebben geen toegevoegde waarde en hebben een negatieve invloed op de machinebelading. Voor de andere twee alternatieven hoeft de productie niet iedere week opgestart te worden. Maar door de grotere batchgrootte bezetten de onderdelen de machine langer. De batchgroottes voor WF-productiegrootte zijn vast en de batchgroottes voor WF-periodiek zijn afhankelijk van de vraag in het productie-interval.

Als tweede criterium nemen we het verlangen van het voorraadkapitaal. Dit onderzoek focust op het verlagen van het uitstaande voorraadkapitaal maar voor productie hebben we de machinebelading zwaarder laten wegen. Voor het alternatief WF-weekbehoefte komen de onderdelen niet op voorraad te liggen. Uit de tabel B6.3 volgt dat bijna 40 procent van de onderdelen voor meer dan twee modules tegelijk geproduceerd worden (100% - 61.5%). Maar er zijn ook onderdelen die in een vaste batchgrootte naar de uitbesteders moeten. De batchgrootte kan dan niet voor alle onderdelen gelijk zijn aan de weekbehoefte. We hebben aangenomen dat een besparing van 20 procent mogelijk is. Voor WF-periodiek is een zelfde analyse gedaan maar zijn we ervan uitgegaan dat de onderdelen niet voor meer dan 9 modules tegelijk geproduceerd gaan worden. Dit zal een besparing opleveren van 14 procent (12.5% + 1.5%). We hebben aangenomen dat voor dit alternatief een besparing van 10 procent mogelijk zal zijn op het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal van WF-parts. Het alternatief WF-productiegrootte is gelijk aan de huidige situatie en zal geen besparing opleveren.

Besteld voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	Meer dan 16	Totaal #
# onderdelen WF-parts(OF)	4	3	16	42	10	75
Percentage totaalwaarde van OF	63,9%	5,7%	21,7%	6,3%	0,7%	100,0%
Besteld voor # modules	1 t/m 2	3 t/m 4	5 t/m 8	9 t/m 16	Meer dan 16	Totaal #
# onderdelen WF-parts(Plaat)	4	0	6	16	16	42
Percentage van de totaalwaarde van Plaat	56,5%	0,0%	14,4%	25,9%	3,2%	100,0%
Percentage van de totaalwaarde van WF-parts	61,5%	3,9%	19,4%	12,5%	1,5%	100,0%

Tabel B6.3 - Analyse verlaging werkelijke uitstaande voorraadkapitaal (WF-parts)

Voor het alternatief WF-periodiek en WF-productiegrootte moeten de werkvoorbereiders de productiegroottes berekenen. Bij het alternatief WF-weekbehoefte hoeft dat niet. De besturingslast van de werkvoorbereider is bij het alternatief WF-weekbehoefte daarom ook het laagst.

De implementatiekosten van het alternatief WF-periodiek hebben we geschat op 2000 euro. Er zal een aanpassing gedaan moeten worden in het huidige softwaresysteem (IQBS) voor het werken met de periodieke behoefte. De productieplanner haalt hier de gegevens uit om mee te werken. Voor het schatten van de kosten hebben we aangenomen dat de zelfde werknemer, als voor de bestelmethode, het programma schrijft. Hij zal een aanpassing moeten doen aan het programma om deze geschikt te maken voor dit alternatief. Na verwachting zal de werknemer een halve week nodig hebben voor deze aanpassing (2000 euro). Uit de scores van Expert Choice voor de productie kunnen we concluderen dat het alternatief WF-Periodiek het beste scoort.

Grijpvoorraad

Voor de vergelijking van de alternatieven voor de grijpvoorraad hebben we de robuustheid als belangrijkste criterium gesteld. Dit hebben we gedaan, omdat het gaat om veel goedkope onderdelen. Voor de goedkope onderdelen moeten er zo min mogelijke menselijke interactie plaatsvinden, extra handelingen resulteren in extra kosten, die geen toegevoegde waarde aan het onderdeel geven. Bij het alternatief Three-Bin heeft de grijpvoorraad maar eenmaal per dag aanvulling nodig. Bij de andere twee alternatieven moet dit vaker gedaan worden om de grijpvoorraad aangevuld te houden.

Als tweede criterium hebben we de besturingslast van de cleanroommedewerker, die de grijpvoorraad aanvult, gesteld. De cleanroommedewerker hoeft bij het alternatief Three-Bin maar één keer op een dag de grijpvoorraad aan te vullen, bij de andere alternatieven moet de medewerker dat vaker doen.

De besturingslast van de magazijnmedewerker is te bepalen met het aantal handelingen benodigd voor het picken van de onderdelen. Bij alle drie alternatieven moeten de werknemers de kanbankaarten uit de goederensluis halen. Bij alternatief Two-Bin moet hij dat vaker dan één keer per dag doen om de grijpvoorraad aangevuld te houden (-). Bij het alternatief Three-Bin haalt de magazijnmedewerker één keer per dag de kanbankaarten op. Bij het alternatief Three-Bin huidig moet de magazijnmedewerker minimaal twee keer per dag de kanbankaarten ophalen, maar ligt de uitgifte hoeveelheid al klaar in het magazijn (Bin 2).

Het verlagen van het uitstaande voorraadkapitaal is moeilijk te bepalen. Bij het alternatief Two-Bin is er een bak minder voor de grijpvoorraad. We hebben aangenomen dat dit zal leiden tot een verlaging van 5 procent van het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal voor grijpvoorraad. Het ontbreken van een derde bin zal niet resulteren in een kleinere bestelhoeveelheid, maar de bestelling zal later geplaatst worden.

Voor het bepalen van de kosten voor het implementeren van het alternatief Three-Bin hebben we aangenomen dat de nieuwe bakken in de goederensluis ongeveer 1000 euro kosten. Voor de andere alternatieven is deze aanpassing niet nodig.

Uit de resultaten van Expert Choice volgt dat het alternatief Three-Bin het beste scoort. Dit alternatief heeft een ruime voorsprong op de andere twee alternatieven. In het implementatieplan gaan we dit alternatief verder uitwerken en geven we aan wat er veranderd moet worden.

Bijlage 7 – Berekening bestelhoeveelheden

Omschrijving	Hoefv.	Leverancier	Leveranci	Toeg.wrd/eh	Huidig Opt S	UVK	EOQ	UVK	Silver-Meal	UVK	WKB
Nxt ws la cooling singl	1	MAGIFA BV	4	€ 429,5	6	€ 2.577,0	8	€ 3.436,0	6	€ 2.577,0	2
Ntwt ws em sick module	1	SICK	12	€ 635,0	9	€ 5.715,4	4	€ 2.540,2	4	€ 2.540,2	2
Nxt ws porous bearing D	2	IBS (USD)	2	€ 667,3	10	€ 6.673,3	8	€ 5.338,6	12	€ 8.008,0	4
Ntwt ws em sick module	1	SICK	12	€ 731,4	9	€ 6.582,9	4	€ 2.925,7	4	€ 2.925,7	2
Nxt ws docking body pla	1	DUWAKO	15	€ 770,6	4	€ 3.082,5	4	€ 3.082,5	2	€ 1.541,2	2
Nxt ws crashrim beam	1	DUWAKO	15	€ 798,0	4	€ 3.192,0	4	€ 3.192,0	2	€ 1.596,0	2
Pump diaph liq pml5764n	1	TEESING	75	€ 852,3	3	€ 2.557,0	2	€ 1.704,7	2	€ 1.704,7	2
Nxt ws sf porous bearin	1	IBS (USD)	2	€ 1.580,0	5	€ 7.900,0	6	€ 9.479,9	6	€ 9.479,9	2
Nt wsr uslab hose	1	PNEUTEC	5	€ 1.605,6	3	€ 4.816,7	4	€ 6.422,3	4	€ 6.422,3	2
Nxt ws driftm.magnetyok	3	TECNOTION (INK)	2	€ 3.969,0	9	€ 35.721,0	6	€ 23.814,0	6	€ 23.814,0	6
Nxt ws mp cover sheet a	1	MAAN SPECIAL	1	€ 4.328,5	3	€ 12.985,4	4	€ 17.313,9	4	€ 17.313,9	2
Nxt ws driftmotor coil	3	TECNOTION (INK)	2	€ 5.846,9	9	€ 52.622,1	6	€ 35.081,4	6	€ 35.081,4	6
				Totaal		74 € 144.425,2	60	€ 114.331,2	58	€ 113.004,2	
						0,00%		-20,84%		-21,76%	

Tabel B7.0 – berekening van bestelgroottes

We hebben een berekening gemaakt voor de te bestellen hoeveelheid in tabel B7.0 voor de top 10 onderdelen van OEM-parts en Outsourcing. Deze selectie is tot stand gekomen door de onderdelen te nemen die duurder zijn dan 400 euro. In de kolom “Huidig Opt S” staan de gebruikte bestelgroottes. Verder hebben we de bestelgroottes berekend met de EOQ formule en hebben we voor de Silver-Meal heuristiek de bestelhoeveelheid bij de gevonden bestelintervallen berekend. In de kolomen uitstaand voorraadkapitaal (UVK) deze hebben we de bestelhoeveelheden vermenigvuldigd met de toegevoegde waarde per product. De totale waarde voor de huidige bestelgroottes hebben we als nul-waarde genomen en deze hebben we vergeleken met de berekende waarden voor EOQ en voor de Silver-Meal heuristiek.

Voor het berekenen van de EOQ- en Silver-Meal waarden hebben we bestelkosten van 100 euro per order genomen. Deze hebben we gedeeld door het aantal onderdelen, die een leverancier levert voor de NXT module (kolom “Leverancier”). Zo verdelen we de bestelkosten over de onderdelen van een leverancier. Een leverancier die meerdere onderdelen levert heeft dus lager bestelkosten per onderdeel. Voor het voorraadkostenpercentage hebben we 25 procent genomen. De producten vallen in de hoge risico groep. Verder hebben we een jaarvraag genomen van 104 modules per jaar. Dit is gelijk aan een vraag van twee modules per week.

Uit de berekeningen uit tabel B7.0 concluderen we dat de berekening van de bestelhoeveelheden met de EOQ formule en Silver-Meal heuristiek een besparing opleveren van het uitstaande voorraadkapitaal van VDL voor de NXT module. De berekening is alleen gebaseerd op de top 10 onderdelen. In de bijlage 6 hebben we een aanname gemaakt hoeveel het werkelijke uitstaande voorraadkapitaal zal afnemen als we gebruik maken van de Silver-Meal heuristiek.