

## MASTER

### Flexibele beheersing

van ad hoc naar structureel plannen : ontwerp van een masterplan voor Hero Nederland B.V.

Snoeren, Laurens

*Award date:*  
2004

[Link to publication](#)

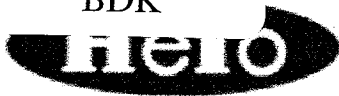
#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

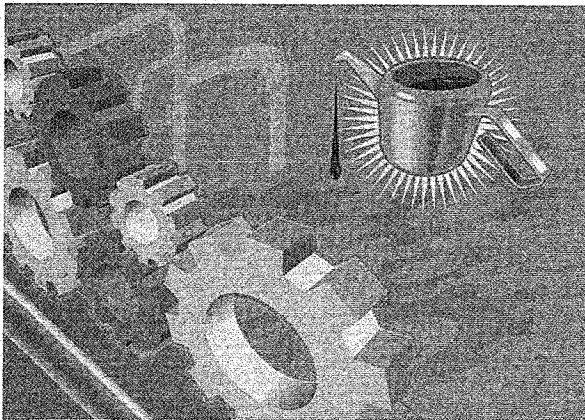
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

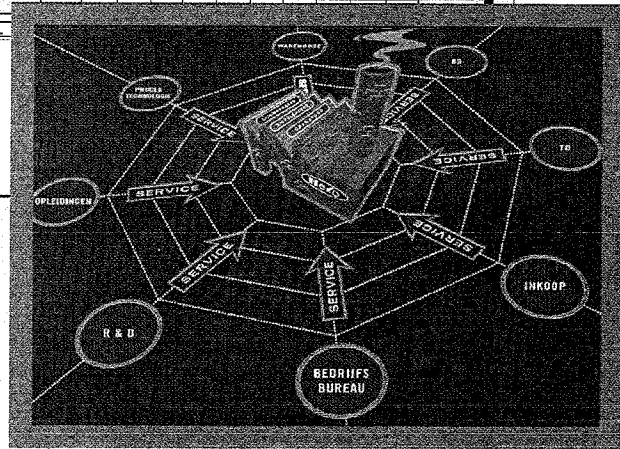


# “FLEXIBELE BEHEERSING”

Van ad hoc naar structureel plannen:  
Ontwerp van een Masterplan voor Hero Nederland B.V.



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Totaal	
Verkoop	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000
Productie	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000
Financien	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Totaal	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000



**BIJLAGEN BIJ  
EINDRAPPORTAGE**

*Afstudeeronderzoek naar  
besturingsproblematiek  
rondom Coldfill-lijn Hero Nederland B.V.*

*Laurens Snoeren  
Eindhoven/ Breda, 20 augustus 2004*

**NIET  
UITLEENBAAR TU/e**

---

# “FLEXIBELE BEHEERSING”

## Van ad hoc naar structureel plannen: Ontwerp van een Masterplan voor Hero Nederland BV

Bijlagen bij eindrapport

*“Het is een slecht plan dat niet voor wijziging vatbaar is...”*

(Publilius Syrus)

Eindhoven/ Breda, 20 augustus 2004

Student:                    Laurens Snoeren  
Identiteitsnummer:       449116

Technische Universiteit Eindhoven  
Faculteit Technologie Management  
Opleiding Technische Bedrijfskunde

Begeleiders Technische Universiteit Eindhoven:  
Prof. Dr. Ir. J.C. Fransoo  
Dr. Ir. J.P. Vos

Begeleiders Hero Nederland BV:  
Dhr. F. Boseker, Supply Chain Manager  
Ir. W. Broeders, Distributiemanager



## Inhoudsopgave bijlagen

Inhoudsopgave bijlagen.....	i
<b>Bijlage 1.1</b> <b>Overzicht Hero-groep .....</b>	<b>1</b>
<b>Bijlage 1.2</b> <b>Workflow Productie: Coldfill-lijn.....</b>	<b>1</b>
<b>Bijlage 3.1</b> <b>BaaN- procedures bij de planning.....</b>	<b>2</b>
B3.1.1    Constraint planning: genereren productieadviezen.....	2
B3.1.2    Process planning: Invoeren productiebatches .....	3
<b>Bijlage 3.2</b> <b>Vaststellen parameters.....</b>	<b>4</b>
<b>Bijlage 3.3</b> <b>Workflows plannings- en inkoopprocessen .....</b>	<b>6</b>
B3.3.1    Workflow Planning .....	6
B3.3.2    Workflow Inkoop.....	7
<b>Bijlage 3.4</b> <b>Uitleg IDEF-schema's .....</b>	<b>7</b>
<b>Bijlage 5.1</b> <b>Volledig overzicht knelpunteninventarisatie .....</b>	<b>8</b>
<b>Bijlage 6.1</b> <b>Berekening OEE.....</b>	<b>10</b>
<b>Bijlage 6.2</b> <b>Specificatie ingezette uren capaciteit .....</b>	<b>11</b>
B6.2.1    Ingezette capaciteit .....	11
B6.2.2    Beschikbare capaciteit .....	11
<b>Bijlage 6.3</b> <b>Verschillen registratie uren OEE en CPS.....</b>	<b>12</b>
<b>Bijlage 6.4</b> <b>Uitleg voorraadanalyses 2003.....</b>	<b>13</b>
B6.4.1    Gedisaggregeerd voorraadniveau per statistiegroep uitgedrukt in # weken dekking .....	13
B6.4.2    Geaggregeerd voorraadniveau per artikelgroep uitgedrukt in # flessen.....	13
<b>Bijlage 6.5</b> <b>Voorraadverloop artikelen 2003.....</b>	<b>14</b>
B6.5.1    Gedisaggregeerd voorraadniveau per statistiegroep uitgedrukt in # weken dekking .....	14
B6.5.2    Geaggregeerd voorraadniveau per artikelgroep uitgedrukt in # flessen.....	15
B6.5.3    Voorraaddekking gedisaggregeerd per artikel uitgedrukt in # flessen.....	17
<b>Bijlage 8.1</b> <b>Classificatie grondstoffen bij inkoopplan.....</b>	<b>18</b>
<b>Bijlage 9.1</b> <b>Opbouw verkoopplan in Microsoft Excel™.....</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage 9.2</b> <b>Opbouw voorraaddekking in # weken vraag in Microsoft Excel™ .....</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage 9.3</b> <b>Relatie <math>\sigma_{L,i}</math> &amp; <math>\sigma_{1,i}</math> .....</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 9.4</b> <b>Uitleg en illustratie statistische analyses vraagdistributie .....</b>	<b>23</b>
B9.4.1    Uitleg statistische analyses .....	23
B9.4.2    Analyse salesdata fitten op een Normale kansverdelingfunctie .....	24
B9.4.3    Uitleg en bepaling parameters bij een Gamma kansverdelingfunctie .....	31
<b>Bijlage 9.5</b> <b>Uitkomsten statistische analyses vraagdistributie.....</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 9.6</b> <b>Berekening "k" &amp; SSi op basis van servicemaat en Normale verdeling .....</b>	<b>35</b>
B9.6.1    Cycle service level P1; vraagdistributie is normaal verdeeld.....	35
B9.6.2    Target fill rate P2; vraagdistributie is normaal verdeeld .....	35
<b>Bijlage 9.7</b> <b>Uitleg (R, s, Q)-systeem .....</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 9.8</b> <b>Berekening S<sup>z</sup> op basis van vraagdistributie en servicemaat .....</b>	<b>39</b>
B9.8.1    Cycle service level P1; vraagdistributie is Normaal verdeeld .....	39
B9.8.2    Target fill rate P2; vraagdistributie is Normaal verdeeld.....	39
B9.8.3    Cycle service level P1; vraagdistributie is Gamma verdeeld.....	40
B9.8.4    Target fill rate P2; vraagdistributie is Gamma verdeeld .....	42

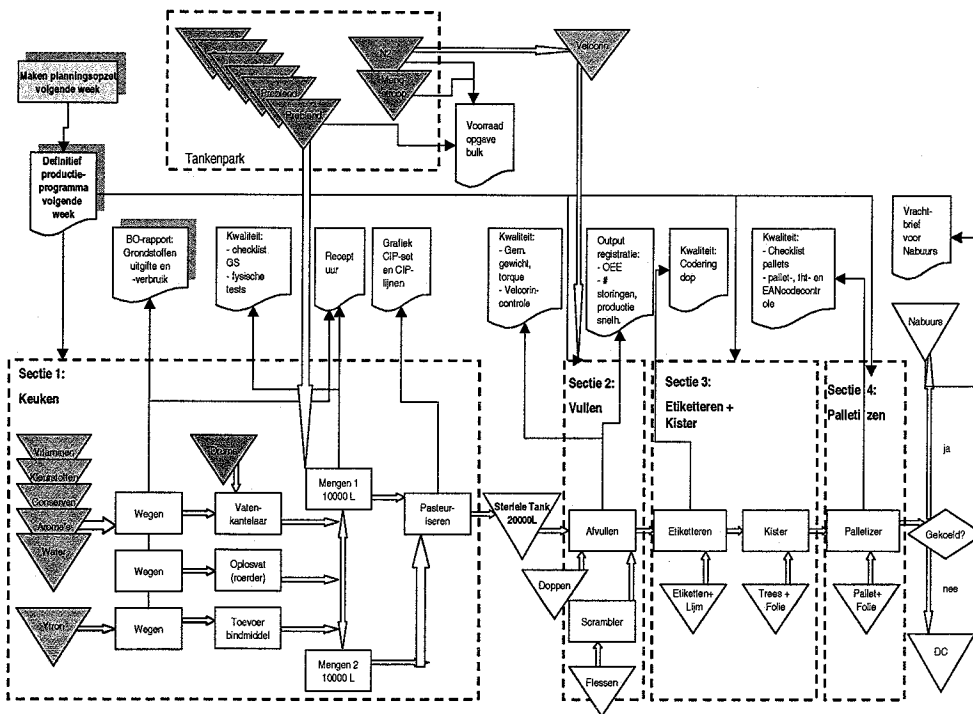
<b>Bijlage 9.9</b>	<b>Overzicht &amp; interpretatie resultaten <math>S^*i</math> &amp; <math>SSi</math> voor alle producten &amp; opbouw in Microsoft Excel™</b>	
	Excel™ .....	43
B9.9.1	Overzicht resultaten analyses $s^*_i$ en $ssi$ .....	43
B9.9.2	Interpretatie analyses $s^*_i$ en $ssi$ .....	45
B9.9.3	Opbouw analyses $s^*_i$ en $ssi$ in Microsoft Excel™ .....	46
<b>Bijlage 9.10</b>	<b>Opbouw actuele aggregaatvoorraad en norm-capaciteitsvoorraad in Microsoft Excel™</b>	<b>48</b>
<b>Bijlage 9.11</b>	<b>Bepaling cyclustijden CF-producten</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage 9.12</b>	<b>Bepaling productieniveau en -capaciteit in Microsoft Excel™</b>	<b>50</b>
<b>Bijlage 10.1</b>	<b>Handmatige adjustments in Microsoft Excel™</b>	<b>51</b>
<b>Bijlage 12.1</b>	<b>Aanpassing capaciteitstoewijzing in MP-sheet</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage 12.2</b>	<b>Aanpassing voorraadplan in MP-sheet</b>	<b>53</b>

## Bijlage 1.1 Overzicht Hero-groep

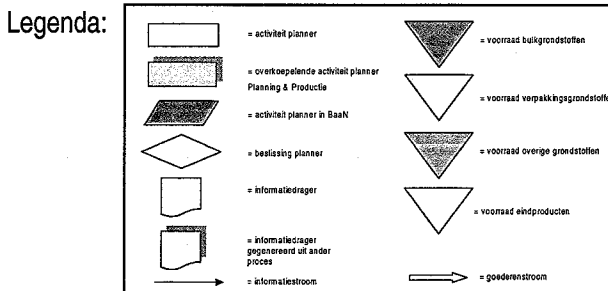
Tabel B1.1: Overzicht van de Hero-groep

Naam bedrijf	Land	Percentage eigendom
Hero Schweiz	Zwitserland	100.0%
Hero Nederland BV	Nederland	100.0%
Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA	Duitsland	51.0%
Hero España SA	Spain	100.0%
Hero France SAS	Frankrijk	100.0%
Vitrac (SEFIAA)	Egypte	65.0%
Hero Italia Spa	Italië	100.0%
Hero Polska Sp.z o.o.	Polen	100.0%
Hero Portugal Lda	Portugal	100.0%
Hero Argentina SA	Argentinië	50.0%
Hero Gida Ticaret AS	Turkije	100.0%
Adolf Darbo AG	Oostenrijk	41.8%
Hero North America LLC	VS	100.0%

## Bijlage 1.2 Workflow Productie: Coldfill-lijn



Figuur B1.1: Workflow Productie



### Bijlage 3.1 BaaN- procedures bij de planning

Binnen BaaN is er eigenlijk sprake van 2 planniveaus te weten:

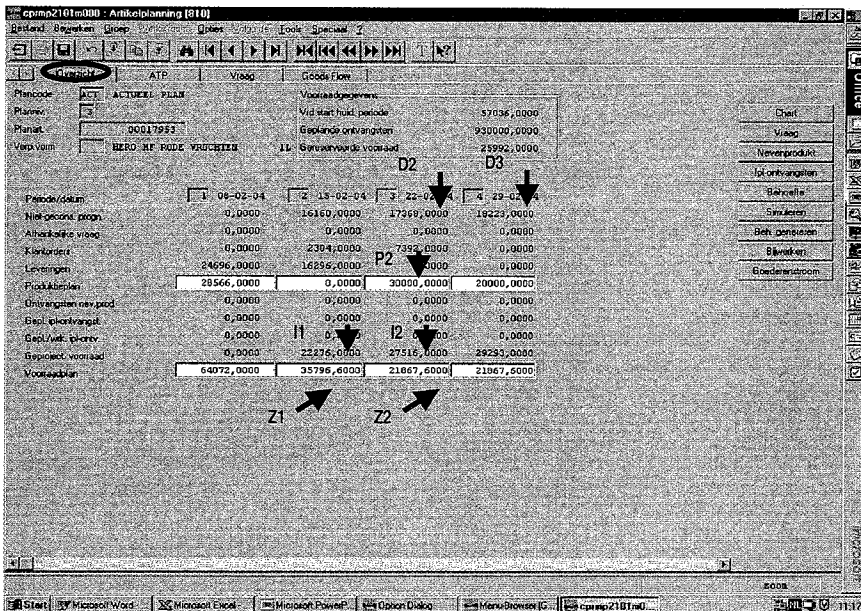
1. "Constraint planning": correspondeert met de korte termijn afdelingsplanning (MLT). Op dit niveau worden door BaaN dagelijks adviezen gegenereerd op basis van de "nieuwe" verkoopgegevens. Deze adviezen zijn nog niet bindend.
2. "Process planning": correspondeert met de weekplanning (scheduling). Op dit niveau zijn de werkelijke productieruns ingelegd. Productieruns hebben een batchnummer gekregen en liggen in principe vast voor komende week.

Bij het plannen zijn de volgende sessies van belang:

#### B3.1.1 Constraint planning: genereren productieadviezen

Sessie: "Artikelplanning"

De adviezen worden als volgt gegenereerd:



Figuur B3.1: Sessie artikelplanning

#### Z t = voorraadplan

Dit voorraadplan is afhankelijk van de instelling van de prognosehorizon t. Dit is gelijk aan wat er de komende periode nodig is (verkocht wordt) volgens afspraak (prognose). Bijvoorbeeld: indien prognosehorizon gelijk is aan 5 dagen dan is het voorraadplan gelijk aan de vraag voor de komende week. In de voorbeeldsessie van figuur B3.1 is de prognose horizon 10 dagen (= 2 weken). Daaruit volgt:

$$Z1 = D2 + D3.$$

[B-1]

BB noemt dit voorraadplan veiligheidsvoorraad genoemd. In principe is dit niet de veiligheidsvoorraad, maar het zogenaamde reorder point "s": Zolang de voorraad boven dit punt ligt hoeft er niet besteld te worden. Dit bestelpunt is wel dynamisch: afhankelijk van de geprognosticeerde vraag ligt deze lager of hoger. Is de vraag de komende twee weken hoog dan gaat het reorder point ook omhoog en zal de kans dat er geproduceerd dient te worden toenemen.

D2 en D3 zijn hierin de niet-geconsumeerde vraagprognoses wat in deze omgeving gelijk is aan de verwachte vraag in komende periode (D2 voor volgende week en D3 voor over 2 weken).

$I_t$  = geprojecteerde voorraad = het verwachte voorraadvolume aan het einde van de planperiode. BaaN geeft een productieadvies voor dit artikel indien de huidige voorraadpositie minus de niet-geconsumeerde prognose voor komende week kleiner is dan het voorraadplan. Dus:

$$IF I_1 - D_2 < Z_2 THEN P_2, ELSE P_2 = 0$$

[B-2]

Indien er geproduceerd wordt, wordt er in principe de minimale orderhoeveelheid (of een veelvoud daarvan) geproduceerd (tabel 1.7, §1.3.1). In bovenstaand voorbeeld is de minimale orderhoeveelheid 20000 flessen. Voor dit product bestaat er een order veelvoud van 10000 flessen per keer.

$P_2$  is gelijk aan 30000 flessen: dit is gelijk aan de minimale orderhoeveelheid (= 2 mengtanks) + een orderveelvoud van 10000 flessen (= één mengtank). Deze parameters zijn vastgesteld in een andere sessie (bijlage 3.2).

Verder geldt dat:

$$I_2 = I_1 - D_2 + P_2$$

[B-3]

### B3.1.2 Process planning: Invoeren productiebatches

Sessies:

- “Geplande MPS/ MRP productiebatches muteren”
- “Geplande MPS-inkooporders muteren “
- “Geplande MPS/ MRP- orders/ batches genereren”

#### ➤ *Invoeren productiebatches (sessie a)*

Een productieadvies wordt pas een vrijgegeven productieorder indien bij het scheduleren in de process planning sessie van BaaN “Geplande MPS/MRP productiebatches muteren” de productiebatches worden ingevoerd. Op dit moment worden er batchnummers gegenereerd, die vervolgens in CPS worden gezet.

#### ➤ *Productieadviezen versus geplande ontvangsten (sessie a en b)*

In deze sessie bestaat ook de mogelijkheid om de productieadviezen  $P_i$  voor de komende perioden en de geplande ontvangsten tegenover elkaar te zetten. In principe horen deze overeen te komen: indien een productieadvies wordt overgenomen door de planner en wordt omgezet in een vrijgegeven productiebatch in een periode  $i$  dan valt de geplande ontvangst ook in die periode  $i$ .

Dit is niet altijd het geval bijvoorbeeld wanneer er “geplust” wordt. Plussen betekent in deze context het maken van een extra productiebatch boven op het reguliere productieadvies om extra voorraad aan te leggen wanneer de lijn een paar dagen stilligt. Of om de capaciteit aan te vullen in het geval van overcapaciteit. In dat geval ligt de geplande ontvangst hoger. Dit plussen wordt altijd gedaan in overleg met de demand planner. Indien er consensus over bestaat, wordt er overgegaan tot het inleggen van een extra productiebatch.

Een ander geval waarbij de geplande ontvangsten niet overeenkomen met de productieadviezen is wanneer een order firm-planned is in een bepaalde periode verder op de horizon (bijvoorbeeld over 6 weken). Firm-planned orders komen bij de planning van de CF-lijn niet voor omdat voor alle producten iedere week wordt gekeken of ze geproduceerd moeten worden.

#### ➤ *Verskil plannen productie Coldfill (D07) vs. Confiturenlijn (D01)*

Bij de planning van de confiturenlijnen ligt dit anders omdat er hier gewerkt wordt met blokproducties. Dit zijn producties waarbij productiebatches van artikelen met hetzelfde potmodel bij elkaar geclusterd worden in de komende perioden. De horizon van de confiturenplanning is ook langer dan bij de Coldfill-planning. Bij geplande acties worden er dan verder dan een week in de toekomst bepaalde productiebatches firm-planned gemaakt



opdat de materiaalbehoefteplanning hier rekening mee houdt. Bij het clusteren van de productiebatches in blokproducties wordt dus rekening gehouden met deze firm-planned orders.

Het verschil tussen firm-planned orders en planned orders (productieadviezen van BaaN) is dat firm-planned orders vaststaan in tijd en hoeveelheid en dat planned orders constant in grootte en tijd kunnen veranderen.

➤ *Status productiebatch (sessie b)*

Ook houdt BaaN rekening met quarantainetijden van de eindproducten die aan kwaliteitscontrole onderhevig zijn. Afhankelijk van de status van de batch wordt hij wel of niet in de voorraadpositie door BaaN meegenomen. De adviezen houden ook rekening met de status van een batch. Bij het palletizeren van een productiebatch wordt deze verdeeld in verschillende partijen (1 pallet = 1 partij). De status van de batch wordt dan op partijniveau bijgehouden.

➤ *Toekennen status aan orders en draaien planningsrun (sessies b en c)*

Na het invullen van onderstaande sessie wordt de uiteindelijke MPS/MRP-run gedraaid. Het belangrijkste veld wat ingevuld dient te worden is de orderstatus. Deze kan de volgende waarden hebben:

1. Gepland: in principe zijn alle productieadviezen die BaaN genereert orders met de status "gepland"
2. Firm-planned: Middels deze optie kan een productieplanner een advies vastzetten een stuk later in de horizon van de MLT. Deze order is echter nog niet gefiatteerd en heeft dus ook nog geen batchnummer. De reden om een order firm-planned te maken is dat er altijd de mogelijkheid bestaat om deze order een stuk later in de tijd toch te produceren omdat het systeem rekening houdt met de materiaalbehoefte van de order.
3. Gefiatteerd: het productieadvies wordt overgenomen door de productieplanner. Middels het toekennen van deze status aan een productieorder wordt deze als het ware vrijgegeven als MPS-inkooporder waarvoor de materiaalbehoefte na het draaien van de MPS/MRP-run wordt berekend. De productieorder krijgt nu ook een batchnummer.
4. Geannuleerd: de order die eerst de status "gepland" had wordt uit het systeem gehaald

Na het fiatteren van alle orders wordt een MPS/MRP-run gedraaid en zitten eigenlijk alle MPS-orders "vast" in het systeem. Er vindt nu een grondstoffenexplosie plaats waarbij de materiaalbehoefte voor alle gefiatteerde en firm-planned orders via de receptuur wordt berekend.

### Bijlage 3.2 Vaststellen parameters,

Sessie: "Planartikelen muteren"

In de BaaN-sessie "Planartikelen muteren" kunnen de belangrijkste parameters per product worden vastgesteld en, indien nodig, gewijzigd. Deze zijn:

- I. Orderdoorlooptijd: de tijd waarin een order geproduceerd kan zijn. Voor alle producten is dit in principe één dag
- II. Quarantainetijd: de tijd waarin producten niet vrijgegeven kunnen worden vanwege kwaliteitscontrole. Deze tijd is per artikel ook standaard vastgesteld en is toegevoegd aan de waarde van orderdoorlooptijd.
- III. Order hoeveelheid veelvoud van: is gelijk aan het aantal eenheden binnen een minimale batch. Voor de CF-lijn is dit gelijk aan de inhoud van het mengvat gedeeld door de inhoud van een verpakkingseenheid van een product (tabel 1.7, §1.3.1).
- IV. Minimale orderhoeveelheid: dit is de grootte van een productiebatch. Voor de meeste producten is de minimale orderhoeveelheid een veelvoud van de minimale productiebatch vanwege technologische of inkoop restricties. Voor de CF-lijn geldt bijvoorbeeld dat de minimale inkoophoeveelheid pre-blend gelijk is aan 5000 L. Hieruit kunnen drie minimale batches worden gemaakt. In dit geval is parameter IV dus gelijk aan drie keer parameter III.

Een uitzondering op deze regel is echter de productie van een langzaamlopend product (bijv. Hero FO Tropical). Voor dit product is in overleg met Kwaliteit en Operations besloten om de pre-blend te verdunnen waardoor er niet drie maar slechts twee productiebatches geproduceerd kunnen worden. Het voordeel is dat de kans op tht-problemen afneemt doordat een lagere voorraad wordt opgebouwd voor dit product. Echter een belangrijk nadeel hierbij is dat de materialen kostprijs van de producten toeneemt. Deze afweging dient door het management gemaakt te worden.

V. Bestelmethode: binnen BaaN bestaan hiervoor twee opties:

- Lot for Lot: de orderhoeveelheid wordt per order bepaald. Voorbeeld: een behoefte aan 235 stuks van een artikel resulteert in één order (orderhoeveelheid = 235)
- Vaste orderhoeveelheid: de orderhoeveelheid is vastgesteld. Voorbeeld: Indien waarde van "vaste orderhoeveelheid" is vastgesteld op 100 dan resulteert een behoefte aan 235 stuks in 3 orders (orderhoeveelheid = 100)

Binnen de Hero is voor alle producten de optie Lot for Lot ingesteld. Echter is dit niet helemaal zuiver Lot for Lot aangezien je te maken hebt met minimale order hoeveelheden.

VI. Bestelinterval: dit interval is het minimum aantal benodigde dagen tussen twee bestellingen van hetzelfde artikel. Is dit interval bijvoorbeeld gelijk aan 10 dagen dan wordt de vraag in de periode vanaf de startdatum tot maximaal 10 dagen na deze startdatum meegenomen om tot een productieadvies te komen. Bijvoorbeeld:

Tabel B3.1: Voorbeeld bestelinterval

Planperiode	Startdatum	Einddatum
1	29 april	2 mei
2	3 mei	6 mei
3	7 mei	10 mei
4	11 mei	14 mei
5	15 mei	18 mei
6	19 mei	22 mei

De startdatum van periode 2 is 3 mei; 10 dagen later is het 13 mei. De startdata van periode 2, 3 en 4 liggen voor deze 13 mei. Dus om de productieadviezen voor planperiode 2 te kunnen bepalen, wordt de totale vraag van de planperiodes 2, 3 en 4 gebruikt.

Voor Hero geldt over het algemeen dat het bestelinterval gelijk is aan 0, dus maak je het product iedere week. Is dit gelijk aan 5 dan produceer je tweewekelijks, gelijk aan 10 driewekelijks, etc.

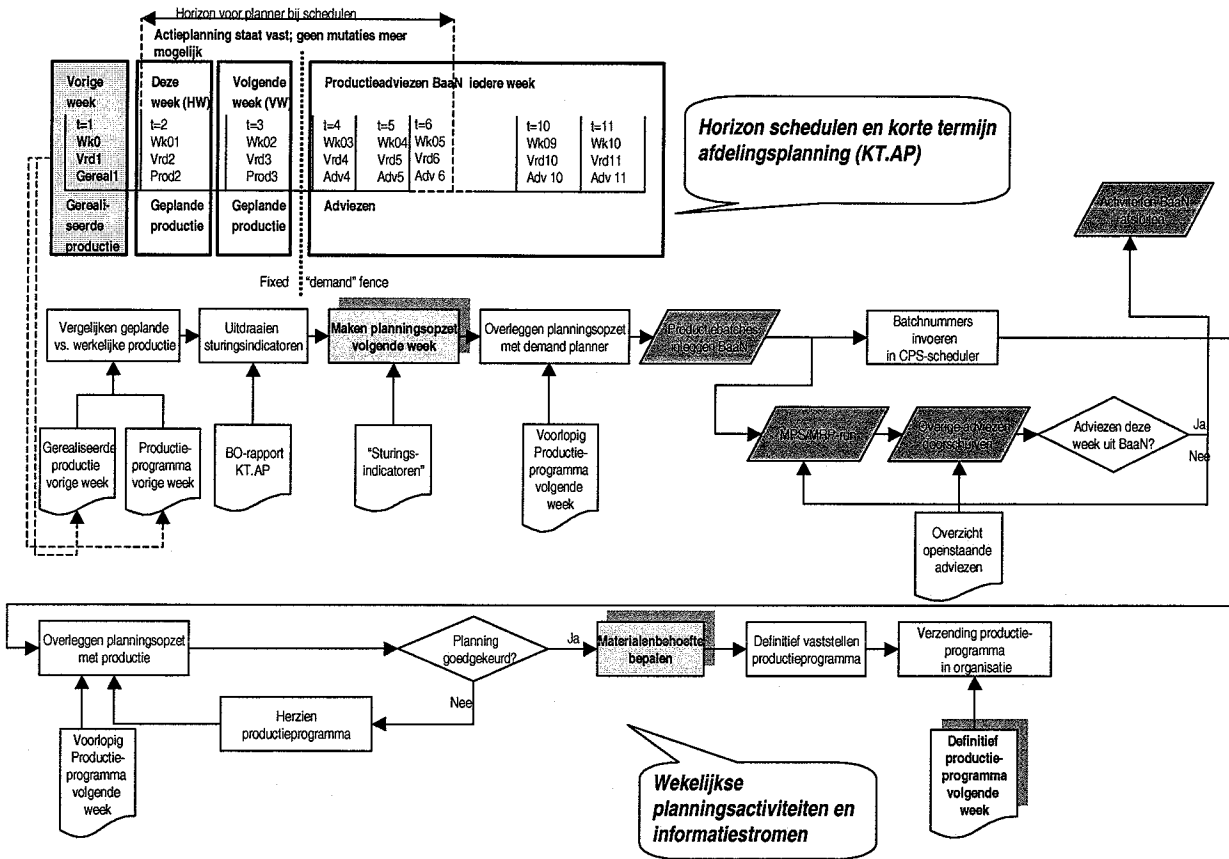
VII. Prognosehorizon: deze parameter is uitgelegd in bijlage 3.1.1. Met deze parameter wordt het (dynamische) reorder point bepaald.

VIII. Time fence: door het instellen van deze parameter op een aantal dagen voor een product worden er gedurende die periode geen adviezen gegenereerd door BaaN voor dit product. Als bijvoorbeeld de time fence gelijk is aan 13 dagen en je rekent vanaf de dinsdag van de huidige planperiode dan houdt BaaN de waarden voor de komende twee weken bevroren bij het doorvoeren van een MPS/MRP-run. Ongewenste adviezen worden op deze manier buiten het systeem gehouden en doorgeschoven naar de volgende planperiode. Het is namelijk niet de bedoeling dat je voor ieder product elke dag moet beslissen wel of niet te produceren. Zou je de time fence op 0 zetten dan zou BaaN iedere dag met een nieuw advies komen op basis van de laatste (demand)informatie en zou de planner iedere dag een productiebeslissing dienen te nemen voor het product.

IX. Mps-planner: dit is de code voor de productielijn waar het product geproduceerd wordt.

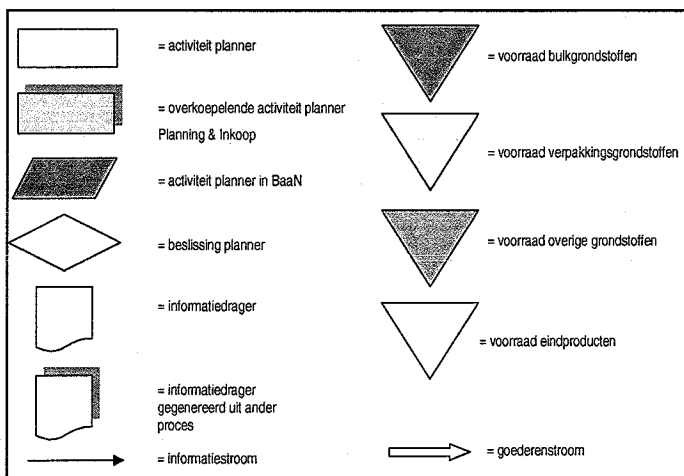
## Bijlage 3.3 Workflows plannings- en inkoopprocessen

### B3.3.1 Workflow Planning

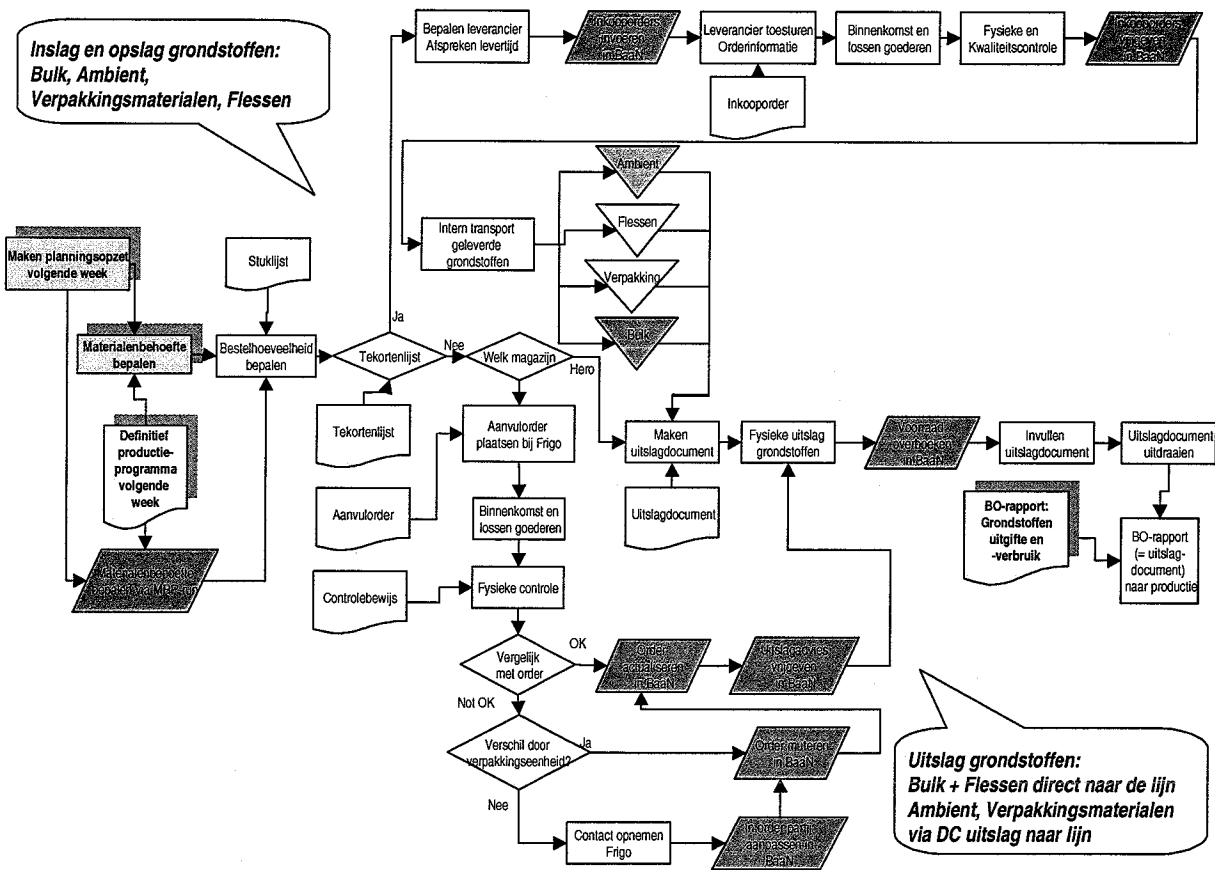


Figuur B3.2: Workflow Planning: Korte termijn afdelingsplanning en scheduling

De legenda van de workflows in bijlage 3.3.1 en 3.3.2 is als volgt:



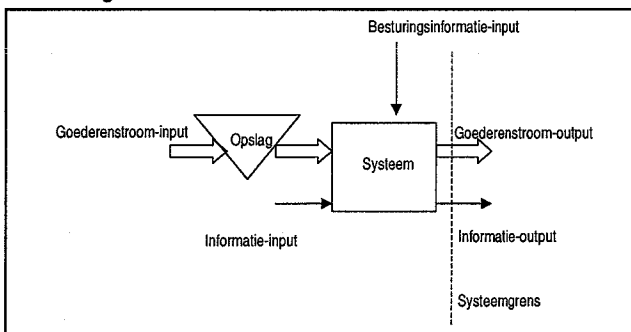
### B3.3.2 Workflow Inkoop



Figuur B3.3: Workflow Inkoopplanning

### Bijlage 3.4 Uitleg IDEF-schema's

Een IDEF-schema wordt uitgebouwd uit minimaal twee symbolen[18]. Het eerste symbool is een blok dat de functie representeert. Het tweede veel voorkomende symbool is de pijl, die de grootheden van de ene functie naar de andere functie overbrengt, of van de omgeving naar systeem (input systeem), of van systeem naar omgeving (output systeem). Pijlen voeren geen bewerkingen uit op grootheden; alle bewerkingen vinden plaats in de blokken (functies). Pijlen brengen slechts de grootheden over. Besturingspijlen eindigen altijd aan de bovenzijde van een blok. Verder bestaan de volgende symbolen: een driehoek geeft een opslagfunctie weer en een blokpijl geeft een materiaalstroom weer. Een stippellijn geeft de systeemgrenzen weer. Figuur B3.4 geeft een eenvoudig schema weer:

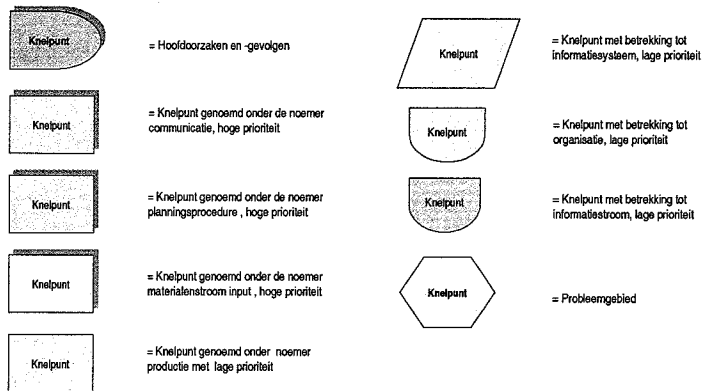


Figuur B3.4: Eenvoudig IDEF-schema

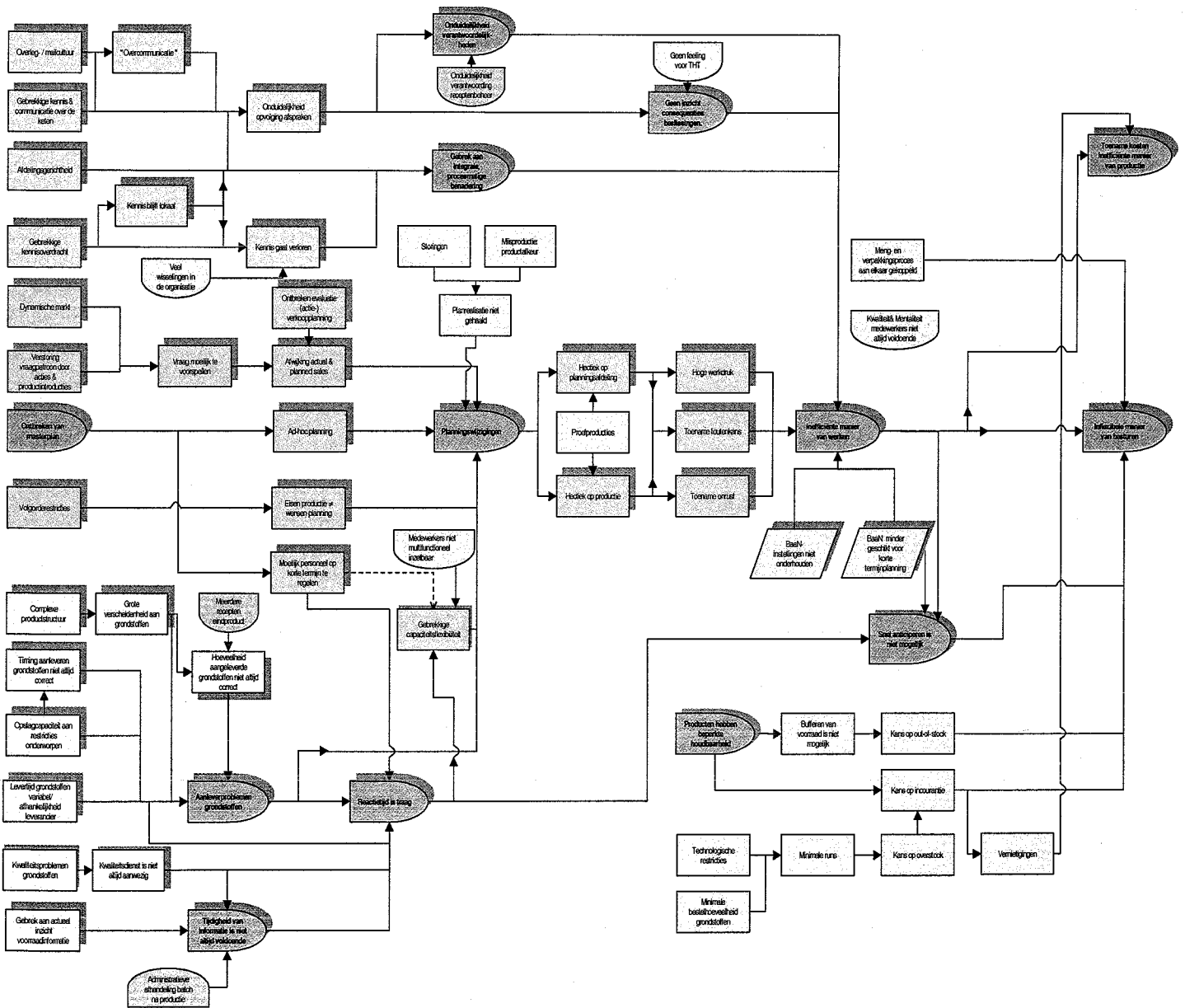
### Bijlage 5.1 Volledig overzicht knelpunteninventarisatie

Bij de workshop is een gedetailleerd inzicht gekregen in de knelpunten die er volgens de organisatie allemaal bestaan rondom de CF-lijn. Uiteindelijk zijn deze knelpunten onder enkele noemers gebracht die probleemgebieden vormen. De betekenissen van de blokken in het gedetailleerde overzicht van de knelpunten zijn te vinden in de legenda (figuur B5.1).

Het gedetailleerde oorzaak-gevolg diagram ziet er als volgt uit:

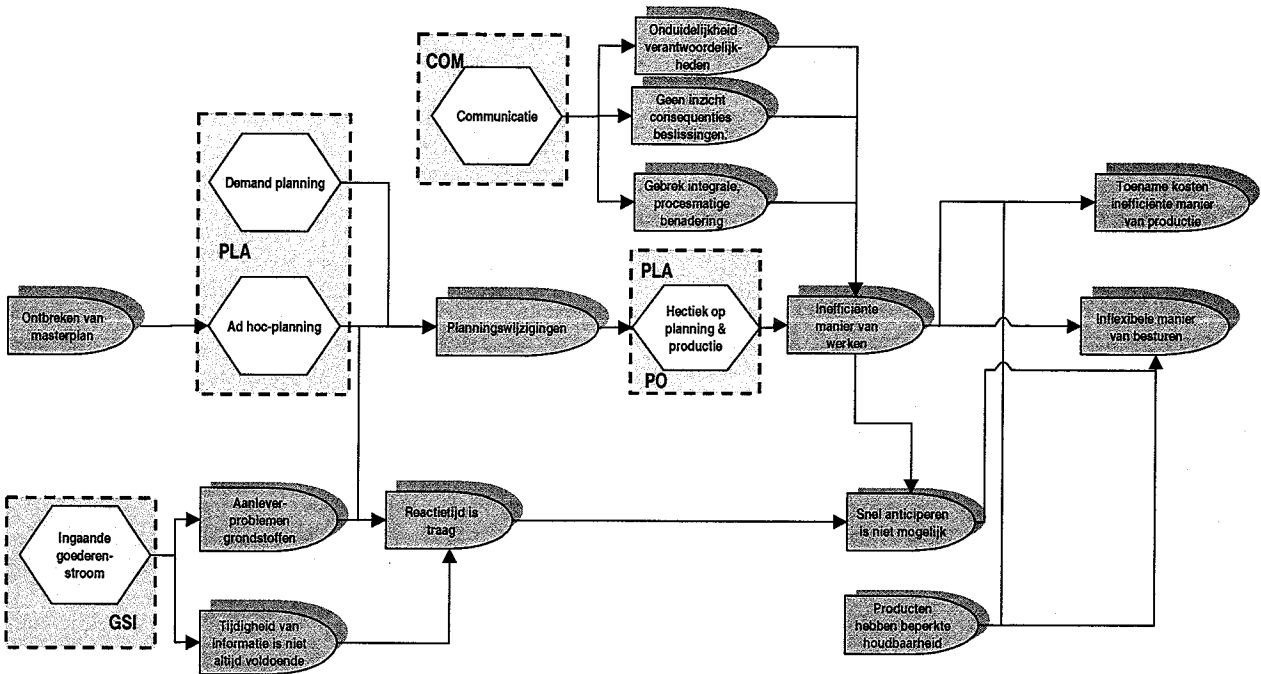


Figuur B5.1: Legenda gedetailleerd oorzaak-gevolg diagram



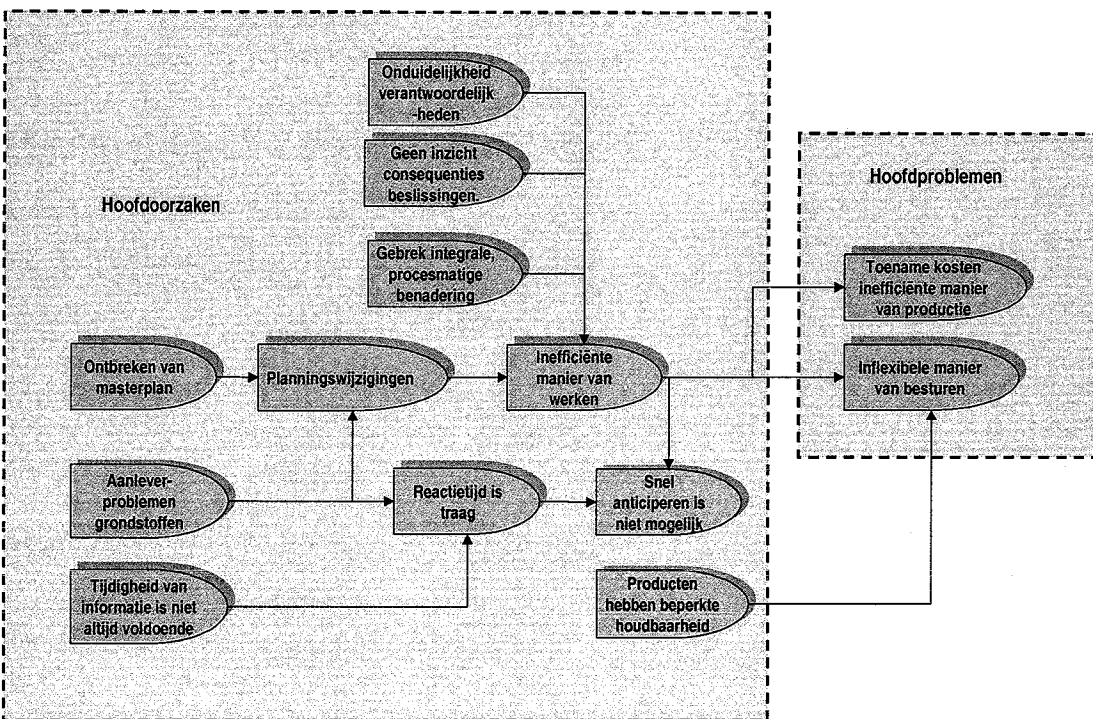
Figuur B5.2: Gedetailleerde oorzaak-gevolg diagram

Indien het oorzaak-gevolgdiagram in het eindrapport (figuur 5.1, § 5.2) met alleen de probleemgebieden met een hoge prioriteit wordt gegeven dan wordt het volgende figuur verkregen:



Figuur B5.3: Oorzaak-gevolgdiagram met alleen probleemgebieden met hoge prioriteit

Het meest eenvoudige diagram is het diagram waar alleen de root causes en hoofdproblemen zijn gegeven:



Figuur B5.4: Oorzaak-gevolgdiagram met alleen root causes en hoofdproblemen

## Bijlage 6.1 Berekening OEE

In figuur B.6.1 is aangegeven hoe de OEE bepaald wordt. In de toolkit zijn drie soorten verliezen gedefinieerd: downtime van de productielijn, verlies aan productiesnelheid en verlies aan kwaliteit. Drie factoren afgeleid van deze verliezen bepalen de OEE: de beschikbaarheidsgraad ("availability rate" = AR), de prestatiegraad ("performance rate" = PR) en kwaliteitsgraad ("quality rate" = QR)

Figuur B6.1: uitleg OEE-index

Total operating time			
Availability	A Net operating time	No scheduled production	
	B Running time	• Failures • Setup	
Performance	C Target output	Lost effectiveness	
	D Actual output		• Minor stoppages • Reduced speed
Quality	E Actual output		
	F Good output		• Scrap/rework • Startup losses

De berekening van deze drie graden zijn te zien in figuur B6.1. De drie "rates" komen als volgt overeen met de letters in dit figuur:

$$AR = (\text{operating time} - \text{downtime}) / \text{total operating time} = B/A$$

AR = de tijd dat de lijn werkelijk aan het draaien is vs. de tijd dat het had kunnen draaien.

$$PR = \text{Total output} / \text{Potential output at rated speed} = D/C$$

PR = de werkelijk geproduceerde hoeveelheid vs. de geproduceerde hoeveelheid volgens planning.

$$QR = \text{Good output} / \text{Total output} = F/E$$

QR = het aantal goede producten vs. het totaal aantal producten.

De formule voor de OEE-rate wordt dan:

$$OEE = AR * PR * QR = B/A * D/C * F/E \text{ (in figuur B6.1)}$$

- AR is laag indien er veel stilstand of storingen zijn
- PR is laag als de productiesnelheid lager is dan gepland (norm) door: kleine stops, gereduceerde lijnsnelheid
- QR is laag als er veel uitval of herbewerkingen nodig zijn (afgekeurde producten) of als er veel wordt opgestart.

## Bijlage 6.2 Specificatie ingezette uren capaciteit

### B6.2.1 Ingezette capaciteit

Deze urenregistratie vindt plaats met behulp van een softwarepakket, genaamd "OEE-toolkit". OEE staat voor "Overall Equipment Effectiveness" en wordt gebruikt om de effectiviteit van de productielijnen binnen Hero Nederland te monitoren op de manier die staat uitgelegd in bijlage 6.1.

Tabel B6.1: Specificatie uren

Wk	1	2			3	4						5			
	Productie	Storing		Omstel	Stilstand						Geen productie				
	# vuluren tot	Reparatie	Wacht op TD	Totaal	Tot	Kwaliteits probleem	Geen aanvoer	Geen Afvoer	Reinigen	Pauze	Onderhoud	Tot	Geen orders	Overleg/training	Tot
6	92,5	7,2	0	7,2	7,6	0,2	1,3	3,8	2,7	0,5	0	8,3	0	0	0

Het werkelijk aantal ingezette uren, gele kolommen in tabel B6.1 bestaat uit de volgende elementen:

- 1: Het aantal *vuluren* gedraaid door de vulunit van de CF-lijn.
- 2: Het aantal uren *storing*, bestaande uit: correctief onderhoud, wachten op TD.
- 3: Het aantal *omsteluren* van de productielijn.
- 4: Het aantal uren *stilstand* vanwege: kwaliteitsproblemen, geen aanvoer, geen afvoer, reiniging, pauze of onderhoud. Geen aanvoer of afvoer betekent dat de lijn stilstaat door dat de transportbanden niet meer werken vanwege omgevallen flessen en dergelijke. Ook kan het zijn dat de scrambler niet gevoerd wordt met flessen.
- 5: Het aantal uren *geen productie* vanwege: geen productieorders of training/ opleiding van het personeel.

In week 6 van 2004 zijn bovenstaande definities aangepast: het aantal categorieën is uitgebreid. Zo zijn de categorieën "geen aanvoer" en "geen afvoer" gespecificeerd per werkunit en is de categorie "storing" weggefallen.

### B6.2.2 Beschikbare capaciteit

De beschikbare capaciteit is bepaald door het aantal ingezette ploegen per week na te gaan in de OEE-toolkit. Per ploeg is de beschikbare capaciteit 8,5 uur, omdat er in de pauzes via een roulatiesysteem gewoon wordt doorgedraaid. Dus bij een tweeploegendienst gedurende 5 dagen is de beschikbare capaciteit die week gelijk aan 85 uur.

Indien er drie ploegen worden ingezet is het effectief aantal extra productie-uren 5 uur. In de nachtploeg vinden namelijk grote schoonmaken plaats zoals de CIP en SIP-reinigingen. Deze duren 2 uur. Het theoretische aantal productie-uren is dan 22 uur.

Indien er op zaterdag wordt doorgedraaid komt hier maximaal één shift bij aangezien er in het weekend per dag slechts één ploeg kan worden ingezet.

Indien de vraag een stuk hoger is dan de productiecapaciteit, kunnen er natuurlijk wel meer ploegen in het weekend worden ingezet, zowel op zaterdag als zondag.



### Bijlage 6.3 Verschillen registratie uren OEE en CPS

De benodigde capaciteit is behalve in de OEE-toolkit ook op een andere manier te bepalen, namelijk op basis van de productieprogramma's per week die gemaakt worden in CPS-Scheduler.

In dit programma staan immers de gerealiseerde aantallen geregistreerd, samen met de standaardinstellingen van het aantal omsteluren en standaard productiesnelheden per product per lijn. Deze instellingen zijn de normen die vastgesteld zijn in de SLA tussen Productie en Planning. Deze normsnelheden worden iedere 6 weken opnieuw ter discussie gesteld o.b.v. de gerealiseerde productievolumes de afgelopen weken. Dit wordt dan aangepast in de SLA.

Indien je de gerealiseerde productieaantallen deelt door de gemiddelde productiesnelheden kan het aantal vuluren worden bepaald. Dit aantal, vermeerderd met het standaard aantal omsteluren en het gemiddelde aantal uren stilstand en storing per jaar geeft echter een minder nauwkeurige indicatie van de ingezette capaciteit.

Het verschil tussen beide manieren van registreren wordt enerzijds bepaald door het feit dat het middelen van de uren stilstand en storing per week over een jaar een vertekend beeld geeft. Anderzijds is het zo dat de waarden van de parameters op basis van standaardinstellingen per definitie afwijken van de werkelijke waarden.

Verschillen in berekende bruto-percentages in tabel B6.2 die significant zijn (> 20%) komen frequent voor (gearceerd weergegeven).

In de gevallen waar de afwijking dusdanig groot is, kan men zich afvragen of de instellingen in CPS-Scheduler wel de juiste zijn. Dit is zeer relevant aangezien op basis van de instellingen in CPS de productieplanning wordt gemaakt.

Tabel B6.2: Verschil  $\rho$ bruto OEE-registratie en productie programma's

Week	OEE $\rho$ netto	OEE $\rho$ bruto	Prod. Progr. $\rho$ bruto	Verskil bezet.graad
1	79%	107%	143%	36%
2	62%	83%	82%	0%
3	67%	106%	93%	-13%
4	89%	112%	113%	1%
5	89%	114%	109%	-4%
6	107%	124%	132%	9%
7	95%	115%	155%	40%
8	29%	50%	98%	48%
9	29%	59%	62%	4%
10	49%	73%	88%	15%
11	66%	96%	78%	-18%
12	66%	106%	79%	-26%
13	77%	106%	94%	-12%
14	58%	88%	81%	-7%
15	70%	100%	94%	-6%
16	71%	100%	102%	2%
17	65%	93%	88%	-5%
18	71%	100%	111%	11%
19	59%	88%	93%	5%
20	65%	100%	98%	-2%
21	78%	99%	101%	1%
22	71%	100%	115%	15%
23	92%	121%	122%	1%
24	79%	101%	110%	9%
25	85%	110%	119%	9%
26	82%	105%	111%	6%
27	78%	104%	103%	-1%
28	90%	122%	118%	-4%
29	78%	103%	101%	-3%
30	119%	157%	85%	-72%
31	56%	95%	79%	-17%
32	70%	112%	92%	-20%
33	67%	102%	94%	-8%
34	81%	101%	125%	23%
35	80%	102%	128%	26%
36	66%	98%	116%	17%
37	85%	110%	122%	12%
38	72%	107%	112%	5%
39	65%	102%	105%	3%
40	53%	89%	93%	4%
41	64%	104%	114%	10%
42	64%	100%	113%	13%
43	84%	138%	117%	-20%
44	80%	101%	124%	23%
45	75%	100%	118%	18%
46	75%	97%	112%	16%
47	76%	101%	123%	22%
48	76%	103%	117%	14%
49	78%	103%	113%	10%
50	72%	100%	109%	9%
51	71%	90%	110%	20%
52	75%	91%	122%	31%

## Bijlage 6.4 Uitleg voorraadanalyses 2003

### B6.4.1 Gedisaggregeerd voorraadniveau per statistiegroep uitgedrukt in # weken dekking

In het tweede halfjaar van 2003 is wekelijks de hoogte van de voorraad aan het einde van de betreffende week geregistreerd. Om de voorraadstanden in 2003 uit te drukken in weken vraag zijn deze wekelijkse (eind)voorraadstanden gerelateerd aan het verkoopplan op dat moment voor de daaropvolgende 4 weken. De voorraad wordt dan op de volgende manier uitgedrukt in een aantal weken dekking:

$$I_i = \text{voorraadstand einde week } i \quad [B-4]$$

$$\sum_{i+1}^{i+4} D_i = \text{voorspelde vraag voor de periode } i+1 \text{ t/m periode } i+4 \quad [B-5]$$

De berekening wordt dan:

$$[B4] / [B5] * 4 \text{ weken} = \text{aantal weken dekking} \quad [B-6]$$

Een belangrijke kanttekening dient bij deze analyse gemaakt te worden dat het hier een momentopname van de voorraadstand betreft.

De uitkomst van  $\sum_{i+1}^{i+4} D_i$  namelijk is dynamisch aangezien het verkoopplan constant fluctueert.

Het voorraadplan voor de periode 26 tot en met 52 is genomen op basis van het verkoopplan in periode 18. De analyse die heeft plaatsgevonden is gebaseerd op een plan dat gemaakt is in de week 8 perioden voor week 26. Het betreft dus een **statische** momentopname. In de 8 perioden kan nog veel veranderen. Dit kan veroorzaakt worden door:

- 4-wekelijkse evaluatie van het verkoopplan
- acties die nog niet bekend zijn, worden ingepland
- het aanpassen van de targetvolumes bij de LE

Aangenomen mag echter worden dat aangezien het feit dat productie de vraag volgt (levelling is vanwege de bederfelijkheid niet mogelijk) dat een statische momentopname een redelijk goed beeld geeft van de voorraadhoogte performance.

### B6.4.2 Geaggregeerd voorraadniveau per artikelgroep uitgedrukt in # flessen

Het geaggregeerde wekelijkse voorraadverloop per artikelgroep in aantal flessen is ook beschouwd. Hierbij is tevens aangegeven wat de geproduceerde hoeveelheid per week was. Zo kan de gehanteerde cyclustijd voor de verschillende artikelgroepen tevens herleid worden.

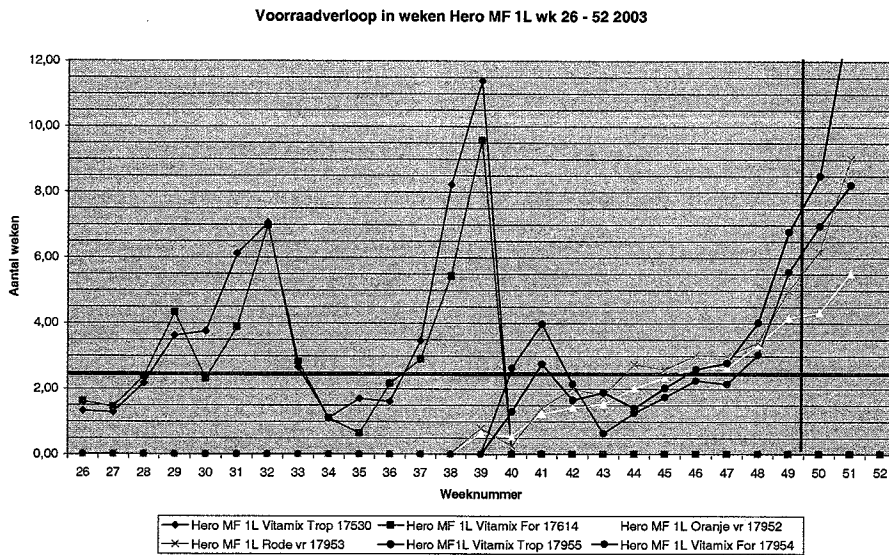
Per artikelgroep is de gemiddelde wekelijkse aggregaatvoorraad berekend en de gemiddelde wekelijkse geaggregeerd vraag om een indicatie te krijgen van de gemiddelde voorraaddekking per productgroep.

Ook deze berekening geeft een vertekend beeld aangezien veel data gemiddeld worden, maar aangenomen mag worden dat de uitkomst een indicatie geeft van de gemiddelde voorraadhoogte.

## Bijlage 6.5 Voorraadverloop artikelen 2003

### B6.5.1 Gedisaggregeerd voorraadniveau per statistiegroep uitgedrukt in # weken dekking

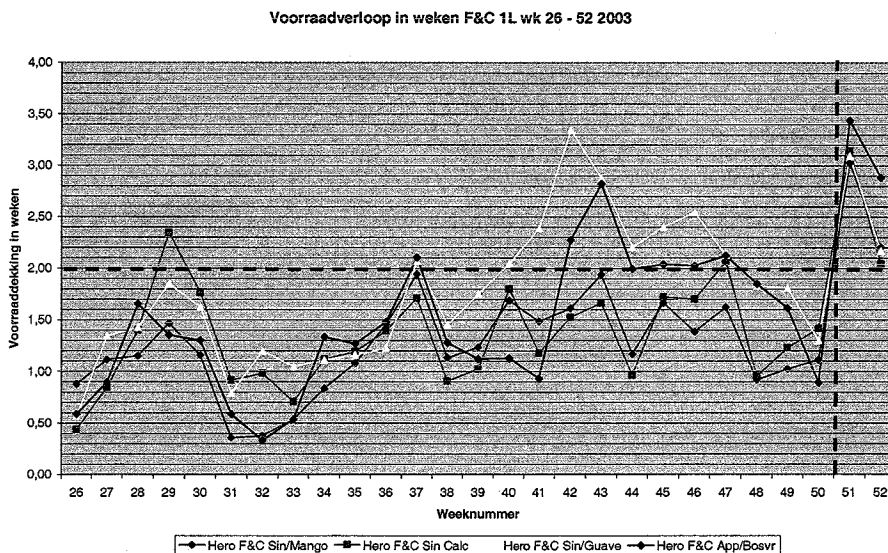
Het voorraadverloop van de statistiegroepen FO 0,75L en FC 0,33L is getoond in het eindrapport. Het voorraadverloop in 2003 van de overige statistiegroepen uitgedrukt in weken vraag is te zien in onderstaande diagrammen:



Figuur B6.2: Voorraadverloop in weken dekking MF 1L

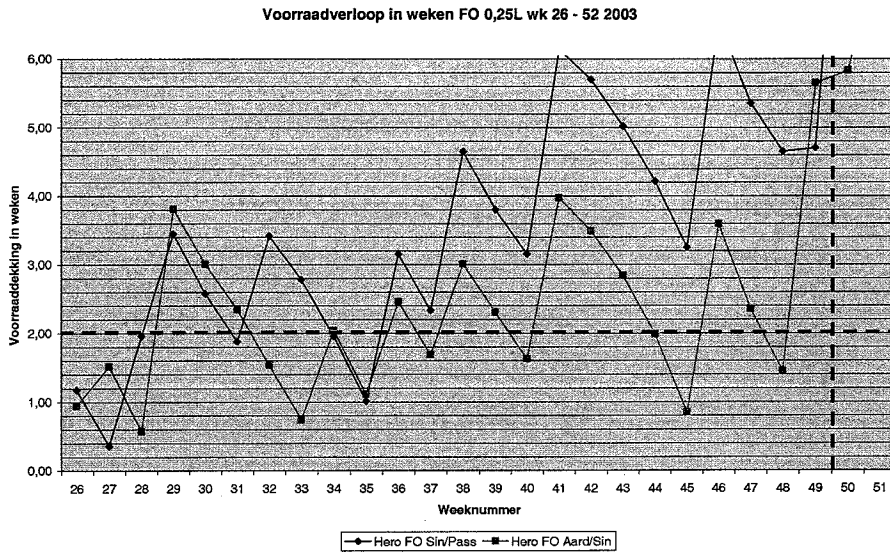
Het voorraadverloop van MF 1L kenmerkt zich door de sanering van de 12\*1L verpakking (artikelnr. 17530 & 17614). Te zien is dat de voorraad van deze statistiegroep in week 39 en 40 volledig daalt naar 0 weken. Op dat moment stijgt het voorraadverloop de statistiegroepen 6\*1L. (artikelnr. 17952 t/m 17955).

- Voor Hero MF geldt dat het gedisaggregeerde voorraadniveau boven de norm van twee weken stijgt.



Figuur B6.3: Voorraadverloop in weken dekking F&C 1L

- Voor FC 1L geldt dat het gedisaggregeerde voorraadniveau t/m week 52 schommelt rond de twee weken.

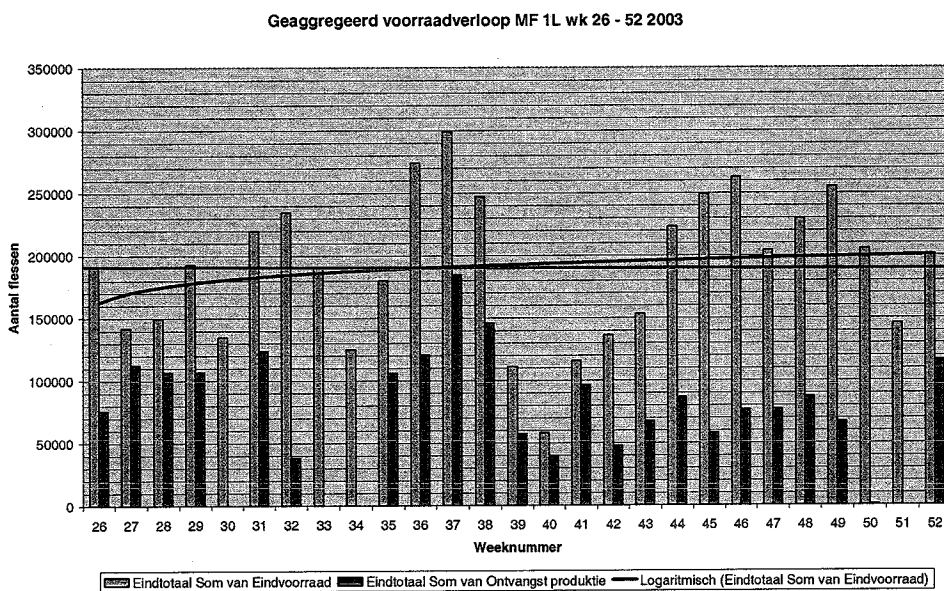


Figuur B6.4: Voorraadverloop in weken dekking FO 0,25L

- Voor FO 0,25L geldt dat het gedissaggregeerde voorraadniveau t/m week 52 na week 40 ruim boven de twee weken stijgt.

### B6.5.2 Geaggregeerd voorraadniveau per artikelgroep uitgedrukt in # flessen

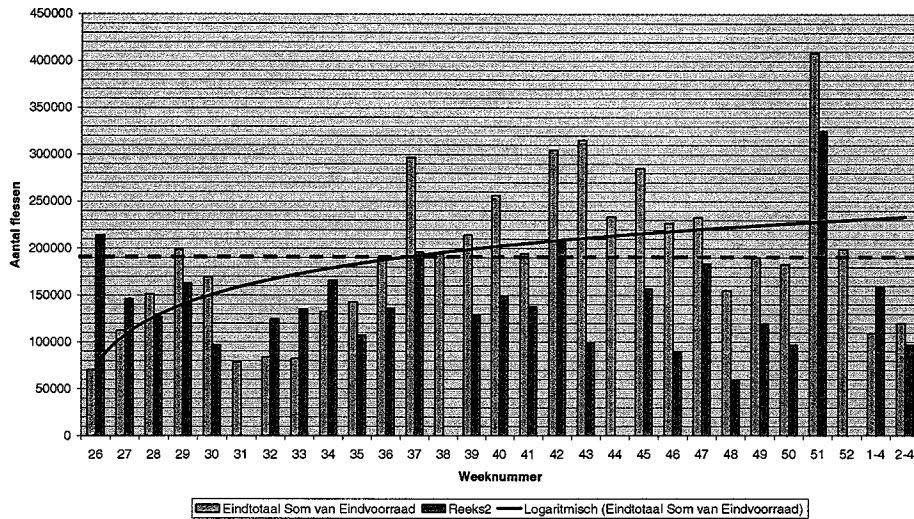
Het voorraadverloop van de artikelgroepen FO 0,75L en FC 0,33L (aggregatie van statistiekgroepen) is getoond in het eindrapport. Het voorraadverloop in 2003 van de overige artikelgroepen uitgedrukt in weken vraag is te zien in onderstaande diagrammen:



Figuur B6.5: Geaggregeerd wekelijks voorraadverloop MF 1L (# flessen)

- Als de voorraad wordt uitgedrukt in # flessen is het gemiddelde voorraadniveau van MF 1L 190000 flessen (2,5 weken vraag).
- Op basis van deze analyse kun je zeggen dat het geaggregeerde voorraadniveau iets boven de 2 weken ligt. Ook is te zien dat het product bijna iedere week gemaakt wordt (paarse balken).

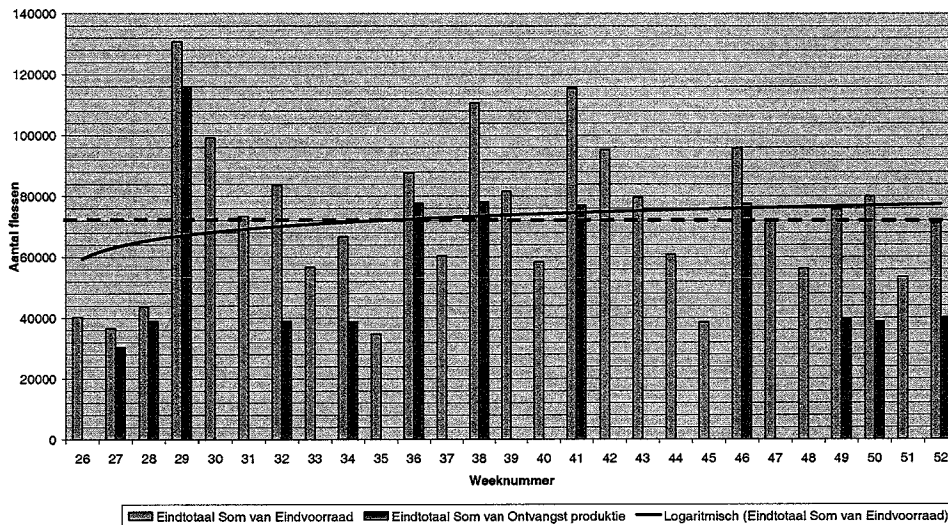
Geaggregeerd voorraadverloop F&amp;C 1L wk 26 - 52 2003



Figuur B6.6: Geaggregeerd wekelijks voorraadverloop F&amp;C 1L (# flessen)

- Als de geaggregeerde voorraad wordt uitgedrukt in # flessen is het gemiddelde voorraadniveau van F&C 1L 190000 flessen (1,6 weken vraag). Op basis van deze analyse kun je zeggen dat het geaggregeerde voorraadniveau iets onder de 2 weken ligt.
- Ook is te zien dat het product bijna iedere week gemaakt wordt (paarse balken).

Geaggregeerd voorraadverloop FO 0,25L wk 26 - 52 2003



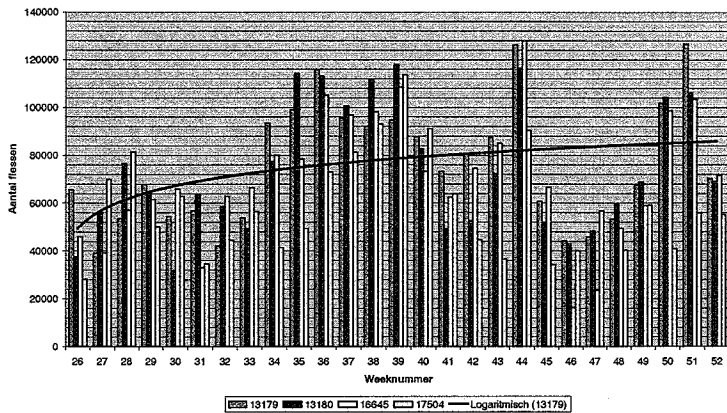
Figuur B6.7: Geaggregeerd wekelijks voorraadverloop FO 0,25L (# flessen)

- Als de geaggregeerde voorraad wordt uitgedrukt in # flessen is het gemiddelde voorraadniveau van FO 0,25L 73000 flessen (2,8 weken vraag). Op basis van deze analyse kun je zeggen dat het geaggregeerde voorraadniveau ruim boven de 2 weken ligt.
- Ook is te zien dat het product de cyclustijd van deze producten varieert van 1 tot 5 weken (paarse balken).

### B6.5.3 Voorraaddekking gedisaggregeerd per artikel uitgedrukt in # flessen

Het voorraadverloop van de statistiegroep MF 1L is getoond in het eindrapport. Het voorraadverloop in 2003 van de overige statistiegroepen uitgedrukt in # flessen is te zien in onderstaande diagrammen:

Voorraadverloop per artikel FO 0,75L wk 26 - 52 2003

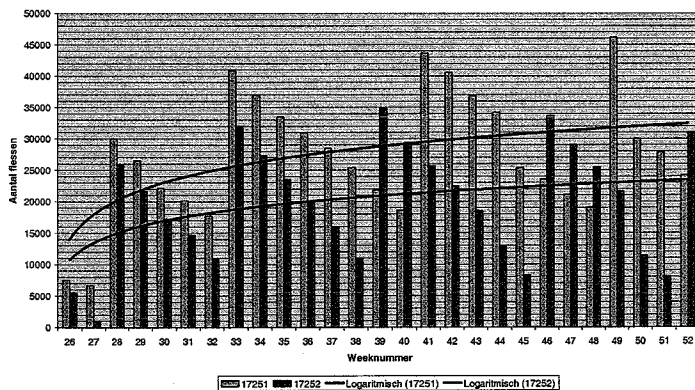


Figuur B6.8: Gedisaggregeerd wekelijks voorraadverloop statistiegroepen FO 0,75L (# flessen)

In principe zegt diagrammen B6.7 t/m B6.10 niet zoveel als wanneer het aantal flessen wordt uitgedrukt in weken vraag zoals in bijlage 6.4.1.

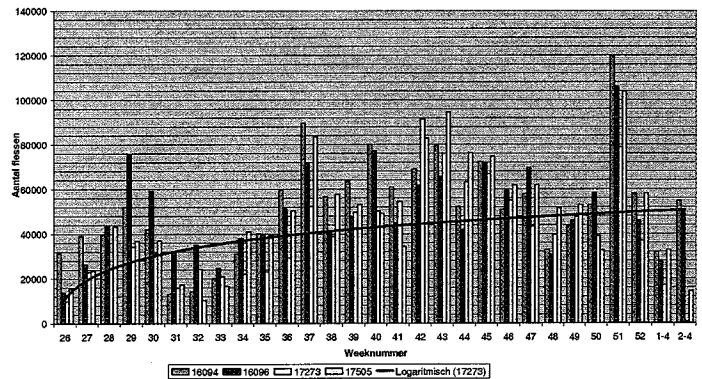
Het voorraadverloop per artikel in aantal flessen kan grofweg bekeken worden, echter het is moeilijk er een waardeoordeel er aan vast te hangen.

Voorraadverloop per artikel F&C 0,33L wk 26 - 52 2003



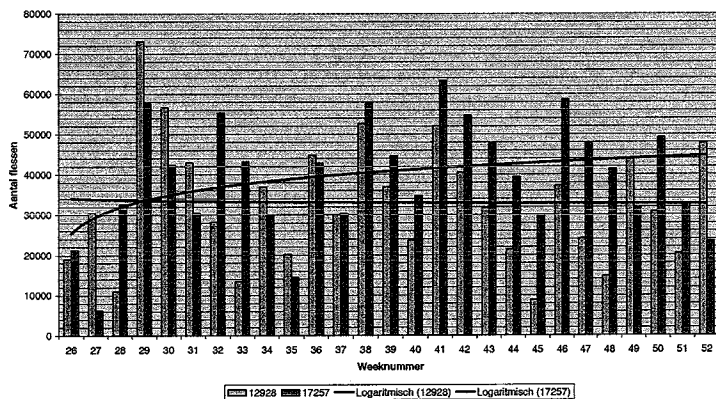
Figuur B6.9: Gedisaggregeerd wekelijks voorraadverloop statistiegroepen F&C 0,33L (# flessen)

Voorraadverloop per artikel F&C 1,0L wk 26 - 52 2003



Figuur B6.10: Gedisaggregeerd wekelijks voorraadverloop statistiegroepen F&C 1L (# flessen)

Voorraadverloop per artikel FO 0,25L wk 26 - 52 2003



Figuur B6.11: Gedisaggregeerd wekelijks voorraadverloop statistiegroepen FO 0,25L (# flessen)

## Bijlage 8.1 Classificatie grondstoffen bij inkoopplan

De grondstoffen kunnen worden verdeeld in de volgende 8 groepen:

1. Productspecifieke grondstoffen met een levertijd < 1 week. (JIT-materialen)
2. Productspecifieke grondstoffen met een levertijd > 1 week.
3. Bulkgrondstoffen (wel of niet productspecifiek) met een levertijd < 1 week. (JIT-materialen)
4. Bulkgrondstoffen (wel of niet productspecifiek) met een levertijd > 1 week.
5. Flessen (JIT-materialen)
6. Etiketten
7. Overige verpakkingsmaterialen
8. SIC-artikelen: niet-receptuur gebonden artikelen

Het **vereiste niveau van aggregatie** met betrekking tot tijd en product is voor de verschillende groepen verschillend:

### *Groepen 1 en 2:*

- Voor het *afroepen* van de productspecifieke grondstoffen is een wekelijkse vraagvoorspelling op statistiegroepniveau nodig.
- Voor het *inkopen* van de productspecifieke grondstoffen is een vraagvoorspelling per kwartaal op statistiegroepniveau noodzakelijk.

### *Groepen 3 en 4:*

- Het *afroepen* van de productspecifieke bulkgrondstoffen vereist ook een wekelijkse vraagvoorspelling op statistiegroepniveau.
- Het *afroepen* van de niet-productspecifieke bulkgrondstoffen vereist een wekelijkse vraagvoorspelling op hoofdartikelgroepniveau.
- Voor het *inkopen* van de productspecifieke bulkgrondstoffen is een verkoopplanning per kwartaal op statistiegroepniveau vereist.
- Voor het *inkopen* van de niet-productspecifieke bulkgrondstoffen is een verkoopplanning per kwartaal op hoofdartikelgroepniveau vereist.

### *Groep 5:*

- Het *afroepen* van de flessen vereist een wekelijkse vraagvoorspelling op artikelgroepniveau.
- Het *inkopen* van de flessen vereist een jaarlijkse vraagvoorspelling op artikelgroepniveau.

### *Groep 6:*

- Het *afroepen* van de etiketten vereist een wekelijkse vraagvoorspelling op statistiegroepniveau.
- Het *inkopen* van de etiketten vereist een jaarlijkse voorspelling op artikellijnniveau.

### *Groep 7:*

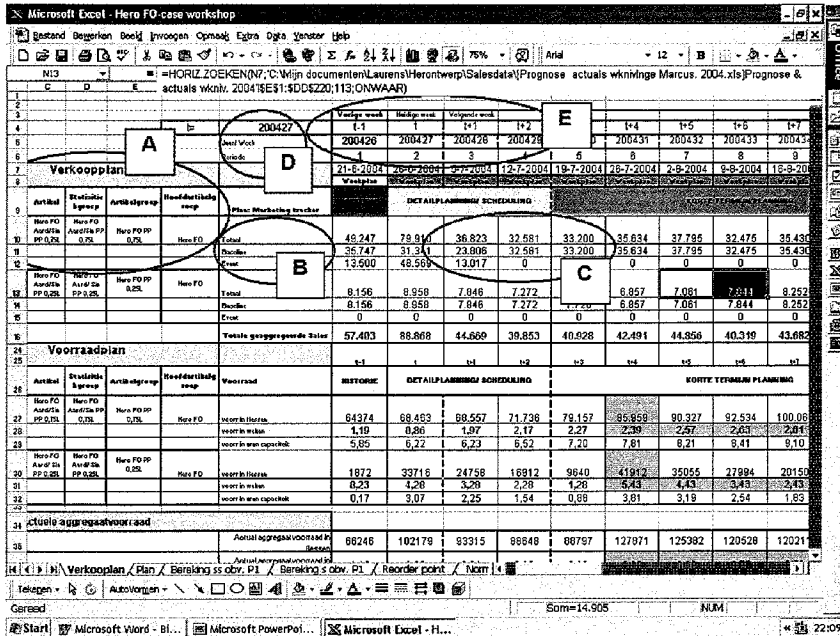
- Het *afroepen* van overige verpakkingsmaterialen vereist een wekelijkse vraagvoorspelling op artikelgroepniveau.
- Het *inkopen* van overige verpakkingsmaterialen vereist een jaarlijkse voorspelling op artikelgroepniveau.

### *Groep 8:*

- Het *afroepen* van SIC-artikelen vereist een wekelijkse voorspelling op artikellijnniveau.
- Het *inkopen* van SIC-artikelen vereist een jaarlijkse voorspelling op artikellijnniveau.

## Bijlage 9.1 Opbouw verkoopplan in Microsoft Excel™

Op de korte termijn en detailniveau ziet het verkoopplan in de basissheet van de MP-spreadsheet er zo uit:



Figuur B9.1: Opbouw salesplan detailniveau en korte termijn in spreadsheet

De betekenis van de letters is als volgt:

A: Artikelhiërarchie: hierdoor bestaat de mogelijkheid om op productniveau te aggregeren.

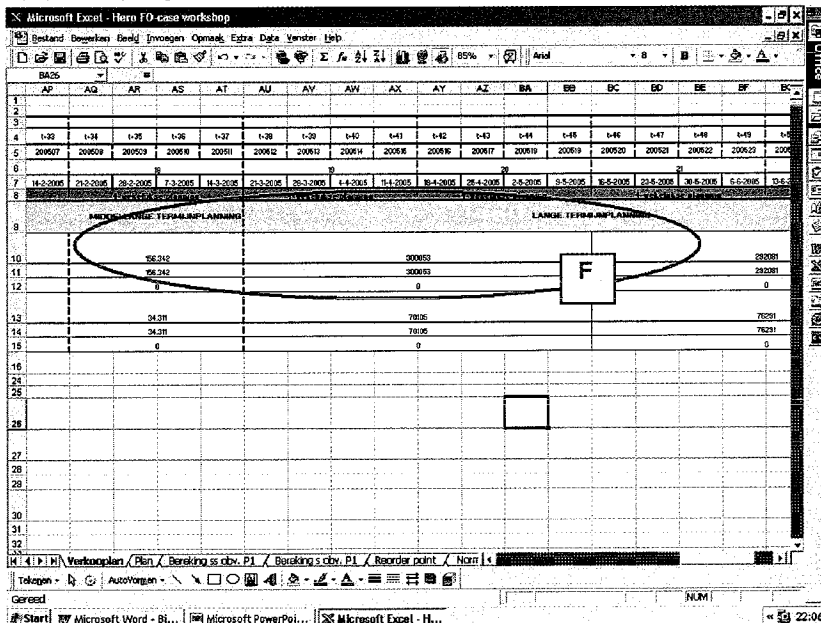
B: Verkoopplan uit Marketing Tracker™: opgebouwd uit totale sales, baselinevolume en eventvolume.

C: Salesdata op weekniveau

D: Kalenderfunctie: door 't' (jjjj wk) te vervangen, "verschuift" het plan naar het verleden of de toekomst

E: Perioden en data: t-1 = vorige week= periode 1; t = huidige week= periode 2; t+1 = volgende week= periode 3

Op (middel)lange termijn ziet het salesplan in de MP-sheet er als volgt uit:



Figuur B9.2: Opbouw salesplan middellange termijn en lange termijn

F: Salesforecast in buckets van 4 weken (MLT) en buckets van 2\* 8 weken (LT), uitgesplitst in totaalvolume, baseline-volume en event-volume.



## Bijlage 9.2 Opbouw voorraaddekking in # weken vraag in Microsoft Excel™

De voorraaddekking in weken (zoals in het eindrapport aangeduid met [9-3]) is middels de volgende Excel™-functie ingevoerd:

$R_{t,i} =$   
**IF1**  $I(t)-D(t)>0$ , **THEN1**  $1+IF2$   $I(t)-D(t)-D(t+1)>0$ , **THEN2**  $1+IF3$   $I(t)-D(t)-D(t+1)-D(t+2)>0$ , **THEN3**  $1+IF4$   $I(t)-D(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)>0$ , **THEN4**  $1+IF5$   $I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)-D(t+4)>0$ , **THEN5**  $1+IF6$   $I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)-D(t+4)-D(t+5)>0$ , **THEN6**  $1+IF7$   $I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)-D(t+4)-D(t+5)-D(t+6)>0$ , **THEN7**  $1+0$ , **ELSE7**  $[I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)-D(t+4)-D(t+5)]/D(t+6)$ , **ELSE6**  $[I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)-D(t+4)]/D(t+5)$ , **ELSE5**  $[I(t)-D(t+1)-D(t+2)-D(t+3)]/D(t+4)$ , **ELSE4**  $[I(t)-D(t)-D(t+1)-D(t+2)]/D(t+3)$ , **ELSE3**  $[I(t)-D(t)-D(t+1)]/D(t+2)$ , **ELSE2**  $[I(t)-D(t)]/D(t+1)$ , **ELSE1**  $[I(t)]/D(t)$

De IF...THEN-loops die bij elkaar horen, zijn door middel van kleur en getallen aangegeven. Indien de voorraad de 7 weken overschrijdt, is het niet gelukt om dit aan te geven met behulp van bovenstaande functie aangezien er in Excel maximaal zeven "IF...THEN"-loops in elkaar verweven kunnen worden. Echter gezien het feit dat de interne tht van geen enkel product op de CF-lijn deze 7 weken overschrijdt, is dit geen onoverkomelijk probleem. Dus als er in de sheet een "7,00" staat, wil dat zeggen dat de voorraaddekking 7 weken of meer is. De productieplanner weet nu niet precies wat er op voorraad staat, maar weet nu wel dat de voorraaddekking in weken boven de interne tht uitstijgt en waarschijnlijk vernietigd gaat worden op basis van tht-problemen.

In de MP-spreadsheet is het voorraadplan als volgt opgebouwd:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Columns:** D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P. Headers include 'Jaar Week' (200427-200434) and 'Periode' (1-9).
- Rows:**
  - Row 5: **Koopplan** (Purchase Plan) with columns for 'Historie' and 'Korte termijn planning'.
  - Row 7: **Voorraadplan** (Inventory Plan) with columns for 'Historie' and 'Korte termijn planning'.
- Annotations:**
  - A1, A2:** Circled cells in the 'Voorraadplan' section, likely representing inventory levels in bottles and weeks.
  - B1, B2:** Circled cells in the 'Koopplan' section, likely representing sales forecasts.
  - C:** A circled cell in the 'Voorraadplan' section, likely representing capacity usage in hours.

Figuur B9.3: Voorraaddekking in weken vraag

A1, A2: Voorraadniveau in # flessen en in weken

B1, B2: Salesforecast die # weken voorraaddekking bepaald volgens [9-3]

C: Manieren om voorraad uit te drukken: # flessen, # weken vraag & # uren gebruikte capaciteit

### Bijlage 9.3 Relatie $\sigma_{L,i}$ & $\hat{\sigma}_{1,i}$

Kijkende naar de relatie tussen  $\sigma_{L,i} = (L)^c \sigma_{1,i}$  kunnen de volgende aanpassingen gedaan worden:

$$\sigma_{L,i} / \sigma_{1,i} = L^c, \text{ of } \log(\sigma_{L,i} / \sigma_{1,i}) = c \log L \quad [B-7]$$

De kern van de analyse is om de waarde voor de constante "c" te bepalen door de relatie beschreven als [B-7] te vinden.

Om deze te vinden moeten de waarden van  $\sigma_{L,i} / \sigma_{1,i}$  voor  $L = 2, 3, 4, 5, 6$  in een grafiek afgezet worden tegen  $\log(L) =$  logaritmische functie van de lead-time  $L$ . Hierbij is  $\hat{\sigma}_{1,i}$  de schatter van  $\sigma_{1,i}$  en deze zijn niet hetzelfde. Hier wordt later op teruggekomen.

Door de wekelijkse forecast-data van de CF-producten (25 items) af te zetten tegen de wekelijkse actual salesdata over de periode week 08-2003 t/m week 20-2004 kan de grafiek die de relatie [B-7] beschrijft gemaakt worden. Hierbij neemt de lengte van lead-time toe van  $L=1$  week tot en met  $L=6$  weken.

Voor elke periode met de lengte  $c \cdot L$  is daarbij de f.e. bepaald door toepassing van de volgende formule:

$$e_i(L) = \sum_{\tau=1}^L \hat{x}_{i,t+\tau} - \sum_{\tau=1}^L x_{i,t+\tau} \quad [B-8]$$

Onderstaande tabel verduidelijkt de interpretatie van formule [B-8].

Tabel B9.1: Uitleg indeling perioden bij bepaling [B-8]

Lengte L	Forecasts	Gebruikte intervals	# voorspellingen = n
1	$\sum_{\tau=1}^1 \hat{x}_{i,t+\tau}$	Week08-2003, Week09-2003, Week10-2003...Week20-2004	65
2	$\sum_{\tau=1}^2 \hat{x}_{i,t+\tau}$	Week08-2003, Week10-2003, Week12-2003...Week20-2004	32
3	$\sum_{\tau=1}^3 \hat{x}_{i,t+\tau}$	Week08-2003, Week011-2003, Week14-2003...Week20-2004	21
.	.	.	.
6	$\sum_{\tau=1}^6 \hat{x}_{i,t+\tau}$	Week08-2003, Week014-2003, Week20-2003...Week20-2004	11

Voor iedere lengte van  $L$  wordt de standaard deviatie van de f.e. berekend. Deze wordt gebruikt als een schatter van  $\sigma_L = s_L$  met behulp van onderstaande vergelijking:

$$\sigma_L = s_L = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_i [e_i(L) - \bar{e}(L)]^2 \right\}^{1/2} \text{ waarbij,} \quad [B-9]$$

$$\bar{e}(L) = \sum_i e_i(L) / n \text{ is de gemiddelde fout bij een beschouwde lengte } L, \text{ en}$$

$n = \#$  intervals (laatste kolom van tabel 9.1)

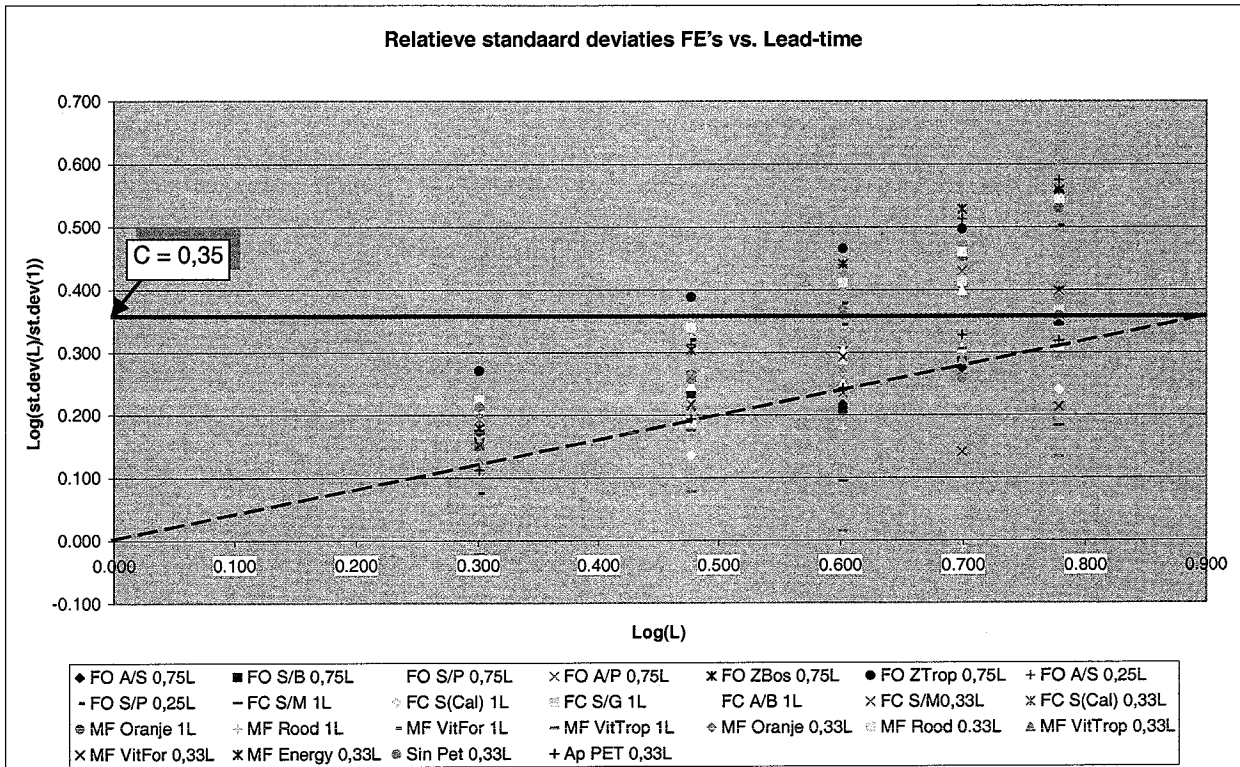
Uiteindelijk zijn er 25 waarden verkregen voor  $\sigma_{L,i}$  bij een lengte van  $L$  variërend tussen 1 en 6.

De waarden van  $\hat{\sigma}_{1,i}$  komen uit [B-9] waarbij  $L = 1$ .

De waarden van  $\sigma_{1,i}$  die gebruikt worden voor de bepaling van de hoogte voor de veiligheidsvoorraden van een product  $i$  volgens formule [B-7] zijn niet dezelfde als de waarden van  $\hat{\sigma}_{1,i}$  bepaald volgens [B-9], aangezien de waarden van  $\sigma_{1,i}$  standaard deviaties van de absolute forecast errors zijn. De waarden van  $\hat{\sigma}_{1,i}$  zijn de standaard deviaties van de relatieve forecast errors. Echter hierbij wordt aangenomen dat dit verschil voor de bepaling van de relatie tussen  $\sigma_{L,i}$  en  $\sigma_{1,i}$  geen significante invloed heeft.

Voor elk product zijn de waarden van  $\sigma_{L,i} / \hat{\sigma}_{1,i}$  berekend voor  $L = 2, 3, \dots, 6$ .

De 125 waarden voor  $\log(\sigma_{L,i} / \hat{\sigma}_{1,i})$  zijn in een grafiek gezet tegen  $\log(L)$  waarbij de volgende figuur is gecreëerd:



Figuur B9.4: Relatieve standaard deviaties van forecast errors afgezet tegen de lengte van  $L$ .

De constante "c" volgt uit het snijpunt van een rechte lijn door de oorsprong met de y-as. In figuur B9.4 is deze lijn gestippeld aangegeven. Deze lijn moet een redelijke fit betekenen met de 125 waarden in het diagram. Het snijpunt met de y-as is aangegeven met een rode lijn. Hieruit kan grofweg gesteld worden dat de waarde voor "c" gelijk is aan 0,35. Dit betekent voor de relatie [B-7] het volgende:

$$\sigma_{L,i} = (L)^{0,35} \sigma_{1,i} \tag{B-10}$$

Wanneer aangenomen zou worden dat de forecast errors in achtereenvolgende perioden  $L$  onafhankelijk van elkaar verdeeld zouden zijn met ieder een eigen  $\hat{\sigma}_{1,i}$  dan wordt in de literatuur meestal voorgesteld om  $c=0,5$  te nemen. Relatie [B-10] wordt dan:  $\sigma_{L,i} = \sqrt{L} \sigma_{1,i}$ . Echter volgens [11] zijn deze aannames niet altijd reëel, waardoor een analyse als hierboven beschreven noodzakelijk is.

In bijlage 9.9 worden voor alle producten de veiligheidsvoorraden en reorder levels getoond. Hierbij worden de relatieve & absolute forecast errors ook gepresenteerd met daarbij de relatie bepaald als [B-10].

## Bijlage 9.4 Uitleg en illustratie statistische analyses vraagdistributie

### B9.4.1 Uitleg statistische analyses

In het eindrapport wordt gesteld dat de vraagdistributie van de wekelijkse vraag bepaald is door salesdata van alle producten te analyseren in het statistisch programma Statgraphics™.

Het betreft hier de salesdata van week 8 in 2003 t/m week 20 in 2004 die zijn onderworpen aan de volgende statistische tests:

- a) *Grafische analyses: Histogram; Quantile-plot & Quantile-Quantile-plot*
- b) *Goodness-of-fit tests*
- c) *Test for Normality*

Naast deze tests wordt er tevens een samenvatting van de analyse gegeven die de belangrijkste parameters van de theoretische distributie presenteert.

De uitleg van deze tests wordt hieronder gegeven:

#### Ad a) Grafische analyses:

##### a1) Histogram:

Een histogram is een diagram die de (relatieve) frequenties van een data-range afzet tegen gedefinieerde klassenintervallen die de range in gelijke stukken verdelen. De (relatieve) frequenties worden aangegeven met rechthoeken. De hoogte van deze rechthoeken zijn dan gelijk aan de (relatieve) frequenties. Er dient ervoor te worden gezorgd dat de breedte van de intervallen gelijk zijn omdat dan de hoogte van de getekende rechthoeken evenredig zijn met de (relatieve) frequenties [21].

Indien de kansdichtheidfunctie van een Normale of Gamma-verdeling in dit histogram wordt getekend kan men visueel beoordelen of de data te fitten zijn op een van deze twee verdelingen. Als het einde van de rechthoeken relatief dicht tegen de lijn van de kansdichtheidfunctie liggen dan is er sprake van een goede "fit".

##### a2) Quantile-plot:

Een Quantile-plot toont de empirische cumulatieve distributie (Normaal of Gamma) samen met de te fitten distributie (van de actual salesdata). Als de theoretische cumulatieve functie bij de data "past" dan liggen de punten van de actual salesdata dicht bij de theoretische lijn.

Een quantile is een "measure of location" [21] die de data in delen verdeelt. Een voorbeeld van een quantile is een "percentile". Een percentile wordt verkregen indien de data in 100 gelijke delen worden verdeeld. Een 100k-percentile  $p_k$  is een waarde zodat tenminste 100k% van de waarnemingen onder de deze waarde  $p_k$  liggen en tenminste 100(1-k)% erboven.

Door de salesdata uit te drukken in quantiles wordt de cumulatieve kansdistributie van de data verkregen. Indien deze wordt afgezet tegen de theoretische cumulatieve kansverdeling kan visueel worden ingeschat of de data te fitten zijn.

##### a3) Quantile-Quantile-plot:

Dit diagram zet de gesorteerde data af tegen de overeenkomstige quantiles van de theoretische distributie. Als de data te fitten zijn op deze distributie moeten de punten langs de lijn liggen die met een hoek van 45 graden door de oorsprong gaat.

#### Ad b) Goodness-of-fit tests:

Bij een Goodness-of-fit test worden de salesdata, net als bij het opstellen van een histogram, verdeeld in  $k$  gelijke klassenintervallen die elkaar niet overlappen. Het aantal waarnemingen in een klasse  $O_i$  wordt vergeleken met het aantal verwachte waarnemingen  $E_i$  gebaseerd op de te fitten distributie (Normaal of Gamma).

Vervolgens wordt de toetsingsstatistiek  $X_0^2$  (Chi-square) als volgt bepaald:

$$X_0^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \text{ waarbij } k \text{ gelijk is aan het aantal intervallen} \quad [B-11]$$

Het kan worden aangetoond dat, indien de data de theoretische distributie zouden fitten,  $X_0^2$ , bij benadering, een chi-square distributie volgt met  $k - p - 1$  vrijheidsgraden.  $p$  staat voor het aantal parameters dat geschat dient te worden bij de theoretische distributie.

De volgende hypothesen worden getest:

*Ho: De data zijn te fitten op de theoretische distributie*

*H1: De data zijn niet te fitten op de theoretische distributie*

*Ho* wordt verworpen met een betrouwbaarheid van  $\alpha$  indien de berekende toetsingsstatistiek  $X_0^2$  groter is dan de theoretische waarde:  $X_{\alpha, k-p-1}^2$ .

Het programma Statgraphics™ concludeert op basis van deze toetsingsstatistiek of *Ho* wordt aangenomen of wordt verworpen met een bepaalde betrouwbaarheid  $\alpha$  en een bepaalde P-waarde.

De P-waarde geeft het niveau van significantie aan die ertoe zou leiden om de nulhypothese *Ho* te verwerpen [21]. M.a.w. de P-waarde geeft aan of de berekende toetsingsgrootte ver of juist net in het verwerpinggebied ligt van de hypothesetoets. De P-waarde is de kans dat de toetsingsstatistiek een waarde aanneemt die net zo extreem is als de waargenomen waarde van de statistiek indien *Ho* wel zou worden aangenomen.

Een andere interpretatie kan ook aan de P-waarde worden gegeven: de P-waarde is de kleinste waarde van  $\alpha$  waarop de data significant kunnen worden beschouwd.

#### Ad c) Test-for-Normality:

De Test-for-Normality is een ingebouwde analysefunctie in Statgraphics™ die bestaat uit enkele testen om na te gaan of de salesdata te fitten zijn op een normale verdeling, onder andere bestaande uit:

- Een Chi-square goodness-of-fit test (zie b.)
- Een test voor skewness. Skewness is een statistiek die de symmetrie in de data aangeeft. Valt de waarde van deze skewness tussen  $-2$  en  $+2$  dan kan gesteld worden dat de data van een normale verdeling afkomen.
- Een test voor kurtosis. Kurtosis is een statistiek die de distributievorm in de data aangeeft. Valt de waarde van deze kurtosis tussen  $-2$  en  $+2$  dan kan gesteld worden dat de data van een normale verdeling afkomen.

Ook wordt bij deze testen een overkoepelende P-waarde gegeven die dezelfde betekenis heeft als bij b) uitgelegd is.

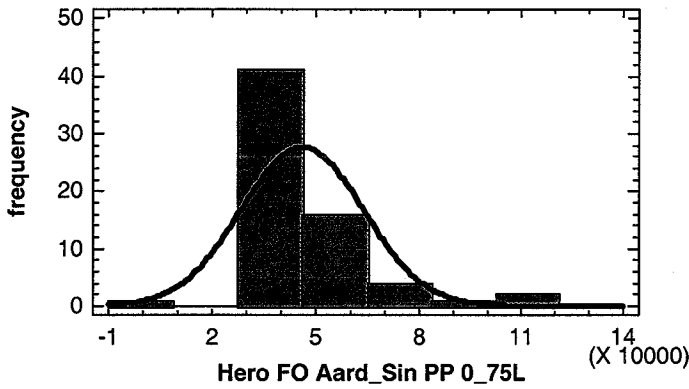
### B9.4.2 Analyse salesdata fitten op een Normale kansverdelingfunctie

Ter illustratie van de statistische analyses die hebben plaatsgevonden, worden de resultaten van de in B9.4.1 besproken analyses getoond voor twee producten: Hero FO 0,75L Aardbei/ Sinas (13179) en Hero FO 0,25L Sinas/ Passievruucht (17257). Voor beide producten zijn de salesdata gefit op een Normale en Gamma-verdeling.

➤ **Hero FO, 0,75L Aardbei/ Sinas: Fitten op Normale verdeling**

a) *Grafische analyses: Histogram; Quantile-plot & Quantile-Quantile-plot*

**Histogram for Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L**



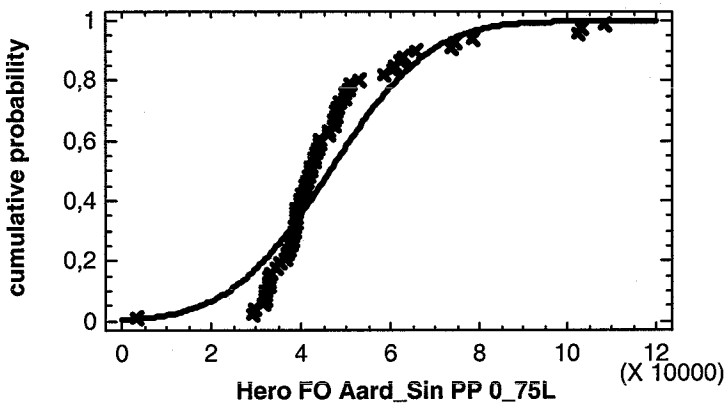
*Histogram: Data zijn ingedeeld in 7 intervallen. Einde van de staven moeten tegen de lijn aan liggen.*

**Conclusie 1:**

*Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.5: Histogram analyse Normale verdeling (13179)*

**Normal Distribution**



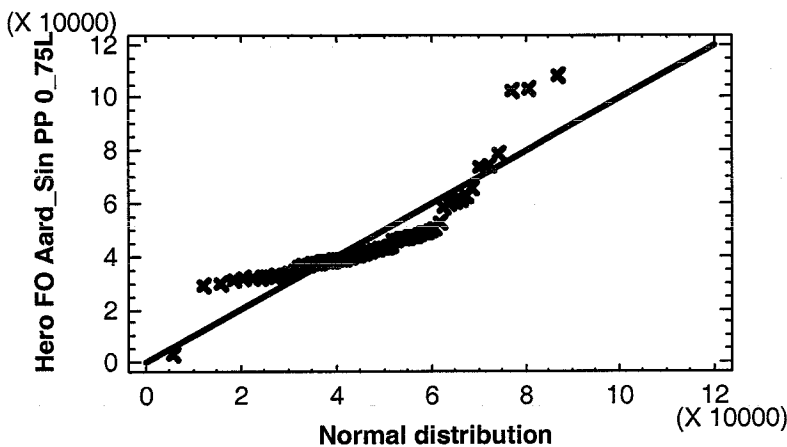
*Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de lijn liggen*

**Conclusie 2:**

*Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.6: Quantile-plot analyse Normale verdeling (13179)*

**Quantile-Quantile Plot**



*Quantile-Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de 45-graden lijn liggen*

**Conclusie 3:**

*Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.7: Quantile-Quantile-plot analyse Normale verdeling (13179)*

## b) Goodness-of-fit test:

Chi-Square Test				
Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chi-Square
at or below	26058,0	1	8,12	6,25
26058,0	34431,4	11	8,12	1,02
34431,4	40693,1	17	8,12	9,69
40693,1	46300,1	13	8,13	2,92
46300,1	51907,0	10	8,13	0,43
51907,0	58168,7	1	8,12	6,25
58168,7	66542,2	6	8,12	0,56
above	66542,2	6	8,12	0,56

**Chi-Square = 27,6766** with 5 d.f. **P-Value = 0,0000420988**

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,204837  
 Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,154092  
 Estimated overall statistic DN = 0,204837  
 Approximate P-Value = 0,0085534

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,204837	1,671	<0.01*
Anderson-Darling A <sup>2</sup>	4,10043	4,14993	0,0000*

\*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution. Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

## c) Test-for-Normality:

Test-for-Normality for Hero FO Aard_Sin PP 0_75L
Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 59.0 P-Value = 0.00000153525
Shapiro-Wilks W statistic = 0.823136 P-Value = 2.08832E-10
Z score for skewness = 3.19257 P-Value = 0.00141025
Z score for kurtosis = 3.53828 P-Value = 0.000402822

**Uitleg Statgraphics™:**

This pane shows the results of tests run to determine whether Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,204837. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

**Conclusie Statgraphics™:**

Since the smallest P-value amongst the tests performed is less than 0.01, we can **reject** the idea that Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L comes from a normal distribution with 99% confidence.

**Conclusie 4:**

Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling

**Uitleg Statgraphics™:**

This pane shows the results of several tests run to determine whether Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L into 20 equally probable classes and compares the number of observations in each class to the number expected.

The Shapiro-Wilks test is based upon comparing the quantiles of the fitted normal distribution to the quantiles of the data.

The standardized skewness test looks for lack of symmetry in the data.

The standardized kurtosis test looks for distributional shape which is either flatter or more peaked than the normal distribution.

**Conclusie Statgraphics™:**

The lowest P-value amongst the tests performed equals 2.08832E-10.

Because the P-value for this test is less than 0.01, we can **reject** the idea that Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L comes from a normal distribution with 99% confidence.

**Conclusie 5:**

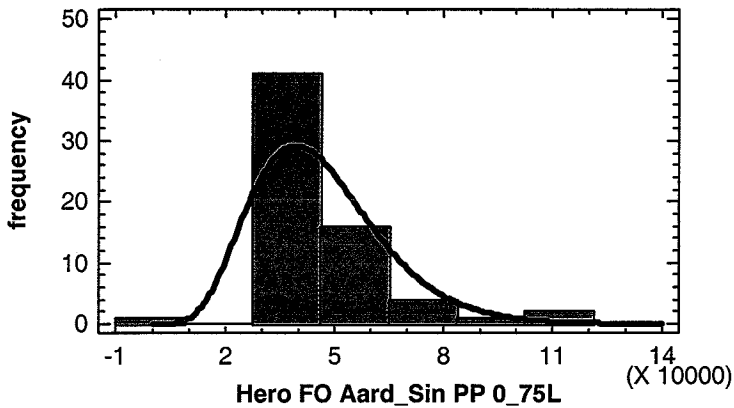
Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling

**Eindconclusie:** De salesdata van Hero FO 0,75L Aardbei/ Sinas zijn **niet** te fitten op een Normale verdeling.

➤ **Hero FO, 0,75L Aardbei/ Sinas: Fitten op Gamma-verdeling**

a) *Grafische analyses: Histogram; Quantile-plot & Quantile-Quantile-plot*

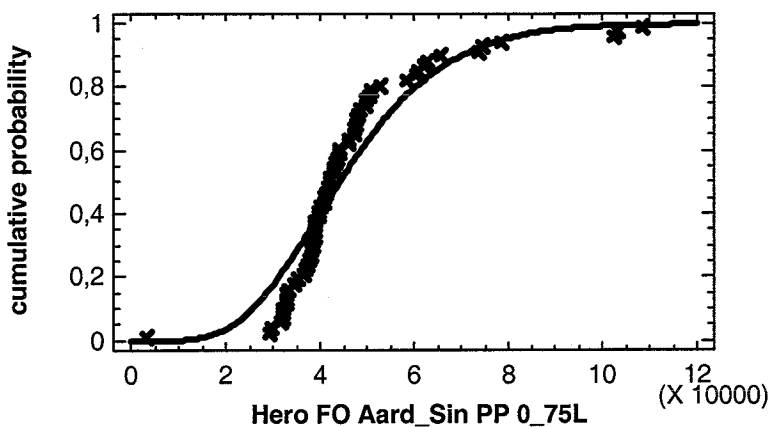
**Histogram for Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L**



*Histogram: Data zijn ingedeeld in 7 intervals. Einde van de staven moeten tegen de lijn aan liggen.*

**Conclusie 1:**  
*Data lijkt te fitten op Gamma-verdeling*

*Figuur B9.8: Histogram analyse Gamma-verdeling (13179)*

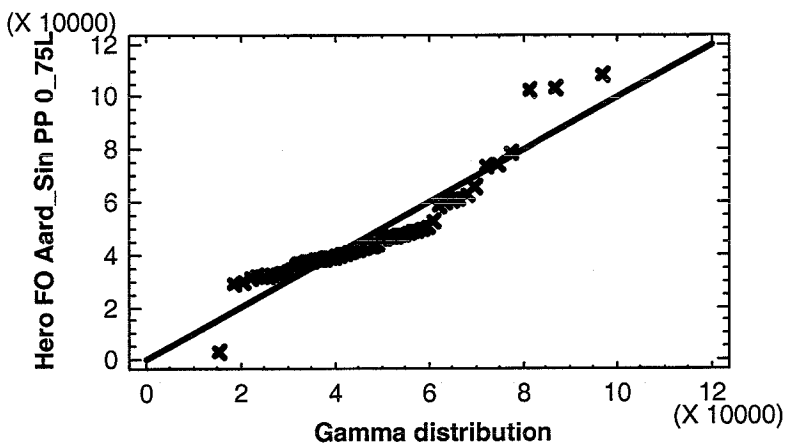


*Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de lijn liggen*

**Conclusie 2:**  
*Data lijkt te fitten op Gamma-verdeling*

*Figuur B9.9: Quantile-plot analyse Gamma-verdeling (13179)*

**Quantile-Quantile Plot**



*Quantile-Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de 45-graden lijn liggen*

**Conclusie 3:**  
*Data lijkt niet fitten op Gamma-verdeling*

*Figuur B9.10: Quantile-Quantile-plot analyse Gamma-verdeling (13179)*



## b) Goodness-of-fit test:

Chi-Square Test				
Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chi-Square
at or below	27051,3	1	8,12	6,25
27051,3	33399,4	10	8,12	0,43
33399,4	38766,2	12	8,13	1,85
38766,2	44042,7	16	8,13	7,63
44042,7	49779,9	11	8,13	1,02
49779,9	56748,9	3	8,12	3,23
56748,9	67025,4	6	8,12	0,56
above	67025,4	6	8,13	0,56

**Chi-Square = 21,5231** with 5 d.f. **P-Value = 0,000644964**

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,15984  
 Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,163003  
 Estimated overall statistic DN = 0,163003  
 Approximate P-Value = 0,0632326

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,163003	1,33596	<0.10
Anderson-Darling A^2	3,0095		>=0.10*

\*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution. Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

**Uitleg Statgraphics™:**

This pane shows the results of tests run to determine whether Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L can be adequately modeled by a gamma distribution. The chi-square test divides the range of Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L and the CDF of the fitted gamma distribution. In this case, the maximum distance is 0,163003. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

**Conclusie Statgraphics™:**

Since the smallest P-value amongst the tests performed is less than 0.01, we can **reject** the idea that Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L comes from a gamma distribution with 99% confidence.

**Conclusie 4:**

Data lijkt niet te fitten op Gamma-verdeling

**Eindconclusies:** Op basis van de Goodness-of-fit test kunnen de salesdata van Hero FO 0,75L Aardbei/ Sinas **niet** gefit worden op een Gamma-verdeling.

Echter op basis van de grafische analyses en in vergelijking met de potentiële fit van andere theoretische kansverdelingfuncties is een Gamma-verdeling de meest waarschijnlijke.

Het histogram geeft hiervoor de grootste aanwijzing, maar ook de testen met betrekking tot de standaard skewness en kurtosis wijzen op een meer asymmetrische Gamma-verdeling

Indien de salesdata voor Hero FO Aard/ Sin 0,75L Gamma verdeeld worden verondersteld, zijn de belangrijkste parameters  $\alpha$  en  $\beta$  te vinden in een samenvatting van de analyse in Statgraphics™:

**Statgraphics™:**
**Analysis Summary**

Data variable: Hero FO Aard\_Sin PP 0\_75L

65 values ranging from 2928,0 to 108360,0

Fitted gamma distribution:

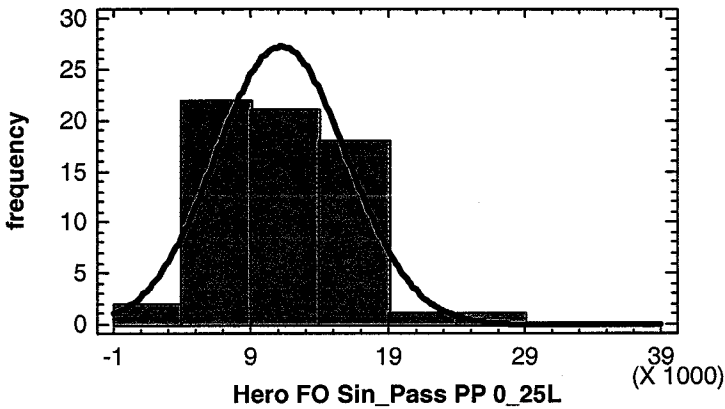
Shape,  $\alpha = 6,77392$

Scale,  $\beta = 6835$

➤ **Hero FO, 0,25L Sinas/ Passievrucht: Fitten op Normale verdeling**

a) *Grafische analyses: Histogram; Quantile-plot & Quantile-Quantile-plot*

**Histogram for Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L**

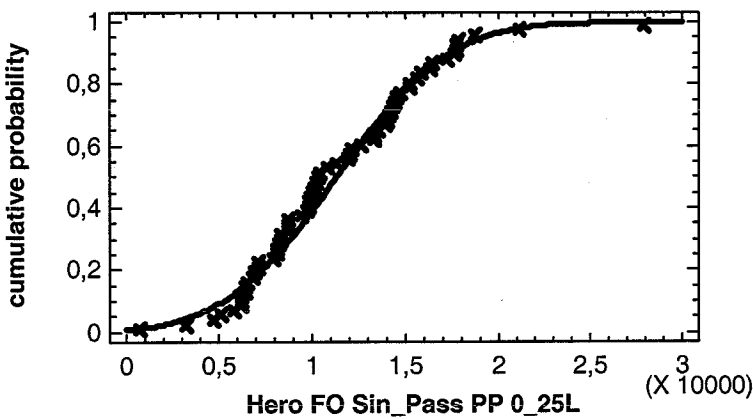


*Histogram: Data zijn ingedeeld in 6 intervallen. Einde van de staven moeten tegen de lijn aan liggen.*

**Conclusie 1:**  
*Data lijkt niet te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.11: Histogram analyse Normale verdeling (17257)*

**Normal Distribution**

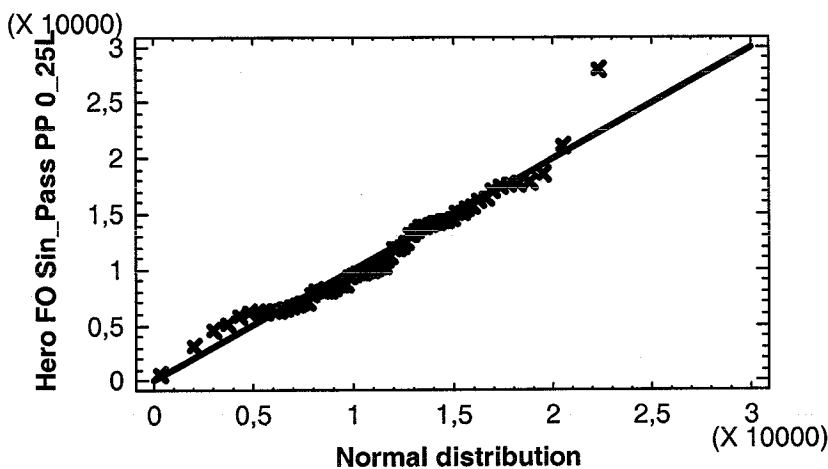


*Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de lijn liggen*

**Conclusie 2:**  
*Data lijkt te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.12: Quantile-plot analyse Normale verdeling (17257)*

**Quantile-Quantile Plot**



*Quantile-Quantile-plot: Data passen bij distributie indien de punten dicht bij de 45-graden lijn liggen*

**Conclusie 3:**  
*Data lijkt te fitten op Normale verdeling*

*Figuur B9.13: Quantile-Quantile-plot analyse Normale verdeling (17257)*

## b) Goodness-of-fit test:

Chi-Square Test				
Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chi-Square
at or below	5809,69	5	8,12	1,20
5809,69	8073,25	11	8,12	1,02
8073,25	9765,96	10	8,12	0,43
9765,96	11281,7	10	8,13	0,43
11281,7	12797,4	4	8,13	2,09
12797,4	14490,1	10	8,12	0,43
14490,1	16753,6	7	8,12	0,16
above	16753,6	8	8,12	0,00

**Chi-Square = 5,76931** with 5 d.f. **P-Value = 0,329317**

Estimated Kolmogorov statistic DPLUS = 0,0972608  
 Estimated Kolmogorov statistic DMINUS = 0,0631315  
 Estimated overall statistic DN = 0,0972608  
 Approximate P-Value = 0,570146

EDF Statistic	Value	Modified Form	P-Value
Kolmogorov-Smirnov D	0,0972608	0,793423	>=0.10*
Anderson-Darling A^2	0,544538	0,551111	0,1557*

\*Indicates that the P-Value has been compared to tables of critical values specially constructed for fitting the currently selected distribution. Other P-values are based on general tables and may be very conservative.

## c) Test-for-Normality:

Tests for Normality for Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L

Computed Chi-Square goodness-of-fit statistic = 28.2308  
 P-Value = 0.0423129

Shapiro-Wilks W statistic = 0.971777  
 P-Value = 0.328699

Z score for skewness = 1.47096  
 P-Value = 0.141302

Z score for kurtosis = 1.67169  
 P-Value = 0.0945861

**Uitleg Statgraphics™:**

This pane shows the results of tests run to determine whether Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L into nonoverlapping intervals and compares the number of observations in each class to the number expected based on the fitted distribution. The Kolmogorov-Smirnov test computes the maximum distance between the cumulative distribution of Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L and the CDF of the fitted normal distribution. In this case, the maximum distance is 0,0972608. The other EDF statistics compare the empirical distribution function to the fitted CDF in different ways.

**Conclusie Statgraphics™:**

*Since the smallest P-value amongst the tests performed is greater than or equal to 0.10, we can **not reject** the idea that Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L comes from a normal distribution with 90% or higher confidence.*

**Conclusie 4:**

*Data lijkt te fitten op Normale verdeling*

**Uitleg Statgraphics™:**

This pane shows the results of several tests run to determine whether Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L can be adequately modeled by a normal distribution. The chi-square test divides the range of Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L into 20 equally probable classes and compares the number of observations in each class to the number expected. The Shapiro-Wilks test is based upon comparing the quantiles of the fitted normal distribution to the quantiles of the data. The standardized skewness test looks for lack of symmetry in the data. The standardized kurtosis test looks for distributional shape which is either flatter or more peaked than the normal distribution

**Conclusie Statgraphics™:**

*The lowest P-value amongst the tests performed equals 0.0423129. Because the P-value for this test is less than 0.05, we can **not reject** the idea that Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L comes from a normal distribution with 95% confidence.*

**Conclusie :**

*Data lijkt te fitten op Normale verdeling*

**Eindconclusie:** De salesdata van Hero FO 0,25L Sinas/ Passievrucht zijn te fitten op een Normale verdeling.

De grafische analyses duiden sterk richting een normale verdeling. Het histogram laat dat echter het minst duidelijk zien.

De Goodness-of-fit test en Test-for-Normality concluderen beide (met verschillende betrouwbaarheid) dat Ho: "Data zijn te fitten op de Normale distributie", niet verworpen kan worden.

Indien de salesdata voor Hero FO Sin/ Pass 0,25L Normaal-verdeeld worden verondersteld, zijn de belangrijkste parameters  $\mu$  en  $\sigma$  te vinden in een samenvatting van de analyse in Statgraphics™:

**Statgraphics™:**

**Analysis Summary**

Data variable: Hero FO Sin\_Pass PP 0\_25L  
65 values ranging from 648,0 to 27912,0

Fitted normal distribution:

Mean,  $\mu = 11281,7$

Standard deviation,  $\sigma = 4756,78$

In bijlage 9.5 worden de resultaten en eindconclusies voor alle CF-producten getoond. Voor alle producten hebben dezelfde analyses plaatsgevonden. Echter op basis van de uitkomsten van Statgraphics™ is gekeken naar de P-waarde en is, indien de nulhypothese met een bepaalde betrouwbaarheid is verworpen, gesteld dat de nulhypothese met een andere betrouwbaarheid (gebaseerd op deze P-waarde) wel aangenomen kan worden.

**B9.4.3 Uitleg en bepaling parameters bij een Gamma kansverdelingfunctie**

Indien een Gamma-verdeling wordt gefit op een groep salesdata is het nodig de parameters van deze distributie te bepalen. Statgraphics™ genereert deze parameters. Echter ze kunnen ook zelf bepaald worden aan de hand van de salesdata. Het zal blijken dat de waarden van deze parameters nogal uit elkaar liggen. Bijvoorbeeld bij het product Hero FO 0,75L Aardbei/ Sinas (13179) genereert Statgraphics™ de volgende waarden voor de parameters:

Shape,  $\alpha = 6,77392$

Scale,  $\beta = 6835$

De parameters kunnen zelf berekend worden met behulp van de volgende stappen [21]:

$\hat{D}_{L,i}$  = verwachte gemiddelde vraag over de lead-time = "a"

$\sigma_{L,i}$  = standaard deviatie van de forecast error over 1 week = "b"

$\alpha = 1 / \{(b / a)^2\}$  en  $\beta = a * \{(b / a)^2\}$

[B-12]

Voor het product (13179) geldt dat  $\hat{D}_{L,i} = 27780$  en  $\sigma_{L,i} = 16899,4$ .

Hieruit volgt voor de parameters dat:

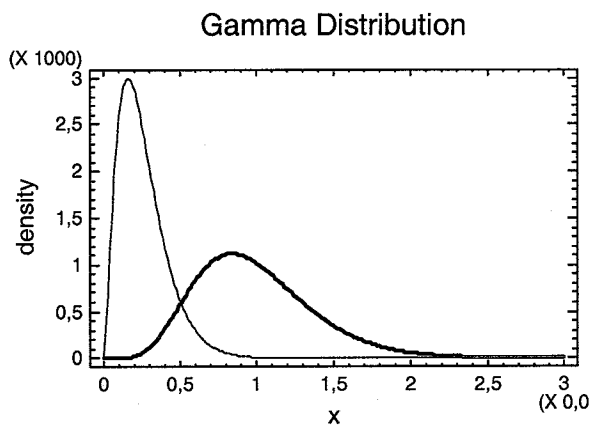
Shape,  $\alpha = 2,70$

Scale,  $\beta = 10280$

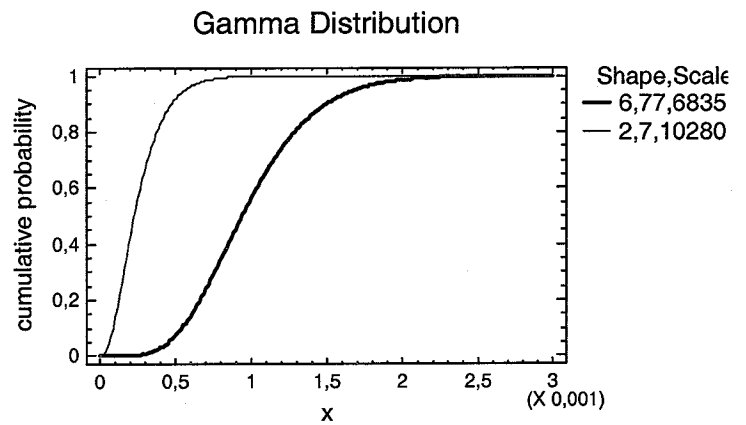
Het verschil in parameters is vrij groot: indien deze parameters worden ingevoerd in Statgraphics™ om de gefitte Gamma-verdeling te tonen, is het verschil nog duidelijker te zien:

Distribution: Gamma

Parameters:	Shape	Scale
Dist. 1	6,77	6835,35
Dist. 2	2,7	10280,3



Figuur: B9.14 Kansdichtheidfunctie Gamma-verdeling bij verschillende parameters



Figuur: B9.15: Cumulatieve kansdichtheidfunctie Gamma-verdeling bij verschillende parameters

Het verschil in distributies is groot zoals te zien in de figuren B9.14 en B9.15. Het verschil heeft ook invloed op de waarde van de safety factor zoals zal worden toegelicht in bijlage 9.8.3.

Bij de bepaling van de veiligheidsvoorraad in het herontwerp zal ervoor worden gekozen om, indien de salesdata zijn te fitten op een Gamma-verdeling, te kiezen voor de eigen berekening van de relevante parameters volgens [B-12]. Dit is distributie 2 (rode lijn) in figuren B9.14 en B9.15.

Belangrijk hierbij is dan ook te melden dat deze keuze arbitrair is. Voor een nauwkeurige bepaling van de veiligheidsvoorraad is voor een Gamma-verdeling een diepere analyse noodzakelijk. Indien distributie 1 (zwarte lijn) gebruikt wordt, wordt uitgegaan van een meer symmetrische verdeling. Indien distributie 2 (rode lijn) wordt toegepast, wordt er uitgegaan van een verdeling waar de kans op een kleinere vraag hoger is. Dit kan gevolgen hebben voor je veiligheidsvoorraad. Dit wordt getoond in bijlagen B9.8.3 en B9.8.4.

## Bijlage 9.5 Uitkomsten statistische analyses vraagdistributie

In deze bijlage worden de uitkomsten van de statistische analyses naar de kansverdelingfunctie van de salesdata van de CF-producten over de periode wk 8 2003 t/m wk 20 2004 gepresenteerd.

Kolom 2 van tabel B9.2 geeft de verdelingsfunctie weer op basis van de analyses in Statgraphics™, zoals beschreven in bijlage 9.4. (G = Gamma, N = Normaal). Deze worden vergeleken met de uitkomsten van de vuistregel beschreven §9.3.2.2 [11], te weten  $\sigma_{L,i} / \hat{D}_{L,i} \leq 0,5$  (kolom 7 en 8). Bij een **V** komen ze overeen,

bij een **X** niet (laatste kolom). De resultataen uit de tweede kolom worden gebruikt.

De overige kolommen zijn:

Kolom 3:  $\hat{D}_{1,i}$ : Verwachte wekelijkse gemiddelde vraag

Kolom 4:  $\hat{D}_{L,i}$ : Verwachte gemiddelde vraag over de lead-time:  $\hat{D}_{L,i} = (3\text{dgn}/5\text{dgn}) * \hat{D}_{1,i}$

Kolom 5:  $\sigma_{1,i}$ : Standaard deviatie van de absolute forecast error over 1 week

Kolom 6:  $\sigma_{L,i}$ : Standaard deviatie van de forecast error over lead-time L:  $\sigma_{L,i} = \{(3\text{dgn}/5\text{dgn})^{0,35}\} * \sigma_{1,i}$

Tabel B9.2: Uitkomsten statistische analyse en vergelijking met vuistregel

Product	Analyse SG	$\hat{D}_{1,i}$	$\hat{D}_{L,i}$	$\sigma_{1,i}$	$\sigma_{L,i}$	$\sigma_{L,i} / \hat{D}_{L,i}$	Vuistregel [11]	Vgl?
Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	G	46300,1	27780	20207,7	16899,4	0,6083	G	V
Hero FO Sin/Ban PP 0,75L	G	42000,0	25200	8282,4	6926,4	0,2749	N	X
Hero FO Sin/PassPP 0,75L	G	39881,6	23929	8512,4	7118,8	0,2975	N	X
Hero FO Ap/Perz PP 0,75L	G	31372,1	18823	6826,4	5708,8	0,3033	N	X
Hero FO Zuivel bos PP 0,75L	G	27378,6	16427	8869,5	7417,4	0,4515	N	X
Hero FO Zuivel trop PP 0,75L	G	23534,5	14121	9864,5	8249,5	0,5842	G	V
Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	N	13539,9	8124	10078,4	8428,4	1,0375	N	V
Hero FO Sin/Pass PP 0,25L	N	11281,7	6769	2479,4	2073,4	0,3063	N	V
Hero F&C Sin/Man PP 1L	G	35431,8	21259	9449,7	7902,6	0,3717	N	X
Hero F&C Sin (calc.) PP 1L	G	33239,3	19944	9215,2	7706,5	0,3864	N	X
Hero F&C Sin/Guave PP 1L	G	19479,7	11688	8792,3	7352,9	0,6291	G	V
Hero F&C Ap/Bos PP 1L	G	25727,6	15437	8278,2	6922,9	0,4485	N	X
Hero F&C Sin/Man PP 0,33L	N	4174,0	2504	781,2	653,3	0,2608	N	V
Hero F&C Sin (calc.) PP 0,33L	G	3129,9	1878	1667,9	1394,8	0,7427	G	V
Hero MF oranje vrucht 6x1L	G	16146,4	9688	6127,7	5124,5	0,5290	G	V
Hero NF rode vrucht 6x1L	N	12766,9	7660	6212,1	5195,1	0,6782	G	X
Hero MF Vitamix bos 6x1L	N	10923,8	6554	5159,2	4314,5	0,6583	G	X
Hero MF vitamix trop 6x1L	G	9381,7	5629	5341,6	4467,1	0,7936	G	V
Hero MF oranje vrucht 0,33L	G	57533,2	34520	15980,3	13364,1	0,3871	N	X
Hero MF rode vrucht 0,33L	G	8469,5	5082	5054,3	4226,9	0,8318	G	V
Hero MF Vitamix trop 0,33L	G	29532,8	17720	12511,9	10463,5	0,5905	G	V
Hero MF Vitamix bos 0,33L	G	53862,4	32317	12481,9	10438,4	0,3230	N	X
Hero MF Energy 0,33L	N	4865,5	2919	4426,3	3701,7	1,2680	G	X
Hero Sinasappel PET 0,33L	N	31525,2	18915	9130,1	7635,4	0,4037	N	V
Hero Appel PET 0,33L	N	14349,2	8610	8800,6	7359,8	0,8548	G	X

Een overzicht van de analyses in Statgraphics™ is te zien in de tabel B9.3. Hierbij is te zien met welke betrouwbaarheid in de Goodness-of-fit tests ("bh") een distributie kan worden aangenomen of verworpen.

De toetsingsparameter  $X_0^2$ , het aantal vrijheidsgraden (d.f.) en ook de P-waarde worden bij deze test in de tabel getoond.

Er is ook een Test-for-Normality toegepast, waarbij de skewness en kurtosis te zien zijn. Ook zijn hierbij de gemiddelde wekelijkse vraag ("Xgem") en de standaard deviatie van de salesdata ("St.Dev.") aangegeven.

Tenslotte zijn de waarden van de toetsingsparameter  $X_0^2$  en de kleinste P-waarde gepresenteerd.

Voor beide toetsen is een conclusie getrokken, waar uiteindelijk de eindconclusie op is gebaseerd (laatste kolom).

Tabel B9.3: Overzicht conclusies analyse Statgraphics™

Artikelnummer	omschrijving	Goodness-of-Fit test							Test for normality							Eindconclusie				
		Normale verdeling			Gamma verdeling		Bij	Conclusie	Skewness	Kurtosis	Xgem	St.Dev.	Chi square, d.f., p-2-tail	Smallest P-value	Level of confidence		Conclusie			
		n	X*2	d.f.	P-value	X*2												d.f.	P-value	
13179	HERO FR-ONTB AARDJN PP 0.75L	65	27.67	6	<<<<<0.01	21.62	5	<<<<<0.01	99%			3.19	3.54	46300.1	17696.4	59	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
13180	HERO FR-ONTB SINBAN PP 0.75L	65	51.8	6	5.8*10<sup>-10</sup>	32.85	5	<<<<<0.01	99%			3.6	3.95	42000	17276	59	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
18645	HERO FR-ONTB SINPASS PP 0.75L	65	32.4	6	0.00005	25.21	6	<<<<<0.01	99%			3.33	3.55	38881	17609	49.54	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
17504	HERO FO APPERZ.CALC. PP 0.75L	65	27.2	6	0.00005	16.11	5	<<<<<0.01	99%			2.83	2.4	31372.1	13230.5	38.07	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
17735	HERO FO ZIJVEL BOSVR PP 0.75L	41	24.4	5	<<<<<0.01	14.1463	4	<<<<<0.01	99%			3.25	3.5	27378.6	14040	34.8	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
17737	HERO FO ZIJVEL TROP. PP 0.75L	41	45.9	4	<<<<<0.01	19.67	4	<<<<<0.01	99%			3.62	3.8	73534.6	12886.4	65.88	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata komen van een normale verdeling. Omdat 0.01 >>> p kunnen we met 99% significantie Ho verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
12506	HERO FR-ONTB AARDJN PP 0.75L	65	8.97	6	0.103	8.325	5	0.21	93%			0.84	0.49	13639.9	5238.96	16.54	0.29	90.0%	Ho: data komen van normale verdeling. Op basis van 90% kan je Ho accepteren. Echter een gamma-verdeling zou ook goed op de data passen.	Salesdata komen van een normale verdeling.
17267	HERO FR-ONTB SINPASS PP 0.75L	65	5.78831	6	0.09736	6.015	5	0.3	75%			1.47	1.87	11281.7	4756.78	28.23	0.042	99.0%	Ho: data komen van normale verdeling. Op basis van 90% kan je Ho accepteren. Echter op basis van de P-waarde die groter is dan 0.05 kun je Ho niet met 95% bh. aanpakken. Echter	Salesdata komen van een normale verdeling.
1824	HERO FAC SIN(MANOQVMT) PP 1L	65	46.78	6	<<<<<<0.01	36.5	5	<<<<<0.01	99%			3.35	3.98	35431.8	12184	70.07	<<<<<0.01	99%	Zowel een normale als gamma zijn waarschijnlijk, al kan de grafische analyse een gamma-verdeling veel beter beschrijven.	Geen enkele distributie past, gamma-verdeling is meest waarschijnlijk.
18206	HERO FAC SIN(CALCULM) PP 1L	65	22.8	6	<<<<<0.01	30.1365	5	<<<<<0.01	99%			3.07	3.38	33039.9	11990.3	51	<<<<<0.01	99%	Zowel een normale als gamma zijn waarschijnlijk, al kan de grafische analyse een gamma-verdeling veel beter beschrijven.	Geen enkele distributie past, gamma-verdeling is meest waarschijnlijk.
17273	HERO FAC SIN(VAUEVMT) PP 1L	65	66.04	6	<<<<<<0.01	36.5	5	<<<<<0.01	99%			3.59	3.8	19479.7	9007.07	61.8	<<<<<0.01	99%	Zowel een normale als gamma zijn waarschijnlijk, al kan de grafische analyse een gamma-verdeling veel beter beschrijven. Een Laplace-verdeling is ook waarschijnlijk al wordt de Ho niet verwerpen.	Geen enkele distributie past, gamma-verdeling is meest waarschijnlijk.
17505	HERO FAC APPERZ(BOSVRVMT) PP 1L	65	35.3076	5	<<<<<<0.01	24.6	5	<<<<<0.01	99%			2.92	2.87	26727.6	10542.5	65.8	<<<<<0.01	99%	Zowel een normale als gamma zijn waarschijnlijk, al kan de grafische analyse een gamma-verdeling veel beter beschrijven.	Geen enkele distributie past, gamma-verdeling is meest waarschijnlijk.
17261	HERO FAC SIN(CALCULM) PP 0.33L	65	18.24	6	0.002	5	0.41	75.00%				3.99	4.82	3128.9	1532.42	24.75	<<<<<0.01	99%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen.	Salesdata zijn gamma verdeeld
17262	HERO FAC SIN(MANOQVMT) PP 0.33L	64	3.307	6	0.8526	nil	nil	nil	50%			0.16	2.9	4173.07	1160.17	15.32	0.52	95%	Een normale verdeling is op basis van deze testen en grafiek zeer waarschijnlijk.	Salesdata zijn normaal verdeeld
17362	HERO MF ORANJE VRIJCHTEN 6x1L	33	19.9	6	0.0005	5.81	4	0.21	90%			1.84	0.86	16145.4	6548.88	29.5	0.07	95%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen.	We kunnen Ho: Salesdata komen van een normale distributie niet verwerpen met een bh. Van 95%.
17363	HERO MF RODE VRIJCHTEN 6x1L	33	10.05	4	0.039	4.12	4	0.39	97.5%			1.83	1.05	12786.9	6578.73	15.9	0.21	95%	Ho: Salesdata komen van een normale distributie kan niet worden verwerpen met 90% bh. Normale verdeling zou ook kunnen met een betrouwbaarheid van 97.5%.	We kunnen Ho: Salesdata komen van een normale distributie niet verwerpen met een bh. Van 95%.
17364	HERO MF VITAMIX FOREST 6x1L	33	10.06	4	0.03	9.21	4	0.051	98%			2.08	1.29	10933.8	7835.36	30.41	0.003	95%	Salesdata kunnen met 97.5% bh. normaal verdeeld worden beschouwd. Maar ook gamma verdeeld zou kunnen met dezelfde bh.	We kunnen Ho: Salesdata komen van een normale distributie niet verwerpen met een bh. Van 95%.
17365	HERO MF VITAMIX TROPICAL 6x1L	33	20.24	4	0.00044	5.81	4	0.21	90%			2	1.18	9645.84	7411.61	35.2333	0.0005	99%	Met 90% bh. kan getest worden dat Ho: Salesdata komen van een gamma verdeling niet verwerpen kan worden.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 90% bh.
17423	HERO MF VITAMIX FOREST 0.33L	62	13.19	4	0.011	5.5	4	0.24	90%			2.08	1.87	5382.4	21305.4	23.8	0.12	99%	De p-waarde < 0.01, we kunnen Ho: niet verwerpen met 97.5% bh. Echter op basis van de tests is een gamma-verdeling een betere distributie met bh. 93%.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh.
17424	HERO MF ORANJE VRIJCHTEN 0.33L	62	nil	nil	nil	4.83	4	0.30	90%			2.48	2.51	57539.2	22409	25.4	0.00076	99%	We kunnen Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen met 90% bh.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh. Worden verwerpen.
17606	HERO MF VITAMIX TROPICAL 0.33L	62	16.2	4	0.002	3.94	4	0.43	90%			3.26	3.49	29532.8	15806.9	77.83	0.05	95%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen met 90%.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh. Worden verwerpen.
17615	HERO MF RODE VRIJCHTEN 0.33L	63	21.97	4	0.0002	6.81	4	0.15	90%			3.04	2.56	8637.26	8014.54	36.4	0.0004	99%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen met 90%.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh.
17733	HERO MF ENERGY 0.33L	52	4.63	4	0.33	3.46	4	0.47	90%			2.16	1.58	4855.54	3395.2	29.8	0.02	97.50%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen met 90%. Echter ook Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 90% bh. Ho: data komen van normale verdeling. Op basis van 99% bh kan je Ho verwerpen (0.04 >>> 0.025=11.143). Echter op basis van 95% (0.02 >>> 0.025=9.488) kan je Ho accepteren. Op basis van de P-waarde die kleiner is dan 0.05 kun je Ho niet met 95% bh. aanpakken.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh.
17782	HERO SINBAZAPPET 0.33L	41	9.7	4	0.045	12.1	4	0.0012	90%			2.92	2.86	31525.2	10833.7	19.95	0.13	75%	Ho: Salesdata zijn gamma verdeeld kan niet worden verwerpen met 90%.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 95% bh.
17783	HERO APPERZ PET 0.33L	34	1.41	4	0.84	nil	nil	nil	99%			0.37	0.22	14349.2	6875.33	8.25	0.8	90%	We kunnen Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen met 99% bh.	Ho: Salesdata zijn normaal verdeeld kan niet worden verwerpen op basis van een 95%.

## Bijlage 9.6 Berekening “k” & $SSi$ op basis van servicemaat en Normale verdeling

### B9.6.1 Cycle service level P1; vraagdistributie is normaal verdeeld

Bij een P1-maat dient de safety factor  $k$  zo genomen worden dat geldt:  
 Kans op stockout gedurende de lead-time =  $1 - P1 \rightarrow$

$$\Pr(D_L > I_{t-L}) = 1 - P1 \quad [B-13]$$

$$p_{u \geq}(k) = 1 - P1$$

waarbij geldt dat  $p_{u \geq}(k)$  = kans dat een unit normaal verdeelde variabele ( $u$ ) met gemiddelde = 0 en standaard deviatie = 1 een waarde aanneemt van  $k$  of hoger.

De functie in Excel™ die deze waarde van  $k$  bepaald is: **STAND.NORM.INV(1-  $p_{u \geq}(k)$ )**

Voor P1 = 0,99 wordt dit STAND.NORM.INV(0,99) = 2,33

Voor P1 = 0,98 wordt dit STAND.NORM.INV(0,98) = 2,05

Voor P1 = 0,95 wordt dit STAND.NORM.INV(0,95) = 1,64

Voor P1 = 0,90 wordt dit STAND.NORM.INV(0,90) = 1,28

De safety factor neemt dus naarmate de servicegraad daalt. Dit is logisch aangezien het management bij een lagere servicegraad ervoor kiest om liever stockout te gaan dan een hogere voorraad te hebben.

Voor de  $SSi$  in het voorbeeld van het product (12928) (§9.3.2.3) is deze afname te zien in tabel B9.4:

Tabel B9.4: afname  $SSi$  bij P1 voor product (12928)

P1	$k$	$\sigma_{L,i}$	$SSi$
0,99	2,33	1837	4273
0,98	2,05	1837	3773
0,95	1,64	1837	3022
0,9	1,28	1837	2354
0,85	1,04	1837	1904
0,8	0,84	1837	1546
0,75	0,67	1837	1239

### B9.6.2 Target fill rate P2; vraagdistributie is normaal verdeeld

Bij een P2-maat dient de safety factor  $k$  zo genomen worden dat geldt:

Verwachte aantal stockouts gedurende de lead-time =  $1 - P2 \rightarrow$   
**E(xpected)S(hortages)P(er)R(eplenishment)C(ycle) = ESPRC =  $1 - P2 \rightarrow$**

$$G_u(k) = (Q_{\min,i} / \sigma_{L,i}) * (1 - P2), \quad [B-14]$$

$G_u(k)$  = Een speciale functie\* van een unit normaal verdeelde variabele ( $u$ ) met gemiddelde = 0 en standaard deviatie = 1, die gebruik wordt om ESPRC te vinden

$Q_{\min,i}$  = Minimale batchgrootte = Op dit moment wordt er even vanuit gegaan dat er altijd een minimale batch wordt geproduceerd. In werkelijkheid moet het productieplan gekoppeld worden aan vergelijking [B-14] om een waarde voor  $k$  te vinden. Deze fluctueert met het productieplan.

$$* = \int_k^{\infty} (u_0 - k) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-u_0^2 / 2) du_0$$



Er bestaat een benadering voor  $k$  bij een gegeven  $G_u(k)$  :

$$k = \frac{a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3}{b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + b_3 z^3 + b_4 z^4}, \text{ waarbij} \quad [B-15]$$

$$z = \sqrt{(\ln(25/(G_u(k))^2))}$$

$$a_0 = -5,3925569 \quad b_1 = -7,2495485 * 10^{-1}$$

$$a_1 = 5,6211054 \quad b_2 = 5,07326622 * 10^{-1}$$

$$a_2 = -3,8836830 \quad b_3 = 6,69136868 * 10^{-2}$$

$$a_3 = 1,0897299 \quad b_4 = -3,29129114 * 10^{-3}$$

$$b_0 = 1$$

Indien deze benadering [B-15] in een spreadsheet wordt ingebouwd kan de  $k$ -waarde bij elke gegeven waarde van  $G_u(k)$  bepaald worden. Voor Hero 0,25L Aardbei/ Sinas (12928) geldt:

Tabel B9.5: afname ssi bij P2 voor product (12928)

P2	$G_u(k)$	$k$	$\sigma_{L,i}$	ssi
0,995	0,10891	0,81	1837	1488
0,99	0,217821	0,40	1837	735
0,985	0,326731	0,11	1837	202
0,98	0,435642	-0,11	1837	-202
0,95	1,089105	-1,04	1837	-1910

In tabel B9.5 is te zien dat de waarde van  $k$  op een gegeven moment negatief wordt. Dit komt omdat  $k$  afhankelijk is van de minimale batch  $Q_{\min,i}$ . Dit valt als volgt te interpreteren:

Bij een lagere servicegraad is  $Q_{\min,i}$  relatief zo groot t.o.v. de onzekerheid in  $k$  laag wordt dat er geen ssi nodig is.

Het management kan dit ondervangen door een minimale waarde voor  $k$  te stellen. Op dit moment is deze waarde vastgesteld op  $k = 0$ .

Uit tabel B9.4 en B9.5 is ook de volgende conclusie te trekken:

*De waarde van ssi ligt bij het aanhouden van een P1 maat hoger dan bij P2 indien de salesdata van de producten Normaal verdeeld zijn*

## Bijlage 9.7 Uitleg $(R, s, Q)$ -systeem

Uit de literatuur [11] zijn de volgende voorraadbeheersingssystemen herleid:

1.  $(s, Q)$
2.  $(s, S)$
3.  $(R, S)$
4.  $(R, s, S)$

Deze systemen worden als volgt uitgelegd:

1.  $(s, Q)$ , "order-point, order-quantity system": in dit systeem is er sprake van een continue review van de voorraad. Als de voorraadpositie onder een reorder level  $s$  zakt wordt een vaste hoeveelheid  $Q$  besteld.

Dit systeem wordt vaak het "two-bin" systeem genoemd: als de vraag door de eerste "bin" wordt voldaan is er genoeg voorraad. De tweede "bin" is dan het reorder level: als deze wordt geopend, wordt een productieorder  $Q$  ingezet om de voorraad aan te vullen. Als deze productieorder gereed wordt gemeld wordt de tweede "bin" gevuld en wordt de rest in de eerste "bin" gestopt.

2.  $(s, S)$ , "order-point, order-up-to-level system": in dit systeem is er ook sprake van een continue review van de voorraad. Als de voorraadpositie onder een reorder level  $s$  zakt wordt een variabele hoeveelheid  $Q$  besteld, die gelijk is aan de order-up-to-level  $S - s$ .
3.  $(R, S)$ , periodic review, order-up-to-level system: dit systeem wordt ook wel het "replenishment cycle" systeem genoemd. De controleprocedure houdt in dat er iedere  $R$  tijdseenheden een productieorder wordt besteld die ervoor zorgt dat de voorraadpositie op het niveau van  $S$  komt. De hoeveelheid van deze productieorder is dus variabel.
4.  $(R, s, S)$ , periodic review, order-point, order-up-to-level system: dit is een combinatie van de  $(s, S)$ - en  $(R, S)$ -systemen. Iedere  $R$  tijdseenheden wordt de voorraadpositie gecontroleerd. Als deze onder het reorder level  $s$  is dan wordt er een productieorder ingezet. De hoeveelheid van de productieorder is afhankelijk van het verschil tussen  $S$  en  $s$ .  
Als de voorraadpositie boven het reorder level  $s$  is dan wordt er niet geproduceerd tot het volgende review-moment.

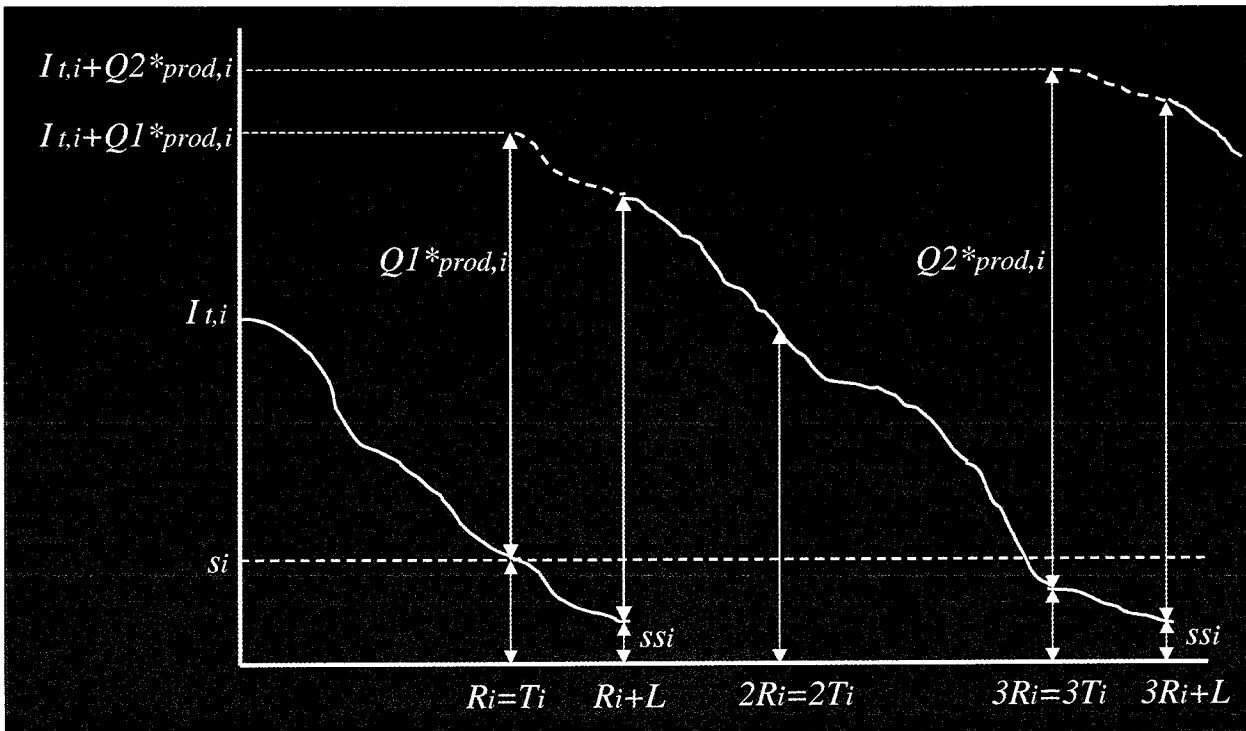
In het herontwerp van het MP is gekozen voor een periodiek  $(R, s_i, Q)$ -systeem. Dit systeem is het best te vergelijken met het  $(R, s, S)$ -systeem. Echter het verschil is dat de variabele hoeveelheid van de productieorder beperkt is vanwege het feit dat er rekening gehouden dient te worden met minimale batches.

Bovendien is de hoeveelheid van de productieorder  $Q$  afhankelijk van de vraag de komende periodes en niet van een vaste order-up-to-level  $S$ . De review period  $R$  is in dit geval gelijk aan de cyclustijd  $T_i$ .

Aan het begin van iedere cyclus voor een product  $i$  wordt gekeken of de voorraad van een product  $i$  lager is dan of gelijk is aan het reorder point  $s_i$ . Is dit het geval dan wordt een variabele hoeveelheid geproduceerd.

Deze hoeveelheid  $Q = Q^*_{prod,i}$  is gelijk aan de verwachte vraag gedurende de cyclustijd:  $\sum_{i=t}^{i=t+T-1} \hat{D}_i$ .

Het  $(R, s, Q)$ -systeem kan het best worden geïllustreerd met het volgende figuur:



Figuur B9.16: Illustratie (R, s, Q)-systeem

In figuur B9.16 is duidelijk te zien dat op het moment dat de voorraadpositie van product  $i$   $I_i(t)$  gecheckt wordt op de tijdstippen  $t = T_i$ ,  $t = 2T_i$  en  $t = 3T_i$  er alleen een productieorder "besteld" wordt door de productieplanner indien  $I_i(t) < s_i$ . Dit is het geval op  $t = T_i$  en  $t = 3T_i$ .

Ook is te zien dat  $Q1^*_{prod,i} \neq Q2^*_{prod,i}$ .

Dit wil zeggen dat er geen vaste order-up-to-level  $S$  is omdat  $Q^*_{prod,i} = n * Q_{min,i}$  en er dus rekening gehouden moet worden met de minimale batches  $Q_{min,i}$ .

De betekenis van de veiligheidsvoorraad  $ssi$  is ook te zien in figuur B9.16. De veiligheidsvoorraad  $ssi$  is het voorraadniveau vlak voordat een productieorder wordt vrijgegeven wordt en dus beschikbaar is in het systeem. Deze dient op een constant niveau te worden gehouden.

Het verschil tussen figuur B9.16 en het herontwerp is dat er bij het herontwerp sprake is van een variabel reorder level  $s_i$ .

## Bijlage 9.8 Berekening $S^*_i$ op basis van vraagdistributie en servicemaat

In deze bijlage wordt aangegeven hoe het vaste deel van het reorder level  $s^*_i$  bepaald wordt op basis van zowel een Normale als Gamma-verdeling. Dit wordt getoond voor beide servicematen P1 en P2. Bovendien wordt een gevoeligheidsanalyse gepresenteerd.

### B9.8.1 Cycle service level P1; vraagdistributie is Normaal verdeeld

Indien de vraag normaal verdeeld is, kan het reorder level  $s^*_i$  op twee manieren bepaald worden:

1. de veiligheidsvoorraad  $ss_i$  wordt eerst bepaald door de bepaling van  $\sigma_{L,i}$  en  $k$ . Tabel 9.3 geeft dit aan voor producten (13179) en (12928). Vervolgens wordt deze vermeerderd met  $\hat{D}_{L,i}$  waardoor het vaste deel van het reorder level verkregen wordt. In het eindrapport wordt dit voor (13179) en (12928) getoond in tabel 9.3.
2. in Microsoft Excel™ zit een functie ingebouwd waardoor  $s^*_i$  direct bepaald wordt in het geval van een Normale verdeling. Deze is:

$$\text{NORMINV}(P1, \hat{D}_{L,i}, \sigma_{L,i})$$

Voor de producten (13179) en (12928) wordt dan de volgende tabel verkregen:

Tabel B9.6: Directe bepaling  $s^*_i$  in Excel™ bij P1-maat en Normale verdeling

	P1	$\hat{D}_{L,i}$	$\sigma_{L,i}$	$s^*_i$
13179	0.99	27780.06	16899.35	67093.73
12928	0.99	8123.94	1836.37	12395.96

Zoals in B9.6.1 is gesteld dat de safety factor  $k$  afneemt indien de servicegraad daalt. Indien de safety factor daalt, daalt ook de hoogte van de veiligheidsvoorraad (Tabel B9.3) en het vaste reorder level  $s^*_i$ . Dit wordt geïllustreerd voor product (12928):

Tabel B9.7: Daling  $s^*_i$  bij daling servicegraad P1 voor product (12928) en Normale verdeling

P1	$\hat{D}_{L,i}$	$\sigma_{L,i}$	$s^*_i$
0.995	8123.94	1836.37	12854.13
0.99	8123.94	1836.37	12395.97
0.98	8123.94	1836.37	11895.38
0.95	8123.94	1836.37	11144.5
0.9	8123.94	1836.37	10477.34
0.85	8123.94	1836.37	10027.21
0.8	8123.94	1836.37	9669.469
0.75	8123.94	1836.37	9362.554

### B9.8.2 Target fill rate P2; vraagdistributie is Normaal verdeeld

Indien er met een target fill rate P2 gewerkt wordt is het niet mogelijk om via een functie direct de hoogte van  $s^*_i$  te bepalen. Het is dus de bedoeling dat de veiligheidsvoorraad bepaald wordt aan de hand van de safety factor  $k$  te zien in bijlage 9.6.2. Deze dient te worden vermeerderd met de gemiddelde vraag gedurende de lead-time  $L$ ,  $\hat{D}_{L,i}$ .

Voor de producten (13179) en (12928) is het volgende overzicht verkregen:

Tabel B9.8: Bepaling  $s^*_i$  bij P2-maat en Normale verdeling

	P2	$\hat{D}_{L,i}$	Bepaling $ss_i$ volgens bijlage B9.6.2			$s^*_i$
			$\sigma_{L,i}$	$k$	$ss_i$	
13179	0.995	27780.06	16899.35	1.82	30758.92	58539.0
12928	0.995	8123.94	1836.37	0.81	1486.80	9610.7

Ook voor de target fill rate geldt dat het reorder level (en de  $ss_i$ ) daalt bij een daling van de servicegraad:

 Tabel B9.9: Daling  $s^*_i$  bij daling servicegraad P2 en Normale verdeling voor product (12928)

P2	$\hat{D}_{L,i}$	Bepaling $ss_i$ volgens bijlage B9.6.2				$s^*_i$
		$G_u(k)$	$k$	$\sigma_{L,i}$	$ss_i$	
0.995	8123.94	0.10891	0.81	1837	1488	9612
0.99	8123.94	0.217821	0.40	1837	735	8859
0.985	8123.94	0.326731	0.11	1837	202	8326
0.98	8123.94	0.435642	-0.11	1837	-202*	8124*
0.95	8123.94	1.089105	-1.04	1837	-1910*	8124*

\* Indien de minimale waarde voor  $k=0$  wordt opgesteld, is de veiligheidsvoorraad gelijk aan 0 en is het vaste reorder level  $s^*_i$  gelijk aan de verwachte vraag gedurende de lead-time

Indien de resultaten in de laatste kolom uit tabel B9.7 en B9.9 met elkaar worden vergeleken is de volgende conclusie te trekken:

De waarde van  $s^*_i$  ligt bij het aanhouden van een P1 maat hoger dan bij P2 indien de salesdata van de producten Normaal verdeeld zijn.

### B9.8.3 Cycle service level P1; vraagverdeling is Gamma verdeeld

De safety factor  $k$  is niet rechtstreeks te bepalen via een functie in Excel™. Aansluitend op bijlage 9.6 waar deze dan ook niet bepaald is voor producten waarvan de salesdata Gamma verdeeld zijn. Wel is het mogelijk om direct het vaste reorder level  $s^*_i$  te bepalen met een functie:

$$s^*_i = \text{GAMMAINV}(P1, \alpha, \beta)$$

Hierbij zijn  $\alpha$  en  $\beta$  de parameters die de vorm van de Gamma-distributie bepalen. In bijlage B9.4.3 is gemeld dat deze parameters zowel door Statgraphics™ worden gegenereerd, als dat de mogelijkheid bestaat ze zelf te berekenen met behulp van formule [B-12]. In het ontwerp is er voor gekozen de zelf berekende parameters te kiezen voor het herontwerp.

De hoogte van de veiligheidsvoorraad en de safety factor  $k$  zijn dan indirect te bepalen door de volgende stappen:

$$ss_i = s^*_i - \hat{D}_{L,i} \quad [B-16]$$

$$k = \frac{ss_i}{\sigma_{L,i}} \quad [B-17]$$

Voor de producten (13179) en (12928) zijn op basis van [B-16] en [B-17] de volgende resultaten verkregen:

Tabel B9.10: Bepaling  $s^*_i$  bij P1-maat en Gamma-verdeling

	P1	$\alpha$	$\beta$	$s^*_i$
13179	0,99	2.70	10280.33	81177.95
12928	0,99	19.57	415.10	12994.26

 Tabel B9.11: Bepaling  $ssi$  bij P1-maat en Gamma-verdeling volgens [B-16]

	$s^*_i$	$\hat{D}_{L,i}$	$ssi$
13179	81177.95	27780.06	53397.89
12928	12994.26	8123.94	4870.32

 Tabel B9.12: Bepaling  $k$  bij P1-maat en Gamma-verdeling volgens [B-17]

	$ssi$	$\sigma_{L,i}$	$k$
13179	53397.89	16899.35	3.16
12928	4870.32	1836.37	2.65

De invloed van de juiste parameters  $\alpha$  en  $\beta$  is erg groot gezien het verschil in hoogte van reorder level indien er in plaats van de eigen berekende waarden, de waarden van Statgraphics™ worden genomen:

 Tabel B9.13: Bepaling  $s^*_i$  met verschillende parameters  $\alpha$  en  $\beta$  voor de Gamma-distributie

	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$k$	$k$	$s^*_i$	$s^*_i$	$ssi$	$ssi$
13179	6.77	6835.35	2.70	10280.33	4.11	3.16	97318.29	81177.95	69538.23	53397.89
12928	5.27	2569.14	19.57	415.10	12.39	2.65	30869.39	12994.26	22745.45	4870.32

De waarden die gegenereerd worden door Statgraphics™ zijn in tabel B9.13 aangegeven met een gele arcering. De waarden die in het herontwerp gebruikt zijn en berekend zijn volgens [B-12] staan in de kolommen ernaast. Te zien is een groot verschil tussen de  $k$ -waarden. Deze leiden ertoe dat er een groot verschil bestaat tussen de hoogte van de veiligheidsvoorraden. Voor de artikelen (12928) en (13179) scheelt dit ruim 15000 flessen! Het reorder levels liggen dus ook hoger voor deze artikelen.

De opmerking die is gemaakt aan het einde van B9.4.3 is dan ook erg belangrijk. Er bestaat immers een significant verschil tussen beide manieren van parameterbepaling. De keuze heeft namelijk grote gevolgen voor de wijze van voorraadbeheersing. Verdere analyse is dus noodzakelijk.

Wat betreft de gevoeligheid van de hoogte van het reorder level en veiligheidsvoorraad is een analyse gemaakt voor product (13179), waarvan de salesdata, zoals te vinden is in bijlage 9.5, Gamma verdeeld zijn:

 Tabel B9.14: Afname  $s^*_i$  bij daling P1-maat en Gamma-verdeling voor product (13179)

P1	$\alpha$	$\beta$	$s^*_i$	$s^*_i$
0.99	2.70	10280.33	81177.95	97318.3
0.98	2.70	10280.33	72277.78	89646
0.95	2.70	10280.33	60099.51	78872.6
0.9	2.70	10280.33	50430.22	70025.9
0.85	2.70	10280.33	44501.57	64434.3
0.8	2.70	10280.33	40123.05	60203.1
0.7	2.70	10280.33	33608.3	53708.9

Te zien is in tabel B9.14 dat het vaste reorder level daalt naarmate de servicegraad daalt. Dit is als gezegd logisch aangezien bij een lagere servicegraad de veiligheidsvoorraad daalt en daarmee het reorder level. In de laatste kolom zijn de waarden te zien van het reorder level indien de waarden van de parameters vanuit Statgraphics™ zouden worden gebruikt. Het verschil in hoogte is duidelijk te zien.

### B9.8.4 Target fill rate P2; vraagdistributie is Gamma verdeeld

Ook voor de P2-maat geldt dat de waarden van de safety factor  $k$  niet direct te bepalen zijn via Excel™. Net als bij de P1-maat is het wel mogelijk om direct het vaste reorder level  $s^*_i$  te bepalen met een functie. Het verschil met de P1-maat is dat de hoogte van de veiligheidsvoorraad afhankelijk is van de Expected Shortages Per Replenishment Cycle (ESPRC) en de hoogte van  $Q_{\min,i}$ .

In Excel™ bestaat de functie om de ESPRC te bepalen:

$$ESPRC = \alpha\beta(1-(\text{GAMMADIST}(s, \alpha+1, \beta, \text{TRUE}))-s(1-\text{GAMMADIST}(s, \alpha, \beta, \text{TRUE})))$$

Deze functie kan samen met de vergelijking:  $P2 = 1 - (ESPRC/Q_{\min,i})$  gebruikt worden om  $s^*_i$  te bepalen. De functie "Doelzoeken" in Excel™ is hiervoor ook beschikbaar in de spreadsheet. De waarde voor  $k$  en kunnen via de formules [B-16] en [B-17]. Voor de artikelen (13179) en (12928) worden dan de volgende resultaten verkregen:

Tabel B9.15: Bepaling  $s^*_i$ ,  $k$  en  $SSI$  bij P2-maat en Gamma-verdeling

P2	$\alpha$	$\beta$	$s^*_i$	$\hat{D}_{L,i}$	$\sigma_{L,i}$	$k$	$SSI$
0.995	2.70	10280.33	74501.36	27780.1	16899.35	2.76	46721.30
0.995	19.57	415.10	9806.29	8123.94	1836.37	0.92	1682.35

Ook bij deze servicemaat is de waarde van het reorder level afhankelijk van de waarden van  $\alpha$  en  $\beta$ . Hiervoor geldt dan dezelfde opmerking gemaakt als in bijlage B9.8.3.

Om de gevoeligheid te bepalen voor met betrekking tot de hoogte van de P2-maat is aan analyse gemaakt voor het product (13179):

Tabel B9.16: Daling  $s^*_i$  bij daling P2-maat en Gamma-verdeling voor product (13179)

P2	$\alpha$	$\beta$	$s^*_i$	$s^*_i$
0.995	2.70	10280.33	74501.4	89719.5
0.99	2.70	10280.33	66424.5	82846
0.985	2.70	10280.33	61192.3	78275.5
0.98	2.70	10280.33	57428.2	74951.5
0.95	2.70	10280.33	45073.4	63794.1

Ook hier geldt dat de hoogte van het reorder level daalt naarmate de waarde voor de P2-maat daalt.

De laatste kolom toont de waarden van  $s^*_i$  indien de parameterwaarden voor  $\alpha$  en  $\beta$  vanuit Statgraphics™ zouden worden genomen. Ook hier is het verschil duidelijk te zien: de waarden  $s^*_i$  liggen een stuk hoger.

Indien de resultaten in de vierde kolommen uit tabel B9.14 en B9.16 met elkaar worden vergeleken is de volgende conclusie te trekken:

De waarde van  $s^*_i$  ligt bij het aanhouden van een P1 maat hoger dan bij P2 indien de salesdata van de producten Gamma verdeeld zijn

## Bijlage 9.9 Overzicht & interpretatie resultaten $S^*_i$ & $SS_i$ voor alle producten & opbouw in Microsoft Excel™

### B9.9.1 Overzicht resultaten analyses $s^*_i$ en $ssi$

In de volgende bijlagen zijn de volgende analyses gemaakt:

- Bijlage 9.3: relatie tussen  $\sigma_{L,i}$  en  $\sigma_{1,i}$ .
- Bijlagen 9.4 en 9.5: bepaling vraagdistributie.
- Bijlage 9.6: bepaling voor servicematen P1 en P2 hoogte veiligheidsvoorraad  $ssi$  bij Normale verdeling.
- Bijlage 9.8: bepaling voor servicematen P1 en P2 hoogte reorder level  $s^*_i$  bij Normale verdeling en hoogte reorder level  $s^*_i$  en veiligheidsvoorraad  $ssi$  bij Gamma-verdeling.

De eindresultaten van deze analyses zullen in de MP-spreadsheet ingebouwd worden. Indien men de resultaten voor alle artikelen onder elkaar zet wordt het volgende overzicht bij een P1 maat van 99% verkregen:

Tabel B9.17: Resultaten analyses voor alle artikelen bij P1 maat = 99%

Statistiekgroep	Artikelnummer	P(D(t))	1	2	3	4	k	ssi	$S^*_i$
			$D_{1,i}$	$\sigma_{1,i}$	$D_{L,i}$	$\sigma_{L,i}$			
Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	13179	Gamma	46300.1	17596.40	27780.06	16899.35	3.16	53398	81178
Hero FO Sin/ Ban PP 0,75L	13180	Gamma	42000	17276.00	25200	6926.43	2.72	18842	44042
Hero FO Sin/Pas PP 0,75L	16645	Gamma	39881	17809.00	23928.6	7118.81	2.75	19589	43517
Hero FO Ap/Perz PP 0,75L	17504	Gamma	31372.1	13239.90	18823.26	5708.83	2.76	15754	34578
Hero FO Zuivelbos PP 0,75L	17796	Gamma	27378.6	14040.00	16427.16	7417.40	2.96	21951	38378
Hero FO Zuiveltrop PP 0,75L	17797	Gamma	23534.5	16666.40	14120.7	8249.53	3.13	25819	39940
Hero FO Aard/ Sin PP 0,25L	12928	Normaal	13539.9	5258.90	8123.94	1836.37	2.33	4272	12396
Hero FO Sin/ Pas PP 0,25L	17257	Normaal	11281.7	4756.78	6769.02	2073.44	2.33	4824	11593
Hero FC Sin/ Man PP 1,00L	16094	Gamma	35431.8	9449.69	21259.08	7902.61	2.85	22546	43805
Hero FC Sin/ Calc PP 1,00L	16096	Gamma	33239.3	9215.24	19943.58	7706.54	2.87	22139	42083
Hero FC Sin/ Gua PP 1,00L	17273	Gamma	19479.7	8792.32	11687.82	7352.86	3.19	23422	35110
Hero FC Ap/ Bosv PP 1,00L	17505	Gamma	25727.6	8278.23	15436.56	6922.94	2.96	20460	35896
Hero FC Sin/ Man PP 0,33L	17252	Normaal	4173.97	781.15	2504.382	653.26	2.33	1520	4024
Hero FC Sin/ Calc PP 0,33L	17251	Gamma	3129.9	1667.90	1877.94	1394.84	3.32	4633	6511
Hero MF Oranjevr. PP 1,00L	17952	Gamma	16146.4	6127.69	9687.84	5124.48	3.06	15680	25368
Hero MF Rode vr. PP 1,00L	17953	Normaal	12766.9	6212.09	7660.14	5195.06	2.33	12085	19746
Hero MF Vitaforest PP 1,00L	17954	Normaal	10923.8	5159.20	6554.28	4314.55	2.33	10037	16591
Hero MF Vitatropic PP 1,00L	17955	Gamma	9645.64	5341.58	5787.384	4467.07	3.36	14990	20778
Hero MF Oranjevr. PET 0,33L	17424	Gamma	57533.2	15980.32	34519.92	13364.06	2.87	38405	72925
Hero MF Rode vr. PET 0,33L	17615	Gamma	8637.25	5054.35	5182.35	4226.86	3.41	14396	19578
Hero MF Vitaforest PET 0,33L	17423	Gamma	53862.4	12511.91	32317.44	10463.49	2.79	29170	61488
Hero MF Vitatropic PET 0,33L	17606	Gamma	29532.8	12481.92	17719.68	10438.41	3.14	32733	50453
Hero MF Energy PET 0,33L	17733	Normaal	4865.54	4426.34	2919.324	3701.67	2.33	8611	11531
Hero Sinasappel PET 0,33L	17782	Normaal	31525.2	9130.12	18915.12	7635.36	2.33	17762	36678
Hero Appelsap PET 0,33L	17783	Normaal	14349.2	8800.56	8609.52	7359.76	2.33	17121	25731

Uitleg kolommen:

- 1: Gemiddelde wekelijkse vraag voor product i
- 2: Standaard deviatie van de relatieve forecast error van de vraag over 1 week (bijlage 9.3)
- 3: Verwachte vraag over de lead-time L
- 4: Standaard deviatie van de forecast error over de lead-time L (bijlage 9.3)



Indien een servicemaat P2 wordt aangehouden van 99,5% wordt het volgende overzicht verkregen:

Tabel B9.18: Resultaten analyses voor alle artikelen bij P2 maat = 99,5 %

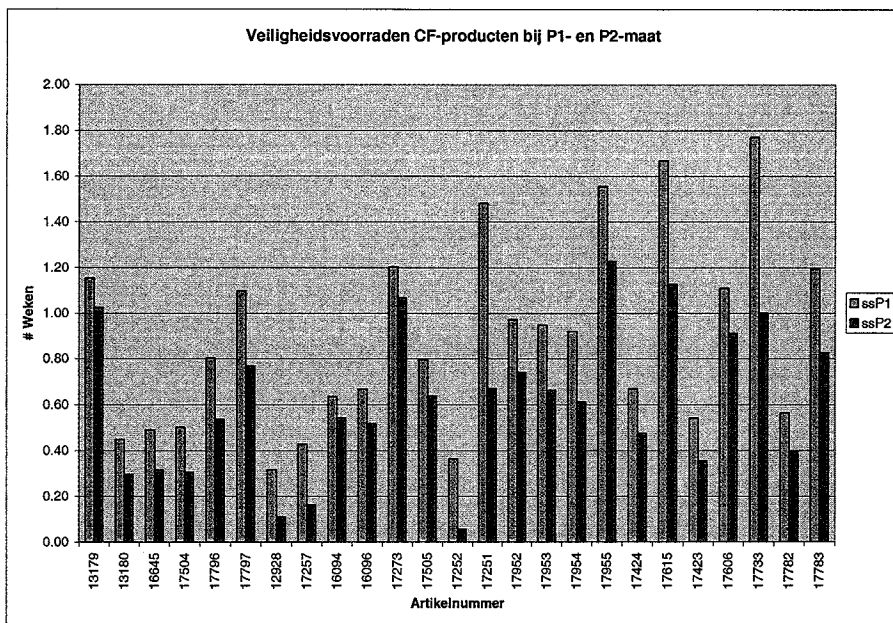
Statistiekgroep	Artikelnummer	P(D(t))	$k$	$SSI$	$S^*_i$
Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	13179	Gamma	2.81	47424	75204
Hero FO Sin/ Ban PP 0,75L	13180	Gamma	1.78	12359	37559
Hero FO Sin/Pas PP 0,75L	16645	Gamma	1.76	12545	36473
Hero FO Ap/Perz PP 0,75L	17504	Gamma	1.67	9538	28362
Hero FO Zuivelbos PP 0,75L	17796	Gamma	1.98	14699	31126
Hero FO Zuiveltrop PP 0,75L	17797	Gamma	2.19	18071	32192
Hero FO Aard/ Sin PP 0,25L	12928	Normaal	0.81	1487	9611
Hero FO Sin/ Pas PP 0,25L	17257	Normaal	0.88	1816	8584
Hero FC Sin/ Man PP 1,00L	16094	Gamma	2.43	19213	40472
Hero FC Sin/ Calc PP 1,00L	16096	Gamma	2.23	17206	37149
Hero FC Sin/ Gua PP 1,00L	17273	Gamma	2.83	20773	32461
Hero FC Ap/ Bosv PP 1,00L	17505	Gamma	2.37	16424	31861
Hero FC Sin/ Man PP 0,33L	17252	Normaal	0.35	231	2736
Hero FC Sin/ Calc PP 0,33L	17251	Gamma	1.50	2095	3973
Hero MF Oranjevr. PP 1,00L	17952	Gamma	2.33	11918	21605
Hero MF Rode vr. PP 1,00L	17953	Normaal	1.63	8451	16111
Hero MF Vitaforest PP 1,00L	17954	Normaal	1.55	6686	13240
Hero MF Vitatropic PP 1,00L	17955	Gamma	2.65	11832	17619
Hero MF Oranjevr. PET 0,33L	17424	Gamma	2.05	27364	61884
Hero MF Rode vr. PET 0,33L	17615	Gamma	2.30	9724	14907
Hero MF Vitaforest PET 0,33L	17423	Gamma	1.82	19029	51346
Hero MF Vitatropic PET 0,33L	17606	Gamma	2.58	26887	44607
Hero MF Energy PET 0,33L	17733	Normaal	1.31	4863	7782
Hero Sinasappel PET 0,33L	17782	Normaal	1.63	12419	31335
Hero Appelsap PET 0,33L	17783	Normaal	1.61	11860	20469

Uit de tabellen B9.17 en B9.18 blijkt dat een iets hogere servicemaat P2 zorgt voor lagere reorder levels en veiligheidsvoorraden.

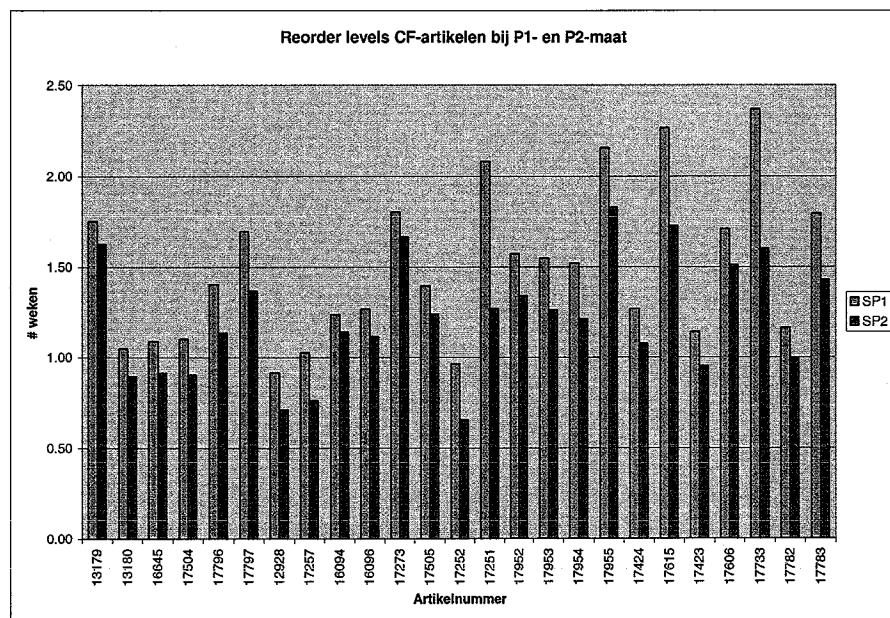
### B9.9.2 Interpretatie analyses $s^*_i$ en $ssi$

In B9.9.1 zijn de getallen in # flessen gegeven waardoor het moeilijk is een waardeoordeel over de hoogtes te geven. Indien de getallen worden afgezet tegen de gemiddelde vraag per week (kolom 4 tabel B9.17) kan er meer over de hoogtes van de veiligheidsvoorraden & reorder levels worden gezegd.

Grafisch ziet er dit als volgt uit:



Figuur B9.17: Veiligheidsvoorraden CF-producten bij P1- en P2-maat



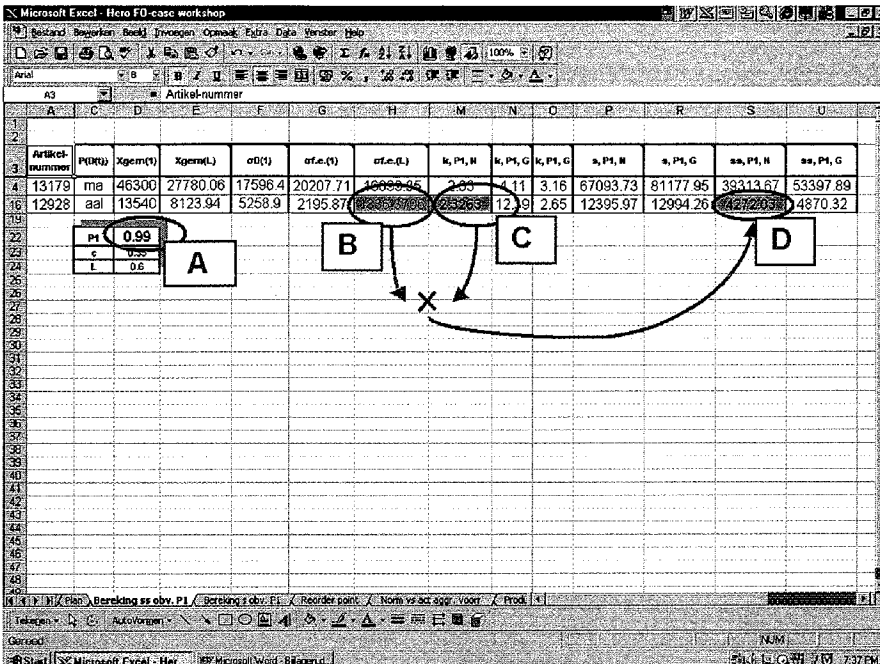
Figuur B9.18: Reorder levels CF-producten bij P1- en P2-maat

Uit de figuren B9.17 en B9.18 blijkt dat bij een P2-maat (roodpaarse kolommen) zowel de veiligheidsvoorraden als het reorder levels lager liggen.

Ook is te zien dat de veiligheidsvoorraden bij een P1-maat (99%) tussen de halve en anderhalve week schommelen. Bij een P2-maat (99,5%) schommelen deze voorraden tussen 0,2 week en 1 á 2 weken. Voor de reorder levels geldt dat bij een P1-maat (99%) het reorder levels tussen de één en twee weken liggen. Bij een P2-maat (99,5%) schommelen de waarden tussen één en anderhalve week.

### B9.9.3 Opbouw analyses $s_i$ en $ss_i$ in Microsoft Excel™

Voor de producten (13179) en (12928) wordt in deze bijlage getoond hoe ze in de MP-spreadsheet zijn gebouwd.

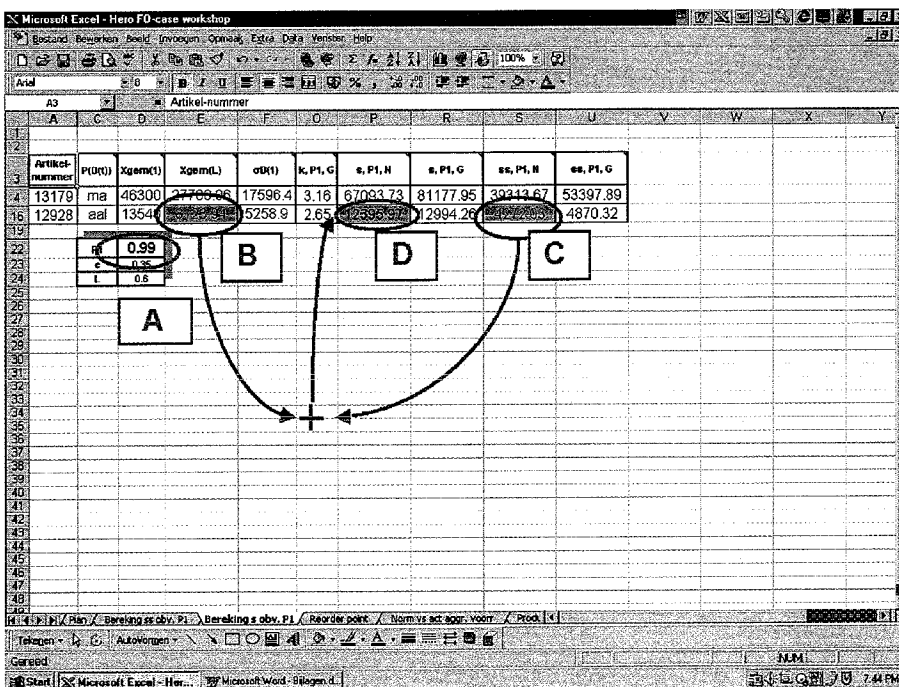


Figuur B9.19: Bepaling veiligheidsvoorraad in Microsoft Excel™

De uitleg van deze sheet, die als tabblad "achter" de basisheet staat, is:

- A: Instelling van de servicemaat, in dit geval P1: hier kan de servicemaat hoger of lager worden ingesteld.
- B: Standaard deviatie van de forecast error over de lead-time L.
- C: Safety factor k.
- D: Veiligheidsvoorraad van product (12928): deze is gekoppeld aan de basisheet

Voor het reorder level ziet de sheet er als volgt uit:



Figuur B9.20: Bepaling reorder level in Microsoft Excel™

De uitleg van deze sheet, die als tabblad "achter" de basis sheet staat, is:

A: Instelling van de servicemaat, in dit geval P1: hier kan de servicemaat hoger of lager worden ingesteld.

B: Verwachte vraag over de lead-time L.

C: Veiligheidsvoorraad van product (12928).

D: Reorder level van product (12928): deze is gekoppeld aan de basis sheet

Uiteindelijk zijn de sheets in figuren B9.19 en B9.20 gekoppeld aan de basis sheet als volgt:

The screenshot shows an Excel spreadsheet with two main tables. The top table, titled 'Verkoopplan', shows sales data for weeks 1 to 5. The bottom table, titled 'Variabel reorder level S<sub>i</sub>', shows reorder levels for various product codes (e.g., 12928) across weeks 1 to 5. Annotations A, B, C, and D are placed on the spreadsheet to highlight specific input fields and formulas.

Figuur B9.21: Input reorder level in basis sheet in Microsoft Excel™

A: Instelmogelijkheden voor productieplanner: P1- of P2-maat; Normale of Gamma-verdeling

B: Input tabbladen gepresenteerd in B9.19 en B9.20: vaste reorder level  $s^*_i$  en veiligheidsvoorraad  $ss_i$

C: Vraag van de komende 4 weken, omdat de cyclustijd voor dit product  $T^*_i = 4$  weken (Bijlage 9.11):

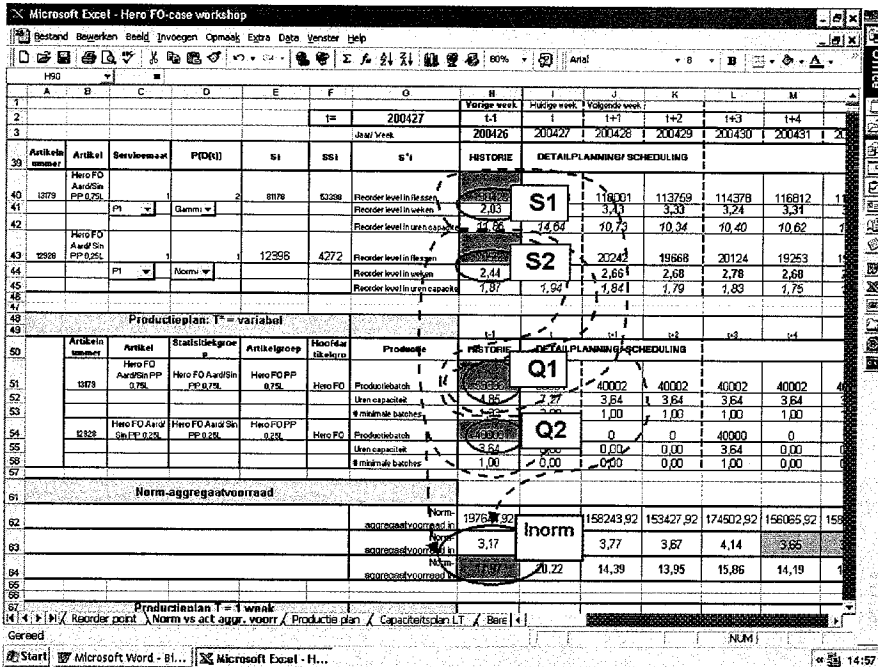
$$\sum_{i=t}^{i=t+T-1} \hat{D}_i = D_t + D_{t+1} + D_{t+2} + D_{t+3}$$

D: Variabel reorder level:  $s_i = s^*_i + (D_t + D_{t+1} + D_{t+2} + D_{t+3})$ : de waarde van dit reorder level verandert mee afhankelijk van de vraag in de komende perioden.

Indien deze vraag hoog is dan komt het reorder level hoger te liggen waardoor er eerder besloten wordt om dit product te produceren omdat het actuele voorraadniveau al snel onder het reorder level ligt.

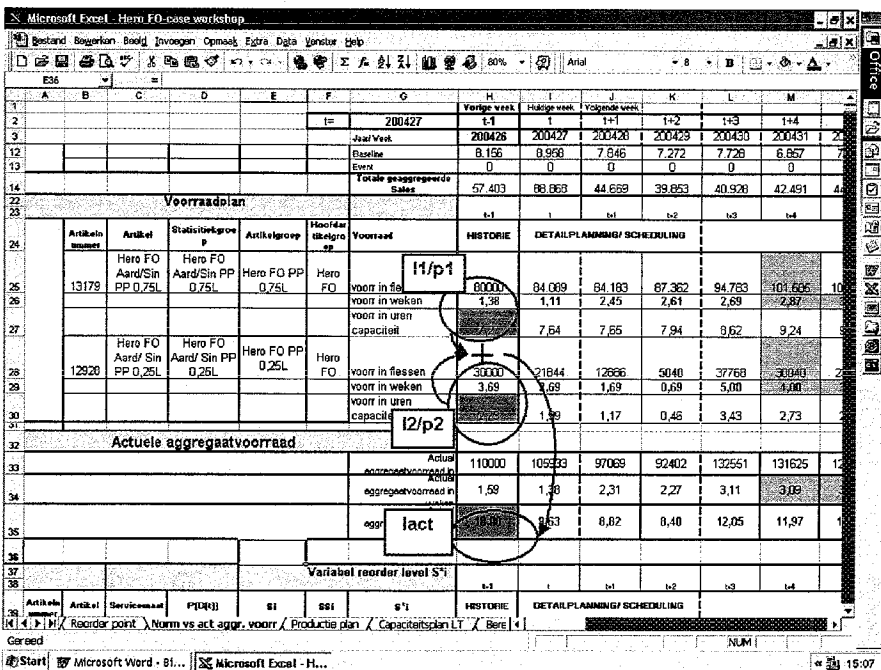
## Bijlage 9.10 Opbouw actuele aggregaatvoorraad en norm-capaciteitsvoorraad in Microsoft Excel™

In onderstaand figuur is te zien hoe de norm-capaciteitsvoorraad, **Inorm**, is opgebouwd in de MP-spreadsheet: Deze wordt bepaald door de som van **S1** en **Q1** uitgedrukt in productie-uren (voor product 13179) én en de som van **S2** en **Q2** uitgedrukt in productie-uren (voor product 12928). **Inorm** is in dit voorbeeld gelijk aan 17,97 uur.



Figuur B9.22: Bepaling norm-capaciteitsvoorraad in Microsoft Excel™

De actuele voorraad, **lact**, wordt bepaald door de actuele voorraadstanden in flessen uit te drukken in productie-uren: **I1/p1** (voor product 13179) en **I2/p2** (voor product 12928). **lact** is in dit voorbeeld gelijk aan 10 uur.



Figuur B9.23: Bepaling actuele geaggregeerde voorraad in Microsoft Excel™

## Bijlage 9.11 Bepaling cyclustijden CF-producten

In onderstaande tabel staan de cyclustijden gegeven van de CF-producten. In eerste instantie is de jaarvaag en de minimale batch bepaald (kolom 2 en 3). Vervolgens is het aantal keer produceren bepaald aan de hand van de jaarvaag (kolom 6). De uitkomst van deze berekening na afronding,  $T_i$  (kolom 7) is vergeleken met de interne tht (kolom 8): een cyclustijd kan immers niet groter zijn dan de interne tht van een product. M.a.w. de interne tht is de minimale waarde voor  $T_i$ . Na overleg met de productieplanner zijn de "optimale" cyclustijden  $T_i^*$  verkregen (laatste kolom).

Tabel B9.19: Overzicht cyclustijden CF-producten

Statistiekgroep	$D_i$	$Q_{\min,i}$	Multiple	$D_i / Q_{\min,i}$	$t_i$ (weken)	$T_i$	Interne tht	$T_i^*$
HERO FO AP/PERZ. 0,75L	1293360	40002	13334	32,33	1,608	2	3,71	2
HERO FO ZUIVEL BOSVR. 0,75L	1179242	40002	13334	29,48	1,764	2	3,71	1
HERO FO ZUIVEL TROP. 0,75L	1007764	40002	13334	25,19	2,064	2	3,71	1
HERO FO AARD/SIN 0,75L	2219243	40002	13334	55,48	0,937	1	3,71	1
HERO FO SIN/BAN 0,75L	1993953	40002	13334	49,85	1,043	1	3,71	1
HERO FO SIN/PASS 0,75L	1860709	40002	13334	46,52	1,118	1	3,71	1
HERO FO AARD/SIN 0,25L	472827	40000	40000	11,82	4,399	4	4,57	4
HERO FO SIN/PASS 0,25L	375663	40000	40000	9,39	5,537	6	4,57	4
HERO F&C AEL/BOSVR(VIT) 1L	1336234	20000	10000	66,81	0,778	1	3,71	1
HERO F&C SIN.(CALCIUM) 1L	1710750	20000	10000	85,54	0,608	1	3,71	1
HERO F&C SIN./MANGO(VIT) 1L	1811445	20000	10000	90,57	0,574	0,5	3,71	1
HERO F&C SIN/GUAVE(VIT) 1L	946205	20000	10000	47,31	1,099	1	3,71	1
HERO F&C S./MANGO(VIT) 0,33L	199321	30303	30303	6,58	7,906	8	7,00	7
HERO F&C SIN.(CALCIUM) 0,33L	143642	30303	30303	4,74	10,970	11	7,00	7
HERO MF ORANJE VR 6x1L	830192	20000	10000	41,51	1,253	1	5,00	2
HERO MF RODE VRUCHTEN 6x1L	667631	20000	10000	33,38	1,558	2	5,00	2
HERO MF VITAMIX FOREST 6x1L	558018	20000	10000	27,90	1,864	2	5,00	2
HERO MF VITAMIX TROPICAL 6x1L	513990	20000	10000	25,70	2,023	2	5,00	2
HERO APPEL PET 0,33L	948314	29411	29411	32,24	1,613	2	5,00	2
HERO MF ENERGY 0,33L	209851	29411	29411	7,14	7,288	7	5,00	7
HERO MF ORANJE VRUC 0,33L	2813489	58822	29411	47,83	1,087	1	5,00	1
HERO MF RODE VRUCHTEN 0,33L	155857	29411	29411	5,30	9,813	10	5,00	5
HERO MF VITAMIX FOREST 0,33L	2587262	58822	29411	43,98	1,182	1	5,00	1
HERO MF VITAMIX TROP 0,33L	1339267	29411	29411	45,54	1,142	1	5,00	1
HERO SINASAPPEL PET 0,33L	1714973	29411	29411	58,31	0,892	1	5,00	1

## Bijlage 9.12 Bepaling productieniveau en -capaciteit in Microsoft Excel™

In figuur B9.24 is te zien hoe het productieniveau wordt bepaald in het MP via de spreadsheet die in dit onderzoek ontwikkeld is.

Product 13179 heeft een cyclustijd van een week.  $Q1 (= Q^{*}_{prod,i})$  wordt dan bepaald op basis van de vraag in de komende week **D1**.  $Q1$  wordt vervolgens gerelateerd aan de minimale batch, middels [9-16]:

$$Q^{*}_{prod,i} = (Q_{prod,i} / Q_{min,i}) * Q_{min,i}$$

In het voorbeeld is te zien dat er 40002 flessen Hero FO, 0,75L Aardbei/ Sinas op de planning staan.

Voor product 12928 geldt een cyclustijd van 4 weken.  $Q2$  wordt bepaald aan de hand van de vraag voor de komende 4 weken, **D2**. Wanneer  $Q2$  gerelateerd wordt aan de minimale batch dan betekent dit dat het productieniveau voor Hero FO 0,25L dat er één minimale batch van 40000 flessen wordt gemaakt.

Uiteindelijk worden  $Q1$  en  $Q2$  uitgedrukt in productie-uren middels de norm-productiesnelheden (p1 en p2). Wanneer deze gesommeerd worden wordt de benodigde productiecapaciteit verkregen: **PC**.

Verkoopplan						J	K	L	M	N	O	P	
						5-7-2004	12-7-2004	19-7-2004	26-7-2004	2-8-2004	9-8-2004	16-6-2004	
7	Artik elnummer	Artikel	Statistie kgroep	Artikel groep	Hoof darti kelgr oep	ANNNING/ SCHEDULING			KORTE TERMIJN PLANNING				
8	13179	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO PP 0,75L	Hero FO	Totaal	36.823	39.581	39.200	35.431	37.795	32.475	35.430
9						Baseline	28.806	32.581	33.200	35.631	35	32.475	35.430
10						Event	13.017	0	0	0	0	0	0
11	12928	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO PP 0,25L	Hero FO	Totaal	7.846	7.272	7.728	6.857	7.061	7.844	8.252
12						Baseline	7.846	7.272	7.728	6.857	7.061	7.844	8.252
13						Event	0	0	0	0	0	0	0
14						Totale geaggeerde Sales	44.669	39.853	40.928	42.491	44.856	40.319	43.682
48	Productieplan: T = variabel					t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	
50	Artik elnummer	Artikel	Statistie kgroep	Artikel groep	Hoof darti kelgr oep	ANNNING/ SCHEDULING			KORTE TERMIJN PLANNING				
51	13179	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO PP 0,75L	Hero FO	Productiebatch	40002	Q1	40002	40002	40002	40002	40002
52						Uren capaciteit	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
53						# minimale batches	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
54	12928	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO PP 0,25L	Hero FO	Productiebatch	0	Q2	40000	0	0	0	80000
55						Uren capaciteit	0,00	3,64	0,00	0,00	0,00	0,00	7,27
56						# minimale batches	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00
57	Capaciteitsplan												
58	Benodigde productiecapaciteit												
58							3,64	3,64	7,27	3,64	3,64	3,64	10,91

Figuur B9.24: Bepaling productieniveaus en productiecapaciteit in Microsoft Excel™

## Bijlage 10.1 Handmatige adjustments in Microsoft Excel™

In de MP-sheet zijn verschillende manieren om handmatig aanpassingen te doen, waardoor het mogelijk wordt scenario's door te rekenen. Met name de mogelijkheid om salesprognoses te verschuiven op de MLT is hierbij erg praktisch. De planner heeft de mogelijkheid om via een extra regel onder de planning van de totale vraag (baseline-volume en event-volume) handmatige mutaties in te voeren waardoor event-volumes naar voren of juist naar achteren worden gehaald. Dit wordt geïllustreerd in het volgende figuur:

Verkoopplan						Periode	1	2	3	4	5	6	
						Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	
13179	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Totaal	31.341	36.823	32.581	33.200	35.800	35.800	
						Baseline	31.341	23.806	32.581	33.200	35.800	35.800	
						Event	13.500	13.017	0	0	0	0	
						Adjustments	A1	-48.569					
12926	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Totaal	8.156	8.958	7.846	7.272	6.800	6.800	
						Baseline	8.156	8.958	7.846	7.272	6.800	6.800	
						Event	0	0	0	0	0	0	
						Adjustments				-20000			
						Totale geplande Sales	TV1	57.403	40.299	44.669	39.853	TV2	42.600

Figuur B10.1: Mogelijkheden handmatige adjustments in MP-sheet

In bovenstaand figuur is te zien hoe de geplande actievolumes, D1 en D2, in een witregel onder het verkoopplan kunnen worden aangepast door de mutaties, A1 en A2. Te zien is hoe een actie in een bepaalde week kan worden "verwijderd" en worden verschoven naar een andere periode wat gevolgen heeft voor de totale salesvolumes, TV1, TV2 en TV3. Dit is te zien in figuur B10.2:

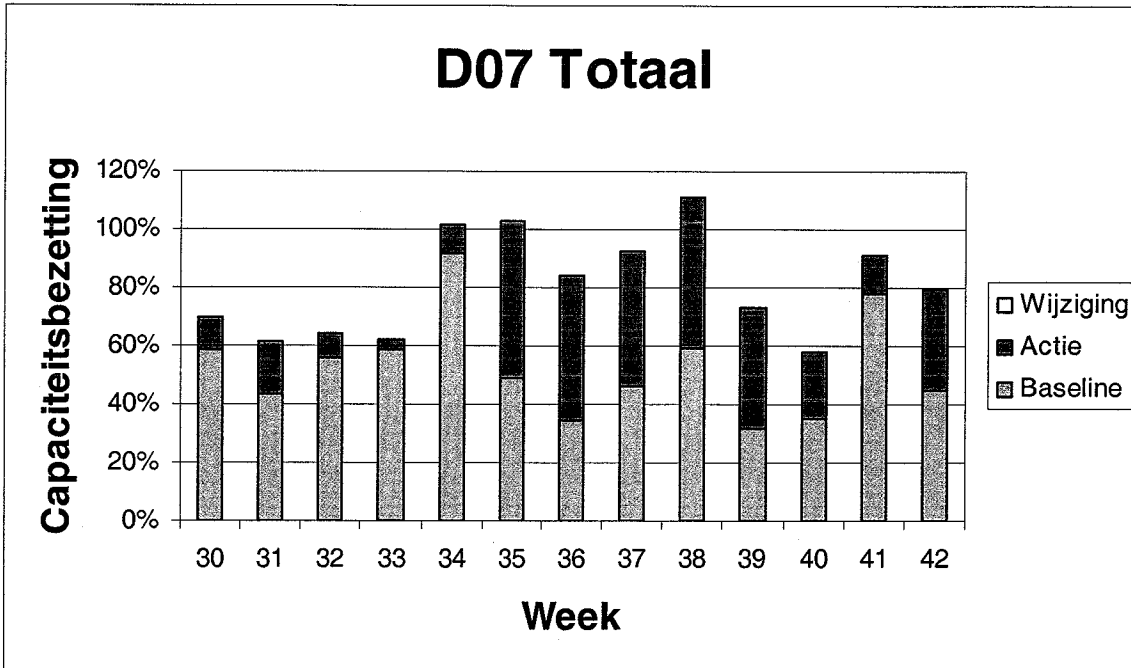
Verkoopplan						Periode	1	2	3	4	5	6	
						Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	Weekplan	
13179	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Hero FO Aard/Sin PP 0,75L	Totaal	31.341	85.392	32.581	33.200	35.800	35.800	
						Baseline	31.341	23.806	32.581	33.200	35.800	35.800	
						Event	13.500	13.017	0	0	0	0	
						Adjustments	A1	-48.569	48.569				
12926	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Hero FO Aard/Sin PP 0,25L	Totaal	8.156	8.958	27.846	7.272	D2	6.800	
						Baseline	8.156	8.958	7.846	7.272	6.800	6.800	
						Event	0	0	0	0	0	0	
						Adjustments			20000	-20000			
						Totale geplande Sales	TV1	57.403	40.299	TV3	113.238	39.853	40.928

Figuur 10.2: Handmatige verschuiving van actievolumes



### Bijlage 12.1 Aanpassing capaciteitstoewijzing in MP-sheet

Indien de event-volumes gescheiden van de baseline-volumes worden aangegeven in de MP-sheet kan de volgende rapportage worden gegenereerd:



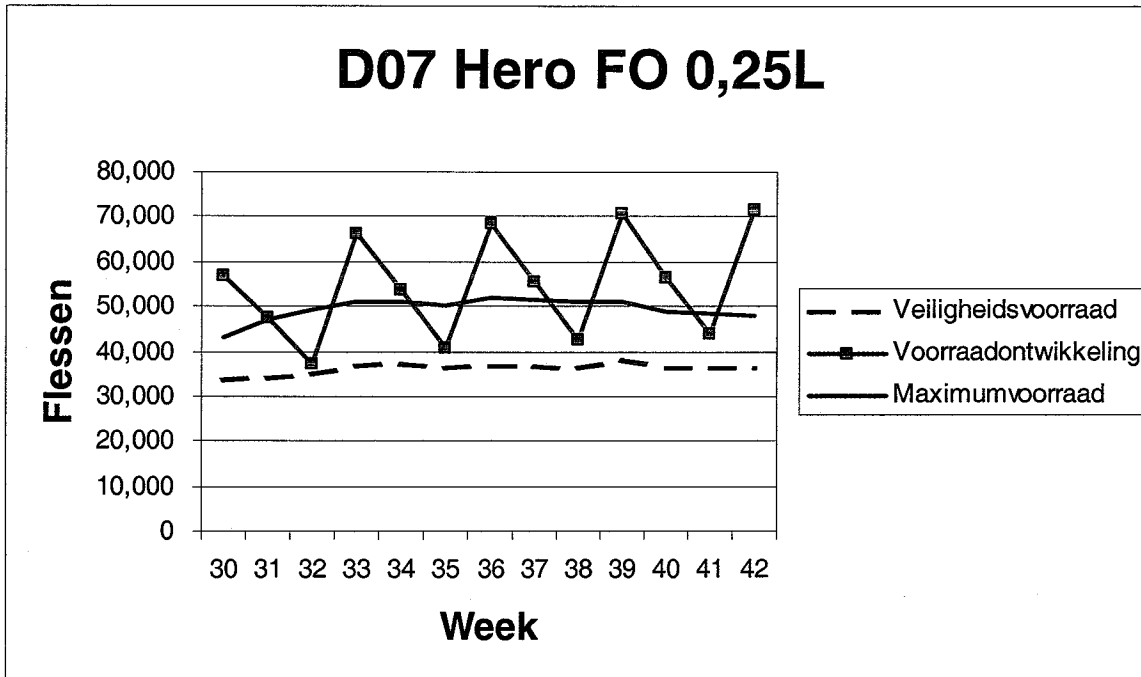
Figuur B12.1: Capaciteitstoewijzing gescheiden over event- en baselinevolumes

In figuur B12.1 is te zien dat de rode (bovenste) balken betrekking hebben op de geplande actievolumes. De blauwe (onderste) balken zijn de baseline-volumes. In dit overzicht is het voor de productieplanner duidelijk dat er in week 35 en 38 capaciteitsproblemen zijn te verwachten. De planner kan dan in de MP-sheet via handmatige aanpassingen (bijlage 10.1) nagaan wat er gebeurt met de capaciteit als bepaalde event-volumes van een product naar voren worden gehaald of juist naar achteren worden geschoven.

Dit overzicht kan dan gebruikt worden in het overleg met een account manager opdat deze in een oogopslag kan zien wat er gebeurt met de capaciteitsbeschikbaarheid indien een actievolume wordt ingepland.

## Bijlage 12.2 Aanpassing voorraadplan in MP-sheet

Indien de maximale en minimale voorraadposities in een overzicht worden geplaatst, kan er in een bandbreedte gestuurd worden i.p.v. te sturen op alleen de minimale voorraad. Voor bijvoorbeeld de artikelgroep Hero FO 0,25L kan het volgende overzicht worden gegenereerd:



Figuur B12.2: Bandbreedte in voorraadplan voor Hero FO 0,25L

In figuur B12.2 kan bijvoorbeeld de productieplanner besluiten om de cyclustijd van het product aan te passen gezien het feit dat het voorraadniveau voortdurend boven het maximale niveau ligt.

Voor de overzichten B12.1 en B12.2 geldt dat deze op verschillende aggregatieniveaus qua product (artikellijn of statistiekgroep) en qua tijd (komende 12 maanden of komende 13 weken in het MP-overleg kunnen worden aangewend. De masterplanner is hierbij verantwoordelijk voor de keuze van de mate van aggregatie.