

Case 2.7.A Voorraadbeheersing bij een handelsonderneming met een groot en gedifferentieerd assortiment



De onderneming Air Trade Centre is een groothandel voor producten in verwarming, ventilatie en klimaatregeling. Het assortiment van Air Trade Centre omvat 10.000 verschillende artikelen, wat resulteert in een complexe logistieke bedrijfsvoering. Het zwaartepunt van deze complexiteit ligt voornamelijk op het gebied van de voorraadbeheersing.

Deze handelsonderneming tracht namelijk zo veel mogelijk producten direct uit voorraad te leveren om het customer service level te maximaliseren. Het management van een handelsonderneming dient zich dan ook te realiseren dat een gestructureerde en doorzichtige voorraadbeheersing, naast het verkopen van producten, tot de hoofddoelstellingen behoort.

Het direct gebruik van theoretische (gecompliceerde) modellen met betrekking tot de voorraadbeheersing draagt in het geval van Air Trade Centre niet bij aan de beheersbaarheid van de complexe logistieke bedrijfsvoering. Door bij deze onderneming echter gebruik te maken van een heuristisch model, is een situatie gecreëerd die een afname in de bestaande complexiteit teweeg heeft gebracht. Door middel van hanteerbare formules binnen het heuristische model is de

logistieke bedrijfsvoering overzichtelijker en duidelijker geworden. Tevens is een voorraadreductie en een afname van de bestelfrequentie bereikt, hetgeen heeft geleid tot een aanzienlijke jaarlijkse besparing op de logistieke kosten.

1 Inleiding

In dit artikel wordt een case beschreven waarin wordt uitgelegd welke verbeteringen in de voorraadbeheersing van de sterk groeiende handelsonderneming Air Trade Centre (ATC) zijn gevonden. Deze verbeteringen zijn tot stand gekomen door naar een juiste aansluiting te zoeken tussen de theoretische modellen en de praktische aspecten van ATC.

De aanpassingen aan de theoretische modellen die worden beschreven in deze case, zijn mogelijk ook toepasbaar bij andere (handels)ondernemingen, die net als ATC beschikken over een groot en gedifferentieerd assortiment.

In paragraaf 2 wordt een beschrijving gegeven van de handelsonderneming Air Trade Centre en haar assortiment, zodat de lezer zich een beeld kan vormen van de omgeving waarbinnen het onderzoek is uitgevoerd. Voordat gestart kon worden met het diepteonderzoek, dienden enkele voorbereidingen getroffen te worden. Deze voorbereidingen zijn beschreven in paragraaf 3. In paragraaf 4 beschrijft het werkelijke diepteonderzoek betreffende de voorraadbeheersing. In deze paragraaf wordt een middenweg gezocht tussen de theoretische mogelijkheden en de praktische beperkingen van een handelsonderneming met betrekking tot de voorraadbeheersing. In paragraaf 5 wordt een korte samenvatting gegeven.

2 Air Trade Centre

De sterk groeiende handelsonderneming Air Trade Centre (ATC) is opgericht in België in januari 1994. Na de oprichting is de expansie van de onderneming vlot verlopen, resulterend in zestien filialen verspreid over Europa aan het einde van 1997. De sterke groei is tevens af te leiden uit de omzetstijging van 46,5 miljoen

gulden in 1996 tot 70 miljoen gulden in 1997. De onderneming ATC ziet zichzelf als een groothandel voor installateurs en kleinere handelsbedrijven en richt zich nauwelijks tot de particuliere markt.

Het assortiment van ATC bestaat uit 10.000 producten met betrekking tot verwarming, ventilatie en klimaatregeling, die overzichtelijk zijn weergegeven in een catalogus met een identieke opbouw voor alle landen. Elke catalogus en daarmee het assortiment van ATC is onderverdeeld in tien productgroepen, namelijk:

- A. Producten voor luchtverdeling;
- B. Regelkleppen en volumeregelaars;
- C. Kanalen;
- D. Luchtkanaalcomponenten en toebehoren;
- E. Brandwerende producten;
- F. Isolatieproducten;
- G. Filters;
- H. Gereedschappen;
- I. Ventilatoren;
- J. Luchtbehandeling en airconditioning.

De 10.000 producten in het assortiment van ATC variëren qua prijs tussen de één cent en 40.000 gulden.

De strategie van ATC is gebaseerd op het "one-stop-shop" principe, wat betekent dat een klant door middel van één bezoek aan een filiaal alle gewenste artikelen uit voorraad kan verkrijgen. Tevens bestaat de mogelijkheid de gewenste artikelen telefonisch te bestellen, waarna deze artikelen binnen 24 uur (indien op voorraad) aan de klant worden geleverd. In de regio Rotterdam, Brussel en Antwerpen kan de levertijd worden teruggebracht naar 12 uur.

Door de sterke groei in de afgelopen jaren, heeft het management van ATC zich in mindere mate bezig gehouden met de logistieke bedrijfsvoering, maar de hoogste prioriteit gelegd bij de verkoop van producten.

Naarmate de omzet steeg, steeg ook de complexiteit van de logistieke bedrijfsvoering, waardoor het management zich realiseerde dat de huidige logistieke aspecten van de bedrijfsvoering aandachtig onder de loep moesten worden genomen. De analyse was noodzakelijk om te voorkomen dat door de toenemende complexiteit, de situatie in de nabije toekomst onbeheersbaar zou worden.

3 Voorbereidingen aan het diepteonderzoek

Voor de start van het diepteonderzoek (Kempen, 1995) zijn de volgende voorbereidingen getroffen om de doorstroom gedurende het diepteonderzoek beter te laten verlopen. Ten eerste is het assortiment van ATC te omvangrijk om in zijn geheel te analyseren, derhalve diende er een steekproef genomen te worden. Ten tweede moest worden besloten welke richting van de logistieke bedrijfsvoering gedurende het diepteonderzoek moest worden geanalyseerd.

3.1 STEEKPROEF VAN HET ASSORTIMENT

Zoals reeds eerder is vermeld, omvat het assortiment van ATC 10.000 producten. Aangezien het analyseren van 10.000 producten te omslachtig was, werd besloten om bij de analyse van dit pilot-onderzoek een steekproef van 100 producten te nemen die een juiste representatie van het assortiment behoorde te zijn.

In brede assortimenten zijn langzaam lopende producten vaak een groot gedeelte van de (deels incurante) voorraad. Van deze producten zijn echter weinig gegevens beschikbaar en ze worden in de verdere analyse van deze case verder niet onder de loep genomen. In de theorie zijn er meerdere methoden die behulpzaam zijn bij het bepalen welke producten het best in aanmerking komen voor een analyse. Twee veel gebruikte methoden zijn de A-B-C classificatie en de snel- en langzaamlopers classificatie (Goor, 1990; Silver, 1985; Hees, 1964). Deze worden hier uitgelegd.

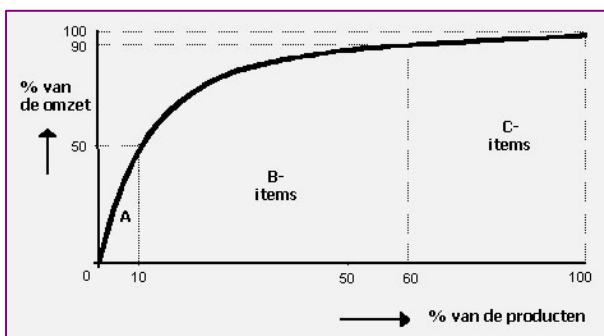
De eerste methode, de A-B-C classificatie, is een afgeleide van de bekende Pareto-analyse.

De Pareto-analyse gaat ervan uit dat twintig procent van de producten uit het assortiment zorgt voor tachtig procent van de omzet van de onderneming. Deze twintig procent van het assortiment verdient derhalve de meeste aandacht van het management. Dit geldt dan natuurlijk ook met betrekking tot de logistieke bedrijfsvoering.

Bij de A-B-C classificatie wordt het assortiment verdeeld in drie klassen in plaats van de twee bij de Paretoanalyse. De klassen van de A-B-C classificatie zijn als volgt onderverdeeld (zie figuur 1):

- De eerste klasse (klasse A) omvat de top vijf tot tien procent van de producten uit het assortiment, gerangschikt op basis van omzet. Normaliter zorgen deze producten voor circa vijftig procent van de omzet. Deze klasse dient de meeste aandacht van het management te krijgen.
- Klasse B producten, zijn de volgende vijftig procent van de producten, gerangschikt op basis van omzet. Deze producten behoren tot het gros van het assortiment dat moet worden beheerst met behulp van standaardregels.
- De laatste klasse (klasse C) bestaat uit het resterende aantal producten uit het assortiment. Deze producten dienen beheerst te worden op grond van zeer eenvoudige beslissingsregels.

Deze classificatie is weergegeven in figuur 1, waarin de cumulatieve jaarlijkse omzet is afgezet tegen het cumulatieve aantal producten in het assortiment.



Figuur 1. A-B-C classificatie

Deze figuur is een fictief voorbeeld, de vorm van de kromme is echter het relevante aspect.

Zoals hierboven is weergegeven, gaat de A-B-C classificatie uit van de omzetcijfers. Het kan echter voor de bedrijfsvoering relevant zijn dat bepaalde producten, die qua omzet niet hoog scoren, toch veel management aandacht krijgen. Te denken valt bijvoorbeeld aan goedkope producten die toch essentieel zijn om een productieproces lopende te houden.

Kijkend naar beslissingen binnen het fysieke distributieproces is de A-B-C classificatie goed te hanteren; bijvoorbeeld magazijnindeling, leveranciersclassificatie, afnemersclassificatie en opslagpolitiek.

De tweede en iets eenvoudigere methode om te bepalen welke producten in aanmerking komen voor een eventuele analyse is de snel- en langzaamlopersclassificatie.

Deze classificatie gaat ervan uit dat de producten van het assortiment gerangschikt worden naar verkochte aantallen. Nadat deze rangschikking heeft plaats gevonden, kan het assortiment worden ingedeeld. De producten die veel worden verkocht, worden geïdentificeerd als de snellopers en de producten die niet veel worden verkocht als de langzaamlopers. Theoretisch dienen de snellopers een hoge omloopsnelheid te hebben. In het geval van een te hoog voorraadniveau is de omloopsnelheid echter trager, wat een aanleiding is voor mogelijke verbeteringsmaatregelen.

Bij de logistieke bedrijfsvoering is het van belang om te weten hoeveel stuks van een artikel zijn verkocht, om de aandacht van het management te verdelen over het assortiment.

Om een goede representatieve steekproef van het assortiment van ATC te verkrijgen is een combinatie van bovenstaande twee methoden gebruikt. Door deze twee classificaties te combineren zijn de volgende problemen verholpen. Ten eerste ontstaat door gebruik te maken van één in plaats van een combinatie van beide classificaties, een onjuiste weerspiegeling van het assortiment van ATC (niet alle tien productgroepen zijn vertegenwoordigd in de steekproef). Het tweede probleem dat door middel van de combinatie wordt verholpen, is dat dure

producten die sporadisch verkocht zijn, nu niet terug te vinden zijn in de steekproef. Een toekomstig probleem dat ondanks de combinatie van de twee classificaties niet wordt opgelost, is het feit dat producten met dezelfde logistieke karakteristieken (bijvoorbeeld zelfde product in een andere kleur) in de steekproef terecht kwamen. Er was in de steekproef slechts ruimte voor één van de producten met dezelfde logistieke karakteristieken. Dit probleem is in dit geval handmatig opgelost.

3.2 RICHTING DIEPTEONDERZOEK

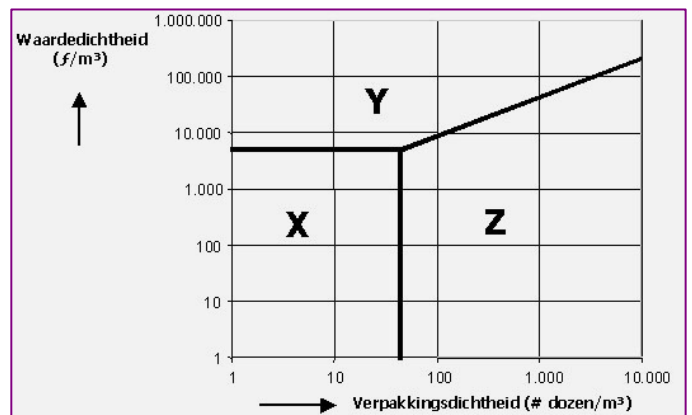
Nadat de steekproef van 100 producten is samengesteld, moet worden geanalyseerd op welk gebied van de logistieke bedrijfsvoering de meeste potentie voor verbeteringen te vinden is. Voor het vinden van de richting kan men gebruikmaken van een theoretische indeling van het assortiment. Deze indeling van het assortiment is gebaseerd op de productkarakteristieken waardedichtheid en verpakkingsdichtheid.

De *waardedichtheid* kan worden gedefinieerd als de waarde van 1 m³ product. Met andere woorden: de waardedichtheid is een maatstaf voor het in een betreffend product geïnvesteerd vermogen. Bij een hoge waardedichtheid dient het accent in de logistieke bedrijfsvoering te liggen op snelheid en voorraadhoogte.

De *verpakkingsdichtheid* geeft weer hoeveel verpakkingseenheden er van een bepaald artikel in een volume-eenheid (meestal 1 m³) gaan. Hoe kleiner de doos, des te groter de verpakkingsdichtheid en des te groter het relatieve aandeel zal zijn van de kosten om de goederen te 'handlen'. In het geval van een hoge verpakkingsdichtheid ligt het accent op de mechanisatie van de overslag van de producten.

In de indeling worden de hierboven genoemde productkarakteristieken tegen elkaar afgezet, met de verpakkingsdichtheid op de x-as en de waardedichtheid op de y-as. De schaalverdeling van deze figuur is dubbel logaritmisch. Binnen deze figuur (figuur 2) is een driedeling gemaakt, zodat door invulling van de productkarakteristieken de richting

voor potentiële verbeteringen kan worden gevonden. De exacte ligging van deze driedeling is gebaseerd op de invulling van diverse variabelen in een lineair programmeringsmodel. In de situatie bij ATC zijn echter niet alle variabelen bekend, daarom wordt uitgegaan van de in de literatuur gevonden ligging van de driedeling Goor, Ploos van Amstel, 1996).



Figuur 2. Theoretische indeling naar waarde- en verpakkingsdichtheid

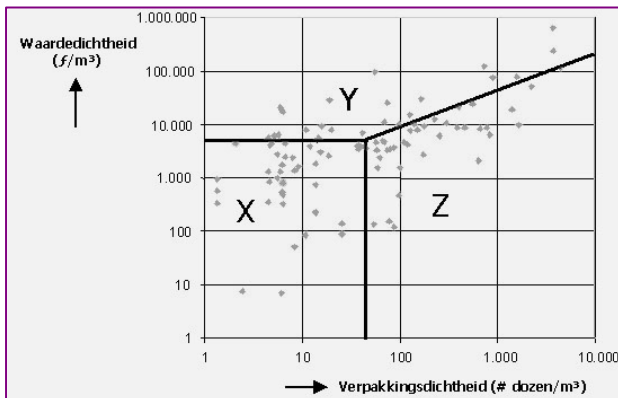
De driedeling in figuur 2 kan als volgt worden omschreven.

Segment X bevat producten die transport- en opslaggevoelig zijn. Het segment bevat veelal producten met een relatief lage waarde- en verpakkingsdichtheid. In principe geldt voor de producten in dit segment dat de logistieke bedrijfsvoering primair moet zijn gericht op een hoge mate van aandacht voor minimalisatie van de kosten van transport en opslag.

Voor producten in segment Y ligt het accent meer op minimalisatie van voorraadkosten en meer specifiek op het interestdeel van deze kosten. Het betreft namelijk producten met een hoge waardedichtheid, zodat hoge snelheid in transport en lage voorraadniveaus gewenst zijn. Voor producten liggend in segment Y kunnen eventuele verbeteringen worden verwacht door centralisatie van voorraden.

Segment Z bevat producten waarbij het accent ligt op een hoge verpakkingsdichtheid. Het zijn dus veelal producten met kleine afmetingen en vaak bevat één doos meerdere producten. Met betrekking tot de logistieke bedrijfsvoering vormt de kostenpost handling relatief het

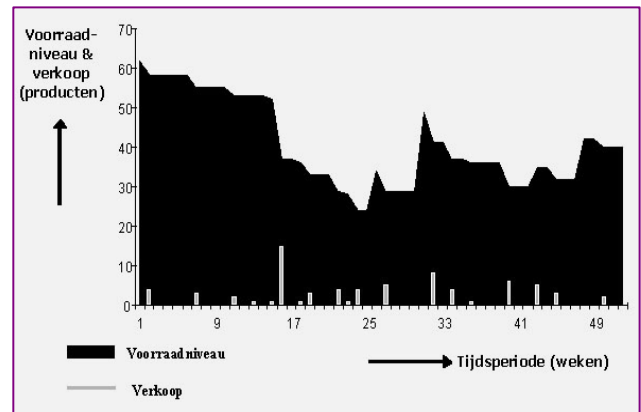
grootste aandeel in de totale logistieke kosten, dus de richting voor verbetering is voornamelijk te vinden in deze kostenpost. Indien de honderd producten van ATC uit de steekproef in figuur 2 worden ingevoerd, ontstaat figuur 3. Hierin is duidelijk de diversiteit van de steekproef te herkennen. Tevens blijkt ook dat het niet mogelijk is om direct te bepalen welke specifieke richting voor eventuele verbetering moet worden gekozen.



Figuur 3. Theoretische indeling steekproef ATC

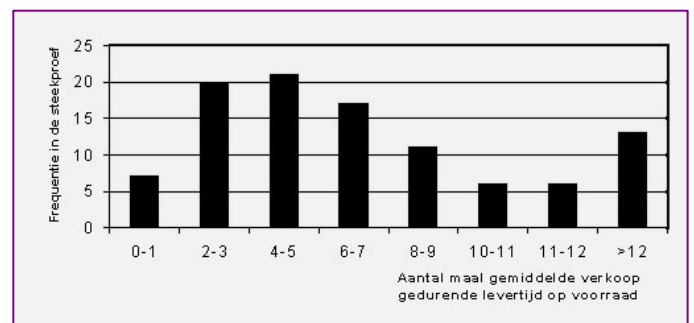
Daar deze indeling geen duidelijk richting voor het vervolg aangeeft, is gekeken naar de omloopsnelheid van de producten binnen de onderneming. Deze keuze is gemaakt omdat het op voorraad houden van producten essentieel is voor de bedrijfsvoering van een handelsonderneming. De gebruikte methode om de omloopsnelheid te analyseren wordt hieronder beschreven aan de hand van de situatie bij ATC.

Gekeken is naar de voorraadhoogte van een product uit de steekproef en tevens is er gekeken naar de verkochte hoeveelheid van dit product. Beide zijn afgezet tegen een tijdsperiode van één jaar (zie figuur 4).



Figuur 4. Analyse van de omloopsnelheid van een product uit de steekproef

Kijkend naar de gemiddelde voorraadhoogte en de gemiddelde verkoop kan worden geconcludeerd dat circa 29 maal de gemiddelde verkoop op voorraad wordt gehouden. Dit gerelateerd aan de levertijd van het product (vijf weken), kan gezegd worden dat zes maal de gemiddelde verkoop gedurende de levertijd op voorraad wordt gehouden. Deze berekening uitgevoerd voor alle honderd producten uit de steekproef, resulteert in de onderstaande figuur 5.



Figuur 5. Omloop snelheid van de steekproef.

Een algemene conclusie, die aan de hand van figuur 5 kan worden getrokken, is dat het voorraadniveau bij ATC niet aansluit bij de verkoopcijfers. Dit is de reden geweest om de voorraadbeheersing te gaan analyseren, waarmee de richting binnen de logistieke bedrijfsvoering bepaald is.

4 Diepteonderzoek: de voorraadbeheersing

Nu de richting is bepaald, het analyseren en eventueel verbeteren van de voorraadbeheersing, kan het werkelijke diepteonderzoek worden gestart. Naast de analyse van het huidige voorraadbeheersingssysteem worden de theoretische systemen kort beschreven. Ook wordt er een mogelijke invulling voor een systeem gegeven, alsmede een simulatie met betrekking tot de prestatie van de invulling van het systeem.

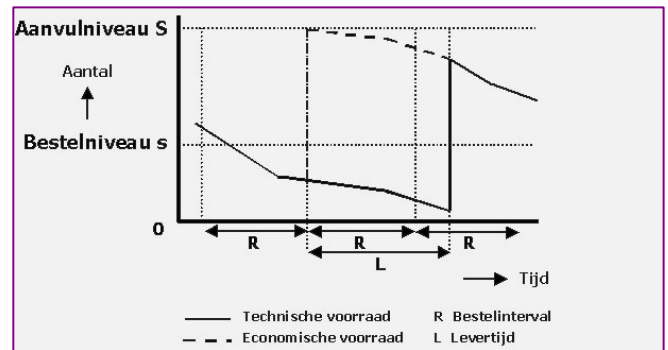
4.1 ANALYSE HUIDIGE VOORRAADBEHEERSING BIJ ATC

Voordat eventuele verbeteringen in een systeem kunnen worden aangebracht moet men de werking van het huidige systeem in kaart worden gebracht.

Het voorraadbeheersingssysteem van ATC wordt gecontroleerd door een computersysteem dat aan het eind van iedere week aangeeft of de voorraad een bepaalde hoogte heeft die het noodzakelijk maakt een bestelling te plaatsen. De voorraad wordt dan tot een bepaalde hoogte aangevuld. Dit systeem is volgens de theorie het best te classificeren als een (R, s, S) -systeem (Silver, 1985; Lewis, 1975).

Dit voorraadbeheersingssysteem gaat ervan uit dat iedere R periode (in het geval van ATC is dit één week) wordt gekeken naar de voorraadhoogte van ieder product. Indien de (economische) voorraadhoogte op of onder een vooraf vastgesteld bestelniveau (parameter s) ligt, wordt een bestelling geplaatst om de voorraadhoogte tot het aanvulniveau (parameter S) te brengen. Dit alles is weergegeven in figuur 6, waarin de volgende afkortingen worden gehanteerd:

- L = levertijd van het product (tijdseenheden) oftewel delivery time;
- R = bestelinterval (tijdseenheden) oftewel review period;
- S = aanvulniveau (eenheden product) oftewel order-up-to-level;
- s = bestelniveau (eenheden product) oftewel reorder point.



Figuur 6. De werking van een (R,s,S) systeem.

In figuur 6 wordt de voorraad ingedeeld in twee soorten, namelijk de technische voorraad en de economische voorraad. De eerste soort omvat de voorraad van een product dat werkelijk in het magazijn te vinden is. De tweede soort, de economische voorraad, bestaat uit die voorraad waarvoor de onderneming verantwoordelijk is. Dit is de technische voorraad vermeerderd met de ingekochte (bestelde) hoeveelheid minus de reeds verkochte hoeveelheid die nog niet is geleverd.

4.2 DE STANDAARDVOORRAADBEHEERSINGSSYSTEMEN

In de theorie zijn er vier standaardvoorraadbeheersingssystemen, namelijk een (s, Q) , een (s, S) , een (R, S) en een (R, s, S) -systeem (Silver, 1985; Goor, 1990; Lewis, 1975; Bailey, 1971; Hees, 1964). Het (s, Q) en het (s, S) -model worden in de literatuur ook wel het (B, Q) en het (B, S) -model genoemd.

Het (R, s, S) -systeem is reeds kort uitgelegd in paragraaf 4.1, de andere drie systemen zullen hieronder worden beschreven.

(s, Q) : Dit systeem gaat uit van de continue mogelijkheid om te bestellen (bestelinterval $R = 0$). Iedere keer dat de voorraadhoogte daalt tot of onder het bestelniveau s , wordt er een bestelling geplaatst met vaste hoeveelheid Q .

(s, S) : Ook dit systeem gaat uit van de continue mogelijkheid om

te bestellen (bestelinterval $R = 0$) en iedere keer dat de voorraadhoogte daalt tot of onder het bestelniveau s , wordt er een bestelling geplaatst. Nu varieert de bestelhoeveelheid echter, aangezien er zoveel wordt besteld dat het aanvulniveau S wordt bereikt.

(R, S): De besteltactiek van dit systeem gaat ervan uit dat in ieder bestelinterval de voorraadhoogte, indien deze is gedaald, door middel van een bestelling wordt aangevuld tot het niveau S .

Voordat men tot de juiste invulling van een bepaald standaard voorraadbeheersingssysteem moet komen, moet men zich afvragen welk systeem het best bij de bestel- en voorraadtactiek van de organisatie past. Om tot beantwoording van deze vraag te komen, worden hieronder kort de belangrijkste voor- en nadelen van elk systeem gegeven.

(s, Q): Het grootste voordeel van dit systeem is het feit dat het systeem wordt bestuurd door middel van eenvoudige beslissingsregels, waardoor de kans op fouten kleiner is dan bij een complexer systeem. Het systeem heeft als grootste nadeel dat grote orders vaak niet correct door het systeem worden verwerkt. Met andere woorden: de berekende optimale vaste bestelhoeveelheid Q is soms niet toereikend om de voorraadhoogte te doen stijgen boven het bestelniveau s . Er moet dan meerdere malen de bestelhoeveelheid Q worden besteld.

(s, S): Dit systeem heeft als voordeel dat het zorgt voor een oplossing van het nadeel van het (s, Q) -systeem, zoals dat hierboven is beschreven. Het grootste nadeel van dit systeem ontstaat door de variatie in de bestelhoeveelheid. Deze variatie zorgt ervoor dat de kans op fouten toeneemt doordat er nu een extra handeling moet geschieden (bereken bestelhoeveelheid).

(R, S): Het voordeel van dit systeem is de toepasbaarheid indien het vraagpatroon van het product fluctueert. Er wordt dan een gestructureerde situatie gecreëerd. Hier staat als nadeel tegenover dat de voorraadkosten vaak hoger zijn dan bij een continu systeem.

(R, s, S): Het aantal bestellingen dat door dit systeem wordt gegenereerd, is beduidend lager dan bij de andere drie systemen, wat zorgt voor een afname in administratief werk. Het nadeel is echter dat dit systeem veruit het meest complex van de vier is.

Omdat de onderneming ATC in het bezit is van een groot assortiment, vallen de twee eerstgenoemde systemen, die uitgaan van de mogelijkheid om continu te kunnen bestellen af. Want de mogelijkheid om verschillende producten afkomstig van dezelfde leverancier te combineren is bij deze twee systemen niet aanwezig.

Bij de resterende twee systemen (het (R, s) en het (R, s, S) -systeem) is deze mogelijkheid van combineren wel aanwezig. De keuze tussen de twee systemen valt in de situatie van ATC uit in het voordeel van het (R, s, S) systeem, aangezien er bij een (R, S) -systeem vele kleinere orders moeten worden geplaatst, wat leidt tot zeer hoge bestelkosten.

4.3 INVULLING

VOORRAADBEHEERSINGSSYSTEEM BIJ ATC

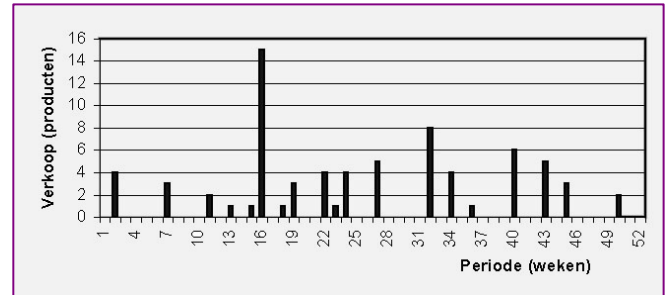
Nu er is gekozen voor een (R, s, S)-systeem, moeten de parameters die worden gebruikt in het voorraadbeheersingssysteem van ATC worden ingevuld.

Parameter R is een vooraf bepaalde tijdsperiode waarin het systeem analyseert welke verschuivingen er zijn opgetreden met betrekking tot de voorraadniveaus. Het bestelinterval is afhankelijk van de verkopen en van factoren als onderlinge afspraken met transporteurs en leveranciers van producten. Gebleken is namelijk dat de onderneming vooraf afspraken maakt met transporteurs en leveranciers over tijdstippen waarop goederen worden verhandeld en dit beïnvloedt dus het bestelinterval.

In het geval van ATC wordt de parameter R vastgesteld voor alle producten die op voorraad worden gehouden, op één week. Dit is gedaan vanwege het feit dat een hanteerbare oplossing noodzakelijk was om de complexe logistieke bedrijfsvoering enigszins te vereenvoudigen.

De parameters s en S zijn sterk afhankelijk van het verkoopgedrag en moeten per product dat op voorraad wordt gehouden afzonderlijk worden berekend. Een belangrijke vereiste om gebruik te maken van de in de theorie gehanteerde formules, is dat de gemiddelde vraag per tijdseenheid redelijk constant dient te zijn. Met andere woorden: de variantie van de vraag gerelateerd aan de gemiddelde vraag per tijdseenheid moet laag zijn.

Bij toetsing van deze eis met de beschikbare gegevens binnen ATC bleek dat daar niet aan werd voldaan. De in de theorie aanwezige formules konden dus niet direct worden toegepast in de situatie van ATC. Zoals blijkt uit figuur 7 voor een willekeurig product en uit de analyse van de totale steekproef is het vraagverloop van het assortiment van ATC grillig. Men kan in figuur 7 zien dat er veel periodes van één week zijn waar er geen vraag optreedt tevens verschilt de variantie in de vraag sterk zodat een heuristische oplossing moest worden gevonden.



Figuur 7. Verkooppatroon van een willekeurig product van ATC.

Daar de in de theorie bestaande berekening voor parameter s van de gemiddelde verkoop per tijdseenheid uitgaat, resulteert dit door de vaak voorkomende nul-verkopen in een laag gemiddelde en leidt dit tot een foutieve weergave van het verkooppatroon. Om te komen tot een heuristische oplossing voor parameter s waarvoor dit bovenstaande probleem enigszins wordt opgelost, zijn de volgende aannames gemaakt.

1. De tussenaankomsttijd van de vraag (= T), oftewel de tijd die verstrijkt tussen twee vraagmomenten, is constant.
2. De afname (= X) indien er vraag is, is constant en wordt berekend door de verkopen (exclusief de nul-verkopen) te middelen.
3. De levertijd (= L) is constant voor een product, er treedt geen vorm van variatie op.

Het bestelniveau, oftewel parameter s, dat moet worden berekend, moet zo hoog zijn dat gedurende de levertijd plus het bestelinterval de verkopen die optreden kunnen worden geleverd. De reden voor het samentrekken van de levertijd en het bestelinterval is dat de organisatie gedurende deze periode geen invloed kan uitoefenen op het voorraadniveau. De organisatie is afhankelijk van de leverancier en de transporteur.

In formulevorm kan parameter s als volgt worden weergegeven:

$$s = \frac{L + R}{T} * X$$

Parameter s omvat dus een voorspeller hoe vaak er vraag optreedt gedurende de levertijd plus het bestelinterval. Dit alles wordt vervolgens vermenigvuldigd met de gemiddelde afname indien er vraag is.

Uit de theorie blijkt dat parameter s een vorm van veiligheidsvoorraad moet hebben, die afhangt van factoren zoals de betrouwbaarheid van de leverancier en de transporteur, het verkooppatroon en een gewenste servicegraad van de onderneming. De veiligheidsvoorraad zorgt voor een toename van het voorraadniveau van een product, wat leidt tot een verhoging van de voorraadbeschikbaarheid en daarmee het customer service level. De veiligheidsvoorraad kan gedefinieerd worden als de voorraad die wordt aangehouden om toevallige fluctuaties in de vraag en/of levertijd op te vangen. Daar de fluctuaties in de levertijd in de situatie van ATC niet bekend waren en de hanteerbaarheid van de formule hoog in het vaandel staat, is in eerste instantie uitgegaan van een bestelniveau zonder veiligheidsvoorraad.

In een later stadium (buiten de scope van deze case) kan de veiligheidsvoorraad worden toegevoegd. Een eenvoudige berekening van de veiligheidsvoorraad is $MAD * \text{wortel}(L) * k$. Hierin wordt de veiligheidsvoorraad berekend door de Mean Absolute Deviation van de vraag per periode met de wortel van de levertijd en met een veiligheidsfactor k te vermenigvuldigen (Silver, 1985).

Om nu te komen tot een invulling van parameter S , is gekozen voor de volgende formule met daarin de symbolen s (= bestelniveau) en EOQ (= Economic Order Quantity).

$$S = s + EOQ$$

De EOQ berekent een optimum tussen de kosten van het op voorraad houden van een product en de kosten gemaakt bij het bestellen van dit product. Deze berekening kan worden weergegeven volgens de formule van Camp-Wilson (Silver, 1985; Bailey, 1971).

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * A * D}{v * r}}$$

In deze formule worden de volgende symbolen gehanteerd:

- A: bestelkosten per orderregel in gulden;
- D: jaarvraag van een product in stuks;
- v: inkoop prijs van een product in gulden;
- r: percentage dat dient ter dekking van kosten die gemaakt worden bij het op voorraad houden van een product.

De bestelkosten per orderregel omvatten de kosten die worden gemaakt tijdens het plaatsen van de bestelling (telefoon-, administratie- en automatiseringskosten), het transporteren van de producten, de handling-in en de administratieve handling-activiteiten. Met andere woorden alle kosten die in het proces worden gemaakt vanaf het bestellen van een bepaald aantal producten tot en met het werkelijk plaatsen van die producten in het magazijn (Wobben, 1997).

Het percentage r , dat dient ter dekking van kosten die worden gemaakt bij het op voorraad houden van een product, kan worden onderverdeeld in drie segmenten, namelijk rente-, ruimte- en risicokosten:

1. **de rentekosten** die zijn verbonden aan het vermogen dat is vastgelegd in de aanwezige voorraden;
2. **de kosten verbonden aan het opslaan van producten in magazijnen**, zoals afschrijvingen en onderhoudskosten van magazijnruimte, bewakingskosten en verzekering van de producten;
3. **de kosten verbonden aan de risico's van waardevermindering** ten gevolge van bederf, indroging en onverkoopbaarheid.

Normaal gesproken worden deze drie kosten uitgedrukt in één percentage, waarbij de dekking van alle drie de kosten gerelateerd is aan de inkoop prijs van het product. Bij de

ruimtekosten is er, in tegenstelling tot de andere twee kosten, echter geen directe relatie met de inkoopprijs. De ruimtekosten hebben wel een directe relatie met het volume van het product. Bij de ruimtekosten is de relevante factor het aantal kubieke meters dat nodig is om dit product op voorraad te houden. De koppeling tussen de kosten van het op voorraad houden van één kubieke meter en de dimensies van het product leidt tot een eenvoudige berekening voor een correcte dekking van de ruimtekosten.

De nu ontstane tweedeling tussen enerzijds de rente- en risicokosten en anderzijds de ruimtekosten is bevorderlijk voor de hanteerbaarheid van de berekening van de EOQ. Vanwege het feit dat het assortiment van ATC zeer divers is qua prijs en afmetingen, leidde dit in de originele situatie tot complexe berekeningen alvorens de optimale bestelhoeveelheid kon worden vastgesteld. Daar men de logistieke bedrijfsvoering zo eenvoudig en doorzichtig mogelijk wil houden, zullen in een heuristische formule voor de EOQ de kosten voor rente en risico afhangen van de inkoopprijs en de ruimtekosten zullen afhangen van de dimensies van het product. De heuristische formule om de Economic Order Quantity te berekenen is dan als volgt.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * A * D}{(v * r_{new}) + (dim. * I)}}$$

In deze formule worden de volgende drie nieuwe symbolen gebruikt:

r_{new}: percentage voor rente- en risicokosten;

dim.: dimensies van een product (in m³);

I: ruimtekosten van 1 m³ voorraad in gulden.

Bij de specifieke invulling van de te gebruiken symbolen kunnen eventuele moeilijkheden ontstaan bij de symbolen A en I. Daarom volgen hieronder enkele handige aanwijzingen.

Symbool A, de bestelkosten per orderregel, is de som van alle kosten die worden gemaakt vanaf het daadwerkelijk bestellen (telefonisch) van het product tot dat het product in de stelling van het magazijn ligt. Te denken valt dus aan:

- ✓ **loonkosten** voor personeel dat de producten bestellen;
- ✓ **telefoonkosten** en kosten voor het sturen van faxen om de producten te bestellen;
- ✓ **transportkosten** van de leverancier naar het magazijn;
- ✓ **loonkosten** voor personeel dat betrokken is bij het uitvoeren van de handling-in-activiteiten in het magazijn.

Door deze kosten nu te relateren aan het aantal orderregels dat er in één jaar is besteld, heeft men een goede indicatie van de kosten voor het bestellen van één orderregel.

Symbool I omvat alle kosten die worden gemaakt om één kubieke meter een jaar lang in het magazijn op voorraad te houden. Voor invulling van symbool I is het van belang de volgende kosten te achterhalen:

- ✓ **huisvestigingskosten** (inclusief verzekering, gas, water en licht, beveiliging en dergelijke);
- ✓ **loonkosten** voor personeel dat betrokken is bij organisatorische aspecten (zoals de indeling) van het magazijn;
- ✓ **kosten voor verpakkingsmateriaal**.

Symbool I kan worden berekend door het aantal beschikbare kubieke meters puur geschikt voor opslag te delen door de som van de hierboven genoemde kosten. Met het aantal kubieke meters puur geschikt voor opslag wordt bedoeld de totale ruimte in het magazijn waar goederen kunnen worden opgeslagen, oftewel de beschikbare ruimte in de stellingen (dit is exclusief de gangpaden en de ontvangst- en expeditieruimtes).

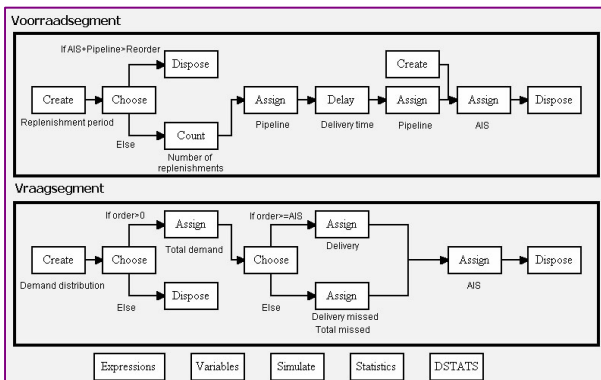
Voor alle producten komend uit de steekproef die gevormd is in paragraaf 3, zijn de parameters s en S berekend. Parameter R is reeds vastgesteld op 1 week, geldend voor alle producten. Wat betreft het voorraadbeheersingssysteem, zijn nu alle drie de parameters bekend.

4.4 SIMULATIE VAN DE HEURISTISCHE OPLOSSINGEN BIJ ATC

Nadat de parameters voor het voorraadbeheersingssysteem met betrekking tot de producten uit de steekproef berekend zijn, is het gewenst om de prestaties van deze parameters te vergelijken met het huidige systeem.

De vergelijking is gebaseerd op de situatie binnen ATC gedurende het jaar 1997, waarbij wordt gekeken naar de gemiddelde voorraad (en daarmee de effectiviteit van het gebruik van het magazijn in m³) en de bestelfrequentie. Deze vergelijking wordt gedaan met behulp van een simulatieprogramma, waarin op fictieve wijze het jaar 1997 met de nieuwe parameters wordt doorlopen (Eekhout, 1995; Kleijnen, 1992).

Het simulatiemodel dat is toegepast om te komen tot de vergelijking, is weergegeven in figuur 8. Dit model wordt voor ieder product uit de steekproef afzonderlijk ingevuld om een conclusie over het huidige voorraadbeheersingssysteem te kunnen trekken.



Figuur 8. Simulatiemodel.

De werking van dit simulatiemodel (figuur 8) is als volgt te omschrijven.

Het model is onder te verdelen in twee segmenten, die visueel niet met elkaar verbonden zijn, echter simulatie-technisch wel. Het vraagsegment fungeert als een trigger voor het voorraadsegment, want een vraag zorgt voor een afname van het voorraadniveau wat eventueel tot een bestelling leidt.

In het vraagsegment wordt een fictieve klant gecreëerd, die een bepaalde vraag heeft (Mendenhall, 1992). De aankomsten en de vraag van deze fictieve klant, zijn gebaseerd op de situatie zoals deze in 1997 is voorgekomen. Het aantal producten dat door de fictieve klant wordt gevraagd, wordt vergeleken met het aantal producten dat momenteel in voorraad is (AIS = Available in Stock). Er zijn op dit punt drie mogelijkheden:

- ✓ de gehele vraag kan worden geleverd;
- ✓ een gedeelte van de vraag kan worden geleverd (het gedeelte dat niet geleverd kan worden, wordt gezien als gemiste verkoop);
- ✓ de gehele vraag kan niet worden geleverd en is zodanig een gemiste verkoop.

Nadat een van de drie mogelijkheden is uitgevoerd, wordt een nieuw voorraadniveau (AIS) berekend. Dit nieuwe voorraadniveau resulteert in een verandering in het voorraadsegment. In dit voorraadsegment moet om de R periode (1 week) worden geanalyseerd of het nieuwe voorraadniveau (AIS) resulteert in een bestelling. Dit hangt af van de ingevulde parameter s , het bestelniveau. De hoeveelheid die moet worden besteld, hangt vervolgens af van parameter S , het aanvulniveau.

Nadat de simulatie is uitgevoerd, zijn per product de volgende resultaten beschikbaar:

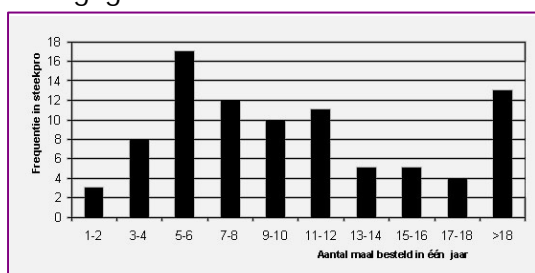
- ✓ het gemiddelde voorraadniveau van het product in één jaar;
- ✓ het aantal bestellingen in één jaar;
- ✓ de bereikte servicegraad gedurende één jaar.

De servicegraad die wordt bereikt in het simulatiemodel kan worden gedefinieerd als het percentage van totale vraag in stuks dat direct uit voorraad kan worden geleverd. Er wordt in dit model geen rekening gehouden met naleveringen en reserveringen die de servicegraad positief beïnvloeden.

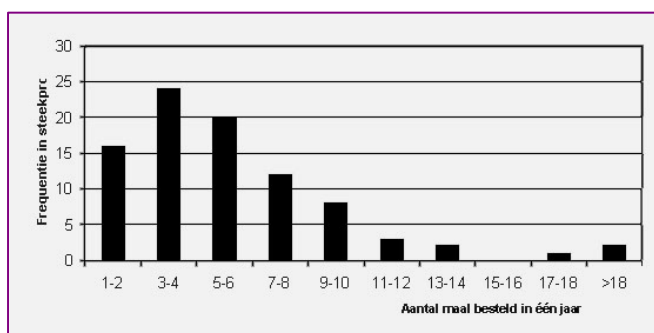
Nu is het mogelijk de werkelijke situatie in 1997 te vergelijken met de fictieve situatie zoals die is gecreëerd door invulling van het simulatiemodel. Zoals reeds eerder is vermeld,

vindt er een vergelijking plaats op grond van de bestelfrequentie en de gemiddelde voorraad (en daarmee de effectiviteit van het gebruik van het magazijn in m³).

Om de bestelfrequentie te vergelijken zijn de volgende twee figuren (figuur 9 en 10) geschetst. In deze twee figuren wordt het bestelgedrag van ieder product uit de steekproef weergegeven. Met andere woorden: de figuren geven weer hoe vaak er per product in een jaar wordt besteld (voor de gehele steekproef). In figuur 9 is de situatie geschetst voor ATC zoals deze werkelijk was in 1997, in figuur 10 is de fictieve situatie weergegeven.



Figuur 9. Bestelgedrag werkelijke situatie 1997



Figuur 10. Bestelgedrag fictieve situatie 1997.

Uit figuur 9 blijkt bijvoorbeeld dat voor zeventien producten uit de steekproef in 1997 vijf of zes keer is besteld. Verder blijkt dat in de werkelijke situatie in 1997 gemiddeld 10,7 bestellingen per product zijn gepleegd.

Uit figuur 10 blijkt dat het gemiddeld aantal malen besteld per product in de fictieve situatie afgenomen is tot 5,9 maal per jaar. Tevens blijkt dat een stabiel bestelgedrag gecreëerd kan worden door invoering van de heuristische oplossing.

De resultaten van de gehele vergelijking zijn weergegeven in onderstaande tabel 1.

Aspecten		Afname
Totale gemiddelde voorraadhoogte	(producten)	67%
Totaal gebruik van magazijn	(m ³)	63%
Totaal aantal bestellingen	(frequentie)	45%

Tabel 1 Vergelijking van de resultaten

Deze afnamen zullen resulteren in een afname van bestel- en voorraadkosten van de steekproef van zestig procent. De gemiddelde servicegraad die hierbij wordt bereikt is 83 procent, de spreiding van de servicegraad ligt tussen de 59 procent en 97 procent. Het management dient nu per product te bepalen wat de gewenste servicegraad behoort te zijn. Zo nodig kunnen de parameters van het voorraadbeheersingssysteem worden aangevuld met een vorm van veiligheidsvoorraad om tot een eventueel hogere servicegraad te komen. Gebruikmakend van veiligheidsvoorraden stijgt de gemiddelde servicegraad snel to 95 procent, waarbij nog steeds een besparing realiseerbaar is.

5 Samenvatting

Samenvattend kan worden gezegd dat voor een handelsorganisatie met een groot en divers assortiment de informatie over aspecten zoals voorraadniveau, vraagverloop en bestelfrequentie van wezenlijk belang zijn voor de bedrijfsvoering. Op grond van de hier behandelde gezichtspunten kan een groot gedeelte van de logistieke bedrijfsvoering doorzichtiger worden gemaakt, wat leidt tot een verbetering van de beheersbaarheid. Tevens kan met gebruikmaking van de informatie een keuze van een voorraadbeheersingssysteem en een verantwoording van deze keuze tot stand komen.

De specifieke invulling van een zodanig systeem geschiedt niet louter en alleen aan de hand van theoretische formules. Per onderneming moet een middenweg worden gevonden tussen theoretische mogelijkheden en praktikaspecten van de onderneming. Zeker in het geval van een handelsonderneming zoals ATC, kunnen heuristische oplossingen

resulteren in hanteerbare voorraadbeheersingssystemen. Natuurlijk leidt niet iedere verandering van het systeem tot een verbeterde situatie binnen de organisatie. Voordat het management van de organisatie besluit tot invoering van specifieke veranderingen, moeten deze eerst worden getest door middel van bijvoorbeeld een simulatiemodel. In het geval van ATC is gebleken dat simplistische veranderingen al snel leiden tot besparingen in bestel- en voorraadkosten.

6 Literatuurlijst

- **Baily, P.**, *'Successful Stock Control by Manual Systems'*, London, Gower Press, 1971.
- **Eekhout, M.M.I.M., van, Pels, H.J., Sander, P.C.**, *'Discrete Simulatie en Wachtijdproblemen'*, Eindhoven, 1995.
- **Goor, A.R., van, Kruijtzter, A.H.L.M., Esmeijer, G.W.**, *'Goederenstroom-besturing, voorraadbeheer en materials handling'*, Leiden, Stenfert Kroesse, 1990.
- **Goor, A.R., van, Ploos van Amstel, M.J., Ploos van Amstel, W.**, *'Fysieke distributie: denken in toegevoegde waarde'*, Leiden, Stenfert Kroese, 1996.
- **Hees, R.N., van, Monhemius, W.**, *'Productiebesturing en voorraadbeheer'*, Eindhoven, Centrex, 1964.
- **Kempen, P.M., Keizer, J.A.**, *'Werkboek Advieskunde'*, Groningen, Wolters Noordhoff, 1995.
- **Kleijnen, J., Groenendaal, W., van,** *'Simulation a statistical perspective'*, New York, John Wiley & sons, 1992.
- **Lewis, C.D.**, *'Demand Analysis and Inventory Control'*, Westmead, Saxon House, 1975.
- **Mendenhall, W., Sincich, T.**, *'Statistics for Engineering and The Sciences'*, Maxwell Macmillan International Editions, 1992.
- **Silver, E.A., Peterson, R.**, *'Decision systems for inventory management and production planning'*, John Wiley & Sons, Inc., 1985.
- **Wobben, T.A.**, *'Control concept for the stock of the Regional Support Office of Philips Sound & Vision in Acht.'*, Eindhoven, 1997.

Copyright © 2001 LHC Consulting. All rights reserved.