

WAAROM IS LOGISTIEK ZO MOEILJK?

P.P.J. DURLINGER¹

Samenvatting

In dit artikel gaan we in op de diverse logistieke beslissingen, die op de verschillende niveau's in een productie-omgeving genomen moeten worden. We tonen aan dat vele variabelen een rol spelen en dat er tussen de variabelen vele relaties bestaan. Het is onrealistisch om de variabelen onafhankelijk van elkaar te bekijken. We laten zien dat er behoefte is aan een hulpmiddel om logistieke beslissingen, aangaande deze variabelen (logistieke parameters) te evalueren. Een mogelijk hulpmiddel kan de Trade-Off-Module zijn, die de logistieke consequenties van beslissingen kan evalueren. Verder trekken we nog enkele praktische conclusies aangaande veiligheidsvoorraden, doorlooptijden en wachttijden.

¹

Ir. P.P.J. Durlinger, TraCoin Consultancy, Minderbroedersstraat 23,
6040 AC Roermond, The Netherlands, Tel: 04750-180 00.

1. Inleiding

Flexibiliteit, kwaliteit en leveringsbetrouwbaarheid zijn de nieuwe sleutelwoorden in de hedendaagse industrie. Ze kunnen het verschil vormen tussen overleven of ten onder gaan. Juist in deze tijd waarin de Just-In-Time gedachte en co-makership (De Vaan [1]) een steeds belangrijkere rol gaan spelen in het bedrijfsleven, is leveringsbetrouwbaarheid van een onderneming een zaak van groot belang. Vele bedrijven hebben op dit punt nog problemen omdat ze moeite hebben hun levertijden (lees: doorlooptijden) onder controle te houden. De vereiste leveringsbetrouwbaarheid wordt dan vaak "gekocht" door het aanhouden van hoge voorraden op allerlei niveaus in de produktieketen. Zulk een oplossing is echter een kostbare aangelegenheid; niet alleen omdat hoge voorraden veelal leiden tot incurantie. Reaktietijden naar de markt zullen lang zijn vanwege de lange doorlooptijden; nieuwe produktontwerpen of nieuwe onderdelen kunnen niet meteen toegepast worden, omdat er nog veel oude voorraden liggen die verbruikt (of uiteindelijk verschromt) moeten worden. Het mag duidelijk zijn dat voorraden niet de echte oplossing zijn voor het leveringsprobleem van bedrijven.

In dit artikel geven we de oorzaken aan van deze lange, onbetrouwbare doorlooptijden en de hoge, vaak ongebalanceerde voorraden. We behandelen tevens oplossingen die al beschikbaar zijn of welke nog ontwikkeld moeten worden.

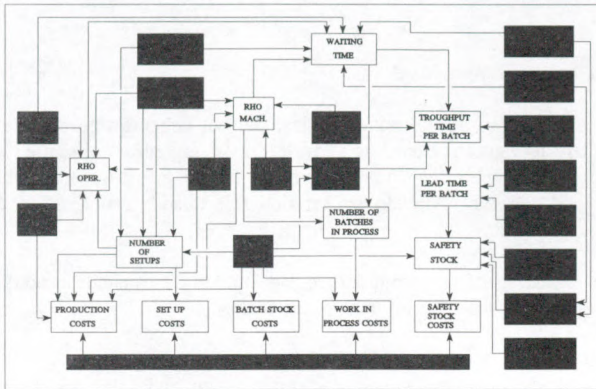
Naar onze mening zijn er een viertal factoren aan te wijzen, die bovenstaande problemen tot gevolg hebben:

1. een groot aantal variabelen speelt een rol en tussen deze variabelen bestaat vaak een complexe relatie, die beide de logistieke performance van een industriële omgeving beïnvloeden. Juist vanwege deze complexiteit is het erg moeilijk de consequenties te overzien van beslissingen die gemaakt worden aangaande deze variabelen;
2. de beslissingen en de diverse afwegingen om te komen tot deze beslissingen, moeten op verschillende hiërarchische niveaus in de onderneming genomen worden. Gebrek aan inzicht in de complexe relaties en gebrek aan communicatie tussen de niveaus (en soms zelfs op één niveau) leiden vaak tot inconsequente beslissingen;
3. binnen de huidige produktie besturingsmethodieken is er geen geschikt "gereedschap" beschikbaar om de diverse afwegingen op de verschillende niveaus te maken;
4. het is erg moeilijk de diverse afwegingen te kapitaliseren. Het blijkt dat de klassieke "cost-accounting" principes een vertroebeld beeld kunnen geven van de economische consequenties van bepaalde logistieke beslissingen (V.d. Enden [2], Theeuwes [3]).

We behandelen bovenstaande factoren in detail in de volgende paragrafen.

2. Een complexe structuur

Een probleem, dat optreedt bij het nemen van logistieke beslissingen, is de complexiteit. Bij het nemen van deze beslissingen speelt een groot aantal variabelen een rol, die elkaar via (vaak) complexe relaties beïnvloeden. In figuur 1 zien we het grootste deel van de variabelen en de relaties waarmee ze met elkaar in verband staan.

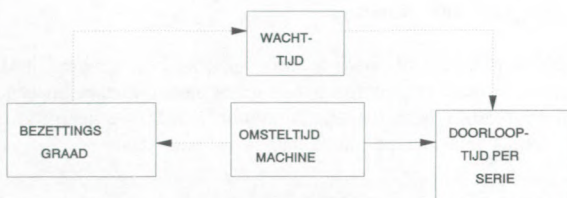


figuur 1 Relatie-diagram

Een aantal grootheden uit figuur 1 zijn onderling afhankelijk. De bezettingsgraad van een capaciteit is bijvoorbeeld afhankelijk van o.a. productievolume, machinecapaciteit en seriegroottes. Andere variabelen zijn niet afhankelijk (in figuur 1 zijn dit de gearceerde parameters). Indien we de waarde van één onafhankelijke veranderen, beïnvloedt dit niet de waarde van andere onafhankelijke variabelen, maar wel die van de afhankelijke variabelen. Als we bijv. de omsteltijd van een bepaalde machine kunnen wijzigen, zal dit invloed hebben op de bezettingsgraad van de machine maar niet op de gehanteerde seriegroottes. Dat we de seriegroottes toch kunnen aanpassen **naar aanleiding** van de wijzigingen in de omsteltijd is een andere zaak. Het veranderen van de seriegrootte blijft een ingreep van "buitenaf".

De onafhankelijke variabelen noemen we control parameters.

Beïnvloeding kan direkt en/of indirekt plaatsvinden. Als we naar figuur 2 kijken zien we dat een verandering van de omsteltijd een **direkte** invloed heeft op de doorlooptijden. Daarnaast is er ook een **indirekte** invloed via bezettingsgraad en wachttijd.



figuur 2 Direkte en indirekte invloed

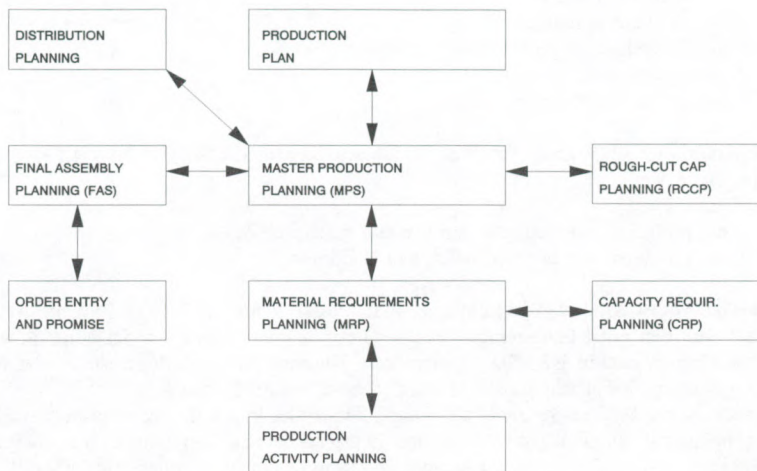
Het is juist de invloed van de indirecte relaties, die het gebeuren zo complex en ondoorzichtig maakt. Uit de figuren 1 en 2 is af te lezen dat eigenlijk "alles met alles" samenhangt. Het lijkt op een open deur, maar het blijkt dat de meeste productiebesturingssoftware er vanuit gaat dat elke variabele een op zich zelf staande grootheid is. Samenhangen worden niet meegenomen.

Wij kunnen ons afvragen of er hulpmiddelen zijn binnen de bestaande productiebesturingsmethoden, die ons kunnen helpen bij deze problematiek.

In dit kader bespreken we de de MRP-filosofie als belangrijkste vertegenwoordiger. Enerzijds omdat deze filosofie het meest verbreid is en anderzijds omdat deze filosofie conceptueel een hlpmiddel zou hebben ingebouwd.

3 Evaluatiemechanismen binnen het MRP-concept

De MRP-I (Material Requirement Planning, zie ook Orlicky [4]) methodiek is in principe materiaal georiënteerd, uitgaande van bekend vooronderstelde leadtimes. Uitgaande van een pro-ductieplan, een stuklijst (Bill of Material, B.o.M.), voorraadgegevens, uitvalfactoren, seriegroottes en leadtimes kon uitgerekend worden op welk tijdstip hoeveel materiaal cq halffabrikaten beschikbaar moesten zijn. Deze methode is niet nieuw; hij werd al in het begin van deze eeuw toegepast, maar verloor bij de toenemende complexiteit van de produkten al gauw praktijkwaarde. Het gebruik van deze methode gaat namelijk gepaard met veel (maar eenvoudig) rekenwerk. Juist de opkomst van de computer als bruikbaar hulpmiddel bij dit rekenen en het werk van Joseph Orlicky gaf een revival van de methodiek te zien. Grote nadelen van de MRP-I filosofie waren dat er op geen enkele manier rekening werd gehouden met capaciteiten en er geen enkele plaats was voor onzekerheid. Men plande in feite tegen oneindige capaciteit en beschouwde de toekomst als een vast onveranderbaar gegeven. Deze, niet geheel realistische kijk op de productiewereld leidde er toe dat het MRP-I concept werd uitgebouwd tot een totaal MRP-raamwerk, waarbij er ook gekeken werd naar capaciteiten. Dit raamwerk werd de MRP-II (Manufacturing Resources Planning) genoemd en kan schematisch worden weergegeven als in figuur 3.



figuur 3 Het MRP-II raamwerk

De kern van dit raamwerk wordt gevormd door het zgn. Master Production Schedule (MPS, oftewel HPP: Hoofd Produktie Programma).

Dit MPS is een **produktieplan** dat o.a. door de afdelingen verkoop en productie wordt opgesteld. Hierin wordt vastgelegd welke produkten wanneer en in welke hoeveelheid geproduceerd moeten worden. Dit opstellen moet gebeuren aan de hand van orders, die al bekend zijn, verkoopprognoses, eventuele voorraden en de beschikbare capaciteiten van de productie-afdeling. Dit plan vormt dan de input voor het MRP-algoritme.

Deze manier van plannen wordt gezien als de oplossing voor de logistieke problemen en op vele plaatsen werd (en wordt) begonnen met de implementatie van MRP-software in allerlei variëteiten. Volgens recente onderzoeken bleek dit helaas niet altijd het gewenste resultaat op te leveren. Er zijn diverse redenen om aan te voeren waarom een implementatie van MRP-systemen niet datgene oplevert wat men er van verwacht. In veel gevallen is niet voldaan aan de voorwaarden, die gesteld worden aan een succesvolle implementatie. Orlicky [4] noemt ondermeer als

"principal prerequisites and assumptions implied by a standard MRP-system:

- a master production schedule exists and can be stated in bill of material terms
- a bill of material exists at planning time
- integrity of file data
- individual leadtimes are known."

Plossl [5] spreekt over een vijftal voorwaarden waaraan dwingend voldaan moet worden. Deze voorwaarden, die in zijn visie allemaal even belangrijk zijn luiden:

- een realistisch MPS
- betrouwbare bestanden
- goed opgeleid personeel op elk niveau
- goed teamwork
- een goede beheersingssysteem

Wij beperken ons in dit kader tot twee probleemgebieden, die door Orlicky en Plossl zijn aangegeven en wel:

- het probleem van het opstellen van een realistisch MPS
- het probleem van het vaststellen van leadtimes.

De tweede voorwaarde wordt impliciet door Plossl genoemd als hij spreekt over de noodzaak van een goed beheersingssysteem. Hiermee geeft hij al aan dat MRP in wezen geen beheersingssysteem is. MRP is meer een administratief planningssysteem dat alleen maar goed tot zijn recht kan komen in een beheerste productiesituatie.

De beperking tot de twee voornoemde punten houdt niet in dat de andere aspecten niet of minder belangrijk zouden zijn. Met name het niet hebben van betrouwbare bestanden (bijvoorbeeld voorraadbestanden) kan voor MRP-implementaties funest zijn. Ook de hele stuklijst problematiek is van groot belang in het MRP-concept. Wij onderkennen ook dat een juiste en gedegen opleiding van het hele personeel (van hoog tot laag) een must is om een implementatie te doen slagen. Hetzelfde geldt voor het goede teamwork. De problematiek die hierbij ter sprake komt ligt o.i. op het terrein van organisatie-deskundigen en organisatiepsychologen. Wij willen er op wijzen dat bovenstaande problemen (misschien met uitzondering van Bill of Material problematiek) niet zuiver MRP-gerelateerd zijn. Ze spelen een belangrijke rol in de implementatie van elk willekeurig productiebeheersingssysteem. In de volgende paragraaf gaan we eerst in op het realistische MPS.

3.1 *Het Master Production Schedule (MPS)*

Over het MPS wordt in elke terzake doende publicatie gesproken als de "Driving Force of the MRP-system". Het MPS vormt het hart van het MRP-systeem, zoals we hebben kunnen zien in figuur 3. Het MPS is essentieel voor de MRP-II aanpak. Het MPS is een afspraak tussen verkoop en productie resulterend in een productieplan en vormt later de basis voor de coördinatie van de verschillende productiefases. Een MPS, dat niet goed is opgesteld, kan leiden tot problemen bij de uitvoering van dit plan via het MRP-algoritme. De belangrijkste eis, die aan een MPS wordt gesteld, is dat het MPS **realistisch** is. Nu is dit een logische opmerking die dan ook meteen impliceert dat de opstellers van het MPS moeten kunnen beoordelen of het MPS realistisch is. Helaas laat dit aspect nogal te wensen over in de praktijk. Indien we een MPS willen toetsen op "realistisch zijn" kunnen we dit doen qua:

- capaciteiten (mens, machine, mens/machine)
- beschikbaarheid kritische materialen
- leadtimes
- seriegroottes

In het MRP-II raamwerk wordt het MPS slechts aan **een** van deze criteria getoetst en wel aan de beschikbare capaciteit. Via de zgn Rough Cut Capacity Check (RCCC) (zie figuur

3) wordt een globale analyse gegeven of de beschikbare capaciteit en de door MPS gevraagde capaciteit met elkaar in overeenstemming zijn. Er wordt echter alleen gekeken naar óf de menscapaciteit óf de machinecapaciteit. Naar het mens/machineprobleem, oftewel het probleem van de non-multifunctionele operator wordt **niet** gekeken. De RCCC geeft op aggregaat (MPS-item) niveau aan of de benodigde capaciteit wel of niet voldoende is. We dienen hierbij aan te tekenen dat, zelfs indien de capaciteit op aggregaatsniveau voldoende is, het voor kan komen dat deze op detailniveau op bepaalde tijdstippen onvoldoende kan zijn. Om er zeker van te zijn dat de capaciteit in de meeste gevallen voldoende is, zullen we bij het bepalen van de benodigde capaciteit een zekere veiligheid in acht moeten nemen. Indien de RCCC aangeeft dat de beschikbare capaciteit niet voldoende is, zal het MPS aangepast moeten worden. Dit kan betekenen dat men moet kijken of bepaalde orders verschoven kunnen worden (naar voren of naar achteren) of dat er uitbesteed dan wel geannuleerd moet worden. Om te voorkomen dat het MPS te vaak aangepast wordt, moet er eigenlijk op een hoger beslisniveau normen worden aangegeven, waarbinnen het MPS zich moet bevinden. Overschrijding van deze normen geeft dan aanleiding tot problemen bij de uitvoering van het plan en er dienen maatregelen te worden genomen.

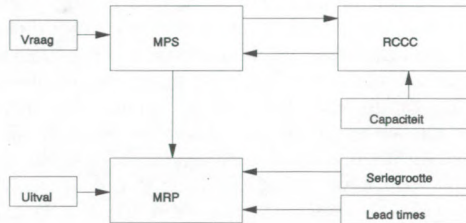
3.2 *Het leadtime problem*

Het tweede onderwerp, dat we behandelen is de bepaling van de leadtimes (off-set tijden in de MRP terminologie). Indien een productieplan is opgezet, zal het MRP-algoritme o.a. aan de hand van deze leadtimes bepalen welke onderdelen c.q. materialen op welke tijdstippen beschikbaar moeten zijn. De leadtime van een order wordt door de APICS (The American Production and Inventory Control Society, een gezaghebbende vereniging op het vakgebied van Logistiek) gedefinieerd als:

"the difference between the due date of an order and the release date". Dit is dus niet hetzelfde als de doorlooptijd van een order. De doorlooptijd van een order is de som van procestijden, wachttijden, transporttijden, omsteltijden en eventuele administratietijd. De leadtime van een order kan gezien worden als de doorlooptijd van de order PLUS een zekere speling.

In de beschikbare MRP-software wordt de gebruiker gevraagd deze leadtime op te geven. Echter in veel gevallen was juist het probleem van onbetrouwbare doorlooptijden, dat de gebruiker er toe bracht een MRP pakket te kopen. Vaak is de manier waarop doorlooptijden (en dus leadtimes) berekend worden niet bekend bij de gebruiker. Wanneer de gebruiker niet in staat is betrouwbare en realistische schattingen te geven van leadtimes, kunnen grote problemen optreden bij de besturing met behulp van MRP. Orlicky stelde in 1975 [4]: "leadtime values (or procedures for determining these values based on order quantity) must be supplied to the MRP-system" (blz. 59) en "[leadtime values] ... are a function of capacity and the load pattern, resulting from a particular product mix that is in production at any given time. *"The precise relationships remain to be discovered and defined"* (blz. 273). Aan dit probleem is sinds die tijd weinig of geen aandacht besteed in de MRP literatuur en er werd bij MRP toepassingen voor het gemak vanuit gegaan, dat leadtimes bekend en constant waren. We geven aan dat doorlooptijden voor een groot deel uit wachttijden bestaan. Deze wachttijd wordt op zijn beurt weer sterk beïnvloed door produktieniveau, produktmix (impliciet de bezettingsgraad) en seriegroottes. We hebben in paragraaf 2 al kunnen zien dat deze factoren op een complexe manier samenhangen. Echter in de huidige MRP concepten worden leadtimes, produktieniveau en -mix (MPS)

en seriegrootte onafhankelijk van elkaar ingevoerd in het MRP-algoritme. We hebben dus te maken met een situatie als aangegeven in figuur 4.



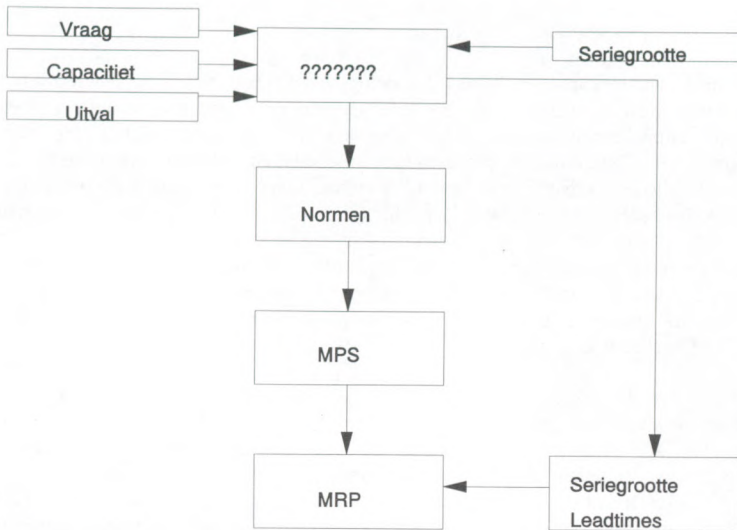
figuur 4 Samenhang Logistieke parameters binnen MRP-II

Het is niet realistisch aan te nemen, dat de gebruiker voldoende rekening houdt (kan houden) met de complexe samenhang tussen de bovengenoemde factoren. In de volgende paragraaf gaan we in op een mogelijke oplossing voor dit probleem.

3.3 De missing link bij MRP

Uit bovenstaande zouden we kunnen concluderen dat we op MPS niveau een rekenslag moeten uitvoeren om, uitgaande van het MPS en gegeven seriegroottes, een realistische doorlooptijd te berekenen en daarmee een goede leadtime in te voeren in het MRP-algoritme. Er zijn echter enkele redenen aan te voeren waarom het niet zinvol is om op **MPS-niveau** een soort doorlooptijd model op te nemen. Een reden is, dat elke verandering in het MPS in principe leidt tot verandering in doorlooptijd.

Een belangrijkere reden is dat het hier in feite gaat om beslissingen die op een hoger niveau thuis horen. Zoals eerder is vermeld worden op middellange termijn afspraken gemaakt over doorlooptijden, seriegroottes, produktievolumes en mix- en leveringscondities. Deze afspraken leiden tot bepaalde doorlooptijden voor een produktie-unit. Op dit niveau worden dus normen vastgesteld voor de lengte van de diverse doorlooptijden, die volgen uit normen voor seriegroottes, produktievolumes en produktmix. Indien we er nu voor zorgen dat het MPS binnen de normen blijft, die op hoger niveau berekend zijn kunnen we de doorlooptijden, die op dit hoger niveau berekend zijn, nemen als basis input voor het MRP-algoritme. Een dergelijk rekenmodel zou een aanvulling zijn op het MRP-raamwerk en we kunnen figuur 4 uitbreiden tot figuur 5.



figuur 5 Samenhang van logistieke parameters

We kunnen eventueel de RCCC vervangen door dit model. Dit houdt in dat we dit model op twee niveaus kunnen gebruiken. Op het Master Plan niveau wordt het gebruikt voor het vaststellen van normen. Op het MPS-niveau kan het dienen als evaluatiemechanisme voor het MPS programma. Het voordeel van deze werkwijze is dat er een check plaatsvindt op MPS niveau, die verder gaat dan de zuivere capaciteitscheck. Voor een analyse met behulp van het RCCC is een MPS programma, dat leidt tot een gemiddelde bezettingsgraad van 45% even goed als een programma dat leidt tot een bezettingsgraad van 95%. Beide programma's zijn realistische qua capaciteitsbeslag. Daarentegen is het effect van beide programma's op de gemiddelde doorlooptijd (en de spreiding daarin) wel degelijk verschillend! Zoals we later zullen zien wordt dit juist veroorzaakt door dit verschil in capaciteitsbeslag.

Op dit punt willen we ook een kritische kanttekening plaatsen bij de waarde van de leadtime, die we moeten gebruiken in het MRP-algoritme. Indien we hiervoor de gemiddelde doorlooptijd zouden gebruiken kunnen er problemen ontstaan, tengevolge van de spreiding in de doorlooptijd. Dit kan leiden tot produkten, die te vroeg, of erger, te laat arriveren op de plaats van bestemming.

3.4 Conclusie

Uit het voorgaande kunnen we concluderen dat met name de ketencoördinatie-systemen behoefte hebben aan betrouwbare en realistische doorlooptijdschattingen voor de diverse schakels in de keten. De systemen zelf voorzien niet in deze behoefte. Voor de drie afdelingsbeheersingssystemen geldt dat zij de interne beheersing regelen op basis van eerder berekende doorlooptijden. Ook deze systemen voldoen niet aan deze behoefte.

4. De Trade-off-Module

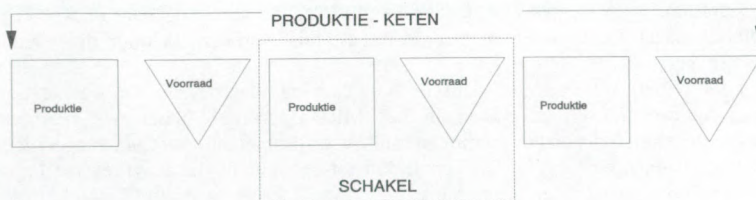
4.1 Inleiding

Zoals we in de vorige paragraaf hebben kunnen zien bestaat er behoefte aan een hulpmiddel om beslissingen aangaande logistiek te evalueren op lange en middellange termijn niveau. Met name binnen de seriematige fabricage en de jobshop omgevingen ontbreekt zo'n hulpmiddel. De huidige productiebesturingsmethodieken voorzien niet in een dergelijk evaluatiemechanisme. Juist het opstellen van plannen op aggregaatsniveau blijkt in praktijk moeilijkheden op te leveren. Het blijkt vaak onmogelijk te zijn om de consequenties van bepaalde beslissingen te evalueren. En met name deze plannen op aggregaatsniveau moeten realiseerbaar zijn. De meer gedetailleerde plannen zijn hier namelijk van afgeleid. Een noodzakelijke voorwaarde voor het opstellen en het realiseren van een goed plan, is het in overeenstemming brengen van de gevraagde hoeveelheid capaciteit en materiaal met het aanbod.

Daarnaast dienen er vaak uitspraken gedaan te worden over de zgn. "logistieke parameters". Deze logistieke parameters zijn bijv. seriegroottes, voorraden, bezettingsgraden en doorlooptijden. Het management kan bijvoorbeeld een maximum stellen aan de aanwezige voorraden i.v.m. kapitaalbeslag of een maximum stellen aan de seriegroottes i.v.m. flexibiliteit. Voor het doen van uitspraken over deze parameters is het vereist dat men weet welke de effecten van de logistieke parameters zijn. Wat gebeurt er bijvoorbeeld met voorraadt niveaus als doorlooptijden veranderen? Hoe werkt een verandering van de seriegrootte door op bijv. bezettingsgraden en voorraadt niveaus?

Daarnaast is het evenzeer van belang dat de logistieke parameters beheerst worden. Dit houdt in dat de productieleiding duidelijke beslissingen neemt over gewenste waarden (normen) van de logistieke parameters en er ook voor zorgt dat deze normen gehaald worden.

Het is moeilijk om meteen zinnige uitspraken te doen voor de hele productieketen (van grondstof t/m eindprodukt). Eerst zal er enig inzicht moeten zijn in het gedrag van de afzonderlijke schakels in de productieketen, met name in het gedrag van productie-eenheden en de daarbij behorende voorraadpunten (zie figuur 6).



figuur 6 Een productieketen met enkele schakels

Tussen de diverse schakels van de productieketen spelen interacties een rol. Beslissingen genomen in één productie-eenheid kunnen hun weerklink vinden in voorafgaande en/of opvolgende productie-eenheden. Hoe deze beslissingen uitwerken, is onder andere afhankelijk van de gebruikte productiebeheersingsfilosofie. Met name de rol van de

voorraadpunten en de hoogte van de voorraadniveaus hangt hier nauw mee samen. In dit kader zullen we géén rekening houden met deze interacties maar we zullen doen alsof de productie-eenheden losstaande eenheden zijn. Dit houdt in dat we fouten kunnen maken bij de bepaling van de voorraadniveaus tussen de eenheden. Met name binnen MRP [4], LRP [6] en Base Stock [7] omgevingen kunnen besparingen op voorraden op ketenniveau aanzienlijk zijn. We zullen hierop niet verder ingaan maar verwijzen naar Wijngaard [8].

Om nu inzicht te krijgen in de relaties tussen de verschillende variabelen en om juiste beslissingen dienaangaande te kunnen nemen is een model ontwikkeld. In dit model dat we TOM (trade-off-module) noemen, worden de logistieke en economische consequenties van bepaalde beslissingen over levertijden, leveringsbetrouwbaarheid, seriegroottes en productiepakketten qua volume en mix, berekend. Het model is een leidraad bij vragen als: "kan ik bij de huidige capaciteit en bij deze produktmix een gemiddelde doorlooptijd van 3 weken realiseren?" of "wat zijn de effecten op de gemiddelde doorlooptijd bij het halveren van mijn seriegroottes" of "hoe moet ik mijn capaciteit aanpassen om bepaalde leveringscondities te realiseren?"

Bij het ontwikkelen van het afdelingsmodel was het duidelijk dat veel parameters en relaties tussen diverse parameters een rol speelden. Het is onmogelijk om alle relaties expliciet op te nemen in het model. Deels omdat sommige relaties erg moeilijk te kwantificeren zijn en deels omdat het model dan praktisch niet meer bruikbaar is. Daarom hebben we in het model bepaalde relaties wél expliciet opgenomen en t.a.v. andere relaties hebben we aannames gedaan en vereenvoudigingen in de situatie aangebracht. De vraag die dan meteen opduikt is: "Hoever mag je vereenvoudigingen aanbrengen zonder grote fouten te introduceren?" We proberen ook hier enig inzicht in te verschaffen.

Later volgt een beschrijving van het soort produktiesituaties, dat geanalyseerd kan worden met de Trade-off-Module, voorts een duiding op welk beslissingsniveau de Trade-off-Module gebruikt kan worden, en tenslotte een omschrijving van de variabelen die een beslissende rol spelen bij het bepalen van het gedrag van een productie-afdeling.

Voor een nadere omschrijving van TOM verwijzen we naar de gebruikershandleiding bij TOM [Durlinger, 15]

4.2 *TOM als evaluatie-mechanisme*

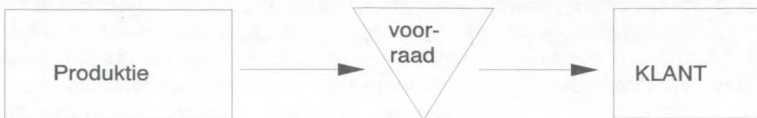
We hebben beredeneerd dat er behoefte bestaat aan een model om beslissingen op lange en middellange termijn te evalueren. Om de facetten van een bepaalde beslissing te vergelijken met een andere beslissing nemen we vaak als gemeenschappelijk noemer "kosten c.q. geld". Op deze manier kunnen we bijvoorbeeld een doorlooptijd van 3 weken met een seriegrootte van 1000, vergelijken met een doorlooptijd van 2 1/2 week met een seriegrootte van 750. Deze afweging kunnen we maken door aan elke variabele die bij TOM een rol speelt een prijskaartje te hangen. Op deze manier kunnen we de financiële consequenties van een beslissing schatten.

Echter bij het toekennen van de prijskaartjes ontstaan er problemen omdat er op het ogenblik verschillende zienswijzen zijn over de manier waarop dit moet gebeuren. Het vermoeden lijkt gerechtvaardigd dat de klassieke accountancy niet in staat is een goede kostenafweging te maken die past bij het huidige logistieke denken en handelen van ondernemingen. Door Theeuwes [9] en Van de Veeke [10] zijn al aanzetten gegeven om te komen tot een nieuwe benadering van het kostenvraagstuk, die wél aansluit bij het nieuwe logistieke denken. In dit kader willen we dan ook niet ingaan op de manier waarop

de kostencalculatie zou moeten geschieden maar verwijzen we naar eerdergenoemde auteurs. Wij beperken ons hier tot het bepalen van de grondeenheden op basis waarvan de beslissingen genomen moeten worden. We zullen dus spreken in termen van aantallen stuks, aantallen uren of bezettingsgraden etc. In de volgende paragrafen laten we aan de hand van enkele voorbeelden zien op welke wijze TOM ondersteuning kan bieden, bij het nemen van belangrijke logistieke beslissingen.

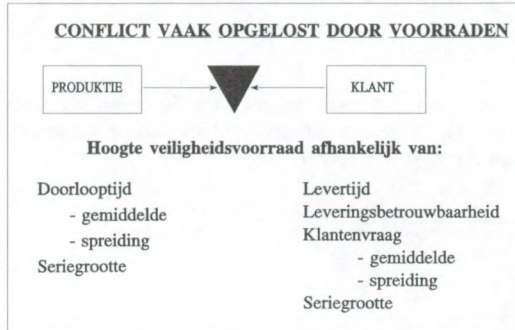
4.3 Belangrijke logistieke parameters en hun relaties

Zoals al eerder is betoogd moeten op verschillende niveaus in de onderneming beslissingen aangaande logistieke parameters (seriegroottes, doorlooptijden, bezettingsgraden) genomen worden. In hoofdstuk 1 (figuur 1) hebben we gewezen op het groot aantal variabelen dat van invloed is op de beslissingen. Het is duidelijk dat het onmogelijk is om één parameter te veranderen zonder andere te beïnvloeden. Het is daarom ook een utopie te veronderstellen dat het mogelijk is om beslissingen, ten aanzien van bepaalde grootheden, onafhankelijk van elkaar te nemen. Helaas gebeurt dat wel vaak in de praktijk. Beslissingen over seriegroottes en doorlooptijden worden apart van elkaar genomen, evenals beslissingen aangaande bezettingsgraden, leveringsbetrouwbaarheden en veiligheidsvoorraden. Dit ondanks het feit dat ze ten eerste met elkaar verbonden zijn. Het niet onderkennen van deze relaties kan leiden tot besluiten op hoog niveau, die onuitvoerbaar zijn door de lagere echelons; simpelweg omdat de beslissingen strijdig zijn met elkaar. Bovenstaande lichten we toe aan de hand van een voorbeeld. We kijken naar een eenvoudige productie-omgeving waarbij we te maken hebben met een productiepunt, een voorraadpunt en een klant (figuur 7).



figuur 7 Eenvoudige productie-omgeving

Tussen productie en verkoop heersen conflicterende belangen wanneer het gaat om de eigen activiteiten zo goed mogelijk te laten verlopen. Productie bijvoorbeeld heeft belang bij grote series kleine produktrange, hoge bezettingsgraden etc.; kortom een weinig flexibele omgeving. Verkoop daarentegen heeft baat bij kleine series, een grote produktrange, snelle reactiemogelijkheden; kortom een flexibele opstelling. De klassieke oplossing voor dit soort conflictsituaties was (en op zeer veel plaatsen is) het aanhouden van voorraad. De vraag is echter altijd: hoeveel voorraad? Het antwoord op deze vraag is niet zo eenvoudig omdat er nogal wat variabelen een rol spelen bij het bepalen van de hoogte van bijvoorbeeld de veiligheidsvoorraad (zie figuur 8).

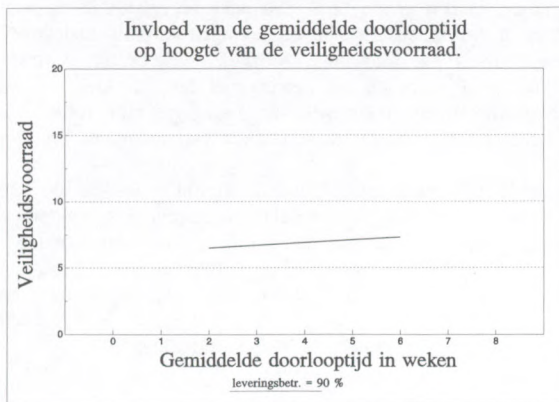


figuur 8 Variabelen van invloed op de veiligheidsvoorraad

Het is echter mogelijk om de vereiste veiligheidsvoorraadhoogte te berekenen, als we de waarde kennen van de variabelen die bepalen hoe hoog de vereiste veiligheidsvoorraad moet zijn. (We laten nu nog even in het middel hoe we aan de waarden van deze variabelen komen).

We komen hier meteen op een belangrijk punt. De hoogte van de veiligheidsvoorraad is afhankelijk van een aantal variabelen. Het is de resultante van een bepaalde gegeven situatie. Als de onderliggende factoren onbekend zijn is het normaliter onmogelijk om gefundeerd een uitspraak te doen in de trant van "Het voorraadniveau moet naar f 300.000,- en de leveringsbetrouwbaarheid naar 90%". Aan de hand van enkele voorbeelden zullen we dit toelichten. Als eerste analyseren we de invloed van de "gemiddelde doorlooptijd" (productie-doorlooptijd) op de hoogte van de veiligheidsvoorraad.

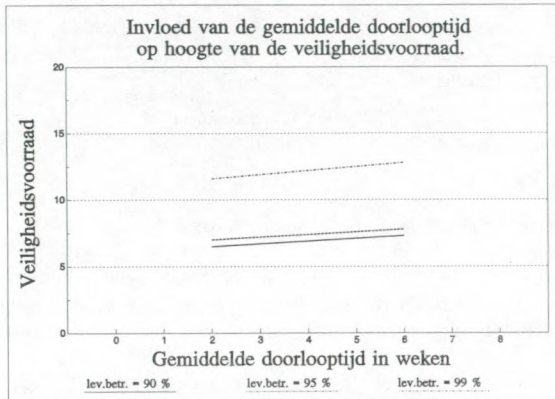
In figuur 9 is deze relatie voor een bepaald geval doorgerekend.



figuur 9 Invloed van de gemiddelde doorlooptijd op de veiligheidsvoorraad

De lijn loopt vlak. Blijkbaar doet de waarde van de "gemiddelde doorlooptijd" er niet er toe. Dit lijkt in strijd met de intuïtie van de planner. We geven later aan waardoor dit verschijnsel veroorzaakt wordt.

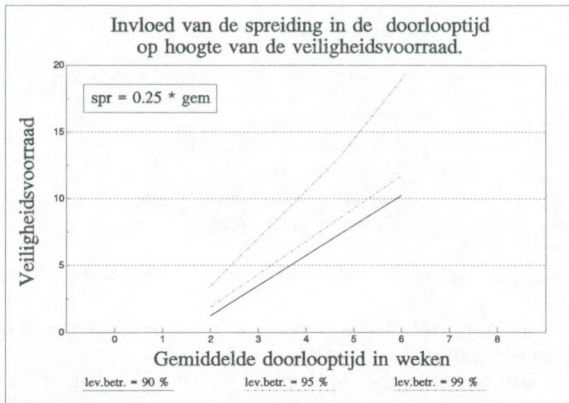
Als tweede variabele kijken we naar de gewenste leveringsbetrouwbaarheid. Hieronder verstaan we het aantal keren dat we kunnen voldoen aan de klantenvraag binnen een van te voren afgesproken levertijd (zie figuur 10).



figuur 10 Invloed van leveringsbetrouwbaarheid op veiligheidsvoorraad

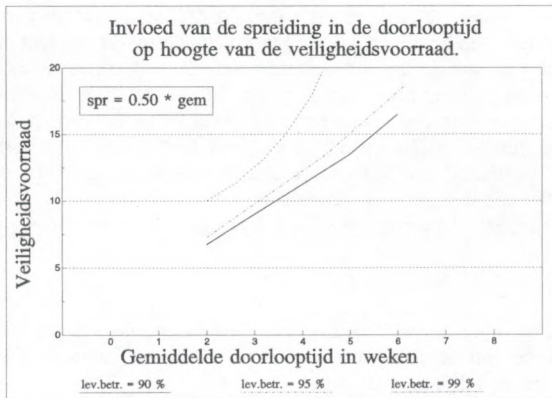
Wat nu opvalt is het verschijnsel dat tot een bepaalde leveringsbetrouwbaarheid de invloed op de veiligheidsvoorraad vrij gering is. Echter de laatste paar procenten zijn onevenredig kostbaar. Toch wordt in praktijk vaak de uitspraak gehoord: "Ik eis 100% leveringsbetrouwbaarheid". Indien daarbij geen 100% betrouwbare produktie-omgeving hoort, leidt dit tot ongehoord hoge voorraden. Er zijn omgevingen waarbij de leveringsbetrouwbaarheid dusdanig belangrijk is dat zeer hoge voorraden geaccepteerd worden. Veel vaker daarentegen blijkt dat men genoeg wil nemen met een iets kleinere leveringsbetrouwbaarheid als de daarbij behorende voorraadkosten veel lager zijn. Helaas blijkt ook hier al te vaak dat men zich niet bewust is van de reikwijdte van uitspraken op dit gebied.

Een derde variabele is de "spreiding in de doorlooptijd". Tot nu toe hebben we alleen gekeken naar de gemiddelde doorlooptijd zonder echt rekening te houden met de spreiding in de doorlooptijd. In praktijk hangen gemiddelde doorlooptijd en spreiding in doorlooptijd met elkaar samen. Uit empirisch onderzoek is gebleken dat naarmate de gemiddelde doorlooptijd toeneemt, de spreiding in de doorlooptijd ook toeneemt (zowel relatief als absoluut). In figuur 11 hebben we een vaste verhouding tussen de gemiddelde doorlooptijd en de spreiding meegenomen ($\text{spreiding} = 0,25 * \text{gemiddelde}$).



figuur 11 Invloed van spreiding in doorlooptijd (25%) op veiligheidsvoorraad

In figuur 12 is de verhouding tussen spreiding in de doorlooptijd en gemiddelde doorlooptijd 0.5.



figuur 12 Invloed van spreiding in doorlooptijd (50%) op veiligheidsvoorraad

Het blijkt nu dat de spreiding in de doorlooptijd een grote invloed heeft op de hoogte van de veiligheidsvoorraad. Het hierboven beschreven fenomeen is ook af te leiden uit de zgn "dievenformule" zoals beschreven door Silver en Peterson [11].

Deze formule luidt:

$$VV = k * \sqrt{E_L * \sigma^2_D + E_D^2 * \sigma^2_L}$$

Waarbij:	k	=	Veiligheidsfactor
	E_L	=	Verwachte (doorlooptijd)
	E_D	=	Verwachte vraag
	σ^2_L	=	Variantie in de doorlooptijd
	σ^2_D	=	Variantie in de vraag

Wij gaan hier in dit kader niet verder op in maar verwijzen naar Silver, Peterson [11].

Wanneer we nu echter in praktijk willen weten, hoe groot de spreiding in de doorlooptijd is, blijkt deze zelden geregistreerd te worden!

De tweede belangrijke conclusie die we kunnen trekken is dat de beheersing van de doorlooptijd de belangrijkste logistieke doelstelling van een onderneming moet zijn. Daarom moeten we ook de spreiding in de doorlooptijden meten!

Laten we nog eens terugkeren naar onze uitgangssituatie waarbij we de benodigde veiligheidsvoorraad willen berekenen. Het kan voorkomen dat de berekening van de veiligheidsvoorraad onacceptabele resultaten geeft. De vereiste voorraad is, gegeven de inflexibiliteit van de productie en gegeven de gewenste flexibiliteit door verkoop, te hoog en kan financiële problemen opleveren. We moeten dan actie ondernemen: maar waar? Normaliter worden leveringscondities aan de klant door de markt en door de concurrentie bepaald. Veranderingen, die leiden tot verlaging van de veiligheidsvoorraad moeten dan ook plaatsvinden in het produktiedeel van de keten. We hebben al gezien dat de doorlooptijd en met name de spreiding daarin een grote rol speelt. Ook hebben we kennis genomen van de empirische relatie tussen spreiding en gemiddelde van de doorlooptijd. Deze empirische relatie is omkeerbaar. Door op een verstandige manier de doorlooptijd te verkorten kunnen we ook de spreiding verkleinen.

In de volgende paragraaf gaan we in op het fenomeen doorlooptijd.

4.4 *De doorlooptijd als logistieke parameter*

Als we willen spreken over de beïnvloeding van de doorlooptijd van een order moeten we ons een beeld vormen van deze doorlooptijd. In het algemeen kunnen we stellen dat deze is opgebouwd uit een vijftal componenten en wel

- procestijd van een order;
- omsteltijd van een order;
- wachttijd van een order;
- administratie en planningstijd;
- interne transporttijd.

Wanneer we ons beperken tot de eerste drie componenten zien we in de praktijk dat de belangrijkste component de wachttijd is. Onder wachttijd verstaan we de tijd die een order bij een bewerkingsplek moet wachten voordat deze order aan de beurt is. Wachttijd is een component die in theorie gereduceerd kan worden tot nul. Droogtijden etc. bijvoorbeeld

zijn dus geen wachttijden maar procestijden. Doorlooptijden bestaan in de meeste gevallen voor 90 - 95% uit wachttijd. Spreiding in de doorlooptijd wordt dan ook grotendeels veroorzaakt door de spreiding in de wachttijd.

In feite moeten we dus iets doen aan de wachttijdcomponent om de doorlooptijd te verkleinen. De grootte van de wachttijd wordt op een complexe wijze door een groot aantal variabelen beïnvloed. Het voert hier te ver om uitgebreid in te gaan op de wachttijdtheorie, waarvoor we verwijzen naar de omvangrijke literatuur op dit gebied.

Enkele praktische punten omtrent deze wachttijdtheorie worden in paragraaf 4.5 uitgewerkt.

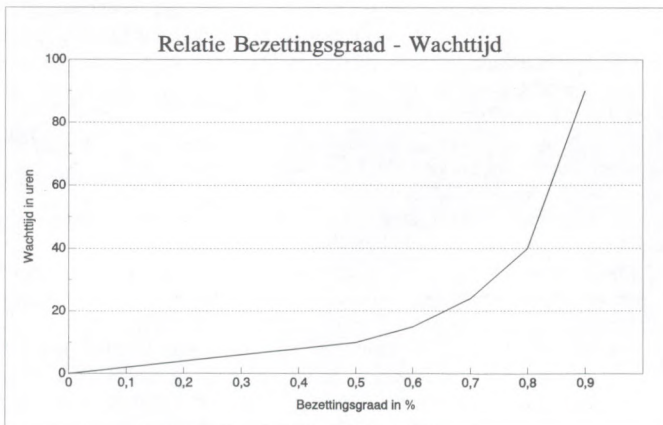
4.5 De wachttijd als belangrijkste component van de doorlooptijd

In deze paragraaf kijken we kort naar de volgende drie grootheden die de lengte van wachttijden beïnvloeden:

- bezettingsgraad;
- voorrangsregel;
- multifunctionaliteit van de operator (Dual Constraint DC probleem).

Bezettingsgraad

De belangrijkste grootheid, die een rol speelt bij wachttijden is de bezettingsgraad van de capaciteiten. Eenvoudig gezegd: naarmate de bezettingsgraad van een machine groter is wordt de wachttijd voor een machine langer. Dit verband is exponentieel van karakter (zie figuur 13).



figuur 13 Relatie bezettingsgraad - wachttijd

De precieze vorm van de curve is situatie-afhankelijk, maar de karakteristieke vorm (eerst vlak en vervolgens steil omhoog) blijft hetzelfde. Het kritieke punt ligt meestal in de buurt van 85%. Komt men daarboven dan krijgt men onherroepelijk problemen met het

beheersen van de wachttijd (en dus de doorlooptijd). Helaas belonen wij vaak afdelingen indien zij hoge bezettingsgraden kunnen realiseren. Dit houdt in dat afdelingen meer werk gaan accepteren. We dienen ons te realiseren dat deze "bezettingswinst" vaak te niet wordt gedaan door de éxtra benodigde veiligheidsvoorraad t.g.v. het onbetrouwbaarder worden van de doorlooptijd.

Voorrangsregel

De manier waarop men een order kiest uit een aantal orders, die op verwerking wachten is van invloed op de gemiddelde doorlooptijd en de spreiding in de wachttijd. Er zijn vele mogelijke voorrangsregels mogelijk. Voor een uitgebreid overzicht verwijzen we naar Bertrand, Wortmann, Wijngaard [12], Baker [13] en French [14].

Drie veel voorkomende regels behandelen we hier.

De **eerste** bekende regel is de FiFo-regel (First in, First out) of FcFs-regel (First come, First serve), oftewel: "Wie het eerst komt, het eerst maalt". Deze regel is niet echt goed of echt slecht en realiseert een redelijk goede gemiddelde doorlooptijd en een redelijke spreiding.

Een **tweede** bekende regel is de KBE-regel (Kortste Bewerkingstijd Eerst) of SPT-regel (Shortest Processing Time first). Deze regel minimaliseert de gemiddelde doorlooptijd maar maximaliseert de spreiding.

Een **derde** regel is er een, die we geregeld in produktiesituaties tegenkomen en wel de LBE-regel of LPT-regel (Langste Bewerkingstijd Eerst, Longest Processing Time first). Deze regel maximaliseert de gemiddelde doorlooptijd maar minimaliseert de spreiding. Operators zijn geneigd om eerst de grote (en vaak gemakkelijke) partijen te draaien. Deels omdat het voor hen eenvoudiger is maar deels óók omdat ze door hun bazen worden afgerekend op aantallen. Deze manier van werken geeft als resultaat dat kleine en moeilijke orders blijven liggen en vaak later met voorrang door de fabriek moeten worden gejaagd omdat deze achterstand hebben opgelopen. Dit werkt erg verstorend en daarom is deze regel vanuit logistiek oogpunt niet aan te bevelen. Het aansturen van operators op aantallen werkt dit gedrag echter in de hand!

Multifunctionaliteit van de operators - Dual Constraint Problem

Een derde factor die van invloed is op de wachttijd voor een machine is de multifunctionaliteit van de operator. In veel situaties komt het voor dat een aantal operators een groter aantal machines moet bedienen. In dit soort situaties kan het voorkomen dat een order moet wachten op bewerking; of omdat de machine bezet is (er liggen dan nog wachtende orders voor de machines) of omdat er geen operator is om de machines te bedienen (de machine is wél vrij). Dit probleem wordt het zgn. Dual-constraint Problem (DC-probleem) genoemd. Een voorbeeld is de situatie bij een tankstation, waarbij u nog geholpen wordt door een pompbediende. Er zijn over het algemeen meer pompen dan bedienend personeel. Het kan dus voorkomen dat u bij een pomp staat die vrij is, terwijl er niemand is om u te bedienen. De invloed van het niet beschikbaar zijn van de operators wordt erg onderschat. In een aantal situaties kunnen we aantonen dat het niet aanwezig zijn van voldoende operators een grotere invloed heeft op de wachttijd, dan het niet beschikbaar zijn van de machine. De invloed is des te groter naarmate de operators minder flexibel zijn.

Met behulp van TOM zijn we in staat om voor een gegeven situatie de doorlooptijd te berekenen en vervolgens ook de veiligheidsvoorraden. In praktijk echter vinden we dan dat de door TOM berekende doorlooptijd (die in feite een bovengrens is: een goede afdeling moet beter kunnen) factoren lager is dan de werkelijk gerealiseerde doorlooptijd. In enkele gevallen bleek de werkelijke doorlooptijd 3-5 maal hoger te zijn dan TOM voorspeld had.

De oorzaak hiervan is terug te vinden in het niet onderkennen van de hier eerder genoemde relaties. In de loop der tijd is een afdeling volgestopt met werk. De meest rudimentaire uitvoering van het input-output principe (nooit meer de afdeling in sturen dan de bottleneck-capaciteit aankan) is niet toegepast. Het resultaat is dan ook dat de afdeling een grote hoeveelheid Onder Handen Werk herbergt. Dit resulteert dan automatisch ook in lange doorlooptijden. TOM kan een mogelijkheid bieden bij het aanwijzen van het probleem (de bottleneck), het bepalen van een redelijke hoeveelheid Onder Handen Werk én kan gebruikt worden als educatief hulpmiddel bij het voorkomen van dit soort problemen.

5. Conclusies en Samenvatting

In dit paper zijn we ingegaan op de diverse logistieke beslissingen die op de verschillende niveaus in de organisatie genomen moeten worden. We hebben aangetoond dat vele variabelen een rol spelen en dat er tussen de variabelen vele relaties bestaan. Het is onrealistisch om de variabelen onafhankelijk van elkaar te bekijken. We hebben eveneens laten zien dat er behoefte is aan een hulpmiddel om logistieke beslissingen, aangaande deze variabelen (logistieke parameters) te evalueren. Door middel van enkele voorbeelden hebben we gedemonstreerd dat de Trade-off-Module een dergelijk hulpmiddel kan zijn. Verder hebben we enkele conclusies getrokken met betrekking tot veiligheidsvoorraden, doorlooptijden en wachttijden. We hebben daarbij aangegeven hoe we er in praktijk mee om dienen te gaan.

6. Literatuurlijst

- [1] Vaan, M. de
Just-in-Time
Kluwer Bedrijfswetenschappen 1988
- [2] Enden, C. van der
Beslissingscalculaties
Samson Alphen a/d Rijn 1975
- [3] Theeuwes, J.A.M.
Flexibiliteit, is dat ook winstgevend?
uit: Geraerds, W.M.J. (red.)
Flexibiliteit in de logistiek
Samson Nive 1989
- [4] Orlicky, J.
Material Requirements Planning
McGraw Hill 1975
- [5] Plossl, G.W., W.E. Welch
The role of topmanagement in the control of inventory
Reston Publishing Company Reston Virginia 1979
- [6] Donselaar van, Jenniskens, J.P.J. Timmer
Line requirements Planning, alternatief voor MRP
I Inkoop en logistiek jrg 3 1987/11
II Inkoop en logistiek jrg 3 1987/12
- [7] Timmer, J.P.J., J.W.M. Bertrand en W. Monhemius
Production and Inventory Control with the Base Stock System
THE Rapport BDK/KBS/84/05
- [8] Wijngaard J., J.C. Wortmann
MRP and Inventories
EJOR 1985 vol. 16, pag. 181 - 193
- [9] Theeuwes, J.
Integratie van logistieke beheersing en budgettering
uit: Logistiek management in economisch perspectief
Lezingencyclus 4 september 1987, TU Eindhoven, afd. BE.
- [10] Veeken, H. v.d.
Kostencalculaties misleiden de logistiek manager
uit: Logistiek management in economisch perspectief
Lezingencyclus 4 september 1987, TU Eindhoven, afd. BE.
- [11] Silver, E., R. Peterson
Decision systems for inventory management and production planning
Wiley & Sons, New York 1985
- [12] Bertrand, J., J. Wortmann, J. Wijngaard
Productiebeheersing en material Management
Stenfert Kroese, Leiden 1990
- [13] Baker, K.
Introduction to sequencing and scheduling
Wiley and Sons, 1974
- [14] French, S.
Sequencing and Scheduling
Ellis Horwood, New York 1982
- [15] Durlinger P.P.J.
Gebruikershandleiding bij TOM-for-Windows
TRACOIN Roermond, 1994

