

MASTER

Productiebeheersing in een onzekere omgeving afstemming van de orderstroom en de productiecapaciteit

van Engelen, Mark H.

Award date:
1995

[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

Productiebeheersing in een onzekere omgeving

Afstemming van de orderstroom en de productiecapaciteit

Technische Universiteit Eindhoven
Faculteit Technische Bedrijfskunde
Vakgroep Logistieke Beheersingssystemen

Philips Novatronics
Building SFH
5600JB Eindhoven

Afstudeerder: Mark van Engelen
Identiteitsnummer: 304114

Beoordelingscommissie:	Ir. L.H. Kroep	1° begeleider
	Dr. H.M.H. Hegge	2° begeleider
	Prof. dr. A.G. de Kok	3° beoordelaar

Bedrijfsbegeleider: Ir. A.G.J. Mertens

Voorwoord

Voor u ligt het verslag van mijn afstudeerproject waarin ik gedurende de periode van 5 december 1994 tot en met 21 augustus 1995 aan heb gewerkt. Het is de afsluiting van een studieperiode waaraan ik, net als mijn afstuderen met veel plezier terugdenk.

Het afstudeeronderzoek heb ik verricht bij Philips Novatronics op het gebied van produktiebeheersing. Zoals ik van te voren enigszins verwachtte was het een moeilijke en complexe opdracht die mij veel hoofdbrekers heeft opgeleverd. Hierbij wil ik de personen bedanken die mij in staat hebben gesteld om de uitdaging van de opdracht tot een succesvol einde te brengen. Ad Mertens, mijn bedrijfsbegeleider, die mij veel inzicht heeft verschaft in de problematiek van het besturen van een complexe produktiesituatie, Leon Kroep voor zijn interesse en tijd die hij heeft getoond en uitgetrokken om mij te begeleiden, en dhr. Hegge voor de zinvolle kritieken tijdens de besprekingen. Verder wil ik het personeel van Novatronics bedanken voor de tijd die zij voor mij hebben vrijgemaakt en de nuttige discussies die gevoerd zijn.

Zoals gezegd heb ik met veel plezier aan deze opdracht gewerkt en ik hoop dat u met veel plezier en interesse dit verslag zult lezen.

Mark van Engelen

Eindhoven, augustus 1995

Abstract

This report describes the process of designing a production control system for Philips Novatronics Eindhoven. An insight is given in the dynamic and complex production environment in which Novatronics finds itself. A design has been developed in which the total production control problem has been decomposed in a number of hierarchical sub-problems. A methodology for the tuning of the orders and the production capacity has been proposed as a method to be able to control the production.

Summary

This outline contains the results of the project at Philips Novatronics in Eindhoven. The project has been carried out as the final stage of the study Industrial Engineering and Management Science at the Eindhoven University of Technology. In a period of nine months a study has been carried out to design a new production control system for Philips Novatronics.

Philips Novatronics is a part of Philips Key Modules (PKM) since 1993. PKM was founded in 1989 to integrate the "isles" of advanced technology, to insure the customer oriented quality modules for the world-wide high volume electronics industries. Novatronics is specialised in the design, producing and testing of printed circuit boards (PCBs), subassemblies and complete electronic products. It is the binding link between the development and the production of new product, which are becoming more geographically separated activities. Novatronics also acts as a contract manufacturer.

Production control

Novatronics used to be a mass producer of television sets. The current production control system (PCS) stems from this period. It's a PCS which under the present conditions isn't suitable anymore. The factors that have a great importance in the make-to-order environment Novatronics is in, are:

- a high demand uncertainty
- unreliable and long delivery times
- new technologies and therefore uncertain processes
- very diversified product range

The mismatch between the PCS and the above mentioned factors have led to:

- insufficient insight in the feasibility of the production plan
- insufficient ability to reschedule
- low production performance
- inefficient allocation of capacity

These problems have risen to the need for a new PCS that is able to tune the orders and the production capacity.

Selection of a new PCS

In order to select a suitable PCS for Novatronics the three most known PCS's; MRP II, JIT and OPT, are examined on their fit with the production situation of Novatronics. The following conclusions could be drawn:

MRP II

This PCS has been designed for a production situation in which standard products are made in high volumes and where there is a sufficient possibility to produce to stock. It's a system which isn't very suitable for the make-to-order companies.

JIT

This system is applicable for a production environment that produces a high variety of a product and has a stable and high demand.

OPT

OPT is a very centralised planning methodology that cannot deal properly with a high uncertainty, this PCS isn't suitable for a make to order environment as well.

The 'standard' PCS's are not very useful for the production situation at Novatronics. A PCS is needed which can deal with the production situation Novatronics is in. Therefore a design method is used to build a PCS that is able to tune the orders and the production capacity. This method has been designed by Bertrand, Wortmann and Wijngaard (BWW, see also [1]). This method proposes to decompose the production problem in a number of hierarchically structured sub-problems. The design-steps needed to be carried out are:

- Decomposing the production in Production Units (PU's)
- describing the operational constraints per PU
- distinguish the decision functions

Designing the new PCS

These three steps lead to the structure of the Production Control System. By giving the control methods per decision function the total PCS will be designed. In the next part the resulting PCS will be described.

Part one The structure of the Production Control System (PCS)

1. The first step in designing the structure of the PCS is to decompose the production system in separate Production Units. These units need to be self containing. Some aspects that are of importance when forming the PU's are: uncertainty, commonality and bottleneck-capacities. These aspects have led to the distinguishing of the PU's in-/onsertion and assembly. Within the PU assembly, there is a great deal of diversity mostly caused by the diversity of products that are assembled. This resulted in the need to create two different kinds of parallel PU's: the PU assembly batch and the PU continuous assembly

2. The second step is to describe the behaviour of a PU. This is done by formulating the Operational Constraints. The Operational Constraints of a PU constitute the model of the PU. They refer to variables like work order throughput times and capacity restrictions. The Operational Constraints per PU are given in table 1.

<i>PU in-/onsertion</i>	<i>PU assembly batch</i>	<i>PU continuous assembly</i>
<i>minimal batchsize</i>	<i>products with common machine capacity</i>	<i>outputrate</i>
<i>available capacity</i>	<i>available capacity</i>	<i>time to change capacity</i>
<i>leadtime</i>	<i>Work In Process</i>	<i>switchfrequency to other capacitylevel</i>
<i>fill rate</i>	<i>leadtime</i>	<i>Work In Process</i>
	<i>expandability of capacity</i>	

3. The third step is to describe the decision functions. The three functions that will be described are: Customer Order Planning, Work Order Release and PU-control.

Customer Order Planning (COP)

This decision-function has to tune the future orders with the production capacity. It has to make sure that there isn't a situation in which the orders are that voluminous, that production can't cope with it. Each PU must be checked on the available capacity in order to be able to accept and plan an order. This leads into an orderbook in which the customer orders are planned and a planned release pattern is given.

Work Order Release (WOR)

The COP has resulted in a planned release pattern for the customer orders. The WOR has to set the real release dates for the order to achieve an efficient production. These dates may differ from the planned dates, due to miscellaneous like parts that aren't available in time. In this way disturbances can be absorbed.

Production Unit Control (PU-control)

This function is responsible for the orders to be completed according to the customers' satisfaction, with the equipment and capacity available.

Part two The control method per decision function

In part one, the structure for the PCS has been given. In this part the method to achieve the goals per decision function will be given. Therefore a method is presented which makes that possible; the backloglengthcontrol.

The backloglengthcontrol

On each level the orders and capacity must be tuned. The method to accomplish this is derived from Hendry [5] and is called the backloglengthcontrol. Per PU the relationship between the input and output is given in a picture, see figure 1.

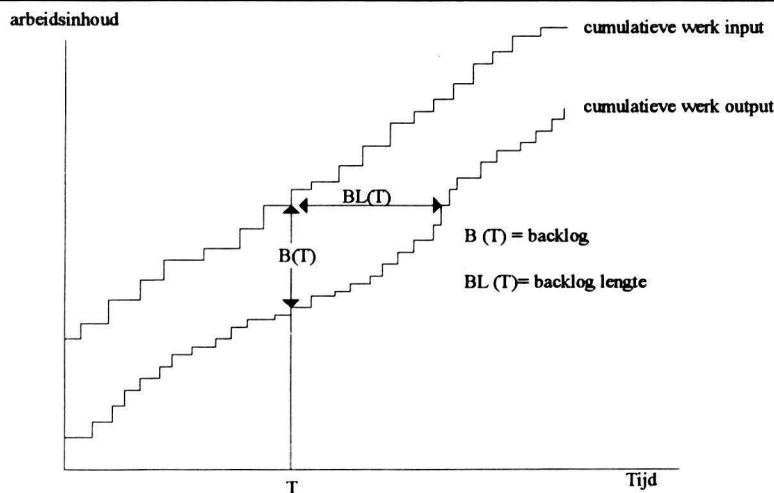


Figure 1. The backlog

The backloglength is the time it takes to finish all the orders that are or will be in the PU. This is the horizontal arrow in figure 1. This backloglength can be computed for three different hierarchical levels:

Total Backlog

On the highest level of the hierarchy is the total backlog. This consists of all the jobs that the firm is currently processing and which the firm expects to begin processing. Thus the total backlog consists of:

- potential customer orders
- confirmed customer orders
- orders to be released
- released order
- work in process

The total backlog can be calculated for the production as a whole or for individual work centres.

The Planned backlog

The planned backlog is the second level in the hierarchical chain. This includes jobs that are currently being processed on the shop floor and jobs that are currently in the pool awaiting release to the shop floor. Hence it is a subset of the total backlog.

The Released backlog

At the third level in the hierarchical chain is the Released Backlog. This consists of jobs that are currently being processed, or waiting to be processed, on the shop floor. It is therefore a subset of the planned backlog.

Customer Order Planning

The tuning of the orders and the production capacity takes place by using the total and planned backlog. The planned backlog gives insight in the timing of the orders so a release pattern can be made. The acceptance of a potential order has to be checked against as well to the total backlog as the planned backlog. An example to illustrate this:

Firstly, there could be many orders on the shop floor to be completed and delivered soon but few orders waiting for material so the shop will become underloaded in the near future. Secondly, there may be little work currently in the shop floor but many confirmed orders whose material will arrive soon so that they will be available for releasing in the near future. The company is better able to take on new orders in the first case.

Work Order Release

WOR determines the timing of releasing the orders to the shop floor. The exact moment of releasing an order depends upon the released backlog length, the release pattern and the operational constraints.

Production Unit control

This function is responsible for the orders to be completed according to the customers' satisfaction, with the equipment and capacity available. In order to achieve this, various management techniques may apply. At Novatronics the concept of the Mini-Companies [Suzaki, 11] is being used. This concept is merely used as a management tool to enhance the empowerment of the shopfloor workers. In my opinion this concept could be further used to be able to control the Production Unit by seeing the Mini-Companies as sub-Production Units. These Mini-Companies are then part of the PU and per Mini-companies the operational constraints can be determined.

Evaluation of the new Production Control System

The new designed PCS makes it possible to tune the customer orders and the production capacity. The expectations are that the problems, which arose with the old system, will be dealt with and solved to a great extent. There are some steps needed to be able to implement the new PCS. This includes; modelling of the production capacity, setting of the norms, determining the operational constraints and some organisational changes as far as the planning-methodology is concerned.

Inleiding

Dit verslag geeft het afstudeeronderzoek weer, waarin is gewerkt aan het ontwerpen van een nieuw productiebeheersingssysteem voor Philips Novatronics.

In hoofdstuk 1 staat een beschrijving van Novatronics waar de opdracht is uitgevoerd. Na de bedrijfsbeschrijving worden de afdelingen van Novatronics beschreven evenals de producten die worden gemaakt. Vervolgens komen het primaire- en het productieproces aan bod. Na deze situatiebeschrijving, wordt ingegaan op de aanleiding van het onderzoek en de wijze waarop het onderzoek is aangepakt.

Na de bedrijfsbeschrijving en de opdrachtformulering, worden in hoofdstuk 2 de stappen beschreven die zijn uitgevoerd om een beter inzicht te krijgen in de huidige productiesituatie en de problemen die er optreden met de beheersingswijze. Deze stappen omvatten de beschrijving van het huidige productiebeheersingssysteem. Daarna worden de kenmerken van de productiesituatie aangegeven en de problemen die zich voordoen: de knelpunten. Vervolgens wordt gekeken naar de toepasbaarheid van het productiesysteem voor de specifieke productiesituatie van Novatronics. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met de definitieve opdrachtformulering, waaruit blijkt dat een nieuw productiebeheersingssysteem noodzakelijk is.

In hoofdstuk 3 wordt de keuze onderbouwd voor het nieuw op te zetten productiebeheersingssysteem. De eisen waaraan het systeem moet voldoen worden opgesteld en vervolgens wordt uit een aantal alternatieven de definitieve keuze gemaakt. Vervolgens worden de ontwerpstappen aangegeven om tot het nieuwe systeem te komen.

De ontwerpstappen uit hoofdstuk 3 worden in hoofdstuk 4 uitgewerkt. Daartoe wordt de productie opgedeeld in Productie-Eenheden en worden drie beslisfuncties onderscheiden. Na het aangeven van een afstemmingsmethodiek voor de orderstroom en de productiecapaciteit wordt per beslisfunctie ingegaan op de beheersingswijze. Tenslotte wordt het resulterende productiebeheersingssysteem weergegeven.

In hoofdstuk 5 wordt een vergelijking gemaakt tussen het huidige- en het nieuw opgestelde productiebeheersingssysteem. Daarbij worden de verwachte verbeteringen met het nieuwe systeem aangegeven, alsmede de stappen die nodig zijn om het nieuwe systeem in te voeren.

Tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 6 behandeld.

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Abstract	ii
Summary	iii
Inleiding	viii
Inhoudsopgave	ix
Hoofdstuk 1 Bedrijfsbeschrijving en opdrachtformulering	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Het bedrijf.....	1
1.3 De afdelingen.....	2
1.4 Produkten.....	3
1.5 Primaire proces.....	3
1.6 Productieproces.....	5
1.6.1 In-/onsertion (<i>machinaal bestücken van panelen</i>).....	5
1.6.2 <i>Assemblage</i>	6
1.7 Aanleiding voor de opdracht.....	6
1.8 Plan van aanpak.....	7
1.9 Samenvatting.....	7
Hoofdstuk 2 Analyse en definitieve opdracht	8
2.1 Inleiding.....	8
2.2 Huidige beheersingwijze.....	8
2.3 Produktietypering.....	9
2.3.1 <i>Algemene kenmerken</i>	10
2.3.2 <i>Onzekerheid en ynamiek</i>	10
2.3.3 <i>Complexiteit</i>	12
2.4 Knelpunten.....	12
2.4.1 <i>Inkoop</i>	13
2.4.2 <i>Planning</i>	13
2.4.3 <i>Productie</i>	14

2.5 Tekortkomingen huidig systeem.....	16
2.6 Opdrachtafbakening.....	16
2.7 Definitieve opdrachtformulering	17
2.8 Samenvatting.....	17
Hoofdstuk 3 Keuze van het productiebeheersingssysteem.....	18
3.1 Inleiding.....	18
3.2 Eisen aan het systeem	18
3.2.1 Onzekerheid en dynamiek.....	18
3.3.2 Complexiteit.....	19
3.3.3 Capaciteitsplanning.....	19
3.3 Beschikbare alternatieven.....	20
3.3.1 MRP-II.....	20
3.3.2 Just in Time	21
3.3.3 Optimized Production Technology.....	21
3.4 Keuze van productiebeheersingssysteem.....	21
3.6 Samenvatting.....	22
Hoofdstuk 4 Ontwerp van het nieuwe productiebeheersingssysteem.....	23
4.1 Inleiding.....	23
4.2 Afbakenen van Productie-Eenheden.....	23
4.2.1 Productieproces.....	23
4.2.2 Stabiele omgeving.....	24
4.2.3 PE assemblage.....	25
4.3 Operationele beperkingen per Productie-Eenheid.....	26
4.3.1 In-/onsertion.....	26
4.3.2 Assemblage continu.....	26
4.3.3 Assemblage batch.....	27
4.4 Het afbakenen van beslisfuncties.....	27
4.4.1 Klantorderplanning (KOP).....	27
4.4.2 Werkorderuitgifte (WOU).....	29
4.4.3 PE beheersing.....	29
4.5 Backloglengthcontrol.....	29
4.5.1 Totale backlog.....	32
4.5.2 Geplande backlog.....	32
4.5.3 Vrijgegeven backlog.....	32

4.6 Backloglengthcontrol en de beslisfuncties.....	32
4.6.1 Klantorderplanning	32
4.6.2 Werkorderuitgifte.....	34
4.6.3 PE beheersing.....	34
4.7 Resultierend productiebeheersingssysteem.....	35
Hoofdstuk 5 Evaluatie van het nieuwe systeem.....	36
5.1 Inleiding.....	36
5.2 Huidig versus nieuw productiebeheersingssysteem.....	36
5.2.1 Opdeling in productie-eenheden.....	36
5.2.2 Werkwijze van de beslisfuncties.....	36
5.3 Verwachte resultaten ten aanzien van de huidige knelpunten.....	37
5.4 Invoering van het nieuwe systeem.....	38
5.4.1 Capaciteitsmodel.....	38
5.4.2 Parameters.....	38
5.4.3 Operationele beperkingen.....	38
5.4.4 Integratie met het huidige systeem.....	38
5.4.5 Organisatorische gevolgen.....	38
5.5 Samenvatting.....	39
Hoofdstuk 6 Conclusies en Aanbevelingen.....	40
6.1 Conclusies.....	40
6.2 Aanbevelingen	41
Literatuurlijst.....	42
Bijlage 1.....	43
Bijlage 2.....	44
Bijlage 3.....	45
Bijlage 4.....	46
Bijlage 5.....	47
Bijlage 6.....	48
Bijlage 7.....	51

Hoofdstuk 1 Bedrijfsbeschrijving en opdrachtformulering

1.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het bedrijf waar de opdracht uitgevoerd wordt: Philips Novatronics. Daarna komen de afdelingen, de produkten die Novatronics maakt, het primaire proces en het productieproces aan bod. Tenslotte wordt ingegaan op de aanleiding voor de opdracht en de aanpak van het onderzoek.

1.2 Het bedrijf

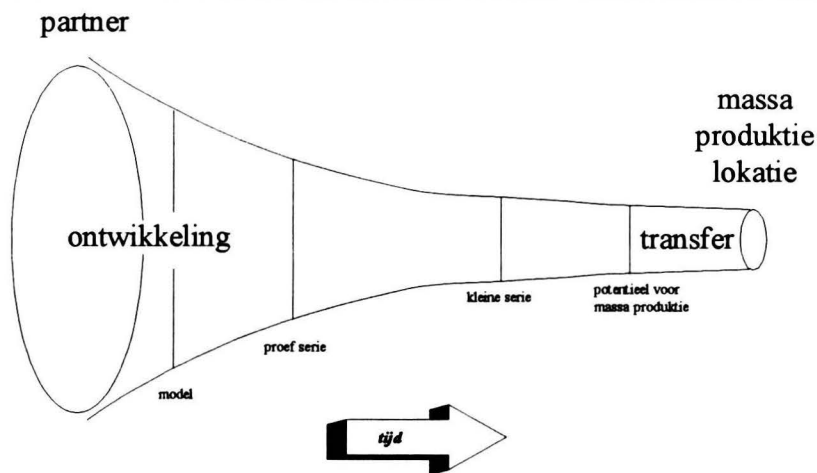
Philips Novatronics is sinds 1993 een onderdeel van Philips Key Modules. Philips Key Modules (PKM) is een onderdeel van de Business Unit Components van Philips Electronics N.V. PKM is opgericht in 1989 om de diverse "eilanden" van geavanceerde technologie te integreren. Deze integratie moet leiden tot klantgerichte kwaliteitsmodules voor de mondiale high volume electronics industry om zodoende hun klanten in staat te stellen voorop te lopen in de nieuwe, opkomende high volume electronics markten. Deze klanten bevinden zich in diverse industrieën zoals: informatiesystemen, auto-industrie, consumenten electronica, etc. Dit komt tot uiting in de missie van PKM:

To constantly develop a selection of innovative electronics technologies and modules which ensure that our customers are, and remain, among the leaders in newly emerging high volume electronics markets.

Om deze missie in de praktijk te brengen zijn er drie, op technologie gebaseerde, clusters:

- Optical Recording.
- Linear Magnetic Recording.
- Electronic Parts and Technologies.

Philips Novatronics is ondergebracht in het cluster Electronics Parts and Technologies (zie bijlage 1). Het was het resultaat van vele reorganisaties in het kader van operatie Centurion. Oorspronkelijk was het huidige Novatronics een productiebedrijf van televisietoestellen met een personele bezetting van 1200 mensen in 1984. Nu is Philips Novatronics gespecialiseerd in het ontwikkelen, produceren, testen en meten van printpanelen, deelassemblies en complete elektronische produkten. Novatronics wil optreden als trechter voor andere bedrijven in het traject tussen de ontwikkeling en de productie. Dit vanwege het verschijnsel dat de ontwikkeling en de productie van een nieuw produkt steeds vaker geografisch gescheiden wordt uitgevoerd. Om deze afstand te overbruggen stelt Novatronics zich op als de verbindende schakel tussen de ontwikkeling en de (uiteindelijke) massafabricage. Daartoe ontwikkeld Novatronics in samenwerking met de klant een idee, prototype of produktontwerp uit tot een maakbaar produkt en neemt vervolgens het produkt in eigen productie. Indien het produkt aanslaat en in massa geproduceerd moet worden, wordt het produkt en het productieproces getransfereerd. Deze trechterfunctie wordt uitgebeeld in figuur 1. Naast deze functie treedt Novatronics ook op als contract manufacturer door het ter beschikking stellen van productiecapaciteit. Beide soorten klanten bewegen zich op de consumentenmarkt.



figuur 1. De trechterfunctie van Novatronics.

In 1994 realiseerde Novatronics een omzet van 77 miljoen gulden met 265 medewerkers. Ondanks een grote reorganisatie, was het bedrijfsresultaat licht positief.

1.3 De afdelingen

Aan de hand van het organogram (bijlage 2) van Novatronics zullen de diverse afdelingen kort worden besproken.

Commercial department: Deze afdeling is verantwoordelijk voor het verwerven, versterken en verduurzamen van de relaties met interne (binnen Philips) en externe accounts. De contacten met de klant verlopen via deze afdeling. Binnen deze afdeling zijn 5 mensen werkzaam.

Process management: Binnen deze afdeling zijn de projectmanagers verantwoordelijk voor de realisering van de projecten ter voorbereiding van de productie. Daarnaast zijn er engineers die zich bezighouden met de activiteiten die nodig zijn voor het ontwerpen en realiseren van een productieproces. Dit betreft activiteiten als het voor productie maakbaar maken van een door de klant aangeleverd produktontwerp en het ontwerpen van procesgereedschap, equipment en werkvoorschriften. Het aantal medewerkers in deze afdeling is 31.

Material management: Deze afdeling verzorgt de productieplanning, het verwerven van de onderdelen, de interne materiaalaanvoer en de verzending. Hier zijn 29 mensen werkzaam.

Operations: Deze afdeling is verantwoordelijk voor de productie. Dit houdt in het plaatsen van componenten (weerstanden, IC's, diodes etc) op een printpaneel. Deze printpanelen worden vervolgens geassembleerd met de overige onderdelen van de produkten. Het aantal medewerkers binnen Operations is 133. De opdracht voor het afstudeerproject is door deze afdeling geïnitieerd.

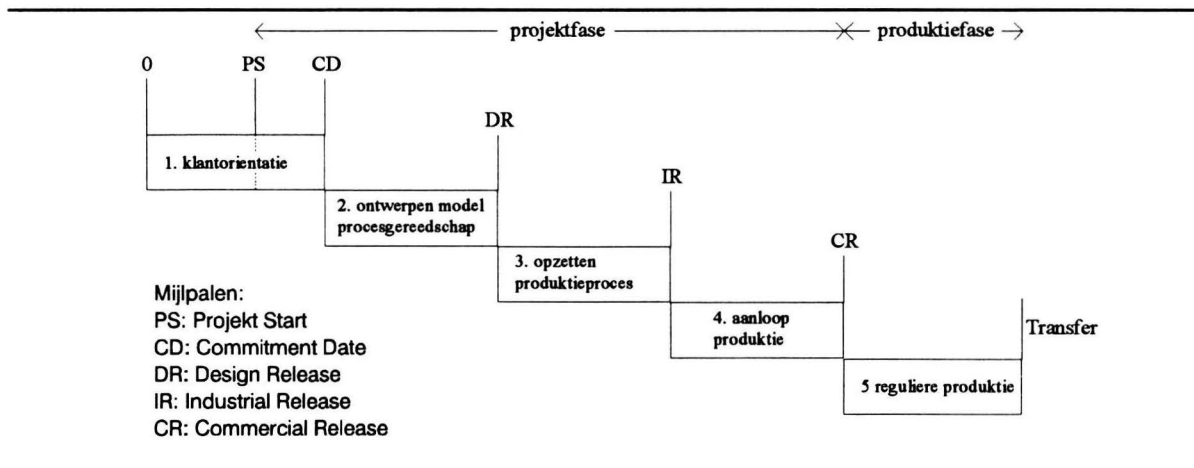
Verder zijn er de ondersteunende afdelingen als personnel/general affairs, finance and accounting department. De electronic workshop maakt voornamelijk prototypen en de development workshop houdt zich voornamelijk bezig met het maken van gereedschappen.

1.4 Produkten

Novatronics heeft geen eigen produkten maar stelt capaciteit ter beschikking om een idee, prototype of produktontwerp verder te ontwikkelen tot het moment dat het zonder problemen in grote aantallen geproduceerd kan worden. Dit werd eerder de trechterfunctie van Novatronics genoemd. Daarnaast is het mogelijk om productiecapaciteit in te huren van Novatronics. Dit inhuren van capaciteit wordt jobbing of contract manufacturing genoemd. Het produktassortiment is zeer gevarieerd en aan verandering onderhevig. Op dit moment worden er zo'n 21 produkten door de productieafdeling geassembleerd. Voorbeelden van produktgroepen zijn: beveiligingscamera's, LCD-schermen, projectietelevisies, fax, antenne splitter etc. Novatronics stelt voor deze produkten de printpanelen samen, die met de overige onderdelen worden geassembleerd.

1.5 Primaire proces

Het primaire proces bestaat bij Novatronics uit het ontwikkelen van een produkt en het bijbehorend productieproces; de eerder genoemde trechterfunctie. Deze zal beschreven worden aan de hand van de fasen die een produkt doorloopt. Dit wordt geïllustreerd in figuur 2.



figuur 2. Het primaire proces.

1. klantoriëntatie

In deze fase wordt bekeken in hoeverre de klantenwens past binnen de missie en de mogelijkheden van Novatronics. De klant maakt zijn wensen bekend omtrent de produktspecificaties, productie-aantallen en tijdsplanning. Deze staan omschreven in de Request For Quotation. Op basis van deze klantenwensen wordt er een offerte uitgebracht. Deze wordt met de klant besproken en als de klant verder wil gaan, wordt er een projectteam opgestart: PS (Projekt Start). Dit projectteam stelt vervolgens een uitgebreid budget op. Door de activiteiten, de benodigde capaciteiten en levertijden van key componenten in kaart te brengen, wordt het projectplan opgesteld met het bijbehorende budget. Vervolgens is er weer overleg met de klant en worden er definitieve afspraken gemaakt. Deze fase wordt afgesloten met de mijlpaal Commitment Date (CD). Om deze mijlpaal te kunnen passeren moet overeenstemming bestaan over de uitgangspunten die in het budget opgesteld zijn.

2. Ontwerpen model en procesgereedschap

Op basis van de klantenspecificaties; een prototype, tekeningen of schetsen, worden er modellen gemaakt. Het maken van deze modellen houdt in het ontwerpen van de lay-out van het printpaneel. Hiervoor gelden diverse ontwerpeisen, zoals: afstand tussen componenten, produktietijd, materiaal en afmeting van het paneel, soorten componenten etc. Diverse modellen worden ontworpen, onderdelen besteld en modellen gemaakt en geëvalueerd met de klant, totdat een geaccepteerd model is ontworpen. Ook worden in deze fase de specificaties opgesteld voor de benodigde equipment, zoals de meettafels en procesgereedschappen. In deze fase wordt ook de leverancierkeuze gemaakt en wordt de Bill Of Materials volledig ingevuld. Om de mijlpaal Design Release (DR) te kunnen passeren, moet men beschikken over een geaccepteerd model en over de definitieve equipment en hulpmiddelen voor de produktie. Deze gegevens worden vastgelegd, dit betreft de gegevens over onderwerpen als: commerciële gegevens, ontwerpgegevens, industriële gegevens en overall projektgegevens. Bij elke mijlpaal worden deze gegevens verder aangevuld. In deze fase wordt vastgelegd wat je gaat maken en met welke middelen.

3. Opzetten van het produktieproces

Door het opzetten van een proefserie in deze periode test men de maakbaarheid van het produkt door de produktieafdeling. Werkmethoden en gereedschappen worden uitgetest, de layout van de werkplaatsen ontworpen en de arbeidsinhoud van de handelingen vastgesteld. Aan de hand van de produktiegegevens, verkregen bij de proefserie en de produkten zelf, wordt er op de volgende punten geëvalueerd:

- Analyse uitval en te ondernemen acties.
- Verificatie van tarieven.
- Verificatie van specifiek gereedschap.
- Verificatie van werkinstructie.

Met deze gegevens en een checklist wordt de eerste procesverificatie vastgelegd. Indien de gegevens voor zowel de klant als de betrokken afdelingen voldoen, kan men de IR-mijlpaal (Industrial Release) passeren. In deze periode wordt vastgelegd hoe je het produkt gaat maken.

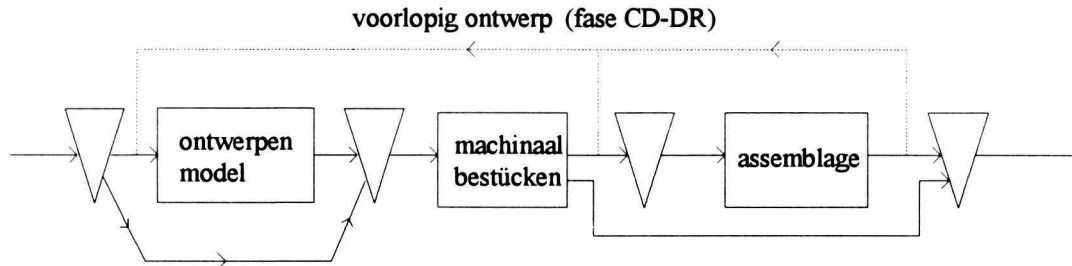
4. Aanloop produktie

In deze periode moet het personeel ingeleerd worden en op tempo komen. Als het gewenste tempo is bereikt en het proces voldoet aan de normen voor wat betreft uitval, gaat het produkt de produktiefase in. Men kan de CR-mijlpaal (Commercial Release) passeren als de produktie aan de normen voldoet voor wat betreft cyclustijd en uitval. Hiervoor wordt er een tweede procesverificatie uitgevoerd.

5. Produktiefase

Zowel het produkt als het produktieproces is ontwikkeld, de nadruk komt nu te liggen op efficiency, kwaliteitsverbeteringen en kostenreduktie. Het is van belang om een gebalanceerde produktielijn te hebben en een beheerste materiaalaanvoer.

Produkten die aanslaan op de markt en waarvan de produktieaantallen zeer groot worden, komen in aanmerking om getransfereerd te worden. Dit houdt in dat het hele produktieproces wordt overgeplaatst naar een produktiebedrijf dat tegen lagere kosten het produkt in massa kan produceren. Een voorbeeld hiervan is de X1 Black & White beveiligingscamera, die is getransfereerd naar een produktielokatie in Ovar, Portugal. De globale goederenstroom binnen Novatronics is afgebeeld in figuur 3.



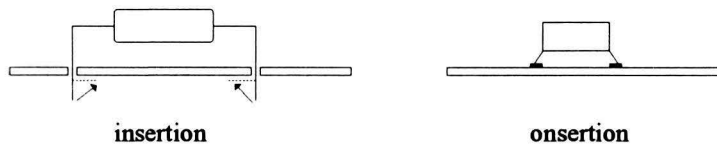
figuur 3. De globale goederenstroom binnen Novatronics.

1.6 Productieproces

De productiestappen die uitgevoerd worden zijn het machinaal bestücken van panelen en het handmatig assembleren. Dit vindt plaats in twee afdelingen:

1.6.1 In-/onsertion (machinaal bestücken van panelen)

De afdeling in-/onsertion levert de bestückte panelen aan de assemblageafdeling. Om de panelen te bestücken zijn er twee soorten lijnen ingericht, welke verschillen in de verbindingstechniek van het component met het paneel. Deze technieken zijn in- en onsertion. Het verschil in verbindingstechniek staat afgebeeld in figuur 4.



figuur 4. De verbindingstechniek bij in-/onsertion

Insertion

Bij deze techniek worden componenten die voorzien zijn van aansluitdraden op het printpaneel gezet. Alvorens de componenten op het paneel worden geplaatst, moet er eerst een rol worden aangemaakt waarop de benodigde componenten zitten. Dit wordt gedaan door een sequence machine. Deze zet de benodigde componenten in de juiste volgorde op een rol. Deze rol wordt vervolgens op de insertmachine geplaatst. Deze insertmachine plaatst de componenten op het paneel, waarbij de aansluitdraden in de uitsparingen van het paneel vallen, vervolgens worden de aansluitdraden omgebogen. Deze techniek is een wat oudere techniek en wordt niet zo veel gebruikt. Voor het inserten van panelen is er één lijn in gebruik die een bezettingsgraad heeft van ongeveer 10%. Voor een gedeelte van de panelen wordt deze techniek (onder andere) toegepast.

Onsertion

Het verschil met het inserten is de aansluiting, het contact van het component met het printpaneel. Op de bevestigingspunten wordt lijm of pasta aangebracht en vervolgens wordt het component hierop geplaatst. De componenten zijn zeer klein, tot zo'n ca. 0,5 mm². Vaak worden meerdere panelen tegelijkertijd bestückt; dit zijn de familyboards en de multiboards. Een familyboard is een paneel waarop alle panelen zitten die in één produkt gaan. Een multiboard bestaat uit meerdere, identieke panelen. Als de panelen voorzien zijn van de componenten worden ze in een oven geplaatst, zodat de lijm/pasta kan uitharden. Hierna worden alle panelen visueel gecontroleerd en waar nodig gerepareerd: de touch-up. Tenslotte worden er soms pennen aan de panelen bevestigd, zodat bij een latere soldeergang de panelen niet doorbuigen.

Voor het onserten zijn twee lijnen ingericht die niet geheel identiek zijn, de Fuji-1 en de Fuji-2. De Fuji -2 is een wat nieuwere lijn die iets meer mogelijkheden heeft (sneller en hogere plaatsingsnauwkeurigheid) dan de Fuji-1. Er is geen volledige uitwisselbaarheid van deze lijnen. De beide lijnen draaien in een drieploegendienst. Het aantal verschillende panelen wat bestückt wordt ligt op ongeveer 72 (bij het huidige produktassortiment). Het omschakelen tussen panelen en tussen de zijden van één paneel duurt tussen de 20 en 35 minuten. Elke ploeg bestaat uit een shiftleider en een zestal operators. De bezettingsgraad van deze lijnen is circa 85%.

1.6.2 Assemblage

De afdeling assemblage ontvangt van in-\onsertion de panelen en monteert deze tezamen met de overige onderdelen. De bewerkingen die uitgevoerd worden zijn:

- **Stapelen van panelen;** de ontvangen panelen zijn meestal niet helemaal compleet omdat niet alle soorten componenten met behulp van de Fuji-lijnen op de panelen geplaatst kunnen worden. Deze componenten worden er handmatig opgezet (stapelen). Het gaat hierbij vaak om "grote" componenten. Na het stapelen worden de panelen gesoldeerd.
- **Touch-up:** dit is, net als bij in-\onsertion, het visueel controleren van de panelen op de aanwezigheid en de goede plaatsing van de componenten en de controle van de soldeerverbinding.
- **Metten van panelen m.b.v. meetafels:** hierbij kunnen twee soorten metingen worden uitgevoerd: de functionele test en de ICCT. Bij de ICCT wordt met behulp van een meting gecontroleerd of bepaalde componenten aanwezig zijn, bij de functionele test wordt gemeten of bepaalde componenten de goede functies uitvoeren.
- **Scheiden:** in het geval er een multi- of familyboard gebruikt is, moeten de individuele panelen nog gescheiden worden.
- **Monteren:** het samenstellen van diverse onderdelen
- **Instellen/controleren:** het instellen van het produkt (dit houdt in dat bepaalde functies op hun juiste waarde gebracht moeten worden) en het controleren van de werking van het produkt.
- **Storingzoeken:** het zoeken van de fouten die aan het licht zijn gekomen bij de metingen/controles.

De assemblage vindt plaats in drie groepen die onder leiding staan van een groepsleider. Binnen die groepen wordt een aantal verschillende produkten geassembleerd. Ieder produkt heeft zijn eigen routing en de machines en equipment zijn redelijk tot volledig specifiek. De bewerkingen zoals hierboven beschreven moeten (gedeeltelijk) voor alle produkten uitgevoerd worden. De complexiteit en de inhoud van het werk is per produkt verschillend. Er vindt zowel serie- als continuproduktie plaats. Er worden momenteel zo'n 21 verschillende produkten geassembleerd. Het aantal assemblagemedewerkers ligt momenteel rond de 80 personen, waarvan zo'n 15 uitzendkrachten.

1.7 Aanleiding voor de opdracht

Het produktassortiment is binnen Novatronics zeer divers; zo'n 15- 20 verschillende produkten zijn in produktie. Ook zijn er zo'n 24 produkten die in de projektfase zitten. Hiervoor moeten de definitieve modellen en de produktievoorbereidingen nog gemaakt worden. De produkten die in produktie genomen zijn, zijn in een vroeg stadium van hun levenscyclus. Deze worden aan industriële klanten geleverd, niet aan de eindconsument. Voor Novatronics houdt dit in dat er veel onzekerheid is over het verloop van de produktie-aantallen in de tijd.

Vanwege de grote diversiteit aan produkten is er ook een grote diversiteit aan leveranciers. De geringe afname bij de leveranciers en de moeilijkheden om afnamegaranties af te geven, leiden

tot lange en onbetrouwbare levertijden. De productieplanning vindt plaats met een MRP gestuurd goederenstroombeheersingssysteem. De onzekerheid van het vraagverloop, de vele planningswijzigingen en de schommelingen in de vraag naar productiecapaciteit was aanleiding om zich af te vragen of de huidige productiebeheersingswijze de juiste is voor de productiesituatie bij Novatronics. Dit heeft geleid tot de ruwe opdrachtformulering:

Ontwerp een productiebeheersingssysteem voor Novatronics.

1.8 Plan van aanpak

De aanpak van het onderzoek valt grofweg op te delen in drie stukken:

1. Analyse van de huidige situatie. Deze analyse moet uitwijzen of het huidige systeem met recht als niet geschikt wordt beschouwd of dat er wellicht met enige verbeteringen/aanpassingen ook een goed productiebeheersingssysteem te ontwerpen is. Daartoe wordt allereerst het huidige productiebeheersingssysteem in kaart gebracht. Vervolgens zal duidelijkheid moeten komen over de productiesituatie van Novatronics; de factoren die daarbij een rol spelen. Tenslotte worden de knelpunten die nu optreden onderzocht. Deze analyse vindt plaats door het voeren van gesprekken met betrokken werknemers, door middel van analyse van de beschikbare gegevens en door het bijwonen van het dagelijkse overleg waar de productievoortgang en de problemen worden besproken. Deze analyse zal moeten uitwijzen of het huidige systeem inderdaad tekort schiet om een goede productiebeheersing mogelijk te maken.
2. De tweede stap is het afbakenen van de opdracht en het opstellen van de definitieve opdrachtformulering. Deze stap wordt gemaakt op het moment dat duidelijk wordt op welke wijze de beheersingsproblemen opgelost kunnen worden.
3. Na de uitvoering van de analyse en het afbakenen van de opdracht, zal duidelijk zijn of het huidige systeem verbeterd moet worden of dat een nieuw systeem ontworpen moet worden. Indien het huidige systeem verbeterd moet worden, worden voorstellen tot verbetering opgesteld en vervolgens geïmplementeerd. Indien er een nieuw systeem ontworpen moet worden, worden eisen aan het systeem opgesteld en een inventarisatie van de alternatieve productiebeheersingssystemen gemaakt. Vervolgens wordt een keuze gemaakt en het systeem ontworpen.

1.9 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een bedrijfsbeschrijving gegeven van Novatronics, waar deze afstudeeropdracht wordt uitgevoerd. Daarbij is beschreven welke activiteiten er worden uitgevoerd en voor welke producten en klanten dit plaatsvindt. De afdelingen die daarbij een rol spelen zijn genoemd en het primaire- en productieproces is beschreven. Vervolgens is de problematiek besproken en een plan van aanpak opgesteld om deze problematiek aan te pakken. Daarin is beschreven welke stappen nodig zijn; de analyse van de huidige situatie, de opdrachtafbakening en de definitieve opdrachtformulering worden in hoofdstuk 2 beschreven.

Hoofdstuk 2 Analyse en definitieve opdracht.

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de stappen beschreven die uitgevoerd zijn om een beter inzicht te krijgen in de huidige produktiesituatie en de problemen die er zijn met het huidige productiebeheersingssysteem (PBS). Daartoe zal eerst het huidige beheersingssysteem in kaart worden gebracht. Na het aangeven van enkele kenmerken van de produktiesituatie, worden de knelpunten aangegeven die optreden. Vervolgens wordt gekeken naar de toepasbaarheid van het huidige PBS voor de produktiesituatie van Novatronics. Na deze analyse wordt de opdracht afgebakend en wordt de definitieve opdrachtformulering opgesteld.

2.2 Huidige beheersingwijze

Productiebeheersing gaat over de beslissingen die genomen worden over de goederenstromen en productiecapaciteiten ten behoeve van de productie die de Design Release gepasseerd zijn. Alvorens in te gaan op de huidige productiebeheersing, is het nodig om een stukje historie te beschrijven waarin duidelijk wordt waarom men de huidige beheersingswijze toepast.

Historie

Zoals in paragraaf 1.2 al is aangegeven was Novatronics oorspronkelijk een producent van televisietoestellen. Daarvan werden er op jaarbasis meer dan 100.000 van geproduceerd. De beheersingsmethodiek die men destijds toepaste is er een die zeer kenmerkend is voor de situatie waarin men toen verkeerde. De capaciteit werd jaarlijks vastgelegd voor het totale volume wat men in dat jaar wenste te produceren. Welke typen men daadwerkelijk zou produceren was afhankelijk van de klantenvraag. Deze klantenvraag werd in een MPS meeting geïnventariseerd en aan de hand daarvan werd een productieplan opgesteld. Er was dus geen of nauwelijks sprake van een capaciteitsplanning. In die tijd produceerde men in een groot volume met aanzienlijke voorraadvorming en een klein produktassortiment. Dit is het type produktiesituatie waarvoor de huidig toegepaste MRP-methodiek is ontwikkeld.

Met deze historie in het achterhoofd kan nu de huidige beheersingswijze geschetst worden. In bijlage 3 staat het model van de productiebeheersing binnen Novatronics. (Uitklapbaar, op A-3 formaat.)

MPS meeting

In deze MPS meeting (maandelijks) wordt met de klant besproken hoe de klantenvraag eruit ziet over de planningshorizon. De klant geeft een prognose van de planning voor de komende 12 maanden. Op basis hiervan kunnen voor de materialen met een lange levertijd de inkooporders gemaakt worden. De klantenvraag voor de eerste drie maanden zijn fixed orders. De klant committeert zich voor deze orders; deze worden sowieso afgenomen. Voor de produkttypen geldt een fixed period van twee maanden, voor de derde maand is alleen het volume van belang. Bij het overleg met de klant wordt ook gekeken naar de produktspecifieke machinecapaciteit; is deze in staat om aan de klantenvraag te voldoen en zo nee welke investeringen worden dan gemaakt. Deze MPS meeting wordt over het algemeen alleen uitgevoerd voor de trechterklanten, de orders voor de jobbingprodukten worden door de klant aangemeld bij de planning. Vervolgens worden de leverdata met de klant overeengekomen, waarbij rekening wordt gehouden met de levertijden van de onderdelen.

Productieplanning

Bij het plannen van de productie-aantallen (wekelijks) wordt de timing en de hoeveelheid per produkt bepaald. Daarbij wordt rekening gehouden met de bottleneckcapaciteit bij de assemblage. Per produktsoort is bekend welke machinecapaciteit de maximale dagoutput geeft, orders worden zodanig ingepland dat dit aantal niet overschreden wordt. Ook wordt er gebruik gemaakt van het capaciteitsoverzicht, wat weergeeft hoeveel personen er nodig zijn per assemblagegroep per week bij een bepaalde planning. Getracht wordt om per assemblagegroep een evenwichtige verdeling te krijgen.

Materials Requirement planning

Binnen Novatronics wordt gewerkt met een geautomatiseerd systeem (MAX), wat werkt volgens de MRP-I methodiek. De orders voor de eindprodukten worden vertaald in de benodigde hoeveelheid halfprodukten en materiaal, op basis van standaard doorlooptijden voor de afdelingen en de Bill Of Material. De materiaalbehoefte en de benodigde componenten worden weergegeven in de inkooporders en de werkorders. De werkorders omvatten de benodigde hoeveelheid van componenten met daarbij de due date (aflevermoment) en het startmoment voor de productie.

Werkordervrijgave

Van de werkorders die gegenereerd zijn, wordt bekeken of het voorzien voorraadverloop voldoet om de orders uit te voeren. Het voorzien voorraadverloop is de huidige voorraad materiaal plus de uitstaande orders. Van deze uitstaande orders wordt gekeken naar de overeengekomen datum met de leverancier. Indien het voorzien voorraadverloop voldoet, kan de werkorder worden vrijgegeven. Wekelijks ontvangen de groepleiders van de assemblagegroepen de overzichten met de te produceren aantallen produkten. Daarop staat per dag het af te leveren aantal, uitgesplitst naar type. De afdeling in-/onsertion ontvangt dagelijks de productieplanning. Ook worden dagelijks de pick-orders uitgegeven voor de materiaalbevoorraders. Op basis van de dagelijks gemelde afgeleverde orders wordt de prioriteitstelling gebaseerd.

Capaciteitsplanning

Aan de hand van de productieplanning en het capaciteitsoverzicht is er een beeld van het benodigd aantal assemblagemedewerkers per assemblagegroep. Dit wordt gebruikt om medewerkers (tijdelijk) aan te trekken of te laten afvloeien, om zo de benodigde bezetting te realiseren.

Capaciteitsallocatie

Op basis van een dagelijks overleg waarin de productievoortgang en de problemen besproken worden, medewerkers tussen groepen overgeplaatst en wordt op basis van deze voortgang, de planning en de capacitatieve bezetting prioriteiten aangegeven.

2.3 Produktietypering

In deze paragraaf worden de kenmerken van de huidige produktiesituatie beschreven. Deze kenmerken geven aan waar het productiebeheersingssysteem mee om moet kunnen gaan. Deze typering wordt gegeven aan de hand van de relatie van de organisatie en de afzetmarkt en de klantspecificiteit. Vervolgens wordt ingegaan op de factoren die van invloed zijn op het productiebeheersingssysteem, dit is onderverdeeld in onzekerheid en dynamiek en complexiteit

2.3.1 Algemene kenmerken

- **Produktiewijze:** relatie van de productie-organisatie en afzetmarkt. Deze relatie is er een van make-to-order. Het materiaal wordt ingekocht op grond van klantenorders. Aangezien sommige levertijden van de onderdelen groter zijn dan de afgegeven levertijd aan de klant, worden die onderdelen ingekocht op grond van de klantenprognoses¹.
- **Klantspecificiteit:** Elk produkt wordt aan slechts één klant geleverd.

2.3.2 Onzekerheid en dynamiek

Onzekerheid en dynamiek zijn beide facetten van verandering. Onzekerheid heeft betrekking op het tijdsaspect en dynamiek op de mate van verandering. Naarmate het tijdstip waarop de verandering optreedt moeilijker te voorspellen is, is een situatie onzekerder. Naarmate de verandering groter is, is de situatie dynamischer [2]. Deze tweesplitsing zal niet overal gebruikt worden, het onderscheid wat wel gebruikt wordt is; onzekerheid en dynamiek

- aan de vraagkant
- aan de leverkant
- intern

Onzekerheid en dynamiek aan de vraagkant

De onzekerheid aan de vraagkant is onder te verdelen in twee factoren, n.l. de aard van het produkt en het soort klanten.

Aard van het produkt

De produkten die Novatronics maakt zijn alle (uiteindelijk) bestemd voor de consumenten(electronica)markt. Dit is een markt die gekenmerkt wordt door zeer snelle ontwikkelingen en heeft tot gevolg dat de vraag naar produkten moeilijk te voorspellen is (zie bijlage 4).

Soort klanten

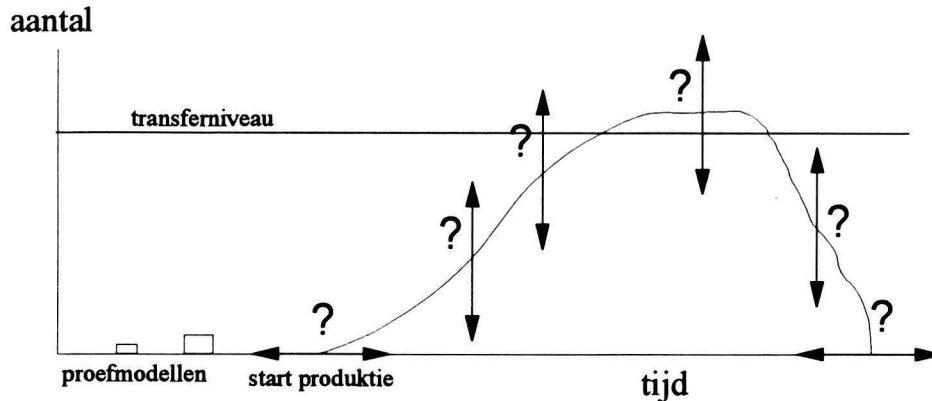
De klanten van Novatronics zijn te onderscheiden in trechterklanten en jobbingklanten.

Trechterklanten: de produkten die gemaakt en afgeleverd worden aan deze klanten zijn nieuwe produkten die zich nog op de markt moeten bewijzen. De onzekerheid over het vraagverloop is dan ook erg groot, omdat moeilijk in te schatten is hoe het vraagverloop zal zijn.

Ter illustratie: Novatronics is in augustus 1994 gestart met de productie van een consumentenprodukt voor een buitenlandse verkooporganisatie. Halverwege december waren er zo'n 60.000 stuks geproduceerd en was er een lijn ingericht met een productiecapaciteit van ca. 1400 stuks per dag. Deze 60.000 stuks werden gebruikt om de magazijnen te vullen en op het moment dat bleek dat het produkt niet goed verkocht (zo'n 1000 stuks in 1994) is de verdere productie onmiddellijk gestopt.

Dit geldt ook voor het exacte tijdstip van aanvang van productie, eventuele transfer en bij het uit de productie nemen van het produkt. Deze onzekerheid wordt voorgesteld door figuur 5. Het transferniveau is dat niveau waarop het produkt getransfereerd wordt. Hoe hoog dat niveau moet zijn en of dit bereikt wordt is ook onderhevig aan veel onzekerheid.

¹ De klantenprognose is de vraag van de klant die hij denkt te gaan afnemen. Dit in contrast met de klantenorders, wat vaststaande/overeengekomen afspraken zijn.



figuur 5. De vraagonzekerheid voor de trechterprodukten.

Een ander facet van de soort klanten die van invloed is op de onzekerheid is de afhankelijkheidsrelatie van Novatronics met de klanten. De klant geeft een stuk van zijn productie uit handen aan Novatronics en is dan totaal afhankelijk van de productie-opbrengst van Novatronics. Vaak moet Novatronics voldoen aan de klantenvraag omdat er grote belangen zijn voor de klant.

Voorbeeld: één klant van Novatronics heeft een zeer grote investering gemaakt (in de orde grootte van honderden miljoenen) om zich op een bepaalde markt te begeven. Het betreft een hele geavanceerde technologie waarvan Novatronics zorgt voor de elektronische aansturing. Vanwege die geavanceerde technologie is de klantenvraag afhankelijk van de opbrengst van de klant zijn productieproces. De klant levert zelf een eigen onderdeel aan. Novatronics moet zich flexibel opstellen zodanig dat het altijd aan deze klantenvraag kan voldoen vanwege de grote investeringen die de klant heeft gemaakt en mag nooit een bottleneck zijn bij het op de markt brengen van de produkten van de klant. Novatronics moet zorgen dat het in staat is om het productieproces van de klant te volgen.

Jobbingklanten: de vraagonzekerheid voor deze klanten betreft het tijdstip waarop de order geplaatst wordt. De gewenste leverdatum en de ordergrootte wordt dan pas bekend.

Het is duidelijk dat voor Novatronics er een grote onzekerheid en dynamiek aanwezig is aan de vraagkant, met name voor de trechterklanten.

Onzekerheid aan de leverkant

De leveringsonzekerheid ontstaat door het grote aantal leveranciers waar Novatronics zaken mee doet en het soort leveranciers. Aangezien het assortiment produkten dat Novatronics produceert erg divers is, geldt deze diversiteit ook voor de leveranciers van de onderdelen voor die produkten; het aantal verschillende leveranciers is erg groot. Daarbij komt dat de leveranciers van vele onderdelen in een zeer onstuimige markt opereren; de elektronische componenten markt. Deze staat momenteel onder een grote druk aangezien de vraag veel groter is dan de wereldwijde capaciteit. Twee andere factoren die ook een rol spelen zijn de produktwijzigingen die optreden (daardoor moeten andere onderdelen ingekocht worden) en de kwaliteit van de onderdelen. Voor dit laatste geldt dat het voor de produkten (met de vaak zeer nieuwe technologieën) die Novatronics maakt, nodig is om kwalitatief goede onderdelen te ontvangen. Voor sommige onderdelen is een leverancier niet in staat een constante hoge kwaliteit aan te leveren. Een kwalitatief slecht onderdeel zorgt voor vele problemen in de productie.

Interne onzekerheid

Betrouwbaarheid van de capaciteiten: het aantal storingen aan de machines en meetequipment is vrij groot, dit komt o.a. vanwege de nieuwe technologieën die toegepast worden. Het uitvallen van mensen a.g.v. ziekte e.d. geeft onzekerheid, de mate waarin dat gevolgen heeft, is afhankelijk van de mogelijkheid om die persoon op te vangen.

fluctuaties in de produktietijden: als de produktietijden fluctueren, dus niet goed voorspelbaar zijn, leidt dit tot onzekerheid. Deze situatie treedt alleen op als er nieuwe mensen bewerkingen gaan uitvoeren en daardoor niet op tempo zijn.

2.3.3 Complexiteit

De complexiteit van de produktiesituatie heeft betrekking op de afstemmingsproblematiek van de produktie. Hoe groter het afstemmingsprobleem, hoe meer factoren op elkaar afgestemd moeten worden, hoe groter de complexiteit. Er zijn verschillende factoren die van invloed zijn op de complexiteit en dus op de noodzaak tot coördinatie en informatievoorziening. De factoren die voor Novatronics van invloed zijn, zijn de volgende:

- **variëteit in produkten:** Het klantspecifiek ontwikkelen en produceren van de produkten leidt ertoe dat de produkten die Novatronics maakt onderling verschillen. Deze diversiteit is zeer groot; er zijn op dit moment 21 verschillende produkten die geassembleerd worden. De afdeling in-/onsertion heeft zo'n 72 verschillende panelen te bestücken. Een overzicht van de produktverschillen naar materiaal, levertijdopbouw en bewerkingsinhoud staat in bijlage 5.
 - **variëteit in bewerkingen:** Het soort bewerkingen dat uitgevoerd wordt, is voor in-/onsertion vrijwel gelijk voor alle panelen, voor assemblage geldt dat het soort bewerkingen overeenkomt maar de uitvoering daarvan toch vrij specifiek en uitgebreid kan zijn. Afhankelijk van het produkt is deze makkelijk of moeilijk in te leren. De variëteit in bewerkingen is voor de assemblage-afdeling redelijk groot.
 - **variëteit in routing:** deze is niet zo groot, dit geldt vooral bij assemblage waar ieder produkt zijn eigen routing heeft. Het aantal routingen is hier net zo groot als het aantal produktsoorten. Voor de afdeling in-/onsertion geldt dat de routingen afhangen van de soort bewerkingen die uitgevoerd moeten worden en van welke technieken gebruik wordt gemaakt. Bijv. voorkeur voor de Fuji II boven de Fuji I.
- variëteit in resources:** Voor in-/onsertion is deze niet zo groot, voor de assemblage afdeling wel aangezien de vele resources produktspecifiek zijn. Dit houdt in dat de resources tussen produkten niet altijd even makkelijk uitwisselbaar zijn.
- aantal bewerkingen per routing:** voor in-/onsertion is dit aantal niet zo groot, voor de assemblage afdeling is de bewerkingsintensiteit afhankelijk van de produktsoort.

Uit deze analyse blijkt dus dat een produktiebeheersingssysteem voor Novatronics moet omgaan met de volgende factoren:

- vraagonzekerheid
- leveringsonbetrouwbaarheid
- procesonzekerheid
- complexiteit van de produktie-afdeling

2.4 Knelpunten

In deze paragraaf wordt beschreven welke knelpunten, problemen zich voordoen in de huidige situatie en de oorzaken daarvan. Deze knelpunten worden besproken aan de hand van de problemen die zich voordoen in de afdelingen inkoop, planning en produktie.

2.4.1 Inkoop

De problemen waar de afdeling inkoop mee te maken heeft, zijn de lange en onbetrouwbare levertijden. Als gevolg van de grote diversiteit in producten die gemaakt worden, zijn er veel verschillende leveranciers. Dit geldt ook voor sommige individuele producten zoals voor de projektietelevisie (LC 2000). De onderdelen voor dit produkt zijn afkomstig van maar liefst 108 leveranciers (bijlage 5). Voor de relatie met veel leveranciers geldt dat de druk of de invloed die inkoop kan uitoefenen zeer gering is. Dit komt door de kleine aantallen onderdelen die bij de leveranciers betrokken worden. Voor inkoop is het verder moeilijk om aflevergaranties te geven, het is immers niet bekend hoe lang de producten zullen lopen en welke aantallen afgenomen worden. Dit alles leidt ertoe dat de levertijden lang en onbetrouwbaar zijn.

Een ander probleem is het geringe inzicht in de daadwerkelijke benodigdheden voor de produktie. De inkooporders die door het systeem MAX gegenereerd worden, zijn gebaseerd op klantenorders en klantenprognose. Voor inkoop is het onderscheid tussen orders en prognoses niet te zien. Doordat de prognoses nog veel kunnen veranderen komen er vele herplanningen voor de inkopers.

Resumerend zijn de oorzaken voor de problematiek van inkoop:

- veel leveranciers
- geringe afname per leverancier
- onzekerheid over de af te nemen aantallen; geen tot weinig afnamegaranties.

Dit alles leidt tot lange en onbetrouwbare levertijden.

2.4.2 Planning

De moeilijkheden/problemen voor de planning hebben vooral betrekking op de moeilijkheid om in te schatten wat het capaciteitsbeslag is voor de produktie bij een bepaalde planning. De capaciteitsconsequenties van de produktieplanning wordt uitgedrukt in personele behoefte en niet naar bottleneck capaciteiten. Daardoor is de planning niet altijd te realiseren. Het verschuiven van de planning is echter niet altijd mogelijk door de koppeling die er is van de produktie- en materiaalplanning. De timing van de produktieorders wordt al ver van tevoren in het produktieplan vastgelegd en op basis daarvan het materiaal ingekocht. Als later blijkt dat de volgorde veranderd moet worden, is dit niet altijd mogelijk omdat het materiaal nog niet binnen is (had ook nog niet binnen hoeven te zijn volgens de oude planning).

Een ander probleem voor de planning is dat op de wat langere termijn de mogelijkheden van de produktieafdeling moeilijk ingeschat kunnen worden. Aangezien het nieuwe producten en processen betreft, is het onduidelijk welk produktieniveau gehaald kan worden over de middellange termijn (twee maanden). Dit kan resulteren in het niet kunnen nakomen van beloften aan de klant.

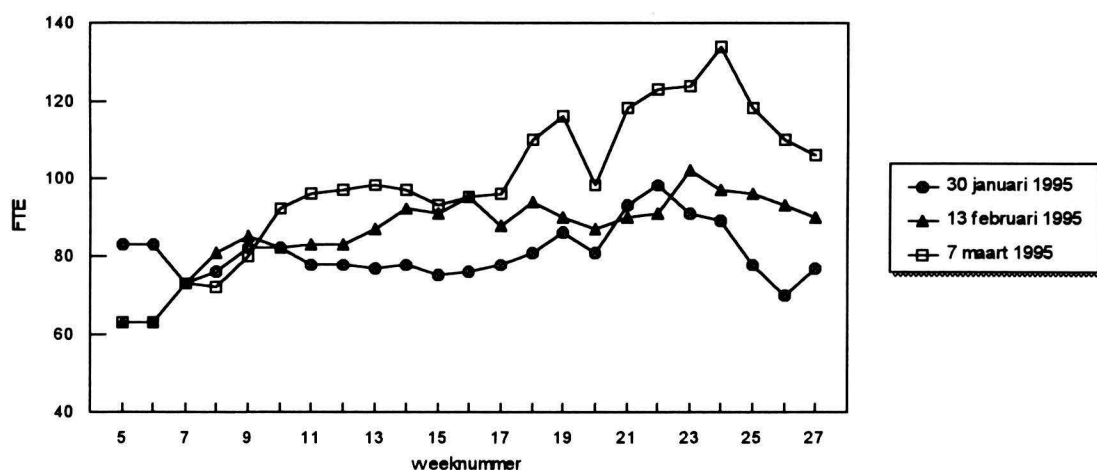
De grote vraagonzekerheid is ook een probleem voor de planning. Klantenprognoses zijn soms zeer afwijkend van de uiteindelijke klantenorders (bijlage 4). Dit kan betrekking hebben op zowel het volume van de vraag als op de mixverhouding. Onder dit laatste wordt de vraagverhouding naar de diverse produkttypen binnen een bepaalde produktsoort verstaan. Dit laatste brengt problemen met zich mee op het moment dat onderdelen die specifiek zijn voor een bepaald type een langere levertijd hebben dan de termijn waarbinnen klantenorders voor dat bepaalde produkttype worden vastgelegd.

De problemen zijn dus:

- Onvoldoende inzicht in de realiseerbaarheid van de planning voor wat betreft de productie-capaciteit.
- Geringe flexibiliteit bij het herplannen op korte termijn.
- Grote vraagonzekerheid.

2.4.3 Productie

De productieplanning vindt centraal en zeer gedetailleerd plaats. Voor de productieafdeling betekent dit dat de te produceren aantallen producten en de productmix vaststaan. De productie-afdeling moet zorgen dat ze de planning halen en voor een efficiënte inzet van de capaciteit. De problemen die ontstaan zijn de zeer wisselende vraag naar capaciteit en een productieplanning die niet gerealiseerd kan worden. Allereerst de wisselende vraag. In figuur 6 staat de geplande capaciteitsbehoefte voor assemblage, zoals voorzien op de drie plandata. Hieruit valt af te leiden dat deze in korte tijd sterk kan wijzigen. Deze capaciteitsbehoefte betreft mancapaciteit voor de hele afdeling, er is geen onderscheid gemaakt naar capaciteitsoort of capaciteit voor een bepaald product.



figuur 6. De capaciteitsbehoefte voor de assemblage-afdeling.

Als gevolg van de centraal opgestelde planning is het voor de assemblagegroepen niet mogelijk om zelf te schuiven met productieorders omdat het materiaal nog niet vrijgegeven is. Dit resulteert soms in perioden met overwerk gevolgd door leegloop. De geringe flexibiliteit die de groepen zelf hebben, maakt een goede benutting van de capaciteit zeer moeilijk.

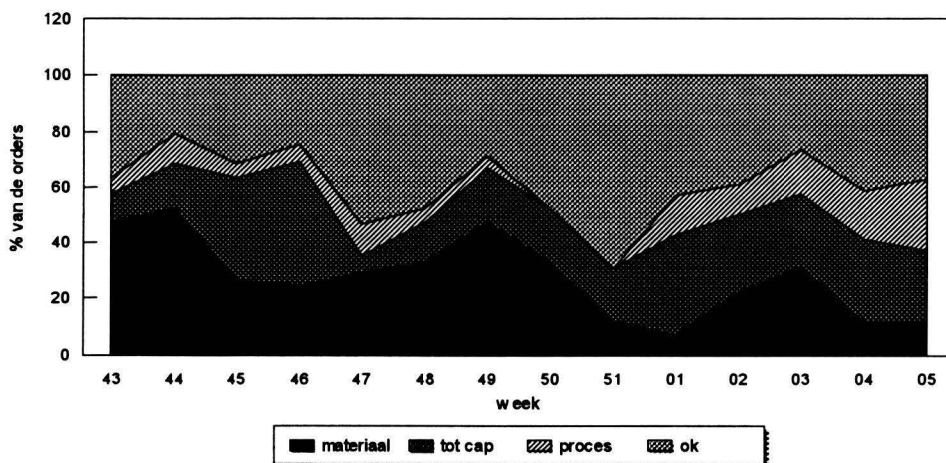
Vervolgens de productieperformance. Dit geeft de mate aan waarin de productieafdeling in staat is om de geplande productie ook daadwerkelijk te produceren. Hiervoor worden er twee indicatoren gebruikt:

- CVP²; aantal geproduceerde producten als percentage van het geplande aantal producten.
- CLIP³; het aantal orders dat compleet is geleverd als percentage van de planning.

² Completed Volume Performance

³ Completed Line Item Performance

In figuur 7 staat de status van de orders aangegeven; gereed (dit is de CLIP) en niet gereed uitgesplitst naar de reden: materiaal, capaciteit of proces. Uit deze figuur blijkt dat in de meeste gevallen 50% van de orders niet afgewerkt zijn of konden worden.

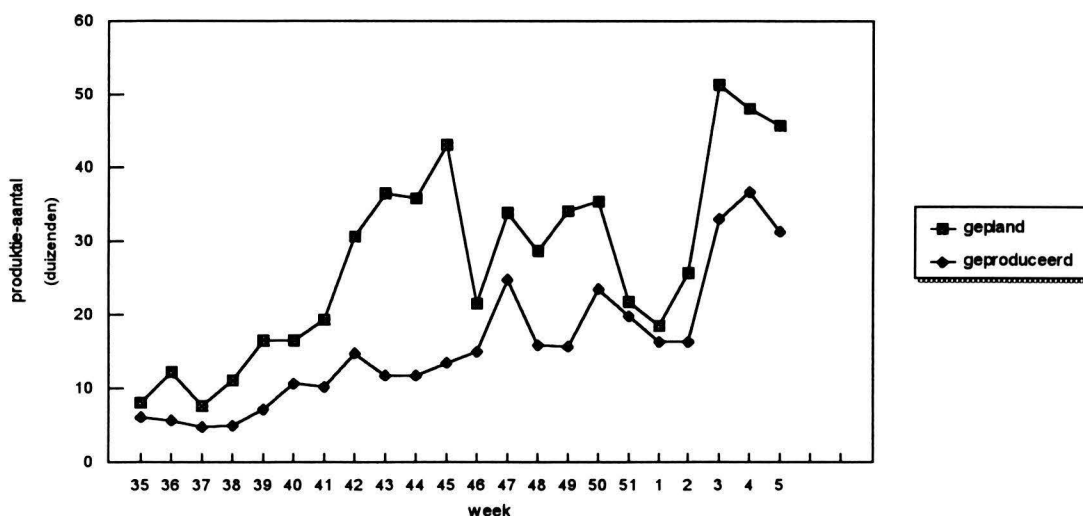


figuur 7. De produktie CLIP

Voorbeeld: In week 43 zijn totaal 38% van de orders gereed gemeld (bovenste vlak). De overige orders konden niet afgeleverd worden, vanwege de volgende redenen:

- Materiaal: 46 % van de orders
- Capaciteit: 11 % van de orders en
- Proces: 5 % van de orders.

In figuur 8 staan de geplande en de geproduceerde aantallen weergegeven. Hieruit blijkt dat de planning ver boven de productie zit.



figuur 8. De productieperformance

Deze twee figuren illustreren het beeld van een productieafdeling die niet (goed) in staat is de planning te realiseren; achterstanden worden veelvuldig doorgeschoven en dit leidt tot een planning voor de volgende periode die technisch of capacitatief bij voorbaat niet haalbaar is. Door dit verschuiven van achterstanden is het zeer moeilijk om een duidelijke oorzaak voor het niet halen van een planning te achterhalen.

Dit vermindert het inzicht in de mogelijkheden en de knelpunten van de productie. Op deze manier is het moeilijk om een efficiënte inzet van de capaciteiten te realiseren.

2.5 Tekortkomingen huidig systeem

In de vorige paragraaf zijn de knelpunten aan de orde gekomen, waaruit bleek dat de productiebeheersing duidelijk tekort schiet. De productieplanning wordt bij lange na niet gehaald en dit leidt tot leveringsproblemen en een inefficiënte productie. De opdracht die in hoofdstuk 1 staat luidt: het opzetten van een nieuw productiebeheersingssysteem. Voordat deze stap genomen kan worden moet er allereerst gekeken worden of het werkelijk het huidige systeem is dat tekort schiet en leidt tot de knelpunten. Daarvoor zal kort worden ingegaan op de MRP-I methodiek waar het huidige PBS op is gebaseerd in relatie tot de genoemde produktiekenmerken.

MRP-I

De essentie van de MRP-I aanpak van productiebeheersing kan het beste als volgt worden beschreven:

- Bepaal de behoefte aan eindprodukten en het moment dat deze beschikbaar moet zijn;
- Bereken de benodigde productie van halffabrikaten en onderdelen gebaseerd op een Bill Of Materials, aanwezige voorraad, seriegrootte, doorlooptijden en leveringstijden.

Vervolgens worden werkorders gemaakt en het materiaal wordt aangevoerd op basis van de uitgegeven werkorders. Deze aanpak ziet het beheersingsprobleem voornamelijk als een registratie en informatieprobleem en stelt de materiaalproblematiek centraal. Het is oorspronkelijk gemaakt voor de situatie van het produceren van standaardprodukten met substantiele voorraadvorming. Een andere voorwaarde van het gebruik is het ontbreken van onzekerheden, of deze moeten worden opgevangen op één centraal niveau in de goederenstroom. Men wordt verplicht een inflexibel productieprogramma op te stellen. Een "nerveuze" planning is een uiting dat MRP geen goed concept heeft voor het omgaan met onzekerheden. Er wordt verder geen rekening gehouden met de aanwezige capaciteit of met het onderhanden werk. De problemen die zijn ontstaan binnen Novatronics zijn het gevolg dat een MRP-I systeem geen goed concept heeft voor de beheersing van een produktiesituatie zoals die er is bij Novatronics. Het is een systeem wat een "erfenis" is uit het verleden. De produktiesituatie zoals die er vroeger was en waarin het systeem wel goed werkte is nu vervangen door een andere produktiesituatie. De grote onzekerheden die er zijn, het vele bijstellen van de productieplanning en het niet rekening houden met de capaciteiten bij het opstellen van het productieplanning, hebben geleid tot een productieplanning die niet realistisch en dus onhaalbaar is. Daaruit mag af te leiden zijn dat het huidige PBS niet geschikt is voor de produktiesituatie van Novatronics en dat er een nieuw productiebeheersingssysteem (PBS) nodig is om een goede productiebeheersing te bewerkstelligen.

2.6 Opdrachtafbakening

In deze paragraaf wordt ingegaan op de afbakening van het gebied waar het PBS betrekking op heeft; de systeemgrenzen worden afgebakend. Allereerst het afbakenen van de productie. In de beschrijving van het primaire proces is gebleken dat er een projectfase en een productiefase bestaat. Het project wordt overgedragen aan de productie op het moment dat een produkt de Commercial Release is gepasseerd. Na het passeren van de Design Release echter, wordt er een continu beroep gedaan op de produktiemedewerkers en wordt het produkt net zo behandeld uit productiebeheersingsoogpunt als de overige produkten. Daarom wordt ervoor gekozen om de produkten die de Design Release gepasseerd zijn mee te nemen in het PBS.

Vervolgens het deel van de keten wat binnen het PBS betrokken wordt. De hele logistieke keten bestaat uit het traject: 'van zand tot klant'. Het ontwerpen van een PBS over zo'n hele keten is binnen de afstudeeropdracht niet mogelijk. In paragraaf 2.3 is de onzekerheid aan de vraag- en leverkant gebleken. Gezien de huidige situatie en de oorzaken van die onzekerheid is er weinig invloed uit te oefenen op die situatie. De interne beheersing is een moeilijk vraagstuk en het is noodzaak om eerst deze aan te pakken, omdat dit een heldere communicatie naar de klanten en leveranciers mogelijk maakt. Het productiesysteem zal dus betrekking hebben op het gedeelte van de voorraad onderdelen tot en met het geproduceerde eindprodukt.

2.7 Definitieve opdrachtformulering

Het op te zetten productiebeheersingssysteem zal een antwoord moeten geven op de vraag hoe men de productiecapaciteit en de orderstroom dient af te stemmen. Daarbij moet rekening gehouden worden met de productiesituatie zoals beschreven in paragraaf 2.3. Dit leidt tot de definitieve opdrachtformulering:

Het opstellen van een productiebeheersingssysteem, voor producten die de DR gepasseerd zijn, waarmee een goede afstemming mogelijk gemaakt wordt tussen de orderstroom⁴ en de productiecapaciteit.

2.8 Samenvatting

In dit hoofdstuk is gekeken hoe de huidige productiebeheersing is georganiseerd. Daarbij kwam naar voren dat vooral de materiaalproblematiek voorop staat en weinig rekening gehouden wordt met de capaciteit. Dit is ook precies de gedachte waar de MRP-I filosofie op gebaseerd is. Bij het beschrijven van de produktietypering is gebleken dat er sprake is van veel onzekerheid en als gevolg van de grote produktvarieteit ook veel complexiteit. Vervolgens zijn de knelpunten besproken, waaruit blijkt dat de situatie geenszins beheerst is. Dat dit niet zo is, is het gevolg van een productiebeheersingswijze (MRP-I) die niet geschikt is voor de productiesituatie van Novatronics. Hieruit werd geconcludeerd dat er een nieuw systeem opgezet dient te worden. Tenslotte is de definitieve opdracht afgebakend en geformuleerd. Voor welk systeem gekozen moet worden en welke afwegingen daarbij een rol spelen wordt besproken in hoofdstuk 3.

⁴ Onder de orderstroom wordt verstaan: de door klantenorders gegenereerde materiaalstroom in het traject vanaf de voorraad onderdelen tot en met de voorraad eindprodukt

Hoofdstuk 3 Keuze van het productiebeheersingssysteem

3.1 Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk is aangegeven dat er een productiebeheersingssysteem (PBS) ontworpen moet worden teneinde een goede afstemming te krijgen tussen de productiecapaciteit en de orderstroom. In dit hoofdstuk zal de keuze van het systeem worden gemaakt. Daartoe worden allereerst de eisen en voorwaarden aan het te ontwerpen systeem opgesteld. Vervolgens zal een aantal alternatieven besproken worden, waarna een keuze gemaakt wordt. Tenslotte zullen de ontwerp-stappen om tot het nieuwe systeem te komen worden aangegeven.

3.2 Eisen aan het systeem

In paragraaf 2.3 is de produktietypering van Novatronics gegeven. Daaruit bleek dat er sprake is van een grote mate van onzekerheid en complexiteit. Deze twee factoren speelden ook een grote rol bij het bespreken van de knelpunten in paragraaf 2.4, omdat het huidige PBS onvoldoende met deze factoren kan omgaan. Het werd ook duidelijk dat er geen goede capaciteitsplanning mogelijk is. De wijze waarop deze drie aspecten: onzekerheid, complexiteit en capaciteitsplanning eisen stellen aan het op te zetten PBS, zal in deze paragraaf worden besproken.

3.2.1 Onzekerheid en dynamiek

De soort van onzekerheid en dynamiek is van invloed op de wijze waarop het produktiesysteem daarmee moet omgaan. Men moet over voldoende flexibiliteit beschikken om te kunnen reageren. Vormen van flexibiliteit zijn:

- multi-inzetbaarheid van personeel
- korte omsteltijden
- hoge commonality van onderdelen
- korte levertijden
- overcapaciteit
- voorraden
- gemakkelijke aanpassing van capaciteit, zoals uitzendkrachten, overwerk, uitbesteden e.d.

De vorm of combinatie van flexibiliteit waar men over moet beschikken hangt af van het soort onzekerheid.

Allereerst de **vraagonzekerheid**: Een klant die één product in vele verschillende typen afneemt zal resulteren in een behoefte om snel om te kunnen schakelen tussen de typen, een klantenvraag die plots kan wijzigen (zie bijlage 4) heeft personeel dat snel ergens anders ingezet kan worden. Hiervoor is het van belang dat naast multi-inzetbaar personeel ook een herplanning makkelijk doorgevoerd kan worden en dat de consequenties daarvan snel zichtbaar zijn. Het moet mogelijk zijn om verschillende scenario's op te stellen of om op korte termijn snel in staat zijn om een goede herplanning te maken, een herplanning waarvan de consequenties zichtbaar worden gemaakt. Het systeem moet dynamisch zijn om op de optredende vraagveranderingen in te kunnen spelen. Daarvoor is het ook nodig dat er qua materiaal voldoende aanwezig is om die omschakeling te kunnen realiseren. Deze veiligheidsvoorraad moet ook ingepland kunnen worden. Anders gezegd: De aanwezigheid van de flexibiliteit alleen is niet voldoende, men moet ook in staat zijn om de flexibiliteit aan te wenden.

Bijvoorbeeld: In het geval dat men een bepaalde voorraad werkorders altijd voorhanden heeft, is men wel in staat om over te schakelen op een ander produkt.

Het is de taak van het PBS om aan te kunnen geven hoe groot deze (tussen)voorraad moet zijn.

Onzekerheid aan de leverkant: Bij de afbakening van de systeemgrenzen is duidelijk geworden dat maatregelen om de onzekerheid aan de leverkant te verminderen niet binnen het PBS vallen. De mogelijkheden om de onzekerheid op te vangen liggen dan in het aanhouden van veiligheidsvoorraad en het aanpassen van de planning als er een materiaaltekort ontstaat.

Interne onzekerheid: de interne onzekerheid betreft met name de storingsgevoelige meetequipment. Aangezien deze altijd produktspecifiek is, kan deze niet opgevangen worden door andere meetapparatuur in te zetten. Het opvangen kan dan plaatsvinden door onderhanden werk (zodat overige bewerkingen niet stil komen te staan) en eventueel een voorraad eindprodukt om de afleveringen niet in gevaar te brengen. Een laatste mogelijkheid is om de capaciteit te verhogen na reparatie van de meetapparatuur. Ook dit is een maatregel op het gebied van herplannen.

Uit de eisen die naar voren komen op het gebied van onzekerheid blijkt vooral de behoefte aan een makkelijke en goede herplanning. Het systeem moet het dus mogelijk maken om bij verstoringen tijdig de planning aan te passen. Hierbij moet een duidelijk beeld ontstaan van de consequenties van deze herplanningen. Ook het niveau van de diverse vormen van veiligheidsvoorraden kan een manier zijn om de onzekerheid op te vangen. Dit is meer een strategische beslissing van het management. Het systeem moet wel een goede onderbouwing van de keuze van het niveau van veiligheidsvoorraad mogelijk maken.

3.3.2 Complexiteit

De mate waarin complexiteit aanwezig is, stelt eisen aan de informatievoorziening en de coördinatie. Deze complexiteit wordt voor een groot deel bepaald door het gevarieerde en wisselend produktassortiment binnen Novatronics. Ieder produkt heeft zijn eigen kenmerken en daardoor zijn eigen eisen voor wat betreft de beheersing. Voor het ene produkt is een zeer hoge leverbetrouwbaarheid gewenst, voor het ander een lage kostprijs. De mix van deze logistieke parameters op produktniveau is ook van invloed op de beheersingswijze; een produkt wat in grote aantallen gemaakt wordt stelt hele andere eisen aan de beheersing dan een produkt dat eens in de zes weken wordt gemaakt. Het moet mogelijk zijn om de diversiteit aan produkten te beheersen met het op te stellen productiebeheersingssysteem. Het produktiesysteem moet het mogelijk maken om deze samenhangende en soms conflicterende logistieke produktparameters te verwezenlijken en een goede logistieke prestatie voor de productie als geheel mogelijk maken.

Het PBS moet een goed **samenspel** mogelijk maken tussen de **individuele (logistieke) eisen van de produkten onderling** en de **logistieke prestatie van de productie als geheel**

3.3.3 Capaciteitsplanning

Uit de knelpunten in paragraaf 2.4 is naar voren gekomen dat een goede capaciteitsplanning noodzakelijk is. Dit valt ook af te leiden uit de noodzaak tot het opstellen van herplanningen. Bij het opstellen van een productieplan en het aanpassen daarvan is het noodzakelijk dat het PBS dit plan test op de capacitatieve mogelijkheden en dat het plan realiseerbaar is voor de productie. Het systeem zal rekening moeten kunnen houden met de capaciteitsrestricties die gelden binnen de assemblage enerzijds en het voldoende aanwendbaar maken van de flexibiliteit anderzijds. Personeel is tot zekere hoogte multi-inzetbaar, maar er zijn ook bewerkingen die door een of twee personen uitgevoerd kunnen worden. Bij het maken van de

productieplanning en het toetsen hiervan tegen de productiecapaciteit zal een afweging gemaakt moeten worden tussen de mate van detail van de capaciteit.

De eis vanuit capaciteitsplanning is dat er een goed model gemaakt wordt van de productiecapaciteit, wat rekening houdt met de beperkingen (inleertijd bijv.) en de interne flexibiliteit (multi-inzetbaarheid) niet tekort doet.

Hierboven zijn de eisen, voorwaarden genoemd waar het PBS aan moet voldoen om een goede productiebeheersing te realiseren. Daar is naar voren gekomen dat het systeem een goede afweging mogelijk moet maken tussen de diverse logistieke parameters als veiligheidsvoorraad, productiecapaciteit, doorlooptijd, leverbetrouwbaarheid en dat het mogelijk moet zijn om snel op veranderingen te kunnen reageren; herplanning. Dit om te kunnen omgaan met de onzekerheid en dynamiek en de complexiteit die van toepassing is op de produktiesituatie van Novatronics. Verder is gebleken dat er een goede capaciteitsplanning mogelijk moet zijn. Als het systeem ontworpen wordt op grond van deze eisen zullen de knelpunten die in paragraaf 2.4 zijn besproken gedeeltelijk opgelost worden. De knelpunten die aangepakt worden betreft:

- ontbreken van inzicht in de capacitatieve mogelijkheden van de productie
- ontbreken van gevolgen van herplanningen
- onvermogen van het opstellen van een realistische productieplanning
- onvermogen om een goede capaciteitsplanning te maken
- inefficiënte productie

3.3 Beschikbare alternatieven

Het is gebleken dat de MRP-I filosofie op een aantal punten dusdanig tekort schiet dat deze niet geschikt is voor de produktiesituatie bij Novatronics. Naast MRP-I zijn er nog meer systemen voor de beheersing van de productie zoals MRP-II, OPT en JIT. Deze zullen in deze paragraaf worden besproken.

3.3.1 MRP-II

Uit de ervaringen met MRP-I is gebleken dat er meer is dan alleen de materiaalproblematiek en heeft men MRP-I uitgebreid met de mogelijkheid om ook de capaciteit mee te nemen bij het opstellen van een productieplan. Dit heeft geresulteerd in MRP-II. Dit maakt de capaciteitsconsequenties van het geplande werk zichtbaar. Dit kan op twee manieren; plannen tegen eindige en oneindige capaciteit.

Eindige capaciteit. Hierbij wordt een bepaald capaciteitsniveau vastgesteld waarmee de orders uitgevoerd moeten worden. Vervolgens worden de orders ingepland tot het maximumniveau van de capaciteit is bereikt. De overige orders worden dan doorgeschoven.

Oneindige capaciteit. Dit vindt plaats door per order de in de routing opgenomen bewerkingen, startend met de laatste bewerking, in te plannen. Per bewerking wordt daarbij een zekere bewerkingstijd en wachttijd gepland. Als de orders allemaal ingepland zijn kan men per bewerkingsplaats berekenen wat gepresteerd moet worden. Voorraadvorming is mogelijk op één niveau, het eindproduktniveau.

Ook wordt er een capaciteitscheck, Rough-cut Capacity Check (RCC) uitgevoerd op de haalbaarheid van het hoofdproductieplan (vergelijk productieplanning paragraaf 2.3). Daarbij wordt gekeken naar de beschikbaarheid van de capaciteit voor een opgesteld productieplan.

Beperkingen van MRP-II zijn [2]:

MRP-II is deterministisch; in MRP-II kan maar moeizaam omgegaan worden met onzekerheid. Dat geldt met name voor vraag- en opbrengstonzekerheid.

MRP-II is centralistisch in die zin dat alle werkorders hard gekoppeld zijn aan het hoofdproductieplan. MRP-II gaat uit van vaste doorlooptijden zonder dat er een mechanisme is om die doorlooptijden ook inderdaad constant te houden.

Informatie over de toestand (onderhanden werk) van een afdeling past niet zonder meer in een MRP-II informatiestructuur.

MRP-II is materiaalgeorieerd; dit blijkt onder meer uit de slechte ondersteuning van de beheersing van afdelingen waar een groot deel van de capaciteitsbeheersing zich afspeelt.

De RCC houdt geen rekening met onderhanden werk en voorraden in de keten.

3.3.2 Just in Time

Hoewel JIT meer een filosofie is dan een productiebeheersingssysteem wordt hier JIT besproken omdat het veel aandacht krijgt binnen de productiebeheersing. JIT is meer gericht op het vereenvoudigen van het productie proces dan om een goed beheersingssysteem te ontwerpen. Dat productieproces moet storingsvrij verlopen, met extreem kleine seriegroottes en zonder fluctuerende bewerkingstijden. In plaats van voorraden te zien als buffers tegen verstoringen worden voorraden gezien als het verhullen van de fouten of verstoringen. Door het terugdringen van deze fouten en verstoringen kan men met lage (idealiter geen) voorraden produceren. JIT is ontworpen voor een zeer grote diversiteit aan uitvoeringen of varianten van eenzelfde productiefamilie. JIT is toepasbaar als sprake is van een stabiele en omvangrijke afzet.

3.3.3 Optimized Production Technology

OPT is een aanpak die de capaciteitsproblematiek als dominant ziet en door een uitgekende planningsmethodiek probeert om een efficiënt gebruik te maken van de bottleneck capaciteiten. Hiervoor is nauwkeurige en betrouwbare informatie nodig om de planning uit te kunnen voeren. Deze bottleneck (één of een zeer beperkt aantal) is onderhevig aan de eis dat het een structurele is, dit houdt in dat voor een periode van ten minste zes maanden de bottleneck niet wijzigt. Bij een wijzigend produktassortiment is het heel goed mogelijk dat er sprake is van 'wandellende' bottlenecks; afhankelijk van de produktmix bevindt de bottleneck zich op een andere plaats. Ook OPT kan niet goed omgaan met onzekerheid. [2]

3.4 Keuze van productiebeheersingssysteem

In deze paragraaf zal een onderbouwing worden gegeven voor de keuze van het productiebeheersingssysteem voor Novatronics. Dit wordt gedaan aan de hand van de eisen die in paragraaf 3.2 zijn opgesteld en de beschrijving van de keuzemogelijkheden uit paragraaf 3.3. Uit de beschrijving van de verschillende PBS-en blijkt dat deze algemene systemen zijn die voor een bepaalde produktiesituatie ontworpen zijn. Invoering van deze systemen is mogelijk als aan een aantal voorwaarden voldaan is. JIT is meer een systeem voor de productie waarbij er sprake is van een stabiel en omvangrijk afzetniveau. Deze situatie is niet van toepassing bij Novatronics en de invoering van het JIT systeem is daarom ook niet mogelijk. MRP- II en OPT zijn meer handige planningsalgoritmen, waarbij centraal een aantal parameters wordt ingesteld. Op grond van deze parameters, zoals doorlooptijd, bezettingsgraad van machines en voorraadvolumes, wordt centraal een planning opgesteld. Uit de beschrijving van de eisen aan het systeem is al gebleken dat het niet mogelijk is om vast niveau van de parameters in te stellen, de situatie zou dan als een statische benaderd worden, wat geenszins het geval is. Zo is MRP-II ontworpen voor de productie van standaardprodukten met een aanzienlijke voorraadvorming (op eindproduktniveau) en vooral geschikt voor make to stock- (het uit voorraad beleveren van klanten) en assemble to order-situaties (de eindassemblage vindt plaats uit standaardcomponenten die op voorraad liggen). De MRP-II methodiek is niet goed toepasbaar voor een make-to-order situatie, datzelfde geldt voor OPT. [4]

Hieruit blijkt dat de 'standaard' systemen niet goed toepasbaar zijn voor de produktiesituatie van Novatronics. Het is nodig om een PBS te ontwerpen wat rekening houdt met de specifieke situatie zoals die geldt voor Novatronics. Een ontwerpmethodiek die dit ondersteund is die van Bertrand et. al. [1]. Het voorgestelde raamwerk propageert een hiërarchische aanpak van productiebeheersing; het hele beheersingsprobleem moet gedecomposeerd worden in een aantal hiërarchisch geordende sub-problemen. Om dit te realiseren worden er drie basis aspecten onderscheiden bij het ontwerpen van een productiebeheersingsstructuur. De theorie van deze ontwerpmethodiek staat weergegeven in bijlage 6.

De ontwerpstappen die uitgevoerd moeten worden om het PBS op te stellen zijn de volgende:

- afbakenen van productie-eenheden
- opstellen van operationele beperkingen per PE
- afbakenen van de beslisfuncties

Wanneer deze stappen zijn uitgevoerd, is de beheersstructuur duidelijk geworden. Vervolgens zal aangegeven moeten worden op welke wijze de beslisfuncties hun taak kunnen uitvoeren.

Het ontwerp van het nieuwe PBS valt uiteen in twee delen:

1. Opstellen van de beheersingsstructuur
2. Beheersingsmethodiek per beslisfunctie.

Deze delen zullen in hoofdstuk 4 uitgevoerd worden.

3.6 Samenvatting

In dit hoofdstuk is er gekozen voor een produktiesysteem wat moet leiden tot een goede afstemming van de productiecapaciteit en de orderstroom voor Novatronics. Allereerst zijn daartoe de eisen en voorwaarden voor het systeem opgesteld. Vervolgens is een aantal alternatieven voorgesteld en besproken. Daaruit kwam naar voren dat een "standaard" systeem niet voldoet voor de produktiesituatie. De keuze is daardoor gevallen op een, op de faculteit Technische Bedrijfskunde aan de Technische Universiteit Eindhoven ontwikkelde ontwerpmethodiek, waarvan de benodigde stappen zijn aangegeven teneinde het produktiesysteem op te zetten.

Hoofdstuk 4 Ontwerp van het nieuwe productiebeheersingssysteem

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal in twee delen het nieuwe productiebeheersingssysteem (PBS) ontworpen worden. Daartoe wordt allereerst de nieuwe beheersingsstructuur ontworpen. Dit zal aan de hand van de ontwerpstappen plaatsvinden die in paragraaf 3.5 zijn toegelicht. Allereerst wordt de productie opgesplitst in Productie-Eenheden (PE). Vervolgens wordt per PE aangegeven welke factoren een rol spelen bij de beheersing, deze worden operationele beperkingen genoemd. Vervolgens worden de beslisfuncties uitgewerkt. Daarna zal in het tweede deel per beslisfunctie worden aangegeven op welke wijze de taak uitgevoerd kan worden; de beheersingsmethodiek per beslisfunctie. Tenslotte wordt een korte samenvatting van het resulterende PBS gegeven.

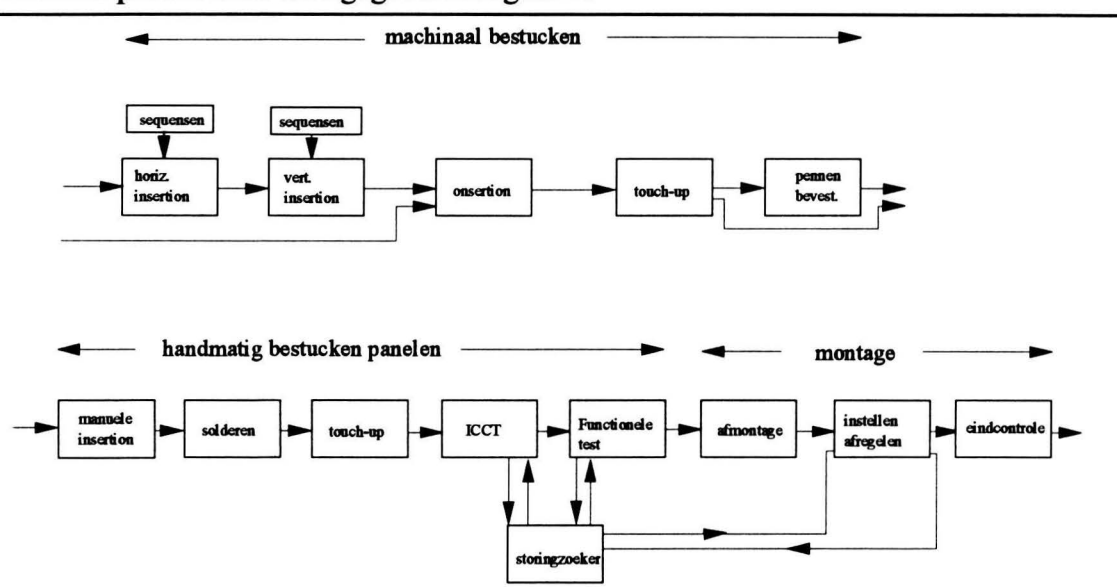
Deel 1 het ontwerpen van de beheersingsstructuur

4.2 Afbakenen van Productie-Eenheden

Bij het opdelen van het productieproces in PE's dienen we eenheden te creëren die zelfstandig kunnen werken en niet al te moeilijke onderlinge relaties hebben. Om zelfstandig te kunnen werken is het voor een PE nodig dat een stabiele omgeving gecreëerd wordt. Bij het creëren van deze stabiele omgeving spelen factoren als onzekerheid, commonality en bottlenecks een rol [1]. Bij de onderlinge relaties speelt voornamelijk het productieproces een rol. Hoe deze twee ontwerpisen doorwerken bij het opdelen van het productieproces in PE's bij Novatronics, zal uiteengezet worden in deze paragraaf. Daartoe worden de twee ontwerpisen, productieproces en stabiliteit, besproken.

4.2.1 Productieproces

Het productieproces is in hoofdstuk 1 globaal beschreven aan de hand van de activiteiten die in de twee afdelingen plaatsvinden. Wanneer we gedetailleerder naar het productieproces kijken kunnen we de volgende opeenvolgende processtappen onderscheiden: machinaal bestücken panelen, handmatig bestücken van panelen en de uiteindelijke montage. Het gedetailleerde proces staat weergegeven in figuur 9.



Figuur 9. Productieproces van Novatronics.

Deze processtappen zijn van belang bij het afbakenen van PE's. Bij het afbakenen van PE's is een ontwerpeis dat één PE een duidelijk eindproduct voortbrengt en dat het product niet terugkomt; het mag niet zo zijn dat een product wat de PE al heeft verlaten in een later stadium nogmaals binnen de PE bewerkt moet worden. Gezien deze processtappen is er een aantal mogelijkheden tot het afbakenen van PE's. Deze mogelijkheden zijn:

1. Drie afzonderlijke PE's
2. Een PE waarbinnen alle activiteiten voor de panelen plaatsvindt en een PE voor de assemblage.
3. Een PE voor het machinaal bestücken van de panelen en een PE waarbinnen de processtappen handmatig bestücken en afmontage plaatsvindt.
4. Eén totaalomvattende PE.

Het zal duidelijk zijn dat de laatste mogelijkheid direkt afvalt, want we willen juist het totale probleem decomponeren. Dan blijft de vraag welke mogelijkheden voldoen. Daarvoor nemen we de bovenstaande ontwerpeis in overweging. De processtap machinaal bestücken is er één die een afgerond geheel vormt, d.w.z. dat panelen die hier zijn bestückt, niet meer terugkomen. De overige twee processtappen hebben wel zo'n interactie. Panelen of producten waarbij storingen optreden, worden geanalyseerd door een storingzoeker. Hierbij worden de fouten teruggekoppeld zodat deze verminderd kunnen worden. Het is dus van belang dat er goede interactie tussen deze processtappen moet kunnen plaatsvinden.

Vanuit de ontwerpeis aan het productieproces is de opdeling die onder punt drie genoemd staat de beste oplossing: Een PE voor het machinaal bestücken van de panelen en een PE waarbinnen de processtappen handmatig bestücken en afmontage plaatsvindt.

4.2.2 Stabiele omgeving

Een PE heeft een stabiele omgeving nodig om zelfstandig te kunnen werken. Als er een erg onzekere omgeving is, is het voor de PE niet mogelijk om goede afspraken na te komen. Als er bijvoorbeeld twee processtappen elkaar volgen waarbij de eerste een hele hoge uitval kent, is het voor de tweede processtap moeilijk om goed te kunnen reageren als deze processtappen een direkte koppeling hebben. Wanneer deze stappen worden ontkoppeld, dan kan er een stabielere omgeving gecreëerd worden voor de tweede processtap. Naast deze (proces)onzekerheid zijn er nog twee factoren waar rekening mee gehouden moet worden, namelijk commonality en bottlenecks. Bij het onderscheiden van de PE's moeten deze drie factoren bekeken worden om een stabielere omgeving te kunnen creëren.

Procesonzekerheid

De procesonzekerheid slaat op een processtap waarbij de output erg onzeker is. Als één processtap altijd een onzekere en lage opbrengst kent, is het wenselijk om een ontkoppelpunt na deze processtap aan te brengen. Binnen Novatronics is er geen sprake van een dergelijke processtap.

Commonality

Als er sprake is van een hoge commonality voor een processtap en een grote diversiteit na deze processtap, is het wenselijk om een ontkoppelpunt voor deze processtap aan te brengen. Op het moment dat er een werkorder wordt vrijgegeven kan men bepalen welk type men gaat maken, deze keuze moet zo lang mogelijk uitgesteld worden. De processtappen tot dat ontkoppelpunt hoeven zich dan nog niet bezig te houden met de uiteindelijk gevraagde diversiteit. Voor veel producten geldt dat het produkttype al bepaald wordt door de eerste processtap, het machinaal bestücken. Verschillende produkttypen hebben hun eigen type printpaneel. Het totaal aantal produkttypen na de assemblage is wel groter dan het aantal

typen na het machinaal bestücken omdat er verschillende produkttypen uit één printpaneel gemaakt kunnen worden. De hoogste commonality vindt men dus binnen de processtap machinaal bestücken en na deze processtap kan men dus een ontkoppelpunt leggen.

Bottleneckcapaciteiten

De onsertioncapaciteit is de bottleneckcapaciteit voor de productie in zijn geheel. Alle produkten maken gebruik van deze capaciteit. Het is dus van belang om een goede planning te maken voor deze capaciteit. Teneinde een stabiele omgeving te creëren is het wenselijk om een ontkoppelpunt na deze bottleneckcapaciteit aan te leggen zodat de processtappen na de onsertioncapaciteit minder gevoelig zijn voor storingen (machinestoringen of herplanningen) op de bottleneck capaciteit.

Uit de bovenstaande ontwerpeisen en de kenmerken van het productieproces volgt dat er twee PE's afgebakend dienen te worden, namelijk:

- PE In-/onsertion
- PE Assemblage

De PE assemblage dient nog een nadere beschouwing.

4.2.3 PE assemblage

De afdeling assemblage kent een zeer grote produktdiversiteit. Deze afdeling is ook produktgericht ingericht en kent eigenlijk vele onderling onafhankelijke processen. In weze heeft ieder produkt zijn eigen productieproces en zijn zodoende onafhankelijk. De afhankelijkheid die optreedt, is dat de mancapaciteiten uitwisselbaar zijn tussen de verschillende productieprocessen. De machinecapaciteiten zijn grotendeels produktspecifiek. De productieprocessen waar geen onderlinge relaties/afhankelijkheid bestaat, hoeven dan ook niet als één gezien te worden. Deze productieprocessen kunnen als parallelle activiteiten onderscheiden worden. De productieprocessen die wel gezamenlijk beschouwd moeten worden, zijn die processen die gebruik maken van dezelfde mancapaciteiten. Het voorstel is dan ook om de PE assemblage in parallelle PE's op te splitsen die ook daadwerkelijk als één gezien kunnen worden.

De produktwijze in de PE assemblage vindt plaats in serieproductie en in continue productie. Deze twee produktwijzen stellen hele andere eisen aan de beheersingswijze [3] en dit is het criterium om de PE assemblage te onderscheiden in:

- PE assemblage batch
- PE assemblage continu

Het verschil tussen beide produktwijzen is dat bij de continue productie een produktielijn voortdurend bemand wordt, terwijl bij de batchproductie af en toe een lijn ingericht wordt.

De produkten die voortgebracht worden door de assemblage batch worden weliswaar met verschillende machinecapaciteiten voortgebracht maar met dezelfde mancapaciteiten. Daarom kan deze als één zichzelf besturende eenheid worden gezien. Binnen de continue productie zijn de mancapaciteiten veelal produktspecifiek. De medewerkers worden hier voor het grootste deel produktgericht ingezet. Deze produkten onderling zijn vrijwel onafhankelijk van elkaar, uitwisseling van personeel kan plaatsvinden met een zekere inleertijd. Het zou dan ook goed mogelijk zijn om elk produkt als aparte PE te zien. Sommige klanten hebben meerdere soorten produkten gelijktijdig in continue productie. Deze produktsorten hebben onderling wel overeenkomstige bewerkingen. De produktsorten hebben veel meer overeenkomsten dan de verschillende produkten. Zo is er een klant die de elektronische aansturing van LCD-schermen laat verzorgen en dit voor meerdere soorten displays laat doen. Om het aantal PE's binnen de

perken te houden worden de produktgroepen in de continue productie als één PE gezien. Het aantal PE's binnen de continue productie komt daarmee op drie.

4.3 Operationele beperkingen per ProductieEenheid

In de navolgende paragrafen zullen de voorkomende operationele beperkingen per Productie Eenheid ter sprake komen.

4.3.1 In-/onsertion

Het bestücken van de panelen kan een combinatie zijn van in- en onsertion. In paragraaf 1.6.1 bleek al dat het overgrote gedeelte van de panelen gebruik maakt van de onsertionstechniek. Dit is de modernere techniek en een aanname is dat deze trend zich zal doorzetten. Dan volgt daaruit dat het onserten de structurele bottleneckcapaciteit is van deze PE.

Het komt voor dat de touch-up voor een opstopping zorgt, maar ten gevolge van nieuwe apparatuur, snellere touch-up, en door in kleinere batches te werken, kunnen deze problemen opgelost worden. Het touch-up proces zal daarom niet meegenomen worden bij het modelleren van deze PE. Wat wel een rol speelt, voornamelijk op de korte termijn, is dat sommige panelen op slechts één lijn bestückt kunnen worden. Dit kan zijn omdat het machineprogramma voor één lijn is geschreven of omdat een paneel niet door de wat oudere FUJI-I lijn bestückt kan worden. De operationele beperkingen die dan opgesteld moeten worden, zijn:

- minimale batchgrootte
- beschikbare netto machinecapaciteit
- capaciteitsuitbreiding
- doorlooptijd
- beladingsgraad (min. en max.)
- panelen die niet op de Fuji-I bestückt kunnen worden

4.3.2 Assemblage continu

De produkten die uit de projectfase komen en "overgedragen" worden aan de produktiefase, worden opgestart met het achterliggende idee dat ze in massa geproduceerd moeten gaan worden. Deze produkten worden maandelijks aan de klant afgeleverd op basis van een rollende produktieplanning die door de klant wordt opgegeven. Voor de produkten die in deze assemblagegroep zitten, is het nodig om een outputrate vast te stellen. Een outputrate is het aantal produkten dat per tijdseenheid (dag, week, maand) afgeleverd dient te worden. Om een outputrate te halen is een bijbehorende personele bezetting nodig. De outputrates en de bijbehorende personele bezetting dienen bekend te zijn. De outputrates die op te stellen zijn, zullen afhangen van de efficiency, de mate waarin lijnbalanceren te halen is. Dit hangt af van de mate waarin bewerkingen op te splitsen zijn. Bij het overschakelen naar een hogere outputrate zullen nieuwe mensen ingeleerd, bewerkingen opgesplitst en eventueel extra gereedschap besteld moeten worden. Het kost dus tijd om over te stappen op een nieuwe outputrate, dit wordt de reaktietijd genoemd. Het is ook wenselijk dat deze outputrate een zekere periode aangehouden blijft. De switchfrequentie (het aantal malen omschakelen van outputrates binnen een tijdsperiode) zal ook beperkt zijn. Naast deze parameters zal ook vastgesteld moeten worden wat de behoefte is aan onderhanden werk om kleine verstoringen (inbalans van de lijn, ziekte e.d.) op te vangen. De operationele beperkingen voor de assemblagegroepen continue productie zijn dan:

- outputrates
- reaktietijden
- switchfrequentie
- niveau van onderhanden werk

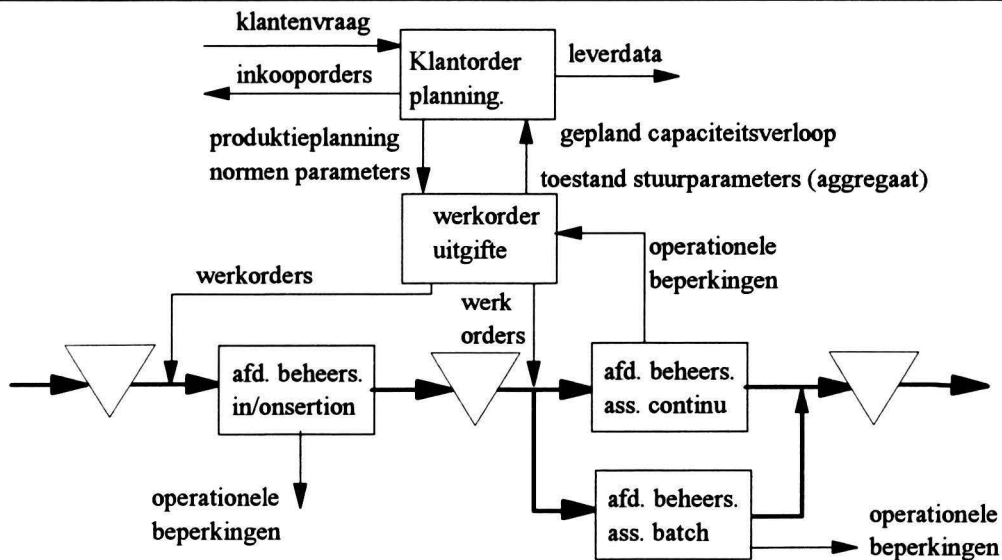
4.3.3 Assemblage batch

De batch productie heeft betrekking op de produkten die een dusdanig lage vraag hebben, dat het niet efficiënt is om daar een permanente lijn voor in te zetten. De produkten in deze assemblagegroep vragen om een hoge mate van flexibiliteit van de produktiemedewerkers. De medewerkers in deze assemblagegroep moeten dus meerdere bewerkingen aan meerdere produkten kunnen uitvoeren. De doorlooptijd in deze groep is aan te geven met de tijdsduur die nodig is om het werk van de PE te voltooien. Binnen deze afdeling is het verder van belang om ervoor te zorgen dat bepaalde capaciteitssoorten niet overbezet raken. Als verschillende produkten van dezelfde machine gebruik moeten maken, moet hier rekening mee gehouden worden. De operationele beperkingen die in deze groep voorkomen zijn:

- produkten die gemeenschappelijke machinecapaciteiten hebben, dus welke produkten kunnen niet tegelijkertijd worden gemaakt
- beschikbare capaciteit, uitgesplitst naar soort
- benodigde hoeveelheid onderhanden werk
- doorlooptijd
- uitbreidbaarheid van capaciteit (soort en reaktietijd).

4.4 Het afbakenen van beslisfuncties

Bij de ontwerpregels die zijn besproken in het vorige hoofdstuk, is aangegeven welke decomposities er gemaakt dienen te worden. In deze paragraaf wordt aangegeven hoe het productiebeheersingssysteem voor Novatronics is op te splitsen in beslisfuncties en wat de taken zijn van die beslisfuncties. Figuur 10 geeft de structuur weer van het nieuwe PBS.



figuur 10. Structuur van het nieuwe PBS

4.4.1 Klantorderplanning (KOP)

Het doel van deze afstemming is om de toekomstige orderstroom in overeenstemming te brengen met de productiecapaciteit en omgekeerd. Deze functie moet ervoor zorgen dat er geen situatie optreedt waarbij de orderstroom een dusdanig volume heeft, dat de productie niet in staat is om aan deze vraag te voldoen. Dit moet resulteren in een orderboek waarin de klantenorders met de gewenste aantallen en het gevraagde aflevermoment staan weergegeven en waarvoor de benodigde capaciteits- en materiaalleveringsmaatregelen zijn genomen, zodanig dat kan worden voldaan aan die klantenorders. Het afstemmen dient voor alle PE's uitgevoerd te worden. Per PE moet dan bekeken worden welke capaciteit bepalend is.

De termijn waarop men kijkt is de lange termijn, twaalf maanden. Deze termijn stelt de productie in staat om de machinecapaciteit op het gevraagde peil te brengen. Dit moet gedaan worden voor zowel de potentiële orders als de overeengekomen orders. Voor de potentiële orders moet bekeken worden of de totale productiecapaciteit voldoende is om aan die vraag te voldoen, dit zal een lange termijn karakter hebben waar vooral gekeken wordt naar de machinecapaciteit en de totale mancapaciteit. Voor de overeengekomen orders moet naar de individuele produktcapaciteit gekeken worden.

PE in-/onsertion

Deze Productie-Eenheid moet voor alle produkten de panelen machinaal bestücken. Het voorzien vraagverloop voor deze PE zal dus bepaald worden door het totale produktassortiment. Van deze produkten moet het beslag op de onsertioncapaciteit bekend zijn. De onsertioncapaciteit is de bottleneckcapaciteit binnen deze PE. Deze capaciteit wordt gevormd door twee overeenkomstige lijnen. Het is zaak om de capaciteitsbelasting redelijkerwijze te verdelen over deze twee lijnen. Mocht blijken dat het capaciteitsbeslag onevenredig verdeeld moet worden, dan is het nodig om de capaciteit van beide lijnen te betrekken.

PE assemblage (batch en continu)

Bij het bekijken van de haalbaarheid van de klantenvraag, gaat het voor de assemblage om te controleren of het individuele produktniveau te halen is. Daarbij moet allereerst gekeken worden naar de specifieke machinecapaciteiten. Deze capaciteit legt het maximale outputrate vast. Vervolgens dient men te kijken naar de personele bezetting in het totaal. Men zal een bepaald maximaal aantal medewerkers in dienst willen hebben (nu 125). De toekomstige orderstroom zal beneden dit totale aantal moeten blijven. Voor de orders op produktniveau zal het capaciteitsniveau (mancapaciteit) vastgesteld moeten worden.

Bij de afstemming op de langere termijn is ervoor gezorgd dat de toekomstige orderstroom capacitatief haalbaar is. Dit resulteert in een orderboek en de benodigde capaciteitsmaatregelen om toekomstige orders uit te kunnen voeren. De klantenorders zijn bekend voor de eerste drie maanden en veranderen, in principe, niet. De KOP moet een plan opstellen om aan de klantenorders te kunnen voldoen en daarbij rekening houden met de mogelijkheden van de PE's. Vragen die zich daarbij voordoen zijn; welke capaciteitsbezetting is nodig per PE, welke orders kunnen naar voren/achteren geschoven worden, waar is voorraadop-/afbouw noodzakelijk, etc. Hier wordt voorraad dus gezien als potentiële productiecapaciteit en kan aangewend worden om een gelijkmatige capaciteitsbelading voor de PE's te realiseren. Deze afweging tussen voorraadvorming en capaciteitsaanpassing is afhankelijk van de mogelijkheid en de reactiesnelheid om de capaciteit te wijzigen en de voorraadkosten. De KOP zal aangeven welke orders wanneer vrijgegeven moeten worden. Hierbij gaat het nog niet om orders op typeniveau. De orders zijn voor de eerstvolgende drie maanden bekend. Aangezien er toch nog wijzigingen kunnen voordoen, zal een productieplan opgesteld worden voor die drie maanden, maar alleen het plan van de eerste maand wordt ingevoerd. Dit bestaat bekend als de rollende planning. Dit productieplan geeft dus aan op welke tijdstippen welke produkten geproduceerd moeten worden. Voor de batchprodukten zullen de afleverdata opgesteld worden, voor de continue produkten het produktievolume voor de komende maand. Met het opstellen van dit productieplan wordt ook de capaciteitsbezetting voor de PE's vastgelegd. Het afstemmen van de productie en verkoop vindt dus ook binnen deze beslisfunctie plaats.

4.4.2 Werkorderuitgifte (WOU)

Door de Klantorderplanning (KOP) is een productieplan opgesteld en is de capaciteitsbezetting en voorraadop-/afbouw vastgesteld. Dit resulteert in een ordervrijgavepatroon en geeft aan wat de geplande ordervrijgavemomenten zijn. Dit is de speelruimte waarbinnen de werkorderuitgifte moet trachten een efficiënte inzet van de middelen te realiseren, teneinde aan de klantenorders te voldoen. Het doel voor deze functie is dan ook om een zodanige timing van individuele werkorders te verzorgen dat een efficiënte en effectieve productie wordt gerealiseerd. Het gaat hierbij hoe met de stuurparameters "gespeeld" kan worden zodat de leveringsaantallen van de produkttypen en de leverdata gerealiseerd kunnen worden. Daarvoor is een goede ordervrijgave van groot belang. Het gaat hierbij om de beslissing welke werkorders vrijgegeven kunnen worden, gezien de operationele beperkingen die zijn opgesteld. De geplande ordervrijgavemomenten worden als richtlijn gehanteerd, maar om diverse redenen, zoals goede bezetting van de PE's, een acceptabel niveau van onderhanden werk en materiaal wat niet op de geplande datum binnenkomt, kan het nodig zijn om deze aan te passen. Op deze wijze kunnen bovengenoemde verstoringen opgevangen worden. De werkorders worden op basis van een wekelijks plan opgesteld en dagelijks vindt de werkorderuitgifte plaats. Voor werkorderuitgifte is het van belang om binnen deze grenzen te zorgen voor de realisatie van de gevraagde aantallen en levertijden op detailniveau (produkttypen). De beslisregels waar zij mee moet werken worden daarom ontleend aan de levertijd van de individuele produkttypen, de operationele beperkingen van de productie-eenheden en het ordervrijgavepatroon. De werkorderuitgifte legt dus het definitieve vrijgavemoment vast en geeft werkorders uit aan de PE beheersing.

4.4.3 PE beheersing

Deze functie is ervoor verantwoordelijk dat voldaan wordt aan de afspraken, werkorders, met de beschikbare middelen. Voor PE beheersing is het van belang dat de middelen op de juiste wijze ingezet worden, zodat de leverafspraken gehaald kunnen worden.

Stap 2 de beheersingsmethodiek per beslisfunctie

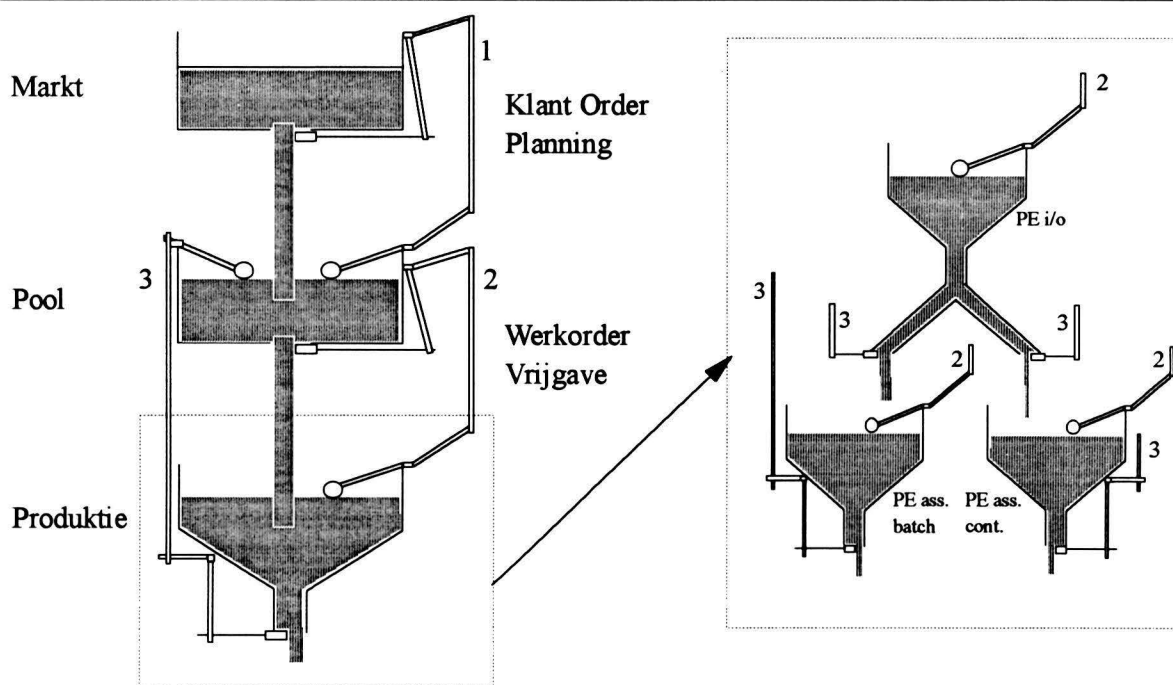
In de vorige stap is de beheersingsstructuur ontworpen en aangegeven wat de beslisfuncties moeten bewerkstelligen. In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop dat mogelijk is. De methodiek die daarvoor voorgesteld wordt, de backloglengthcontrol, zal allereerst uitgelegd worden. Vervolgens wordt per beslisfunctie aangegeven op welke wijze de beheersing plaatsvindt.

4.5 Backloglengthcontrol

Op elk niveau moet er een afstemming plaatsvinden tussen de orders en de productiecapaciteit. Het is noodzaak dat er een realistische afstemming wordt gemaakt, d.w.z. dat de opgestelde plannen ook realiseerbaar zijn. Het is dus nodig dat elke beslisfunctie een goed beeld heeft van de mogelijkheden en de beperkingen die er voor de andere beslisfuncties gelden. De operationele beperkingen die zijn opgesteld per PE, hebben voornamelijk betrekking op de interactie van Werkorderuitgifte en PE beheersing. Om ervoor te zorgen dat tussen alle beslisfuncties een goede afstemming kan plaatsvinden zal de volgende methodiek worden voorgesteld. Deze methodiek is ontleend aan Hendry [5] en is erop gericht om de levertijd naar de klanten en de doorlooptijd in de productie te beheersen door een goede afstemming tussen de orderstroom en de productiecapaciteit. Deze methodiek staat bekend onder de naam Backloglengthcontrol en maakt gebruik van hiërarchische input/output control.

Hiërarchische Input/output control

Deze methodiek zegt dat de input (vrij te geven orders) in een productiesysteem (zoals een PE) simultaan beheerst moet worden met de output, capaciteit. De geplande input moet kleiner of gelijk zijn aan de output om de situatie te beheersen. Deze functie wordt vaak uitgevoerd door de werkorderuitgifte die de orders vrijgeeft aan de PE's. Orders worden vastgehouden in een pool totdat de toestand van de PE het toelaat dat er een order vrijgegeven kan worden. Het beheersen van de tijd die een order doorbrengt in een PE is van groot belang. Het vertragen van orders door ze vast te houden in een pool zal niet leiden tot een verhoging van de totale orderdoorlooptijd. De tijd die een order doorbrengt in de pool zou anders worden doorgebracht in de wachtrijen van de bewerkingsplaatsen [Shimoyashiro et al in Hendry,5]. Om dit te bereiken is het ook nodig om de orders die in de pool terecht komen te beheersen, als dit niet gedaan wordt kan er onvoldoende capaciteit zijn om de orders uit te voeren. Daarom is het ook nodig de klantenorders af te stemmen met de productiecapaciteit. Dit is eerder naar voren gekomen in de functie Klantorderplanning. Deze hiërarchische input/output-control wordt weergegeven in figuur 11.



Figuur 11. Het hiërarchische input/output model.

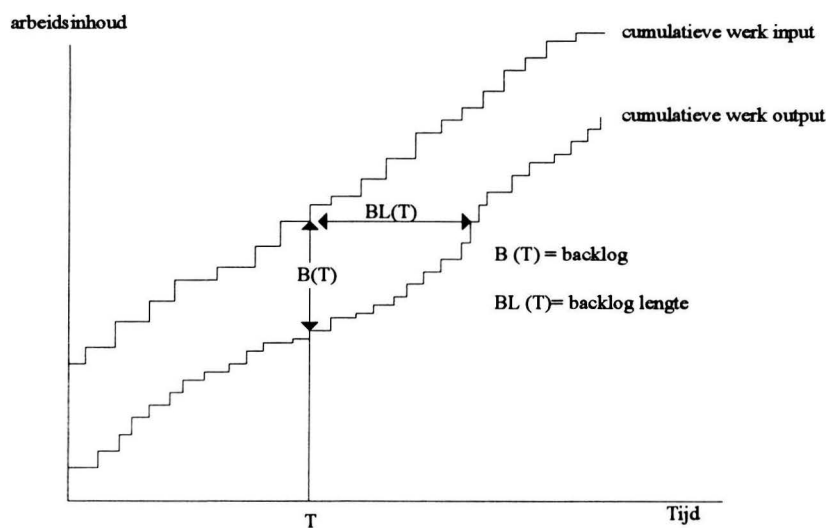
Deze figuur laat de samenhang zien tussen de beslisfuncties Klant Order Planning (KOP) en Werk Order Uitgifte (WOU). Daarin is te zien dat de KOP rekening houdt met het niveau van orders die nog vrijgegeven moeten worden (pool) hefboom 1 en de productiecapaciteit, hefboom 3. De werkorders worden vrijgegeven afhankelijk van het niveau van de orders in de pool, hefboom 2. De productie is nog verder uitgewerkt, hierin is de relaties van de diverse PE's te zien. Voor het overzicht zijn voor de assemblage twee PE's in de figuur weergegeven.

De wijze waarop deze input/output control plaatsvindt is met behulp van de backloglengthcontrol. De input bestaat uit de backlog en omvat de orderstroom die nog niet verwerkt is, het systeem nog niet verlaten heeft en betreft voor het totale productiesysteem:

- potentiële klantorders
- overeengekomen klantorders die wachten op materiaal
- vrij te geven klantorders
- vrijgegeven klantorders
- onderhanden werk
- voorraden

Aangezien voorraadvorming ook zal optreden om een goede capaciteitsbezetting mogelijk te maken en er alleen op order geproduceerd wordt, wordt voorraad ook gezien als een vorm van onderhanden werk; deze is direct aanwendbaar. De output bestaat uit aanwezige capaciteit en wordt aangeduid met het beschikbaar aantal uren. Naast mancapaciteit is dus ook voorraad een vorm van output. Deze dubbelfunctie van voorraad (zowel input als output) maakt het duidelijk dat het een vorm is van buffer; direct aanwendbare output. Dit maakt het makkelijker om een goede capaciteitsbelading mogelijk te maken.

De afstemmingswijze van input/outputcontrol kan op verschillende manieren plaatsvinden. Bij de backloglengthcontrol is door de in- en output simultaan te bekijken, op deze wijze kan men gebruik maken van de flexibiliteit van de PE's. De cumulatieve input (backlog) wordt in één figuur (figuur 12) uitgezet tegen de cumulatieve geplande output (capaciteit).



figuur 12 De backloglengthcontrol

Wat er dan in veel methodieken gedaan wordt is dat het verschil tussen deze twee, de backlog (in de figuur aangeduid met de verticale pijl) op een constant niveau wordt gehouden. Dit kan in het geval wanneer de beide lijnen ongeveer constant zijn. Gezien de dynamische toestand van Novatronics zal dat niet het geval zijn. Wat de methodiek van de backloglength propageert is dat de backloglength op een constant niveau gehouden moet worden. Dit geeft de tijdsduur aan waarin al het uitstaande werk geproduceerd kan worden. Op deze manier wordt de input en de output simultaan afgestemd. De hiërarchie van de backlogs is nu zodanig dat de KOP deze methodiek gebruikt voor het totale systeem en de WOU voor de PE's.

Hiervoor worden er drie niveaus van backlogs geïntroduceerd:

- Totale backlog
- Geplande backlog
- Vrijgegeven backlog

4.5.1 Totale backlog

Op het hoogste niveau van de hiërarchie van backlogs staat de totale backlog. Deze bestaat uit alle orders welke door de productie geproduceerd worden of gaan worden, en omvat:

- potentiële klantenorder
- bevestigde klantenorders
- klantenorders die vrijgegeven kunnen worden
- vrijgegeven orders
- onderhanden werk
- voorraden

De totale backlog kan berekend worden voor de productie als geheel of voor een individuele machine. Een order maakt deel uit van de totale backlog voor die machine vanaf het moment dat het als potentiële klantenorders is ontvangen, tot het moment dat de order is verwerkt door die machine.

4.5.2 Geplande backlog

De geplande backlog is het tweede niveau in de keten. Het omvat:

- klantenorders die vrijgegeven kunnen worden
- vrijgegeven orders
- onderhanden werk
- voorraden

Deze backlog zegt iets over het werk wat op korte termijn door de productie, PE of individuele machine nog verwerkt moet worden.

4.5.3 Vrijgegeven backlog

Dit laatste niveau geeft aan welke orders al vrijgegeven zijn en bestaat uit:

- vrijgegeven orders
- onderhanden werk
- voorraden

Een order die vrijgegeven kan worden, komt pas uit het systeem, is beschikbaar om uit te leveren aan de klant, wanneer de vrijgegeven backlog is verwerkt. Dit geeft dus een tijdsindicatie wanneer een order vrijgegeven moet worden.

4.6 Backloglengthcontrol en de beslisfuncties

In de vorige paragraaf is de methodiek besproken waarmee de orderstroom en de productiecapaciteit afgestemd kan worden. In deze paragraaf zal beschreven worden hoe de functies gebruik kunnen maken van deze methodiek om een goede productiebeheersing te realiseren.

4.6.1 Klantorderplanning

Zoals eerder is gezegd is het doel van deze functie om de toekomstige orderstroom af te stemmen met de productiecapaciteit. Deze afstemming vindt plaats door gebruik te maken van de totale- en de geplande backlog. De geplande backlog geeft inzicht op welk tijdstip de geaccepteerde orders aan de WOU vrijgegeven kunnen worden, waarbij de geplande backloglength als stuurparameter optreedt. Voor het accepteren van de potentiële klantenorders wordt zowel gekeken naar de totale backlog als de geplande backlog. Dit is van belang om een niet te scheve verdeling te krijgen van de orders. Voorbeeld: Situatie 1. In deze situatie zijn er veel orders in het systeem maar die wachten grotendeels op materiaal. De geplande backloglength is dus vrij laag.

Situatie 2. Het totaal aantal orders is evenveel als in situatie 1 maar deze orders betreffen voornamelijk vrij te geven orders.

In beide situaties kan de totale backloglength evengroot zijn, alleen de verdeling van de orders is niet evenredig. In het eerste geval zal men veel eerder besluiten tot het niet accepteren, of uitbesteden, van orders dan in de tweede situatie.

De klantenorders worden ingepland door per PE te kijken naar het verloop van de backloglength. Door capaciteitsmaatregelen en voorraadop-/afbouw kan dan gezorgd worden dat de backloglength binnen de vastgestelde grenzen blijft. Daarbij is het van belang om ervoor te zorgen dat de grenzen van de PE in-/onsertion zeker niet overschreden worden, aangezien deze 'leveranciers' is voor de gehele assemblage-afdeling. Indien de grenzen overschreden worden en er moet met de planning op produktniveau geschoven worden, kan men nu afwegen welke order voor welk produkt men naar achteren wil schuiven. Onderstaand voorbeeld illustreert een mogelijke klantenorderplanning voor een PE.

Voor een PE gelden de volgende gegevens:

Vrijgegeven werk: 200 uur

Onderhanden werk: 750 uur

De initiële backlog is dus $200 + 750 = 950$ uur.

Het voorzien capaciteitsverloop (C_i) per week is als volgt (na week 10 is de cap. 200 uur)

week 1	week 2	week 3	week 4	week 5	week 6	week 7	week 8	week 9	week 10
220	180	200	220	200	180	200	200	210	190

De backloglength is gesteld op maximaal 5 weken. De backloglength op tijdstip 1 wordt als volgt berekend:

Verminderen capaciteit:	Gecummuleerde Backloglength
$B_i = B_{i-1} - C_i$	
$B_1 = B_0 - 220 = 900 - 220 = 680$	Bl = 1
$B_2 = 680 - 180 = 500$	Bl = 2
$B_3 = 500 - 200 = 300$	Bl = 3
$B_4 = 300 - 220 = 80$	Bl = 4
$B_5 = 80 - 80 = 0$	Bl = 4 + $80/180 = 4,44$

De backlog komt in periode 5 onder de nul en de backloglength voor periode 1 is 4,44. Dit wil zeggen dat het werk wat aanwezig is in periode 1 in 4,44 weken afgehandeld kan worden met de geplande capaciteit. Met dit algoritme kan per periode de backloglength worden berekend en zo de ordervrijgavemomenten. Door de backloglength als stuurparameter te hanteren wordt snel duidelijk waar maatregelen genomen moeten worden.

In de volgende tabel is een denkbeeldig vrijgavepatroon vastgesteld.

week	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
geplande input		210	230		230	210	230	210	240		
geplande output		220	180	200	220	200	180	200	200	210	190
backlog	950	940	990	790	800	810	860	870	910	700	510
backloglength		4,40	4,80	5	4	4,10	4,10	4,30	4,40	4,60	3,50

Vervolgens komt er een vraagwijziging voor de orders in week 4 en 5.

- Order week 4 van 230 naar 320
- Order week 5 van 210 naar 280
-

Het ordervrijgavepatroon komt er dan als volgt uit te zien:

week	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
geplande input		210	230		320	280	230	210	240		
geplande output		220	180	200	220	200	180	200	200	210	190
backlog	950	940	990	790	890	970	1020	1030	1070	860	670
backloglength		4,40	4,80	5	4	4,90	5,10	5,10	5,20	5,40	4,30

Door deze orderwijzigingen komt de backloglength boven de toegestane 5 weken. Als er niets zou gebeuren, kan dit leiden tot te late leveringen aan de klant. De mogelijkheden die men heeft zijn het uitbreiden van de capaciteit en het wijzigen van het vrijgavepatroon. Een voorbeeld van deze eerste mogelijkheid zou tot de onderstaande situatie kunnen leiden. De capaciteit in de weken 6,7 en 8 is verhoogd.

week	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
geplande input		210	230		320	280	230	210	240		
geplande output		220	180	200	220	200	220	210	220	210	190
backlog	950	940	990	790	890	970	980	980	1,000	790	600
backloglength		4,40	4,80	5	4,80	4,20	4,60	4,80	4,80	5	4

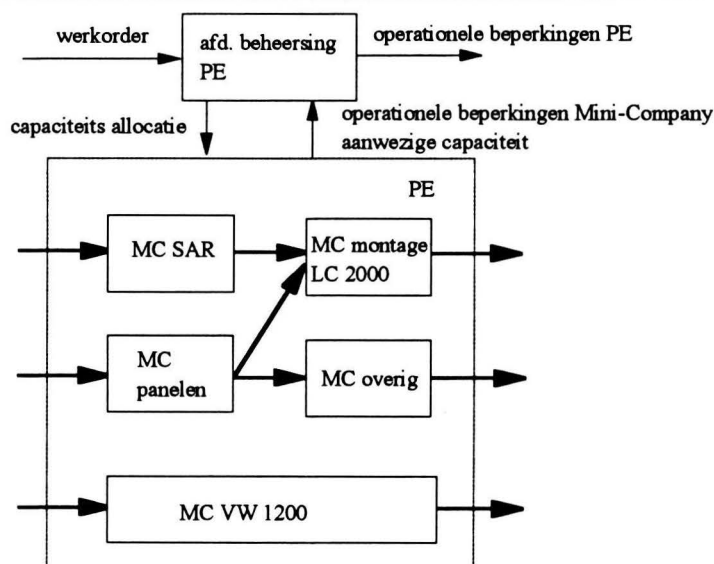
4.6.2 Werkorderuitgifte

De werkorderuitgifte bepaald het vrijgavemoment van de werkorders die vrijgegeven kunnen worden. De orders die vrijgegeven kunnen worden zijn bepaald door de klantorderplanning. Afhankelijk van het verloop van de vrijgegeven backlog, het vrijgavepatroon en de vrijgegeven backloglength kan werkorderuitgifte bepalen tot uitgifte van een order. Bij het vrijgeven van de orders moet ook op de operationele beperkingen worden gelet van de PE's. Een gedeelte van deze operationele beperkingen, zoals doorlooptijd en capaciteit zit al verwerkt in de vrijgegeven backloglength.

4.6.3 PE beheersing

Deze functie is ervoor verantwoordelijk dat voldaan wordt aan de afspraken, werkorders, met de beschikbare middelen. De beschikbare middelen staan verwoord in de operationele beperkingen. Het is daarom noodzakelijk dat deze kloppend zijn en gehouden worden. Voor het beheersen, leiden van werknemers zijn diverse technieken te hanteren. In het kader van mijn onderzoek wil ik daar niet verder op ingaan. Wat ik hier wel wil behandelen voor deze beslisfunctie is het concept van de Mini-Companies. Voor het idee en de oorspronkelijke bedoeling van de invoering hiervan verwijs ik naar de bijlage 7. Zoals in de bijlage beschreven zijn de Mini-Companies ingevoerd als managementtool om de betrokkenheid van de produktiemedewerkers en het potentieel daarvan te verhogen en beter aan te kunnen wenden. Bij het opstellen van de Mini-Companies kunnen dezelfde overwegingen gehanteerd worden als bij het opstellen van de PE's. De Mini-Companies vormen dan (een onderdeel van) de PE's.

De leiding van een PE ziet de Mini-Companies als deelsystemen waarmee afspraken gemaakt worden (net als de afspraken tussen de PE's en de hogere beslisfuncties) en randvoorwaarden gesteld worden (vergelijk Operationele beperkingen) waarbinnen zij dienen te werken en de beslissingsvrijheid krijgen het werk volgens eigen inzicht te regelen. Deze zijn dan inpasbaar en komen overeen met de operationele beperkingen en doelstellingen van de PE als geheel. De PE beheersing staat weergegeven in figuur 12



Figuur 12. De afdelingsbeheersing van de Produktie-Eenheid

4.7 Resultierend productiebeheersingssysteem

Het PBS wat is opgesteld moest een afstemming mogelijk maken tussen de goederenstroom en de produktiecapaciteit. Daartoe is een decompositie gemaakt in beslisfuncties en een hiërarchische afstemmingsmethodiek tussen de produktiecapaciteit en de orderstroom voorgesteld. Het nieuwe systeem is ontworpen aan de hand van algemene ontwerp-principes, maar met inachtneming van de specifieke situatie zoals deze voor Novatronics geldt. Het is meer een structuur voor een beheersingssysteem, dat wil zeggen welke functies moeten er worden onderscheiden en welke parameters zijn van belang. Verder is aangegeven welke operationele beperkingen er per PE van belang zijn. De invulling van het systeem, dat wil zeggen het vaststellen van de parameters en het specificeren van de operationele beperkingen zal nog moeten plaatsvinden. Wel is aangegeven op basis van welke gegevens de beslissingen genomen moeten worden. Daarbij komt naar voren dat er gepland, gestuurd moet worden op basis van de capacitatieve mogelijkheden en beperkingen, iets wat tot nog toe niet of nauwelijks plaatsvond. Voor het beheersen van de levertijden en de leverbetrouwbaarheid naar de klanten wordt gewerkt met een hiërarchisch beheersinstrument, de backloglengthcontrol. Deze zorgt ervoor dat er voldoende capaciteit aanwezig is om de klantenorders tijdig te verwerken. Voor de detailbeheersing is het concept van de Mini-Companies aangegeven en de rol die zij kunnen spelen voor de productiebeheersing.

Hoofdstuk 5 Evaluatie van het nieuwe systeem

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal een evaluatie gemaakt worden van het nieuwe PBS door een vergelijking met het huidige PBS te maken. Vervolgens zal aandacht besteed worden aan de verbeteringen die er te voorzien zijn ten opzichte van de in paragraaf 2.4 vermelde knelpunten. Tenslotte wordt ingegaan op de benodigde maatregelen om het nieuwe systeem in te voeren.

5.2 Huidig versus nieuw productiebeheersingssysteem

Bij het vergelijken van het oude en nieuwe systeem vallen een aantal zaken direkt op, dit zijn de opdeling van de produktie in produktie-eenheden en de werkwijze van de beslisfuncties. Deze worden achtereenvolgens besproken

5.2.1 *Opdeling in produktie-eenheden*

In de huidige situatie zijn er twee afdelingen die worden onderscheiden, namelijk de afdeling in-/onsertion en de afdeling assemblage. Het verschil tussen een afdeling en een PE lijkt op het eerste gezicht niet zo groot. Het grote verschil is dat in de huidige situatie een afdeling alleen zo wordt gezien uit organisatorisch oogpunt en niet uit produktiebeheersings oogpunt. In de huidige situatie worden deze twee afdelingen uit het oogpunt van de produktiebeheersing niet als afzonderlijk onderkend, zij zijn dus ook niet ontkoppeld. Het eerste verschil is dan ook dat er in de nieuwe situatie wel een ont koppeling tot stand is gebracht, wat de interne beheersing van een PE ten goede komt. Er zijn ook betere afspraken te maken omdat de verantwoordelijkheden van beide kanten, werkorderuitgifte en PE beheersing, goed afgebakend zijn. Door deze ont koppeling zullen de verstoringen die optreden niet zo erg doorwerken als in de huidige situatie, omdat deze beter op te vangen zijn.

De afdeling assemblage is op een andere wijze dan voorheen opgedeeld. In de huidige opsplitsing is deze ook van puur organisatorische aard en wordt er niet gekeken naar de eisen die vanuit de produktiebeheersing worden gesteld. Het nieuwe systeem doet dat zeer duidelijk wel. Hierdoor is er per PE een beheersingswijze mogelijk die het beste aansluit op de eigenschappen van de PE zelf. Hierdoor is het ook mogelijk om de PE batch en de PE continu anders te beheersen; iedere PE heeft zijn eigen specifieke operationele beperkingen.

De voordelen van het opdelen van de produktie in produktie-eenheden zijn de vereenvoudiging van de complexiteit, omdat de onderlinge relaties tussen PE's duidelijk zijn geworden en omdat de specifieke eisen per PE goed in beeld gebracht kunnen worden. Naast deze vereenvoudiging is ook een reductie van onzekerheid gecreëerd vanwege de ont koppeling tussen de PE in-/onsertion en de PE's assemblage.

5.2.2 *Werkwijze van de beslisfuncties*

Het soort van beslissingen wat genomen moet worden is gelijk voor de beide systemen, alleen de wijze waarop en de hulpmiddelen waarmee deze genomen worden zijn wezenlijk verschillend. In de huidige situatie is er geen terugkoppeling wat er capacitatief ook daadwerkelijk mogelijk is of een signalering waar de produktieplanning niet haalbaar is. Verder is er ook geen instrument wat de doorlooptijden probeert te beheersen en wordt er bij de planning geen rekening gehouden met het onderhanden, al vrijgegeven, werk. De planningswijze van het nieuwe systeem met de backloglengthcontrol tracht dit op te lossen. Deze methodiek is erop gericht om de doorlooptijden te beheersen, houdt rekening met de orders die al zijn vrijgegeven en geeft een direkt verband tussen de orderstroom en de benodigde capaciteit. Met deze methodiek zal in een eerder stadium inzicht worden verkregen

over eventuele knelpunten. Ook bij het maken van een herplanning geeft deze methodiek snel een inzicht in de gevolgen van deze herplanning.

De werkwijze van de beslisfuncties in het nieuwe systeem maakt het mogelijk om een realistischere planning te maken en een goed inzicht in de gevolgen bij een herplanning. Een ander voordeel van de nieuwe werkwijze is dat de Mini-Companies bij de produktieplanning worden betrokken. Dit komt een nauwere betrokkenheid van de produktiemedewerkers ten goede en geeft nog meer inhoud aan het ontwikkelde concept.

5.3 Verwachte resultaten ten aanzien van de huidige knelpunten

De huidige knelpunten die optreden en vermeld staan in paragraaf 2.4 zijn:

- lange levertijden
- hoge leveronbetrouwbaarheid
- ontbreken van inzicht in de mogelijkheden van de produktieafdeling
- geringe flexibiliteit bij het maken van een herplanning
- grote vraagonzekerheid
- onvermogen om een goede capaciteitsplanning te maken
- inefficiënte produktie
- CLIP/CVP

Deze zullen achtereenvolgens besproken worden.

- **Lange levertijden:** het nieuwe systeem richt zich op de beheersing van de goederenstroom binnen Novatronics en niet op de materiaalaanvoer. Verbeteringen zijn hier niet te verwachten.
- **Hoge leveronbetrouwbaarheid:** deze zal in eerste instantie niet worden teruggebracht, maar men is wel beter in staat om deze onbetrouwbaarheid op te vangen en de gevolgen van te late leveringen in kaart te brengen. Daarmee kunnen gerichte stappen ondernomen worden om deze leveronbetrouwbaarheid terug te dringen.
- **ontbreken van inzicht in de mogelijkheden van de produktieafdeling:** met behulp van de methodiek van de backloglengthcontrol en van de operationele beperkingen per PE zal er een beter inzicht ontstaan in de mogelijkheden en de beperkingen van de produktieafdeling.
- **geringe flexibiliteit bij het maken van een herplanning:** dit heeft betrekking op de batchproduktie waar met het huidige systeem orders werden gepland zonder dat gekeken werd naar capaciteiten die gelijktijdig voor twee orders nodig waren. Men kon dan niet omschakelen naar een ander produkt omdat deze order nog niet vrijgegeven was. Het nieuwe systeem tracht dit te voorkomen door de opgestelde operationele beperkingen, waaruit duidelijk moet worden welke orders niet gelijktijdig gemaakt kunnen worden.
- **grote vraagonzekerheid:** de vraagonzekerheid zelf zal niet afnemen, maar de mogelijkheid om op deze vraagveranderingen in te spelen is toegenomen. Door het verhoogde inzicht in de gevolgen van een vraagwijziging kan er ook een verbeterde communicatie naar de klant toe plaatsvinden. Bijvoorbeeld over afspraken over de te leveren typen. Een mogelijkheid is om per type produkt maximaal een order te accepteren, de orders van hetzelfde type worden dan over de gehele maand samengevoegd.
- **onvermogen om een goede capaciteitsplanning te maken:** het nieuwe systeem is erop gericht om dit te verbeteren en met behulp van het nieuwe systeem zal een capaciteitsplanning beter gemaakt kunnen worden.
- **inefficiënte produktie:** door de verbeteringen die hierboven vermeld staan en vooral door de mogelijkheid om een capaciteitsplanning te maken zal de efficiency van de produktie toenemen.

- **CLIP/CVP:** door de mogelijkheid om een realistischere productieplanning op te stellen zal de CLIP/CVP toenemen, dit komt ook de leverbetrouwbaarheid naar de klant ten goede.

5.4 Invoering van het nieuwe systeem

Het invoeren van een nieuw PBS heeft vele consequenties. Naast de verbeteringen die al eerder aan bod zijn gekomen, wordt in deze paragraaf ingegaan op de punten die van belang zijn om het nieuwe systeem te kunnen implementeren. Dat wordt besproken aan de hand van de punten: capaciteitsmodel, parameters, operationele beperkingen, integratie met het huidige systeem en organisationele veranderingen.

5.4.1 Capaciteitsmodel

Om goed gebruik te kunnen maken van de methodiek van de backloglengthcontrol is een goed capaciteitsmodel onontbeerlijk. Dit capaciteitsmodel zal de relatie moeten kunnen aangeven tussen de ordergrootte en het capaciteitsbeslag voor de PE. Het is nodig dat zowel de orders als de capaciteit van de PE in een gelijke noemer, namelijk uren, kan worden uitgedrukt. Het zal dus ook nodig zijn om van een PE aan te kunnen geven bij welke bezetting, aantal medewerkers, welke output verwacht kan worden. Ook de verschillen tussen de produkttypen moeten goed in kaart worden gebracht. Wat dan resulteert is een model wat voor een order kan aangeven hoeveel capaciteitsuren nodig zijn om deze te verwerken en om de bezetting van een PE uit te kunnen drukken in capaciteitsuren.

5.4.2 Parameters

De parameters die gehanteerd worden voor de productiebesturing zullen vastgesteld moeten worden. Het betreft de parameters als de backloglength voor de drie eerdergenoemde backlogs en de productieprestatie, zoals de CLIP en CVP. Het opstellen van deze parameters is een beslissing die op hoog niveau gemaakt moet worden omdat hier vastgelegd wordt welke prestaties Novatronics wil nastreven en dit heeft een strategisch belang in verband met de concurrentiepositie die het wil innemen.

5.4.3 Operationele beperkingen

Teneinde het systeem in te voeren zullen de operationele beperkingen die voor de diverse PE's gelden in kaart moeten worden gebracht

5.4.4 Integratie met het huidige systeem

Dit punt betreft de gevolgen voor het geautomatiseerde gedeelte van het huidige systeem van MAX. Het zal duidelijk zijn dat de gehele productiebesturing niet plaats kan vinden binnen MAX. Daarvoor zal een aparte planningsmodule gebouwd moeten worden. De materiaal aanvoer kan nog wel plaatsvinden met dit systeem. Dat geldt dan alleen voor de aanvoer van de inkoopdelen. De aanvoer door de bandbevoorraders vond plaats door pick orders die door MAX gegenereerd werden, de orders kunnen nog steeds door dit systeem gemaakt worden, de timing ervan ligt aan de functie WOU en PE beheersing. De benodigde pickorders voor de materialen kunnen afgegeven worden aan elke PE, die op zijn beurt de materiaalbevoorraders de opdracht geeft op het moment dat er vraag naar de materialen optreedt. De registratie van de voortgang van de productie ten behoeve van de financiële registratie zal dan ook anders moeten plaatsvinden.

5.4.5 Organisatorische gevolgen

De organisatorische gevolgen voor de productieafdeling hoeven niet zo groot te zijn, omdat het concept van de Mini-Companies is ingebed in het nieuwe PBS. Alleen het samenstellen van de Mini-Companies zal wijzigen. Het opdelen in PE's zal dan makkelijker geaccepteerd kunnen worden omdat de overeenkomsten met de Mini-Companies vrij groot zijn. Het nieuwe

systeem vergt wel een heel andere manier van plannen en zal voor met name de afdeling Materials management voor de nodige veranderingen zorgen. Daarom is het nodig om voor het nieuwe systeem ingevoerd kan worden de opzet van het systeem goed door te spreken en commitment te krijgen voor de nieuwe werkwijze.

5.5 Samenvatting

In dit hoofdstuk is een vergelijking gemaakt tussen het huidige PBS en het nieuw ontworpen systeem. Daarbij zijn de verschillen tussen de afdelingen en de opdeling in PE's en de werkwijze naar voren gekomen. Deze veranderingen moeten ertoe leiden dat een aantal knelpunten zoals het ontbreken van inzicht in de mogelijkheden van de produktie en de lage prestaties van de produktieafdeling (lage CLIP) opgelost kunnen worden. Tevens zijn de punten aan de orde gekomen wat er nog gedaan moet worden om het systeem in te voeren en waar men aandacht moet besteden bij invoering van het systeem.

Hoofdstuk 6 Conclusies en Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de conclusies getrokken en de aanbevelingen gemaakt op basis van de bevindingen die in de voorgaande hoofdstukken zijn beschreven en door de indrukken die zijn opgedaan gedurende de periode waarin ik werkzaam ben geweest bij Novatronics.

6.1 Conclusies

Alvorens over te gaan tot het trekken van de conclusies volgt eerst de opdrachtformulering:

Het opstellen van een productiebeheersingssysteem, voor produkten die de DR gepasseerd zijn, waarmee een goede afstemming mogelijk gemaakt wordt tussen de orderstroom en de productiecapaciteit.

1. Nieuw productiebeheersingssysteem maakt goede afstemming mogelijk

Het nieuw ontworpen PBS maakt een goede afstemming tussen de orderstroom en de productiecapaciteit mogelijk. Deze afstemming wordt mogelijk gemaakt door de grotere inzichtelijkheid die optreedt door de decompositie van de productie in de Productie-Eenheden en door de hiërarchische afstemming van de orderstroom en de productiecapaciteit middels de backloglengthcontrol.

2. Kwantitatieve toetsing moet nog plaatsvinden.

Het is nog niet mogelijk geweest om het nieuwe systeem kwantitatief te toetsen. Dit komt omdat er nog een aantal stappen uitgevoerd moet worden alvorens het systeem ingevoerd kan worden. Deze stappen staan vermeld in paragraaf 5.4. Er zijn op dit moment onvoldoende en ontoereikende gegevens, waardoor de toetsing niet mogelijk is geweest. Een voorbeeld van de ontoereikende gegevens staat in onderstaande tabel. Hieruit blijkt dat de voorgecalculeerde gegevens geen goed beeld geven van de werkelijke situatie. Het is eerst nodig om deze gegevens op een betrouwbaar niveau te krijgen alvorens het nieuwe systeem getoetst kan worden.

<i>Fuji I</i>			<i>Fuji II</i>				
<i>week</i>	<i>geplande tijd (min.)</i>	<i>werkelijke tijd (min.)</i>	<i>overschrijding (%)</i>	<i>week</i>	<i>geplande tijd (min.)</i>	<i>werkelijke tijd (min.)</i>	<i>overschrijding (%)</i>
14	3849	6175	60	14	4937	5325	8
15	3262	6345	95	15	5261	7625	45
16	2950	4630	57	16	4282	5170	21
17	2954	5640	91	17	4040	4650	16
18	3703	7620	106	18	6120	7830	28
19	3852	7300	90	19	3839	5460	42
20	5017	6785	35	20	3831	5415	41
21	2209	4155	88	21	3266	4333	33

6.2 Aanbevelingen

1. Invoeren nieuw systeem

Het nieuwe systeem dient bij Novatronics ingevoerd te worden om een goede produktiebeheersing mogelijk te maken. Om deze invoering mogelijk te maken moeten de volgende vier stappen uitgevoerd worden:

- 1 Opstellen van de PE op basis van de Mini-Companies: de Mini-Companies moeten zodanig gevormd worden dat zij de PE vormen of een deel uitmaken van de PE. Bij het vormen van de Mini-Companies moet er rekening gehouden worden met de eisen die er aan de verschillende PE's zijn gesteld.
- 2 Opstellen van de operationele beperkingen; na de vorming van de Mini-Companies, moet in overleg en in samenwerking met deze Mini-Companies de geldende operationele beperkingen opgesteld worden.
- 3 Opstellen van het capaciteitsmodel: teneinde de methodiek van de backloglengthcontrol te kunnen hanteren moet op basis van de operationele beperkingen en de produktkenmerken het capaciteitsmodel worden opgesteld. Dit model geeft de capacitatieve belading van een order weer per PE en de capacitatieve mogelijkheden van diezelfde PE's
- 4 Opstellen van de parameters: als laatste stap moeten de logistieke parameters worden opgesteld, het betreft parameters als doorlooptijd, leverbetrouwbaarheid, voorraadniveau's e.d.

2. Onderzoek naar de aanvoerkant

Het nieuwe systeem heeft geen methodiek om de situatie aan de leverkant te verbeteren. Deze verbetering is wel noodzakelijk. Er dient een onderzoek te komen naar de levertijden en de leveronbetrouwbaarheid van de leveranciers.

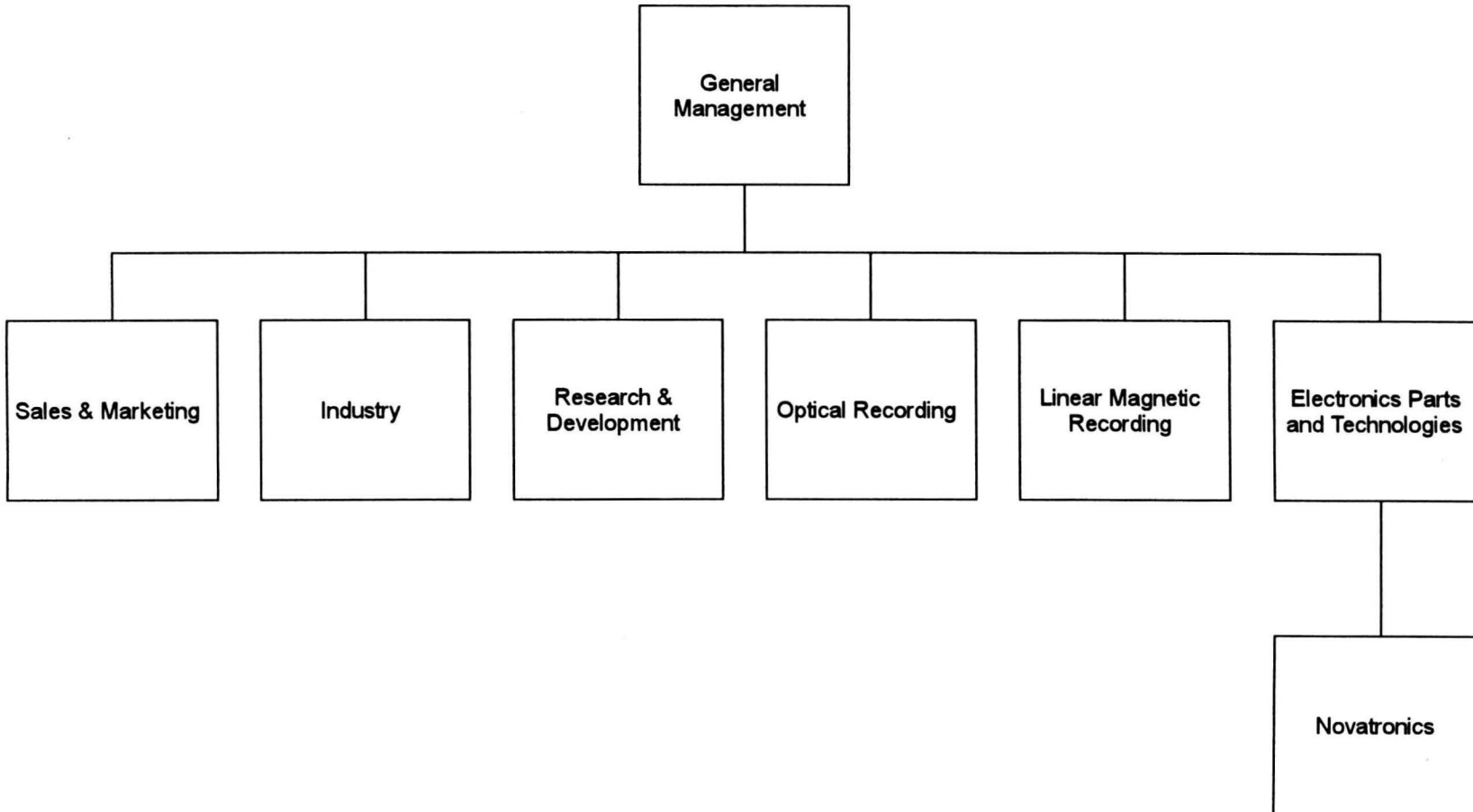
3. Afstemming van de projekt- en de produktiefase

Tijdens de projektfase worden de specificaties van het produktieproces vastgelegd. Deze specificaties leggen voor een groot deel de operationele beperkingen vast. Door in de projektfase al een inventarisatie te maken wat de operationele beperkingen zijn van een bepaalde inrichting van het produktieproces en een afstemming hiervan met de produktie-afdeling, zijn de eisen en wensen van de produktie beter te betrekken in de projektfase. Er dient ook aandacht besteed te worden aan de lijnbalancerings. Afhankelijk van het produktie-aantal en de bezetting van de produktielijn wordt er een zekere efficiëntie gehaald. Bij het inrichten van het produktieproces moet bekeken worden welke produktie-aantallen een goede efficiency mogelijk maken. Deze aantallen kunnen dan ook onderdeel uitmaken van de operationele beperkingen in die zin dat er een voorkeur bestaat om de produktie-aantallen te produceren die een hoge efficiency opleveren.

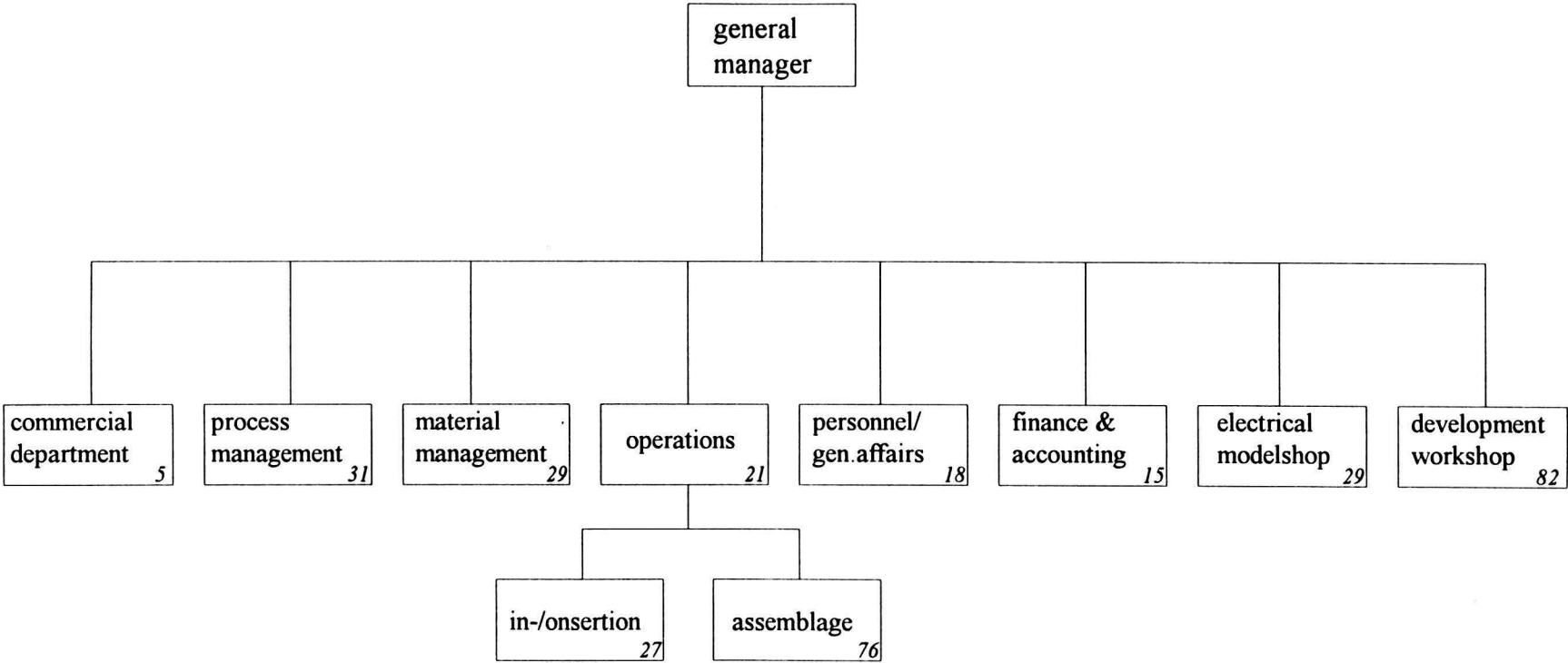
Literatuurlijst

- [1] Bertrand, J.W.M., J.C. Wortmann, J. Wijngaard, (1989), *Production Control - A structural and design oriented approach*, Elsevier, Amsterdam.
- [2] Bertrand, J.W.M., J.C. Wortmann, J. Wijngaard, (1990), *Productiebeheersing en material management*, Stenfert Kroese, Leiden.
- [3] De Toni A. , Panizzolo R. *Operations Management Techniques in Intermittent and Repetitive Manufacturing: A Conceptual Framework*, *Journal of Operations Management Techniques*, vol 13
- [4] Hendry, L.C. and Kingsman, B.G., (1989), *Production Planning Systems and their applicability to Make-to-order Companies*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 40 No. 1, pp. 1-15
- [5] Hendry, L.C., *A Decision Support System to Manage Delivery and Manufacturing Lead Times in Make-to-order Companies*, PhD Thesis, University of Lancaster, 1989.
- [7] Hill J. , Costa R. , Jardim E. Strategic capacity planning and production scheduling in jobbing systems, *Integrated manufacturing systems*, vol 3, nr. 3 pp. 22-25
- [8] Rijn Th. M.J. van (1985), *Producteren door Informeren*, Kluwer, Deventer.
- [9] Tatsiopoulos I.P., Some aspects of the input/output methods for managing work in process inventories, *Engineering Costs and Production Economics*, vol 15, pp. 235-239 (1988)
- [10] Wild Ray (1989), *International Handbook of Production and Operations Management*, Artillery House, London.
- [11] Suzaki, K, (1993) *The new shopfloor management, empowering people for continuous improvement*, The Free Press

Philips Key Modules



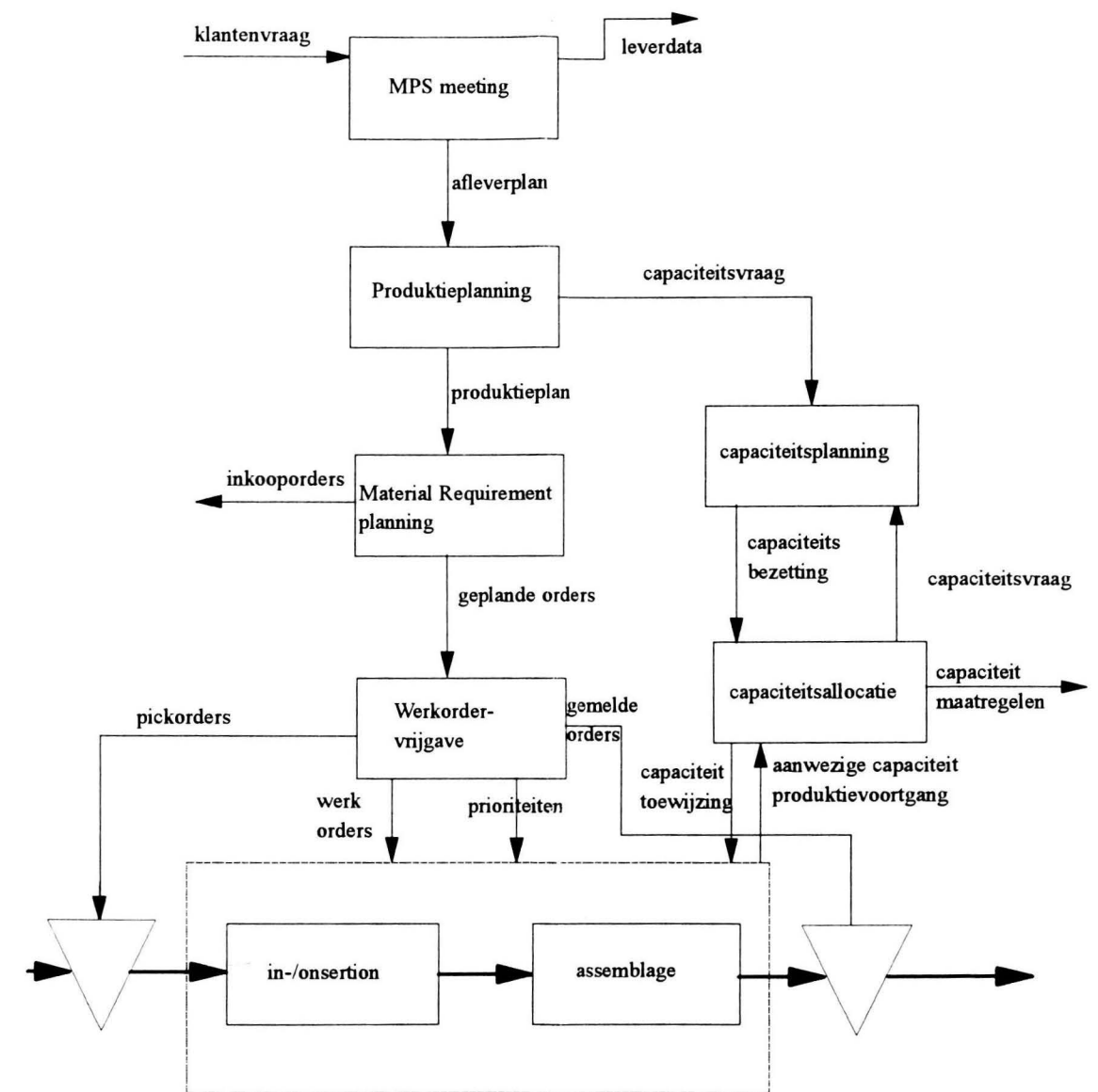
Philips Novatronics



Bijlage 2

Bijlage 3

Het huidige Productiebeheersingssysteem



N.B. Door het uitklappen van dit A-3 vel is het mogelijk om deze figuur bij de bijbehorende tekst te houden.

X1 kleur PLANNINGSDATUM	PERIODE																							
	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG				
JAN '94	460																							
FEB '94		400																						
MRT '94			400																					
APR '94				660																				
MEI '94					600																			
JUN '94						660																		
JUL '94							700																	
AUG '94								740																
SEP '94									1000															
OKT '94										1080														
NOV '94											1840													
DEC '94												1680												
JAN '95													1380											
FEB '95														1560										
MRT '95															1720									
APR '95																1300								
MEI '95																	1280							
JUN '95																		1380						
JUL '95																			1100					
AUG '95																				1540				
SEP '95																					1680			
OKT '95																						1740		
NOV '95																							1780	
DEC '95																							1830	
JAN '96																							1910	
FEB '96																							1830	
MRT '96																							1910	
APR '96																							1800	
MEI '96																							1780	
JUN '96																							2130	
JUL '96																							3210	
AUG '96																							3010	
SEP '96																							2970	

X2 zwart/wit PLANNINGSDATUM	PERIODE																							
	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB	MRT	APR	MEI	JUN	JUL	AUG				
JAN '94	2190																							
FEB '94		1690																						
MRT '94			1890																					
APR '94				1870																				
MEI '94					1480																			
JUN '94						1270																		
JUL '94							1280																	
AUG '94								1320																
SEP '94									1380															
OKT '94										1550														
NOV '94											1540													
DEC '94												1840												
JAN '95													1880											
FEB '95														1840										
MRT '95															1840									
APR '95																1840								
MEI '95																	1840							
JUN '95																		1840						
JUL '95																			1420					
AUG '95																				1320				
SEP '95																					1550			
OKT '95																						2330		
NOV '95																								
DEC '95																								
JAN '96																								
FEB '96																								
MRT '96																								
APR '96																								
MEI '96																								
JUN '96																								
JUL '96																								
AUG '96																								

produkt	materiaalgegevens				opbouw van de levertijden (% inkoopwaarde)				mat prijs		assemblage	proces
	Totaal # ond.	# vers. ond.	# leveranciers	# spec.	< 30 dagen	30<= <60 dagen	60 <= <90 dagen	>=90 dagen	guldens	productiewijze	arbeidsinhoud (fall-off
x1 b&w	302	123	41	13	.17	32.12	57.03	10.67	132,6	continu	9,42	
x1 color	767	195	51	54	35.21	8.16	42.75	13.88	234,34	continu	31,51	0,72206
x2 b&w	319	129	45	0	0	37.47	58.86	3.62	110,82	continu	20,74	0,883568
x2 color	797	208	54	51	0	43.40	47.47	8.83	302,79	continu	51,71	0,637146
gr2	611	241	40	83	1.57	25.87	58.83	13.73	108,63	batch	8,29	0,81653
fax	189	98	33	50	5.36	48.21	11.82	34.61	102,13	batch	11,02	0,9
suv1	519	132	32	28	0	33.91	57.41	8.68	147,37	continu	25,08	
suv 2	358	123	32	35	0	75.66	20.51	3.83	177,35	continu	8,24	
sud 1	273	89	26	25	0	78.80	9.69	11.51	104,55	continu	40	0,775647
sud 3	339	77	19	43	0	85.96	10.79	3.25	217,53	continu	40	
sup 2	149	56	13	120	0	90.43	6.14	3.43	91,97	continu	14	
cd eng	172	90	20	49	0.63	64.42	32.52	2.42	33,98	batch	5,4	0,894135
nedap	193	111	21	53	51.43	23.95	16.5	2.82	36,76	batch	6,4	0,94
alisun	232	78	28	43	4.71	83.29	11.76	0.24	92,7	batch	15,8	
hcs	74	40	19	19	0	91.95	4.31	3.74	45,81	batch	1,79	0,97
lc2000	2286	677	108	425	5.64	25.74	18.35	54.51	5017,84	continu	480	0,065525
krefeld	50	22	1	20	100					continu	1,6	
remlicht	97	70	19	34	11.98	64.38	19.49	4.15	33,47	continu	8,4	0,965374
ord										continu	1,3	
splitter	53	35	15	15	0	79.82	17.73	2.47	16,32	continu	5,47	
brugge	70	21	1	21						batch		

Bijlage 6

Theorie van de produktiebeheersing van Bertrand, Wijngaard en Wortmann (BWW)

BWW hebben een raamwerk voor het ontwerpen van een produktiebeheersingssysteem opgesteld om in staat te zijn een uitvoerige, begrijpbare set van organisatorische en operationele beslisfuncties vast te leggen die geïmplementeerd en gebudgetteerd kunnen worden. Er wordt een belangrijke nadruk gelegd op het ontwerpen van adequate organisatorische beslisfuncties. Hierbij wordt een hiërarchische aanpak voorgesteld om het management op de diverse organisatorische posities inzicht en eenvoudige stuurmiddelen te verschaffen op de betreffende situatie.

Het voorgestelde raamwerk propageert een hiërarchische aanpak van produktiebeheersing; het hele beheersingsprobleem moet gedecomposeerd worden in een aantal hiërarchisch geordende sub-problemen. Om dit te realiseren wordt er een drietal decomposities gemaakt. Deze decomposities zijn:

1. Goederenstroombeheersing en produktie-eenheid beheersing.

Onder produktie-eenheid wordt een gedeelte van de produktie verstaan die op korte termijn zelfstandig de beschikking heeft over de eigen resources en verantwoordelijk is voor een bepaalde set van produkten. Het totale produktiebeheersingsconcept wordt opgesplitst in: produktie eenheid beheersing per produktie eenheid; goederenstroombeheersing, die de outputs van de produktie eenheden coördineert en de afstemming verzorgt van produktie en verkoop.

Goederenstroombeheersing geeft werkorders vrij aan de PE's. Deze werkorders volgen het produktietraject waarvoor de PE verantwoordelijk voor is. Het gedrag van een PE wordt beschreven door de operationele beperkingen en omvat zaken als doorlooptijd, batching restrikties, minimale onderhanden werk, beschikbare capaciteit e.d. Deze operationele beperkingen van de PE beschrijven het model wat de goederenstroombeheersing gebruikt. Het model van de PE is een normatief model voor de twee partijen; voor de goederenstroombeheersing geeft het model aan dat de werkbelading een bepaald constant niveau dient te hebben en voor de PE geeft het aan dat de doorlooptijden gerealiseerd moeten worden.

2. Aggegrate produktie planning versus materiaal coördinatie

Op het goederenstroombeheersingsniveau kunnen we twee beheersingsaspecten onderscheiden:

coördinatie van stromen en niveaus op aggregaatsniveau;

gedetailleerde coördinatie, kijkend naar de individuele produkten.

Bij de aggegrate beheersing bestaan de beheersingsvariabelen uit de bottleneckcapaciteit, het produktie budget (aantrekken nieuw personeel, overwerk, ploegendienst), het budget voor voorraden, budget voor uitbesteden etc. Deze budgetten zullen voor de gedetailleerde coördinatie optreden als doelen, randvoorwaarden waarbinnen gewerkt dient te worden. De beheersingsvariabelen voor de gedetailleerde coördinatie is voornamelijk de vrijgave van werkorders (vrijgavemoment en de leverdatum).

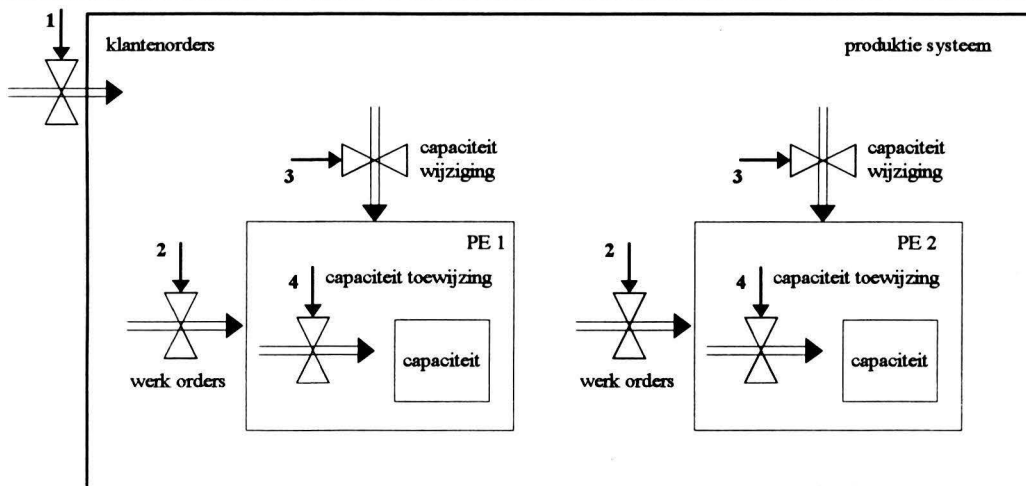
3. Coördinatie van productie en verkoop

Deze coördinatie is nodig zodat de productie tijdig kan reageren op veranderingen die optreden in de vraag en om een reeel beeld te schetsen aan de verkoop, zodat de (on)mogelijkheden van de productie in overweging genomen kan worden bij de overeenkomsten met de klant.

Wanneer de beheersingsstructuur duidelijk is geworden, is het mogelijk om aan te geven op welke wijze de beslissingen genomen kunnen worden. Dit betreft het opstellen van het beheersingssysteem. Bij het opstellen van het nieuwe productiebeheersingssysteem gaat het dan om de wijze waarop de volgende functies uitgevoerd moeten worden:

- 1 klantenorder acceptatie
- 2 werkorders vrijgeven
- 3 capaciteit wijzigen
- 4 capaciteit toewijzen

Dit productiebeheersingsprobleem staat weergegeven in figuur 1 .



figuur 1. Het productiebeheersingsprobleem.

Door het ontwerpen van de beheersingsstructuur aan de hand van deze principes, wordt een productiestructuur verkregen. Deze structuur bestaat uit een aantal productie-eenheden, waar elke PE een gedeelte van de productie voor zijn rekening neemt en waar de goederenstroombeheersing de coördinatie tussen PE's verzorgt. De afstemming tussen verkoop en productie moet ertoe leiden dat de coördinatie mogelijk wordt gemaakt.

Het onderscheiden van PE's

Een productie-eenheid is een specifiek deel van de productie, dat bepaalde gedeelte van het productieproces voor zijn rekening neemt. Een PE wordt gedefinieerd door de eindproducten die het voortbrengt en de bijbehorende produktiestappen, materialen en middelen. Elk capaciteitselement wordt enkel en alleen gebruikt ten behoeve van de werkorders die aan die PE zijn vrijgegeven. Dezelfde werkorder kan niet in verschillende PE's uitgevoerd worden, noch is het (idealiter) mogelijk dat er uitbesteed wordt tussen PE's.

Zelfbeschikking

Het onderscheiden van PE's vermindert de beslissingsvrijheid in het systeem. Op een bepaald moment worden capaciteiten eenduidig en permanent toegewezen aan de PE's. Aan de andere kant vermindert de complexiteit van het beslissingsprobleem en wordt de stabiliteit verhoogd. Een PE moet derhalve worden ingevoerd als het verlies in de beslissingsvrijheid wordt overtroffen door de verhoogde kwaliteit van de interne en externe besluitvorming. Een ideale PE is zelfbeschikkend vanuit een productie-oogpunt (hoe te produceren). Ook vanuit het productiebeheersingsoogpunt is de ideale PE zelfbeschikkend, echter er zijn meestal grenzen, beperkingen v.w.b. de hoeveelheid en timing van de productie. Deze beperkingen vormen de operationele beperkingen van de PE. Deze beperkingen zijn veelal beperkingen op het gebied van de gelimiteerde aanwezige capaciteit en de bewerkingstijden, maar kunnen ook betrekking hebben op omstellen zoals minimale bachtgrootte (efficiency) en volgorde-afhankelijke omsteltijden. Het onderscheiden van PE's vraagt om een relatieve stabiele omgeving van de PE met betrekking op de beschikbaarheid van middelen en de vraag naar eindprodukten. De benodigde stabiliteit moet verzekerd worden door de functie GSB en inzover dit niet mogelijk is, moet deze opgevangen worden door de PE door middel van interne flexibiliteit en de afstemmingsnoodzaak tussen GSB en PE-beheersing.

Verder zal de opdeling van de productie in PE's moeten leiden tot reductie van complexiteit. Deze decompositie leidt tot het subprobleem van de wijze waarop de overeengekomen afspraken bereikt dienen te worden: PE beheersing en het subprobleem hoe de condities gecreeerd moeten worden waarin de PE moet werken: GSB. Ten slotte speelt de omgevingsstabiliteit een rol bij het onderscheiden van PE's. De mate waarin dit bereikt kan worden en hoe dat ingevuld dient te worden, speelt ook een rol bij het onderscheiden van PE's.

Bijlage 7

Mini-Companie

In deze bijlage zal het begrip Mini-Companie [11] en de filosofie daarachter uiteengezet worden. Mini-Companie staat voor de gedachte dat je een persoon of groep van personen leider maakt van zijn eigen bedrijf. Dit kan betrekking hebben op een individu of een produktie-afdeling van 110 medewerkers. Tegen deze Mini-Companie wordt een houding aangenomen in de trant van: dat stuk is jouw eigen bedrijf en kijk maar hoe je jouw bedrijf runt. Op basis van een vijftal indicatoren dient het bedrijf verantwoording af te leggen. Het gaat hierbij om de indicatoren:

- Kwaliteit
- Kosten
- Leverprestatie
- Werkplaatsinrichting
- Satisfactie

Hoe deze indicatoren opgesteld en gemeten worden is ter verantwoording van de Mini-Companie. Wat in ieder geval duidelijk moet zijn is dat het een goede afspiegeling van de prestatie van de Mini-Companie is. Wat een goede prestatie is, wordt vastgesteld door het inventariseren van de relaties met de omgeving van de Mini-Companie; de klanten en de leveranciers. Hiermee moeten afspraken gemaakt worden en het is dus zaak om een goed beeld te krijgen van de wensen en de mogelijkheden van deze relaties. Voor een machine-operator zijn de mogelijke leveranciers zijn machine, de onderhoudsmedewerkers en de voorafgaande processtap. De processtap waar hij aan aflevert kan dan als klant gezien worden, maar ook de afdeling planning kan als klant worden gezien. Door het maken van goede afspraken en het oplossen van problemen is dus een goede interactie met de klanten en leveranciers nodig. Op basis van de indicatoren is het mogelijk om probleemgebieden aan te wijzen. Als de operator bijvoorbeeld een hele hoge leverbetrouwbaarheid aan de volgende processtap wil realiseren, kan hij aan de onderhoudsafdeling vragen om permanent stand-by te staan zodat stilstand geminimaliseerd wordt. Het is duidelijk dat dit doorwerkt op de indicator kosten. Welke waarden de indicatoren moeten hebben is afhankelijk van zijn klant; de produktiebaas. Door de wensen van deze klant goed in beeld te krijgen is het mogelijk om bepaalde niveaus voor de indicatoren vast te stellen.

Op deze wijze wordt een groot stuk verantwoordelijkheid en bevoegdheid gedecentraliseerd. Dit moet leiden tot een hogere betrokkenheid bij het produktieproces en zo tot een Worldclass Performance.

In februari 1995 is Novatronics gestart met de eerste Mini-Companie, op dit moment zijn er 4 Mini-Companie operationeel. Als extra voorwaarden voor het vormen van een Mini-Companie binnen Novatronics zijn de volgende eisen gesteld:

- De Mini-Companie moet een duidelijke visie, doel hebben
- De leden van de Mini-Companie moeten face to face relaties onderhouden
- De maximale groepsgrootte ligt rond de 15 personen. (Hangt samen met de vorige eis)