

## Vorstudie voor de flexibele automatisering van de fabricage van een produktgroep in een klein bedrijf

**Citation for published version (APA):**

Roeleveld, M., & Mal, van, H. H. (1987). Voorstudie voor de flexibele automatisering van de fabricage van een produktgroep in een klein bedrijf. In *Ontwikkelingen rond technische automatisering : congresbijdragen CAPE '87* (blz. 585-596)

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1987

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**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
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Voorstudie voor de flexibele automatisering van de fabricage van een produktgroep in een klein bedrijf

**ir. M. Roeleveld**

Holec Systemen & Comp. bv

**dr. ir. H.H. van Mal**

Faculteit der Bedrijfskunde, Technische Universiteit Eindhoven

---

## Inleiding

De wens tot flexibele automatisering van de produktie kan vanuit verschillende achtergronden ontstaan. Dit kan zijn, verlagen van de kosten, verkorten van de doorlooptijd, verbeteren van de kwaliteit, of een combinatie van deze drie. Meer in zijn algemeenheid dus produktiviteitsverbetering, want de drie genoemde punten zijn afgeleide kenmerken van het begrip produktiviteit.

Voorstellen tot flexibele automatisering moeten dus ook op genoemde punten getoetst worden, maar flexibele automatisering is niet de enige mogelijkheid om tot produktiviteitsverbetering te komen. In de praktijk wordt echter vaak gedacht dat produktiviteitsverbetering in (schijnbaar) complexe situaties alleen, of voornamelijk te realiseren is met behulp van flexibele automatisering. Hierdoor dreigt flexibele automatisering een doel op zich te worden, in plaats van een middel om een doel te bereiken.

In dit artikel wordt een voorstudie beschreven welke tot doel had de mogelijkheden te leren kennen betreffende de flexibele automatisering van de fabricage van een specifieke produktgroep in een klein bedrijf.

## 1. Aanpak

In het algemeen kon de opdracht omschreven worden, met: inventariseer de bestaande situatie en geef vervolgens aan langs welke weg de gewenste situatie bereikt kan worden. Toets dit geheel vervolgens op de haalbaarheid (technisch, financieel, organisatorisch en sociaal).

De gewenste situatie kon vanuit de opdracht omschreven worden, als zijnde een volledig geautomatiseerd produktieproces, dat geheel flexibel is in capaciteit en variëteit. Eigenlijk ging deze omschrijving te ver, omdat er al een vertaalslag plaats had gevonden. De automatiseringsgedachte kwam voort uit de wens naar produktiviteitsverbetering, met als achtergrondgedachte dat dit alleen te realiseren zou zijn met behulp van automatisering. Dit betekende dat het "automatiserings-alternatief" ook afgezet moest worden tegen

andere mogelijkheden die produktiviteitsverbetering zouden geven.

Tegen deze achtergrond was gekozen voor een aanpak in de volgende fasen:

- a) Een globale inventarisatie van het produktieproces.
- b) Detaillering van het produktieproces met betrekking tot de produktiviteit (met name de bezetting, efficiëncy, afval, doorlooptijd en kosten per man/machine-uur).
- c) Nagaan in hoeverre het produktieproces veranderd zou moeten worden, om automatisering maximaal rendement te geven.
- d) Veranderingsvoorstellen als gevolg van punt c uitwerken.
- e) De haalbaarheid van automatiseringsalternatieven nagaan.
- f) Het formuleren van een automatiseringsplan.
- g) Schriftelijke rapportage.

In de eerste twee fasen vond de beschrijving plaats van de bestaande situatie. De bestaande situatie is geanalyseerd en waar mogelijk zijn veranderingen voorgesteld om de produktiviteit te verhogen. Vervolgens zijn in fase drie de eisen bepaald die vanuit automatiserings-oogpunt aan het produktieproces gesteld worden. Hierna heeft de verdere uitwerking van het automatiserings-alternatief plaatsgevonden.

Na de eerste fase van het onderzoek, werd besloten om eerst de nabewerkingen te analyseren en de voor- en tussenbewerkingen buiten beschouwing te laten. Later zijn alsnog een aantal facetten van de voorbewerkingen nader uitgewerkt.

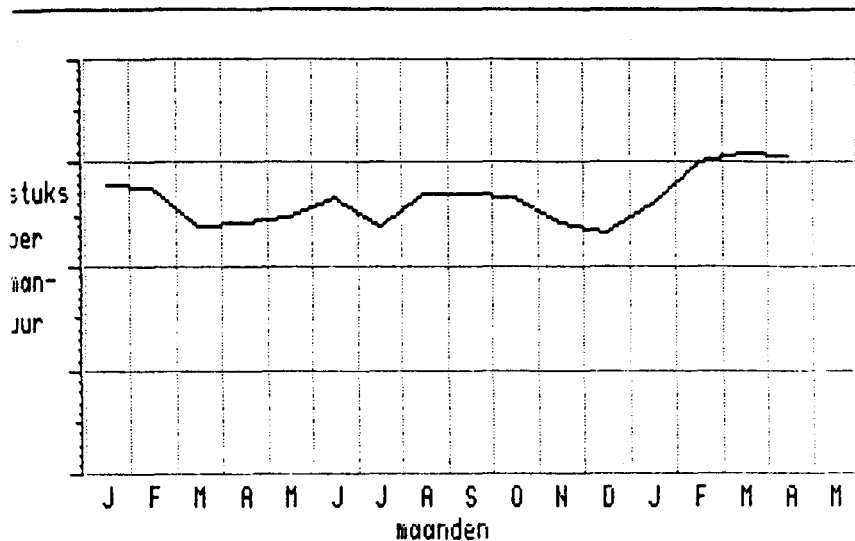
In oktober 1985 is met de voorstudie begonnen.

## 2. Globale inventarisatie van het produktieproces

Het produktieproces kan opgedeeld worden in drie achtereenvolgende bewerkingsprocessen. De voor- en nabewerkingen zijn continue processen en de tussenbewerking betreft een batch proces (=droogproces). De produktiefasen zijn ontkoppeld door voorraad. De handling is in de gehele fabricage nagenoeg handmatig. De seriegroottes variëren van 1.000 tot 100.000 stuks. De doorlooptijd is gemiddeld twee dagen. De gemiddelde dagproduktie betreft ongeveer 100.000 stuks.

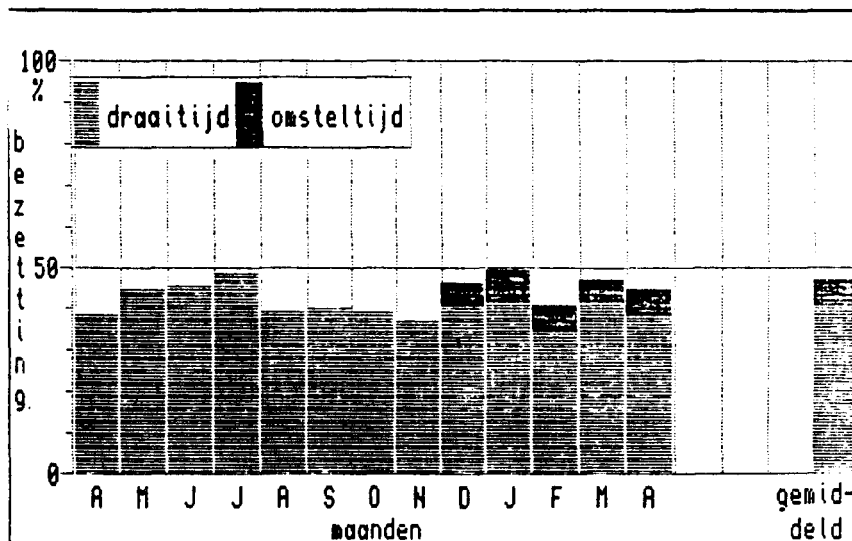
Uit de analyse van de kostprijs(opbouw) kwam naar voren dat door het hoge materiaalaandeel (>60%) de inkoopfunctie zeer belangrijk is, waaruit kan worden afgeleid dat dus ook produktieafval een belangrijk punt is. Op basis van het gemiddelde voorraadniveau van verschillende grondstoffen kon geconcludeerd worden dat het inkoopstelsel redelijk functioneerde. Daarentegen waren van produktieafval weinig historische gegevens beschikbaar. Om een beeld van de produktiviteit van het gehele produktieproces te krijgen, is door combinatie van beschikbare gegevens de produktie in stuks per manuur bepaald, figuur 1. De manuren hebben betrekking op zowel directe als indirecte uren. Verbeteringen in de produktiviteit kunnen het gevolg zijn van handiger en/of harder van mensen, maar ook van het ter beschikking krijgen van betere

middelen. Er is een stijging van de produktiviteit te zien, waarbij opgemerkt moet worden dat gedurende de onderzoeksperiode geen belangrijke investeringen zijn gedaan.



figuur 1: Produktiviteit van het totale productieproces

Bij automatiseringsstudies moet met betrekking tot de goederenstroom van achteren naar voren in het productieproces gewerkt worden. Verbeteringen leiden dan het snelst tot resultaten. In verhouding tot de voor- en tussenbewerkingen waren er juist van de nabewerkingen weinig of geen gegevens beschikbaar. Alle aandacht binnen het bedrijf was gericht



figuur 2: Bezettingsgraad van de machines voor nabewerkingen

geweest op de eerste twee groepen bewerkingen. Nadat door uitwerking en aanpassing van bestaande gegevens de bezettingsgraad van het machinepark was bepaald (figuur 2), was het duidelijk dat een nadere analyse van de nabewerkingen noodzakelijk was. Gegevens over storingen, redenen tot onderbezetting e.d. waren onbekend. Op zich werkte de presentatie van dit plaatje al als een "eye-opener". Dat de bezetting over het machinepark zo laag was, had men zich niet gerealiseerd. Om meer gegevens te genereren is een nieuwe registratie van de produktie ingevoerd. Op basis van de resultaten van deze registratie zijn een aantal maatregelen genomen om de produktiviteit te verbeteren en de produktie van afval te verminderen. In de (arbeids)produktiviteit (van deze produktiefase) was dan ook vanaf januari duidelijk een stijging te zien (zie ook figuur 5). De hoeveelheid produktieafval daalde door genomen maatregelen met 10%.

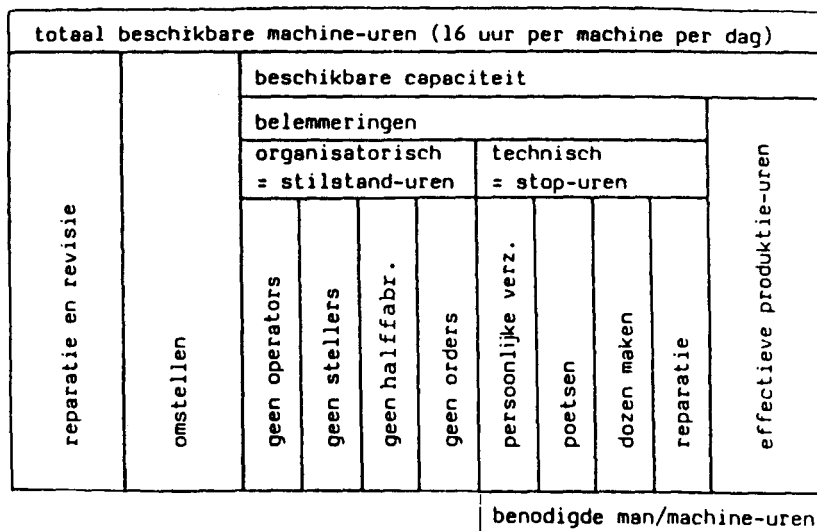
### 3. De nabewerkingen

Het was in het nabewerkingsproces een ondoorzichtig gebeuren. Om meer inzicht te krijgen, is er een nieuw produktie-formulier ingevoerd. Daarvoor werden een aantal bestaande formulieren gecombineerd met toevoeging van een aantal punten. Op deze manier is inderdaad al snel een vrij goed inzicht ontstaan.

Het krijgen van inzicht in het produktieproces was de primaire doelstelling voor het invoeren van de registratie. Produktieregistratie moet echter niet een eenmalig gebeuren zijn, maar een continue graadmeter van de produktie. Er kan dan sneller op knelpunten ingesprongen worden, omdat ze eerder gesignaleerd en beter omschreven kunnen worden. Tevens is er historische informatie aanwezig voor een nadere analyse. Op deze manier ontstaat een meet/regelsysteem. Het functioneren van de produktie is te meten en te vergelijken met (dan inmiddels gegenereerde) normen. Het is daarna mogelijk actief en gericht in te grijpen in het produktieproces <1>.

Voor de nabewerkingen worden tien verschillende machinecombinaties gebruikt. Voor de bepaling van de man/machine benutting is gebruik gemaakt van het urenschema in figuur 3. Dit urenschema is gemaakt op basis van het schema van Bakker e.a. <2>. De breedte van het schema geeft de totaal beschikbare machinecapaciteit aan, op basis van 16 uur per machine per dag. Slechts een beperkt gedeelte van de totaal beschikbare machine-uren wordt gebruikt voor nuttige produktie, namelijk de effectieve produktie-uren. De resterende tijd kan opgedeeld worden in tien oorzaken ter verklaring van de niet (goed) gewerkte uren. In het urenschema wordt de totaal beschikbare machinecapaciteit dus opgedeeld in elf (vertikale) blokken. Een aantal van deze blokken kunnen nog weer gerubriceerd worden volgens gezamenlijke kenmerken, welke als horizontale blokken zijn weergegeven. De meeste gerubriceerde blokken spreken voor zich, alleen het blok benodigde man/machine-uren behoeft een nadere uitleg. De benodigde man/machine-uren (= draai-uren) zijn de uren dat er operators

aan de machine(s) staan. Het aantal benodigde man-uren wordt dan bepaald door, per machine de man/machine-uren te vermenigvuldigen met het aantal operators per machine.



figuur 3: Urenschema voor de meting van man/machinebenutting

### 3.1 Effectieve produktie-uren

De effectieve productie-uren worden berekend door per machinecombinatie het gemaakte aantal produkten te delen door het toerental. De effectieve productie-uren zijn namelijk rechtstreeks gekoppeld aan het toerental van de machine. Iedere machine draait met een bepaald aantal slagen per minuut. Elke slag levert een gereed produkt op. Per tijdseenheid zou er dus een vaste hoeveelheid produkten gemaakt moeten worden. De technische belemmeringen veroorzaken echter stilstand. Om een bepaalde produktie te maken is meer tijd nodig dan op basis van het toerental verwacht zou kunnen worden. Het toerental wordt bepaald door de mogelijkheden van de machine en de, aan de machine werkende operators. Per machine gold een vast toerental, onafhankelijk van het type produkt dat werd gemaakt. Gedurende de onderzoeksperiode is voor iedere machine bij ieder type te maken produkt nagegaan wat het maximale toerental was en wat de begrenzing vormde voor dit toerental. Indien mogelijk zijn problemen opgelost. De verhogingen van toerentalen zijn gerealiseerd zonder dat de stop-uren door technische belemmeringen toegenomen zijn. Naast het verhogen van de output per tijdseenheid per machine is een deel van de produktie van laag-produktieve machines naar hoog-produktieve machines verschoven. Het bleek namelijk dat de helft van de machinecombinaties ongeveer een 40% produktiever waren, uitgedrukt in stuks per manuur, dan de andere helft. Er is getracht de noodzaak tot produktie op de laag produktieve machines te beperken. De produktie die nog over is gebleven op de langzame machines betreft bepaalde zeer specifieke

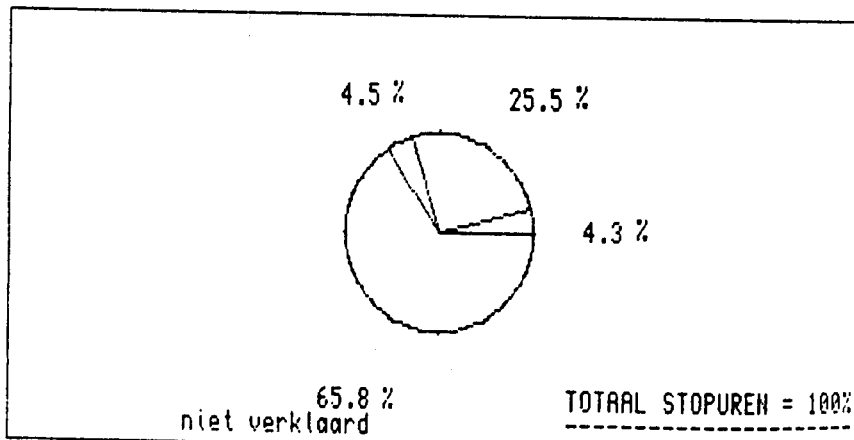
produkten, of is voor de volledig benutting van de personele capaciteit, als één of meerdere van de snellere machines niet gebruikt kunnen worden.

### 3.2 Stop-uren en efficiency

De stop-uren zijn uren die ontstaan door technische belemmeringen. Er staan dan wel operators aan de machine, maar er worden geen produkten gemaakt. De stop-uren worden uitgerekend door van het aantal man/machine-uren aan de machine de effectieve produktie-uren af te trekken. Voor een verdere opsplitsing van de stop-uren is gekozen, omdat door het aangeven van de globale oorzaken, de richting aangegeven wordt op welke manier eventuele verbeteringen aangebracht kunnen worden. De stop-uren kunnen als maatstaf voor de efficiency gebruikt worden. Indien produktie-uren als offers en de effectieve produktie-uren als verwachte (minimale) offers gezien worden om een bepaalde hoeveelheid produkten te maken, dan kan de efficiency als volgt omschreven worden:

$$\begin{aligned} \text{efficiency} &= \frac{\text{verwachte offers/werkelijke offers}}{\text{effectieve prod. uren}/(\text{eff. prod.} + \text{stop-uren})} \\ &= \frac{\text{effectieve prod. uren}}{\text{draai-uren}} \end{aligned}$$

Als voor alle machinecombinaties tezamen, de stop-uren nader geanalyseerd worden, dan blijkt dat de stop-uren maar gedeeltelijk verklaard worden door de gestelde oorzaken (zie figuur 4, gemaakt op basis van de gegevens uit de nieuwe registratie van de produktie). Er "missen" uren.



figuur 4: Verdeling van de stop-uren

Om meer duidelijkheid te krijgen is een tijdstudie uitgevoerd. Het resultaat daarvan was dat de stop-uren, buiten echte machine- en materiaalstoringen, bleken veroorzaakt te worden door:

- een proceson nauwkeurigheid in een voorbewerkingproces.
- opstarten na het omstellen.
- het begin, wisselen en einde van de produktieploegen.

### 3.3 Stilstanduren

Bij de verdere opdeling van de stilstand-uren is gekozen voor de opdeling in:

- geen halffabrikaten
- geen stellers
- geen operators
- geen orders

Voor deze opdeling is gekozen, omdat het door iedereen te begrijpen is en de resultaten van de registratie dus redelijk betrouwbaar kunnen zijn.

Geen halffabrikaten is het gevolg van het te laat inplannen van, of een storing in de voorgaande produktiefasen.

Geen stellers is enerzijds het gevolg van een incidentele piek in het stelwerk, anderzijds van het feit dat de stellers ook tot taak hebben storingen te verhelpen. Tijdens het omstellen van een machinecombinatie kwam het regelmatig voor dat er problemen waren op andere machinecombinaties. De problemen moeten opgelost worden en dus ontstaat er stilstand op de te stellen machine.

Geen operators komt voor als de produktmix zodanig is dat er in de personele capaciteit geen ruimte is. Tevens komt het veel voor, dat als het omstellen een uur voor het wisselen van de ploegen klaar is, dat de nieuwe ploeg pas start met de produktie. Dit is begrijpelijk vanuit het oogpunt van optimale manbenutting, maar het verlies aan produktie-uren is niet gering. Dit punt is belangrijker naarmate er vaker omgesteld moet worden. Verbeteringen zijn te realiseren door reële schattingen van het omstellen te bepalen en daar in de planning rekening mee te houden (minder speling inplannen).

De stilstand-uren, in het totale machinepark, werden voor het grootste gedeelte veroorzaakt door gebrek aan orders. Als er vanuit wordt gegaan dat zoveel mogelijk op de hoogproduktieve machines geproduceerd wordt, dan ontstaan er toch stilstand-uren op deze hoogproduktieve machines door:

- 1) afstemmingsverliezen (= planmatig)
- 2) incidenteel ongunstige produktmix.

Afstemmingsverliezen ontstaan als in de planning extra ruimte wordt gelaten tussen verschillende produktieruns voor het opvangen van onzekerheden, of omdat het voor de toewijzing van de operators aan de machinecombinaties gunstiger uit komt. Om de afstemmingsverliezen op de hoogproduktieve machinecombinaties te beperken, moet er ruimte geschapen worden op de andere machinecombinaties. Dit betekent dat voor die andere machinecombinaties langere doorlooptijden ingepland moeten worden. Tijdens het omstellen van een hoog produktieve machinecombinatie kunnen de operators aan een laag produktieve machinecombinatie gepland zijn. Als het omstellen klaar is, dan moeten de operators van de laag produktieve aan de hoog produktieve machinecombinatie komen werken. De benutting van de hoog produktieve machinecombinatie wordt beter ten koste van de



laag produktieve. De doorlooptijd van een afroep/order op een laag produktieve machinecombinatie wordt langer, omdat de produktie van een afroep/order steeds onderbroken wordt.

Incidenteel kan het zo zijn dat de produktmix zodanig is dat de laagproduktieve machines moeten lopen (ten koste van de hoogproduktieve). De produkteisen zijn dan zodanig dat deze alleen gerealiseerd kunnen worden op de laag produktie machines. Dit is alleen te verhelpen door technische aanpassingen op de snellere machines te maken, waardoor de noodzaak tot het gebruiken van de langzame machines niet meer bestaat.

De afroepgrootte in combinatie met het omstellen is een steeds terugkerend probleem. De ontwikkelingen in de toekomst draaien om dit punt. Er kan dan bijvoorbeeld ook overwogen worden om vaste man/machine-combinaties in te stellen. De operators moeten dan zodanig opgeleid worden dat ze ook zelf de machinecombinaties (gedeeltelijk) kunnen omstellen. Op basis van de nu beschikbare gegevens, kan dan op de snelle machinecombinaties ruim twee machine-uren per dag meer benut worden dan nu het geval is. Dit is een stijging van de bezetting ten opzichte van de bestaande situatie van 20%.

### 3.4 Omsteluren

Het aantal omstel-uren dat aanleiding geeft tot stilstand op machines wordt bepaald door:

- verschil in typen produkten
- mogelijkheid tot stellen buiten machine-uren om
- eigenschappen van de machine
- vaardigheid van de omsteller.

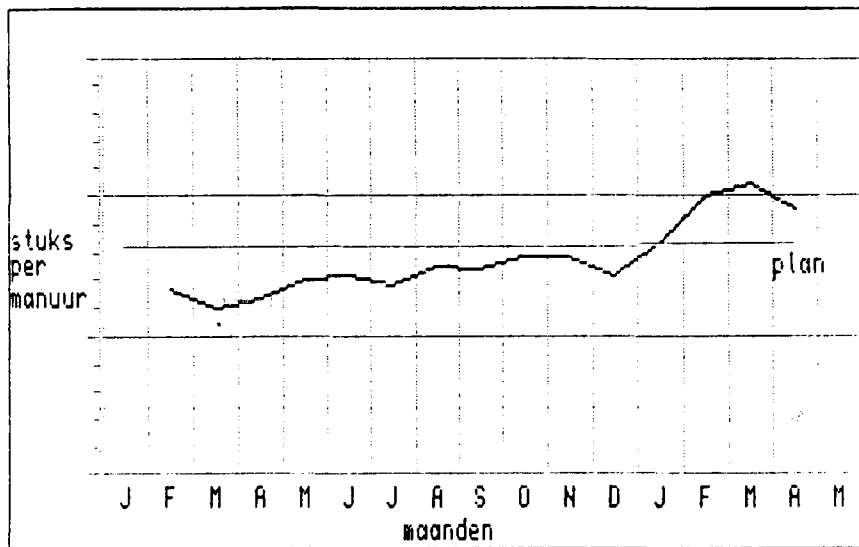
Er werd en wordt getracht zodanig te plannen dat die typen produkten achter elkaar op een machine komen, waar de meeste overeenkomst tussen zit. Dit is echter lang niet altijd te realiseren, omdat bijvoorbeeld aan bepaalde leveringstijden moet worden voldaan en de machines hebben niet dezelfde mogelijkheden.

Als het mogelijk is om bepaalde handelingen buiten de machine-uren om te doen, is dat natuurlijk sterk aan te bevelen. Er zijn nu dan ook speciale karretjes in gebruik genomen waar alle benodigde stelonderdelen opgelegd kunnen worden. Hiervoor werd het wel noodzakelijk dat de stellers de beschikking kregen over informatie met betrekking tot het moment van aflopen van een bepaalde machine en het nieuwe ordernummer, waarnaar omgesteld diende te worden.

Naast deze organisatorische aspecten van het omstellen, is er vaardigheid van de steller (bepaald door aanleg, training, ervaring en motivatie) en de moeilijkheidsgraad van het omstellen. Bij alle machines is het omstellen een kwestie van "trial and error". Alles wordt op het oog ingesteld, waarna door proefdraaien en nameten voor de fijnafstelling gezorgd moet worden. Dit is niet erg, als er maar een keer per jaar omgesteld hoeft te worden, maar als een machine bijna iedere dag omgesteld moet worden, wel. Het omstellen neemt dan veel

produktie-uren in beslag en de hoeveelheid afval zal ook omhoog gaan ( door het proefdraaien). Door de complexiteit van het stelwerk zijn technisch goed onderlegde mensen voor het omstellen noodzakelijk en is de inleerperiode relatief lang. De tijd nodig voor het omstellen zal, zonder grote investeringen, voor de bestaande machines niet veel verkort kunnen worden. Als de trend zich doorzet naar steeds kleinere afroepen zal ook bij de aanschaf van nieuwe machinecombinaties of extra apparatuur meer naar de verbetering van de omstelbaarheid gekeken moeten worden dan naar out-putverhoging alleen. Voor de machinecombinaties kan zelfs gesteld worden, dat die speciaal ontworpen moeten zijn voor het snel omstellen. De huidige systemen zijn alleen gericht op hoge output bij lange series.

Door de genomen maatregels is op grond van het door de registratie verkregen inzicht de produktiviteit van de nabewerking vanaf december al behoorlijk gestegen, figuur 5.



figuur 5: Produktiviteit van de nabewerkingen

### 3.5 Afval

Bij de verandering van de urenregistratie, is ook de verwerking van de afvalregistratie veranderd. Per machinecombinatie, per ordernummer (afroep), wordt nu het afval in de nabewerking geregistreerd, opgesplitst in vier soorten. Door maatregelen op basis van het via de registratie verkregen inzicht, kon het afval met 10% gereduceerd worden. Tevens kwam naar voren dat een procesonnauwkeurigheid in een voorbereidingsproces voor een groot gedeelte verantwoordelijk was voor het afval in de nabewerking.

#### 4. Automatiseringsvoorstel

Uit de globale inventarisatie van het productieproces was al snel gebleken dat in het bedrijf onvoldoende beheersing van de processen (zie ook <3>) aanwezig was om verder te kunnen automatiseren. In de studie zijn in eerste instantie een aantal voorstellen gedaan en ook uitgevoerd om de produktiviteit te verbeteren zonder dat grote investeringen nodig waren. Eenvoudige maatregelen, op basis van verkregen inzicht in de verschillende fabricageprocessen, waren genoeg.

##### 4.1 Automatisering in relatie tot produktkeuze

Bij de uitwerking van verdere automatiseringsvoorstellen is het van belang dat het bedrijf een keuze maakt op welke markt zij zich zal gaan richten. De grootserie markt vraagt om een geautomatiseerde lijnproductie, waarbij technische oplossingen gevonden moeten worden voor de nu batchgewijze tussenbewerkingen en voor het transport. De processen moeten daarbij nog goed op elkaar worden afgestemd. De kwaliteitsmarkt vraagt korte series van speciale produkten. Hiervoor zou vooral in de voor- en nabewerkingen vaak moeten worden omgesteld en dus ontstaan er veel stilstand-uren. Dit vraagt om een nieuw ontwerp van de machines. Zoveel mogelijk moet uitgegaan worden van universele machines, vooral wat betreft de besturingen, die met behulp van specifieke standaard uitwisselbare modules snel kunnen worden aangepast voor de gewenste soorten bewerkingen aan de verschillende produkten. Het ontwerp van de machines en modules moet daar specifiek op gericht zijn. Het komt er dus op neer dat de marktkeuze grotendeels bepalend is voor het ontwerp van de machines.

##### 4.2 Het belang van de relatie tussen processen

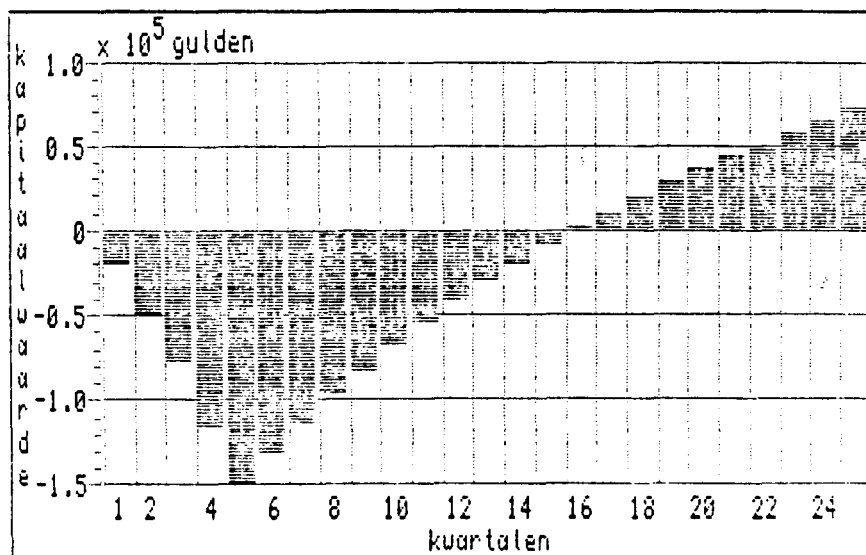
Het doel van automatisering is het verlagen van de kosten, verkorten van de doorlooptijd en verbeteren van de kwaliteit. Verlaging van de kosten kan worden bereikt door:

- 1) een hogere output per tijdseenheid.  
Mensen vormen vaak een beperkende factor als de snelheid van produceren verhoogd wordt. Door menselijke handelingen te automatiseren, kan de produktiesnelheid vaak opgevoerd worden.
- 2) het verminderen van de loonkosten.  
Als menselijke handelingen (goed) geautomatiseerd worden, dan geeft dit besparingen in man-uren en loonkosten. De stijging in de kosten per machine-uren moeten overgecompenseerd worden door het verlagen van de loonkosten per machine-uur, om een voldoende terugverdiëntijd te kunnen realiseren.

De handmatige werkzaamheden die bij het onderzochte bedrijf voor automatisering in aanmerking kwamen, betroffen (1) de aan- en afvoer van grondstoffen, halffabricaten en eindprodukten naar en van de verschillende produktiefasen (2) de visuele

inspecties en andere controle-werkzaamheden (3) het om-, in- en bijstellen van de machines.

Belangrijk bij dit soort studies is om vooral ook de relaties tussen de processen goed te bepalen. Zo bleek onder andere uit de analyse van de stilstand-uren van de nabewerkingen dat tijd- en materiaalverlies voor een belangrijk deel kon worden toegeschreven aan een niet goed werkende machine in de voorbewerkingen. Uit de problemen in het natraject zijn de functies gespecificeerd die de machine zou moeten hebben om van deze problemen af te zijn. Zo'n machine bleek niet te koop, zodat er bij een ontwerpburo (4) een offerte is aangevraagd voor een nieuw te ontwikkelen concept. Deze nieuwe machine zou voorzien zijn van optische sensoren en een instelbare elektronische regeling om met grotere nauwkeurigheid het gewenste proces te kunnen uitvoeren. Op basis van de gegevens uit de offerte van het betreffende ontwerpburo en de gegevens uit het onderzoek is het economisch profiel voor de nieuwe machine bepaald. Verbeteringen van kwaliteit, doorlooptijd en kosten worden met deze nieuwe machine bereikt. Zie figuur 6, bepaald met behulp van de kapitaalwaarde-methode, waarbij de rentabiliteitseis 25% is.



figuur 6: Economisch profiel voor de investeringsbeslissing

Voorts kwam door een analyse van de procescondities (in de voorbewerkingen) en de produktspecificaties naar voren, dat door een kleine aanpassing in de toevoer van de grondstoffen, de productiesnelheid met 15% opgevoerd kon worden.

Over de verdere aanpak zijn richtlijnen gegeven met de daarbij horende te nemen beslissingen.

## Conclusie

Automatisering vraagt dat het bedrijf voldoende inzicht heeft in, en beheersing heeft over, de processen. Hier moet dus eerst aan gewerkt worden. Het zichtbaar maken van de prestaties van mensen en machines en het betrekken van de produktiemedewerkers daarin, werkt voor de mensen motiverend en kan tot verbeteringen leiden. De wijze waarop met automatisering omgegaan wordt, wordt bepaald door de keuze van de markt waar op geopereerd zal worden. Het is belangrijk om bij een automatiseringsstudie voldoende aandacht te schenken aan de relaties tussen de processen. Verbetering van het meet- en regelsysteem van een machine in de voorbereidingen bleek grote besparingen te geven in de nabewerkingen.

## Literatuur

- <1> In't Veld, Prof. Ir. J.  
Organisatie en arbeidsplaats  
Elsevier, 1981
- <2> Bakker, C.G., Van Goor, A.R., Van Houten, J.W.M.  
Goederenstroombesturing in vogelvlucht  
H.E. Stenfert Kroeze BV, 1983
- <3> Van Mal, H.H., Van Someren, W.S.M., Pans, R.F.M.  
Integratie van CAD-CAM. Fabricage van karpetten in de toekomst.  
Van Mal, H.H., Kools, F., Hekema, E.J.  
Informatieordening door middel van ontwerpkaarten ten behoeve van procesbeheersing.  
Bedrijfskunde 57, 1985, blz. 376-383
- <4> Offerte: B.V. Ontwikkelingsmaatschappij C.C.M.  
Duivendijk 7  
Nuenen, april 1986.