

Die vergelyking van produksiestelsels in 'n simulاسie-eksperiment

Anna-Marie Tollip en Romanda Haynes

ABSTRACT

The aims of this simulation experiment were

- 1 to provide clothing management students with an opportunity to experience and evaluate the efficiencies of three apparel production systems, namely bundle, kanban and modular, and
- 2 to evaluate the utilisation of this simulation experiment as a training model in the clothing construction and production classroom.

The findings of this simulation experiment supported the findings of a similar experiment by Oliver et al (1994). It proved to be an excellent tool for teaching manufacturing processes.

— Prof A-M Tollip

— Mej R Haynes

Departement Huishoudkunde, Universiteit van Pretoria

- ♦ Romanda Haynes het die eksperiment help beplan ter gedeeltelike vervulling van die vereistes vir die vakdissipline projek 410. Sy het as produksiebestuurder tydens die uitvoering van die eksperiment opgetree.

INLEIDING

Dit is bekend dat die klerenwerheid in die laaste paar dekades wêreldwyd aan groot druk onderwerp is. Die klerenwerheid het veral te kampe met sterk internasionale mededinging, hoë koste en vinnige veranderinge. Baie ondernemings het in die proses ondergegaan. Dit is dus nie vreemd dat bestuursfilosofieë soos **Quick Response** en **JIT** ("just-in-time") wêreldwyd veld gewen het nie. Wat die vervaardigingsektor betref, beskryf Kincade en Cassill (1993:23) Quick Response as "... a state of responsiveness in which a manufacturer seeks to provide a product to a consumer in the precise quantity, quality and timeframe required". Volgens Dimitrov (1990) kan vervaardigers op tweeërlei wyse vinnig op markbehoefes reageer, naamlik deur (1) groot voorrade te hou om te kompenseer vir 'n stadige produksiereaksietyd, en (2) die produksieproses meer plooibaar te maak om die reaktietyd op bestellings te verkort. In die lig van die kort verbruik-

siklus van klereprodukte en die wispelturigheid van die modemark, is die eerste opsie baie duur weens die omvang van die voorraad en die moontlikheid dat die voorraad nie sal uitverkoop nie. Al hoe meer groot vervaardigers sien plooibare produksiestelsels as 'n kragtige tegnologiese hulpmiddel om kleiner voorrade te hou, minder werk per keer in die produksieproses te hê, die beplanningproses of -siklus te verkort en dus uiteraard vinniger op markbehoefes te kan reageer (Oesterreicher, 1993; Dimitrov, 1990; Fralix et al, 1990; Jin & Schonberger, 1988).

Kleinskaalse klereproduksie-ondernemings het die voordeel dat hulle vanweë die kleiner omvang van hul produksie vinnig op markbehoefes kan reageer. Hul plaaslike produksieomgewings is waarskynlik meer stabiel as dié van die groot vervaardigers, onder meer omdat minder werkers betrokke is. Die kleiner ondernemings moet egter steeds in die komplekse en onstabiele wyer omgewing met die produkte van die groter vervaardigers meeding. Ziemke en Adams (1990) is van mening dat geen kleinskaalse klereproduksie-onderneming strategiese bestuursplanne kan formuleer sonder om die faktore wat sy mededingers in die mark dryf en bevoordeel te ontleed nie. Dieselfde outeurs is ook van mening dat kleiner produksie-ondernemings, net soos die groter ondernemings, voordeel kan trek uit die implementering van produksieprosesse wat groter produkdiversifikasie en 'n vinniger reaksie ("quick response") op markbehoefes kan bevorder.

Drie stelsels is in 'n loodsstudie gesimuleer en vergelyk om studente in kledingbestuur op tersiêre vlak die geleentheid te gee om op selfontdekkende wyse die nodige insig en ervaring oor verskillende produksiestelsels te verwerf. Twee van die stelsels, die kanban en die modulêre stelsel, kan as plooibare produksiestelsels geklassifiseer word, terwyl die bondelstelsel minder plooibaar is maar nog algemeen gebruik word.

Vervolgens word elkeen van die stelsels kortliks omskryf en enkele voor- en nadele wat elkeen vir die vervaardiger (werkgever) en die werknemer inhou, word uitgelig.

Bondelstelsel

Die bondelstelsel behels 'n proses waar produkte deur die stelsel "gestoot" word. Bondels uitgesnyde pante word onder die werkers/operateurs versprei. Stappe word volgens 'n bepaalde orde deur die operateurs in die produksielyn voltooi (Oliver et al, 1994). Die aantal stappe bepaal die aantal operateurs wat by die produksieproses betrokke is. Die operateur by 'n bepaalde werkstasie voltooi net die taak wat aan hom toegeken is. Daarna word die kledingstuk aangegee na die

volgende operateur ongeag die aantal eenhede waaraan hierdie operateur moontlik nog nie gewerk het nie. Hoewel die stappe opmekaar volg, werk elke operateur teen sy eie tempo. Volgens Oliver *et al* (1994) het elke operateur in die bondelstelsel die taak om soveel moontlik monterings by sy/haar werkstasie af te handel. Die operateur word dan ook dikwels vergoed volgens die aantal monterings wat hy/sy in 'n bepaalde tyd afhandel.

Riley, in Oliver *et al* (1994), is van mening dat die bondelstelsel veral geskik is vir produsente wat groot hoeveelhede van 'n basiese produk moet lewer. Die werkers moet egter vaardig wees aangesien onbekwame operateurs wat nie dieselfde volume werk as die vaardige operateurs kan volhou nie bottelnekke (opeenhopings) kan veroorsaak.

Vir die werknemer het die bondelstelsel die voordeel dat dieselfde taak herhaal word. Voortdurende herhaling lei tot groter vaardigheid en hoër produktiwiteit. 'n Werker kan sy/haar eie inkomste bepaal aangesien vergoeding volgens individuele produktiwiteit bereken word. Vir die werker is die grootste nadeel van hierdie stelsel waarskynlik die feit dat die bestuur hom eerder as 'n uitvoerder as 'n beplanner van take sien. Die werk word op 'n geroetineerde wyse uitgevoer met aantal en nie noodwendig kwaliteit nie as die mikpunt. Omdat elke werker net by 'n stap in die proses betrek word, verloor hy/sy kontak met die voltooide produk. Dit benadeel die motivering van die werker om werk van 'n hoë gehalte werk te lewer.

Die filosofie het onder bestuur ontwikkel dat die produksielyn in beweging gehou moet word deur monterings deur die produksielyn te stoot. Daar word dus gepoog om groot volumes werk te hanteer eerder as om produkte betyds (JIT) volgens die markbehoefte te lewer (Suri & De Treville, 1986). Weens die groot volumes werk-in-proses is die periode wat die voorraad in proses is, die deurvoertyd, die produksie- en wagtyd meestal lank. Dit bring mee dat groot hoeveelhede kapitaal vir lang periodes vas is (Oliver *et al*, 1994).

Kanbanstelsel

Die kanbanstelsel word dikwels die **JIT** -stelsel genoem. Hierdie stelsel is deur die Toyota-motormaatskappy ontwikkel en daarna onder andere vir die kle-re-industrie aangepas. Produksie word deur die stelsel "getrek". Dit beteken dat produksie nie voortgaan voordat daar 'n bestelling vir die spesifieke produk is nie. 'n Werkstasie produseer nie tensy 'n volgende stasie werk benodig nie. 'n Indekskaart/kanbankaart dui aan dat 'n bestelling van 'n volgende stasie in die produksielyn benodig word. Op hierdie wyse word die hoeveelheid werk-in-proses so laag as moontlik gehou word (Ramsay, *et al*, 1990).

Oliver *et al* (1994) verduidelik die gebruik van die kanbankaart soos volg: 'n Vel papier wat deur 'n lyn in twee verdeel is, verteenwoordig 'n eenvoudige kanbankaart. Die kanbankaarte word tussen die operateurs geplaas. Na voltooiing van 'n submontering

word dit op die oop helfte van die kaart geplaas. Slegs een submontering mag op elke helfte geplaas word. Elke werker poog om die kanbankaart regs van hom/haar vol te hou. Elke oop helfte op die regterkantste kaart verteenwoordig 'n bestelling vir 'n submontering. Wanneer die kaart vol is, moet die operateur wag totdat die operateur regs van hom/haar 'n submontering neem voordat hy/sy 'n volgende submontering van die kaart links van hom/haar mag neem om verder daaraan te werk. Daar vind dus geen opeenhoping by 'n bepaalde werkstasie plaas nie. Operateurs wat opeenhopings veroorsaak kan dadelik geïdentifiseer word en die nodige regstelling kan plaasvind.

Die kanbanstelsel het minder werk-in-proses tot gevolg as die bondelstelsel. Bottelnekke kan ook makliker as by die bondelstelsel opgespoor word. Deur die werk-in-proses te verminder is minder kapitaal vas en is 'n beter kontantvloei moontlik. Die stelsel is eenvoudig om te implementeer en die werkers voel meer betrokke by die konstruksieproses. Die reaksietyd op bestellings is vinnig om die **JIT**-filosofie te realiseer (Oliver *et al*, 1994). Die werkers is beter gemotiveer om werk van 'n goeie kwaliteit te lewer omdat hul foute die hele proses meer opsigtelik blokkeer en omdat inherente tekortkominge in die stelsel makliker geïdentifiseer kan word (Suri & De Treville, 1986).

Modulêre stelsel

Volgens die modulêre stelsel verrig die lede van 'n konstruksiespan meer as een taak in die produksielyn. Daar is minder operateurs as stappe en nie al die werkstasies is beman nie. Take word steeds in 'n bepaalde orde beplan, maar die operateurs word opgelei om verskeie take uit te voer. Die werkstasies is so ingerig dat meer as een taak by elke stasie verrig kan word, byvoorbeeld reguitstik en omkap. Die eerste operateur verrig sy/haar taak waarna die operateur regs van hom/haar oorneem. Dié stelsel word gevolg tot by die laaste operateur wat die submontering voltooi. Wanneer 'n operateur sy/haar taak voltooi het en wag op werk, kan hy/sy na die werkstasie links beweeg en 'n taak by dié operateur oorneem en soveel moontlik stappe voltooi. Die "trek-aksie" gaan voort tot by die eerste operateur wat dan met 'n nuwe item begin. Sodoende word die montering vinniger afgehandel omdat wagtyd uitgeskakel word. Volgens dié proses verskuif die klem van individuele prestasie na spanprestasie en vergoeding word bepaal volgens die span se vermoë om produkte van 'n om hoë kwaliteit te lewer (Oliver *et al*, 1994).

Volgens Kulers en De Witt (1990) en Fralix *et al* (1990) is van die belangrikste implikasies van die modulêre stelsel die feit dat die werker by die totale produk betrokke raak. Dit hou verskeie voordele in, soos minder afwesigheid, 'n groter omset, 'n korter produksietyd en 'n verhoging in die kwaliteit van produkte. Omdat die werkers vir meer as een taak opgelei is, is daar groter plooibaarheid in die produksielyn. 'n Spangees ontwikkel omdat die produktiwiteit

van die span die spanlede se vergoeding bepaal. Die werkers se moraal is oor die algemeen hoër, wat motivering positief beïnvloed. Minder operateurs werk in 'n produksielyn. Minder werk is in-proses met die gevolglike reeds genoemde voordele wat daaraan verbonde is (Oliver *et al*, 1994). Omdat die wagtyd tussen die werkstasies uitgeskakel word, is die produksietyd korter. Die groter verskeidenheid vaardighe- de waaroor die operateurs beskik, maak 'n groter verskeidenheid style moontlik. Hierdie stelsel leen hom ook goed vir die implementering van kort produk- sielopies (Saibel, 1990).

Omdat die werkers vir meer as een taak opgelei moet word (minstens ook die take van die werkstasies wat hul eie stasies voorafgaan en opvolg), is die aanvank- like inwerkingstelling van die modulêre stelsel duur (Gilbert, 1990; Kulers & De Witt, 1990). Bykomende werkstasies moet ingerig word om dit vir 'n operateur moontlik te maak om verskillende take te verrig. Dit is ook belangrik dat die werkers by die vervaar- digingsproses betrokke moet wees en verantwoor- delikheid vir produksie moet neem (Saibel, 1990).

DOELSTELLINGS

Die doelstellings van die loodsstudie was tweërlei van aard:

- 1 Om die ingeskrewe kledingbestuurstudente in hul finale jaar die geleentheid te gee om die effektiwiteit van die onderskeie produksiestelsels te ervaar en te evalueer ten einde 'n keuse betreffende 'n geskikte produksiestelsel vir 'n kleinskaalse klere- produksie-onderneming te kan maak
- 2 Om vanuit 'n opleidingstandpunt die uitvoer van 'n simulatie-eksperiment as opleidingsmodel vir kle- rekonstruksie-onderlig om tersiêre vlak uit te toets

en te evalueer.

Die onderliggende rasionaal vir die loodsstudie was dus primêr om 'n onderrigmodel te toets en nie om veralgemeenbare bevindinge te genereer nie.

NAVORSINGSONTWERP

Om die simulatie-eksperiment te kon uitvoer, was dit eerstens nodig om 'n produk te identifiseer. 'n Instel- ling vir die versorging van gestremdes het 28 voor- skootoorrokke vir kombuishelpers nodig gehad. Die voorskootoorrok is as 'n geskikte produk gekies. Die styl (Figuur 1) het 'n verskeidenheid konstruksieteg- nieke ingesluit.

Omdat daar meer stappe as operateurs was, is die stappe in modules gegroepeer. Elke module is as 'n eenheid gekonstrueer. Die aantal foute en die voltooi- ingstyd is as parameters gebruik om die effektiwiteit van elke stelsel te beoordeel. Twee groepe finalejaar- klerekonstruksiestudente van tien elk (Span A en Span B) van die Universiteit van Pretoria het aan die eksperiment deelgeneem. Hoewel al die studente vir die vakkursus Klerekonstruksie ingeskryf was, was een groep vir die B Huishoudkunde (Algemeen)- en die ander groep vir die B Huishoudkunde (Kledingbe- stuur)-graadkursusse ingeskryf. Die spanne is vol- gens kursus gegroepeer om die eksperiment gedu- rende die geskeduleerde praktiese klasse te kon uit- voer. Een van die studente het onder die toesig van die verantwoordelike dosent as produksiebestuurder opgetree.

Om die eksperiment uit te voer, is 'n 3 x 3 x 2 (produk- siestelsel, module en groep) faktorontwerp gevolg. Al drie die stelsels is toegepas om die drie modules of eenhede (1, 2 en 3) waarin die konstruksiestappe vir

TABEL 1: TAAKVERDELING VIR MODULE 1 PER PRODUKSIESTELSEL

Operateur	Produksiestelsel	
	Bondel en kanban	Modulêr
1	Voltooi VP lyfiepylnate	Voltooi VP lyfiepylnate Voltooi AP lyfiepylnate
2	Voltooi AP lyfiepylnate	Voltooi die lyfie- en belegselskouernate
3	Voltooi die lyfieskouernate	Kap belegsels om en stik halsbelegsels vas, knip hoeke in en trek belegsels deur na die verkeerde kant
4	Voltooi die belegselskouernate	
5	Stik halsbelegsels in posisie vas	Voltooi onderstiksels om halsrand
6	Kap belegselsrande om, knip hoeke in en trek belegsels deur na verkeerde kant	Boor rande van die lyfievoor- en agterpante en die rompagterpant om
7	Voltooi onderstiksels om die halsrande	
8 en 9	Boor rande van die lyfievoor- en agterpante en romp agterpante om	

FIGUUR 1: TEGNIESE TEKENING VAN DIE VOOR- EN AGTERAANSIG VAN DIE VOORSKOOTORROK

die voorskootorrok gegroep is, uit te voer. Beide spanne het al drie die stelsels toegepas om elke module van die voorskootorrok te maak.

Die konstruksiestappe van elke module is in 'n logiese orde beplan. Kortere opeenvolgende stappe is soms saamgegroepeer om nie meer as 10 operateurs te betrek nie. Ter illustrasie word die taakverdeling vir Module 1 vir elke stelsel in Tabel 1 aangedui. Vier en twintig voorskootorrokke is tydens die verloop van die eksperiment vervaardig. Elke groep het 12 voorskootorrokke (vier per produksiestelsel) gemaak. Een voorskootorrok is tydens die produktontwikkelingsfase gemaak, en drie voorskootorrokke is tydens die opleidingsessies voltooi.

Vir die implementering van die bondelstelsel en die kanbanstelsel was tien operateurs vir Modules 1 en 3

en vyf operateurs vir Module 2 nodig. In die geval van die modulêre stelsel was ses operateurs vir Modules 1 en 3 en drie operateurs vir Module 2 nodig. Al die studente is by die drie produksiestelsels betrek, maar nie almal het per module gewerk nie.

Die produksiebestuurder het in oorleg met die dosent die take van die operateurs vir elke module per stelsel beplan. Sy het ook werksvloei-diagramme opgestel, die masjienplasing vir die uitvoer van elke module per stelsel beplan, en die pante van plakkers voorsien om die verskillende stylgroottes te identifiseer. Die werksvloei- en masjienplasingdiagramme volg logies uit die taakverdeling en word nie met voorbeelde hier geïllustreer nie.

Die konstruksiestappe wat by elke module betrokke was, is voor elke eksperimentele sessie onderrig.

TABEL 2: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE AANTAL FOUTE PER PRODUKSIESTELSEL

Stelsel	Aantal waarnemings	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Laagste waarde	Hoogste waarde
Bondel	8	2,875	1,8077	0	5
Modulêr	8	2,125	1,6421	0	5
Kanban	8	2,375	1,4079	0	5

TABEL 3: VERGELYKING VAN DIE GEMIDDELDE AANTAL FOUTE PER SPAN

Span	Aantal waarnemings	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Laagste waarde	Hoogste waarde
A	12	1,6667	1,5570	0	5
B	12	3,2500	1,2154	1	5

Tydens die konstruksie van die voorskootoorrok is die tyd wat dit geneem het om 'n module se stappe te voltooi noukeurig aangeteken. Die foute per eenheid is na afloop van elke sessie deur die produksiebestuurder en die dosent geïdentifiseer en op plakkers aangedui. Die span en die betrokke stelsel is ook opgeteken. Waar nodig is foute wat die konstruksie in opvolgende sessies kon benadeel buite die verloop van die eksperiment reggestel. Sodoende is ook verseker dat produkte van 'n aanvaarbare kwaliteit aan die kliënt gelewer kon word.

Geldigheid en betroubaarheid

By die uitvoer van 'n eksperiment is die volgende stelling van Mouton *et al* (1988:79) van toepassing: "Die sentrale geldigheidsoorweging in die proses van data-insameling is betroubaarheid, dit wil sê of die meetinstrument op verskillende ondersoekgroepe onder verskillende omstandighede tot dieselfde waarnemings sal lei." Die prosedure is nie in hierdie studie herhaal nie, aangesien tyd 'n faktor in die onderrig-situasie is. Hoewel al die ingeskrewe studente vir die bepaalde kursus en jaargroep aan die eksperiment deelgeneem het, was die steekproef nogtans klein. Daar is nietemin gepoog om die faktore wat geldigheid en betroubaarheid beïnvloed so ver moontlik te beheer.

Aangesien die uitwerking van 'n onafhanklike veranderlike (produksiestelsel) gemanipuleer is om die invloed daarvan op afhanklike veranderlikes (voltooiingstyd en aantal foute) te bepaal, moes daar gepoog word om die invloed van stuuringsveranderlikes sover moontlik te beperk. Die vaardigheid van die operateurs, die wyse waarop die stelsels bekend gestel is, die prosedure en die omstandighede asook die objek (voorskootoorrok onder konstruksie) is as stuuringsveranderlikes beskou. Die volgende voorsorgmaatreëls is getref om die effek van die stuuringsveranderlikes te beperk:

- ♦ Al die operateurs het vooraf dieselfde opleiding op

industriële masjiene gedurende die gewone klas-tyd ontvang. Elkeen het 'n basiese kledingstuk vir haarself voltooi en die vaardigheid van die studente met die verskillende masjiene en toebehore is deur die student self asook deur die verantwoordelike dosente beoordeel. Take is tydens klasbesprekings volgens die vaardigheid van die operateurs uitgedeel om die effek van die onhandigheid van sommige operateurs te verminder. Die spanne is volgens klasgroepe saamgestel en dit was reeds voor die uitvoer van die eksperiment duidelik dat die spanne nie ewe vaardig was nie. Dit was 'n beperkende faktor.

- ♦ Die operateurs se voorkennis oor die produk is beperk deur hulle nie by die voorbereiding te betrek nie.
- ♦ Die produksiebestuurder het die inligting wat tydens die opleidingsessies aan die groepe oorgepra is vooraf op skrif gestel om dit so eenders as moontlik oor te dra.
- ♦ Die volgorde van die modules sowel as die stelsels is ewekansig gewissel omdat aanvaar is dat die operateurs vaardiger sou raak namate hulle meer voorskootoorrokke voltooi.
- ♦ Aangesien die produksiebestuurder self 'n student was, is die eksperiment onder toesig van die verantwoordelike dosent uitgevoer om die ordelike verloop daarvan te verseker.
- ♦ Die eksperiment is tydens die gewone geskiedelerde praktika in die industriële masjielaboratorium van die Departement Huishoudkunde uitgevoer om tyds- en plekfaktore te kon beheer.
- ♦ Dieselfde horlosie is gebruik om te bepaal hoe lank dit geneem het om elke eenheid te voltooi.

Insameling van die data

Die data is gedurende die eerste semester van 1995 oor 'n periode van tien dae tydens ses praktika (drie praktika per groep) ingesamel.

TABEL 4: AANTAL FOUTE PER MODULE PER SPAN

Module	Span	Aantal waarnemings	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Laagste waarde	Hoogste waarde
1	A	12	0,5000	0,6742	0	2
	B	12	0,4167	0,5149	0	1
2	A	12	0,5000	0,9045	0	3
	B	12	0,9167	0,6686	0	2
3	A	12	0,6667	0,9847	0	3
	B	12	1,9167	0,7930	0	3

TABEL 5: VERGELYKING VAN DIE PRODUKSIESTELSELS VOLGENS FOUTE MET SPANNE AS BLOKKE

Produksie-stelsel	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Minimum waarde	Mediaan	Maksimum waarde	Telling
Bondel	11,5	4,95	8	11,5	14	2
Modulêr	9,5	6,36	5	9,5	15	2
Kanban	9,5	2,12	8	9,5	11	2

TABEL 6: VERGELYKING VAN DIE PRODUKSIESTELSELS VOLGENS FOUTE MET MODULES AS BLOKKE

Produksie-stelsel	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Minimum waarde	Mediaan	Maksimum waarde	Telling
Bondel	7,67	2,08	6	7	10	3
Modulêr	6,33	4,93	3	4	12	3
Kanban	6,33	3,06	3	7	9	3

Data-analise

Omdat die steekproewe so klein was, is die Kruskal-Wallis verdelingsvrye, eenrigting-variensie-analise-prosedure as 'n nie-parametriese toetsmetode gebruik om die produksiestelsels te beoordeel en te toets vir verskille tussen die onderskeie behandelings. Waar verskille gevind is, is meervoudige vergelykings gebruik om die verskille te identifiseer (Steyn *et al*, 1994:604).

Aangesien die spanne wat aan die eksperiment deelgeneem het se vaardighede verskil het, is die Friedman-toets ook vir die analise van die data gebruik. Die Friedman-toets is 'n verdelingsvrye prosedure vir ewekansige blokeksperimente waarby getoets word vir verskille tussen behandelings met inagneming van blokverskille (Steyn *et al*, 1994:607).

RESULTATE

Die resultate van die studie word aangebied in die lig van die beperkende faktore wat reeds genoem is.

Om die produksiestelsels te beoordeel, word die resultate aan die hand van die parameters, naamlik foute per voorskootoorrok en voltooiingstyd per voorskootoorrokke per produksiestelsel, aangebied. Die gemiddelde aantal foute wat per produksiestelsel by al die modules voorgekom het, is eerstens vergelyk. Die resultate word in Tabel 2 uiteengesit.

Die ontleding van die resultate het getoon dat daar nie 'n betekenisvolle verskil tussen die gemiddelde aantal foute per produkstelsel was nie ($p = 0,6111$). Die tipe produksiestelsel het dus nie die aantal foute wat tydens die vervaardigingsproses gemaak is beïn-

TABEL 7: VOLTOOINGSTYD IN MINUTE PER VOORSKOOTROK PER PRODUKSIESTELSEL

Stelsel	Aantal waarnemings	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Laagste waarde	Hoogste waarde
Bondel	8	141,63	6,090	133	150
Modulêr	8	119,50	11,451	107	139
Kanban	8	135,30	14,43	100	154

TABEL 8: VERGELYKING VAN DIE PRODUKSIESTELSELS VOLGENS VOLTOOINGSTYD MET SPANNE AS BLOKKE

Produksie-stelsel	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Minimum waarde	Mediaan	Maksimum waarde	Telling
Bondel	566,5	21,92	551	566,5	582	2
Modulêr	478,0	9,9	471	478,0	485	2
Kanban	540,5	50,20	505	540,5	576	2

TABEL 9: VERGELYKING VAN DIE PRODUKSIESTELSELS VOLGENS VOLTOOINGSTYD MET MODULES AS BLOKKE

Produksie-stelsel	Gemiddelde waarde	Standaard-afwyking	Minimum waarde	Mediaan	Maksimum waarde	Telling
Bondel	377,67	166,3	199	406	528	3
Modulêr	318,67	144,2	155	374	427	3
Kanban	360,33	106,8	237	420	424	3

vloed nie.

Die gemiddelde aantal foute wat elke span gemaak het, is vergelyk om die vaardighede van die onderskeie spanne aan die hand van die aantal foute wat hulle gemaak het te beoordeel en die voorgaande afleiding in perspektief te plaas. Die resultate word in Tabel 3 uiteengesit.

Uit 'n ontleding van die resultate met behulp van die Kruskal-Wallis-toets het geblyk dat daar 'n betekenisvolle verskil tussen die spanne was volgens die aantal foute wat elk gemaak het ($p = 0,0116$). Dit was duidelik dat Span A beter as Span B was.

Gedurende die produkontwikkelingsfase het dit geblyk dat Module 3 die moeilikste konstruksietegnieke ingesluit het. Module 2 was makliker as Module 1 en Module 3. Die gemiddelde aantal foute per module per produksiestelsel en per span is vergelyk om die moeilikheidsgraad van die onderskeie modules in berekening te bring. Die resultate word in Tabel 4 uiteengesit.

'n Ontleding van die resultate met behulp van die Kruskal-Wallis-toets het getoon dat daar nie 'n betekenisvolle verskil tussen die aantal foute per span was nie ($p = 0,8676$). Op 'n 10%-peil van betekenis wou dit voorkom of Span A minder foute as Span B tydens die uitvoering van Module 2 gemaak het ($p = 0,0713$). Span A het betekenisvol minder foute as Span B tydens die uitvoering van Module 3 gemaak, ongeag die produksiestelsel ($p = 0,0043$). Dit wil dus voorkom of 'n hoër moeilikheidsgraad die verskil in vaardigheid van die spanne meer opvallend gemaak het.

Die produksiestelsels is aan die hand van die gemiddelde aantal foute per module vergelyk om die effek van die verskil in die vaardighede van die spanne in ag te neem. Die Friedman-toets is met spanne as blokke gebruik om vir verskille tussen die produkstelsels te toets. Die resultate word in Tabel 5 uiteengesit. Uit die ontleding van die resultate blyk dat as die spanne as blokke geneem word, die produksiestelsels nie ten opsigte van die aantal foute verskil nie (toetsgrootheidswaarde = 1,75; $p = 0,4169$).

Die gemiddelde aantal foute per produksiestelsel is ook met modules as blokke vergelyk om die effek van die moeilikheidsgraad van die modules in ag te neem. Die Friedman-toets is gebruik. Die resultate word in Tabel 6 uiteengesit. Uit die ontleding van die resultate wou dit voorkom of die stelsels nie ten opsigte van die aantal foute verskil as die moeilikheidsgraad van die modules in ag geneem word nie (toetsgrootheidswaarde = 1,17; $p = 0,558$).

Vervolgens is die gemiddelde voltooiingstyd per voorskootoerok per produksiestelsel oor al die modules vergelyk. Die resultate word in Tabel 7 uiteengesit. Volgens 'n ontleding van die resultate met behulp van die Kruskal-Wallis-toets was daar 'n betekenisvolle verskil tussen die produksiestelsels wat die gemiddelde voltooiingstyd per voorskootoerok betref ($p = 0,0078$). Die tydskuur vir die voltooiing van 'n voorskootoerok was vir die modulêre stelsel betekenisvol korter as vir die bondel- en die kanbanstelsels. Die tydskuur vir die voltooiing van 'n voorskootoerok by wyse van die kanbanstelsel het nie betekenisvol van die tydskuur volgens die bondelstelsel verskil nie.

Die verskille tussen die voltooiingstye met die verskillende produksiestelsels is vergelyk met inagneming van die verskille in die vaardighede van die spanne om die effek van die vaardigheid van die onderskeiespanne te beoordeel. Die Friedman-toets is gebruik en die spanne is as blokke geneem. Die resultate word in Tabel 8 uiteengesit. Uit die ontleding van die resultate blyk dat as die spanne as blokke geneem word, die tydskuur tussen die produksiestelsels nie verskil nie (toetsgrootheidswaarde = 4; $p = 0,1353$).

Die Friedman-toets is gebruik om die stelsels aan die hand van die voltooiingstyd en met die modules as blokke te ontlee ten einde die moeilikheidsgraad van die modules in ag te neem. Die resultate word in Tabel 9 uiteengesit. Volgens die ontleding van die resultate blyk dat as die modules as blokke geneem word, die tydskuur tussen die stelsels nie verskil nie (toetsgrootheidswaarde = 2; $p = 0,3679$).

Wanneer die resultate van die ontledings met behulp van die Kruskal-Wallis- en die Friedman-toets gesamentlik oorweeg word, blyk dit dat die vaardighede van die spanne wel 'n invloed op die voltooiingstyd gehad het. Toe hierdie effek in ag geneem is, het daar in die ontledings met behulp van die Friedman-toets geen verskil in die voltooiingstyd voorgekom nie.

In die geheel gesien het daar in die betrokke eksperiment met die onderskeie produksiestelsels geen verskil ten opsigte van die aantal foute asook die voltooiingstyd voorgekom nie. Die resultate ten opsigte van die voltooiingstyd moet ook oorweeg word met verwysing na die aantal operateurs wat by elke produksiestelsel betrokke was. By die modulêre stelsel was daar drie operateurs minder by Modules 1 en 2 en twee minder by Module 2, dit wil sê 30% tot 40% minder operateurs vir elke module. Die aantal foute en die voltooiingstyd het egter nie betekenisvol verskil

nie. Die produksieuitset met die modulêre stelsel was dus hoër. Wanneer die resultate van hierdie eksperiment met dié van Oliver *et al* (1994) vergelyk word, blyk die volgende: In laasgenoemde eksperiment kon daar ook nie 'n betekenisvolle verskil met betrekking tot die aantal foute per stelsel aangedui word nie. Produksie was ook hoër met die modulêre stelsel indien die aantal operateurs wat betrokke was in ag geneem is.

BESPREKING

Daar is aan die begin gestel dat elke produksiestelsel bepaalde voor- en nadele inhou. Elke kleinskaalse klereproduksie-onderneming sal sy eie unieke omstandighede en behoeftes in ag moet neem. Hoewel die resultate van die studie toon dat die modulêre stelsel die voor-die-handliggende keuse vir 'n kleinskaalse produksie-onderneming is, waarsku Gilbert (1990) dat die saamstelling van die span deeglike oorweging vereis. Omdat minder operateurs betrokke is, moet elke operateur meer as een taak bemeester, en dit het implikasies vir opleiding. Die grootte van die span is ook belangrik. As die span te klein is, belemmer afwesigheid die funksionering daarvan. As die span te groot is, is dit weer moeilik om 'n samehorigheidsgevoel/spangees op te bou. Gilbert (1990) is voorts van mening dat die operateurs werklik betrokke moet voel. Opleidingsprogramme moet dus ook aspekte soos spanwerkbeginsels, probleemoplossingstegnieke en die handhawing van goeie menseverhoudings insluit. Werkers word dikwels vergoed volgens die kwantiteit wat gelewer word. Hierteenoor is kwaliteit van groot belang vir die suksesvolle funksionering van die modulêre stelsel. Gilbert (1990) is van mening dat spesiale vergoedingsformules vir werkers in 'n modulêre stelsel moet geld om kwaliteitproduksie aan te moedig.

Hoewel hierdie studie beperk was wat die steekproefgrootte, die aantal herhalings en die volume voorskoote betref, was daar ooreenstemmings met die simulatie-eksperiment van Oliver *et al* (1994). Die resultate van beide eksperimente onderskryf die ervaring van firmas soos Toyota Sewn Products Management Systems wat met behulp van die modulêre produksiestelsel sy produktiwiteit met tussen 20% en 40% verhoog het (Schroer *et al*, 1991). So 'n simulatie-eksperiment in die klaskamer blyk dus tog waardevol te wees.

GEVOLGTREKKING EN AANBEVELINGS

In die lig van die gestelde doelwitte kan die eksperiment as suksesvol beoordeel word. Die studente-operateurs het waardevolle ondervinding tydens hul deelname opgedoen. Vanuit 'n opleidingsoogpunt hou die simulatie van die onderskeie produksiestelsels groot voordele in. Dit is moontlik om die studente binne 'n kort tydskope aan die beginsels van die onderskeie produksiestelsels bloot te stel. As sodanig is die simulatie-eksperiment 'n unieke opleidingsmodel

wat aangewend kan word om studente se belangstelling in klereproduksie op kleinskaal te stimuleer en terselfdertyd hul vaardigheid en insig te ontwikkel.

Ten slotte volg 'n enkele aanbeveling vir die uitvoer van so 'n eksperiment. Die produk wat gekies word, kan relatief eenvoudig wees. In die geval van hierdie eksperiment het die voorskootoorrookstyl 'n aantal probleme opgelewer. Die redelik ingewikkelde styl het die voorbereiding en die uitvoer van die eksperiment gekompliseer.

LITERATUURVERWYSINGS

DIMITROV, P (1990): The impact of flexible manufacturing systems (FMS) on inventories. *Eng Costs Prod Econ* (19):165-174.
FRALIX, M, LANGFORD, M, CARRERE, C & LITTLE, T (1990): Reflections on modular. *Bobbin* (April):60, 64 & 66.
GILBERT, CS (1990): Modular manufacturing: sizzle or steak? *Appar Manuf* (March):44-53.
JIN, H & SCHONBERGER, RJ (1988): The pull of the kanban. *Production and Inventory Manage J* (Fourth Quarter):54-58.
KINKADE, D & CASSILL, N (1993): Company demographics on adoption of quick response by North Carolina apparel

manufacturers. *ClothText Res J* 11(3):23-30.
KULERS, GB & DE WITT, JW (1990): Modular goes mainstream. *Appar Ind Mag* (May):44-46, 48-50.
MOUTON, J, MARAIS, HC, PRINSLOO, KP & RHOODIE, NJ (1988): Metodologie van die geesteswetenskappe. Basiese begrippe. Pretoria. Raad vir Geesteswetenskaplike Navorsing.
OESTERREICHER, JE (1993): Partnering for Quick Response at JC Penny. *Retail Bus Rev* (May):4-8.
OLIVER, BA, KINKADE, DH & ALBRECHT, D (1994): Comparison of apparel production systems: a simulation. *Cloth Text Res J* 12(4):45-50.
RAMSAY, ML, BROWN, L & TABIBZADEH, K (1990): Push, pull & squeeze shopfloor control with computer simulation. *Ind Eng* 22(2):39-45.
SAIBEL, M (1990): Modular confusion. *Appar Ind Mag* (August):114, 116-117.
STEYN, AGW, SMIT, CF, DU TOIT, SCH, VAN SCHAIK, JL & SRASHEIM, C (1994): Moderne statistiek in die praktyk. Pretoria.
SCHROER, BJ, WANG, J & ZIEMKE, MC (1991): A look at TSS through simulation. *Bobbin* (July):114-119.
SURI, J & DE TREVILLE, S (1986): Getting from "Just-in-case to Just-in-time": insights from a simple model. *J Oper Manage* 6(3):295-304.
ZIEMKE, MC & ADAMS, M (1990): Strategic management for the small apparel manufacturer and contractor. *Appar Manuf* (April):70-75.

Redaksie / Editorial Staff

Wetenskaplik / Scientific

Redakteur / Editor: E Boshoff, PhD (Huish)
Subredakteur / Subeditor: ES Toerien, PhD

Administratief / Administrative

AS Blignaut, PhD (RGO)

Aksie / Action

Redakteur / Editor: AP van Zyl Hons B Huish, HOD

Wetenskaplike Redaksionele Komitee Scientific Editorial Committee

P Botha, DSc
AC Erasmus, M Huish
HM de Klerk, PhD
GJ Gericke, M Dieetk
JM Green, PhD
LA Greyvenstein, DEd
HC Schönfeldt, PhD
AN Schreuder, D Com
M Senekal, PhD
AM van Aardt, DEd
AS van Wyk, PhD