

De regelprestatie van operators

Citation for published version (APA):

Paternotte, P. H. (1976). De regelprestatie van operators. *Mens en onderneming*, 30, 73-84.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1976

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

Take down policy

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

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

De regelprestatie van operators

door P. H. Paternotte*

Inleiding

In het voorgaand artikel is een karakteristiek geschetst van de arbeidssituatie van de mens (operator) in meer of minder geautomatiseerde mens- machinesystemen. In dit artikel willen wij onze aandacht meer in het bijzonder richten op het regelgedrag en de regelprestatie van operators bij het bedienen van een industrieel (fysisch) proces. Dit onderzoek had tot doel door middel van een analyse van een bepaalde regeltaak te komen tot het formuleren van prestatiecriteria, die praktisch bruikbaar zijn voor het beoordelen van regelprestaties in een overeenkomstige, gesimuleerde taaksituatie (zie ook het voorgaande artikel bij: Werkgroep Onderzoek Mens-machinesystemen-THE). In de volgende paragraaf worden eerst de begrippen regelen, regelgedrag en regelprestatie nader toegelicht. Daarna wordt het onderzoek behandeld; ten slotte wordt een aantal uitgangspunten voor verder onderzoek besproken.

Regelen, regelgedrag en regelprestatie

De functie van een operator bestaat meestal niet alleen uit het controleren van het verloop van een proces en het zo nodig ingrijpen. Het verrichten van (kleine) onderhoudswerkzaamheden, het maken van notities, het opstarten, overschakelen en stoppen en — niet in de laatste plaats — het adequaat handelen bij bedrijfsstoringen behoort evenzeer tot zijn functie.** Hier beperken wij ons echter tot de regeltaak bij 'normaal bedrijf'. Deze regeltaak bestaat dan uit het voorkomen en/of opheffen van kleine veranderingen in een of meer procesvariabelen teneinde het gewenste verloop van het proces te waarborgen.

* Wetenschappelijk medewerker bij de afdeling der Bedrijfskunde van de Technische Hogeschool Eindhoven.

** Zie voor een uitvoerige bespreking van dit onderwerp bijv. Crossman, 1960 en Edwards and Lees, 1973.

De regeltaak van een operator, het regelen, wordt op meer abstracte wijze geformuleerd door Kelley (1968). Vrij vertaald luidt zijn definitie als volgt: 'Regelen is het *voorspellen* van mogelijke toekomstige procestoestanden, het daaruit kiezen van de meest gewenste toestand (m.b.t. het doel) van het proces en het initiëren van een actie (of juist het nalaten daarvan), die leidt tot de realisatie van die gekozen toestand.'

Het *regelgedrag* dat een operator vertoont bij het uitvoeren van zijn regeltaak is dus gericht op het bereiken van enigerlei gesteld doel, op het leveren van een *regelprestatie*.

Een economisch criterium lijkt voor de hand te liggen. Men zou het procesrendement kunnen uitdrukken als functie van in- en uitgangsvARIABLEN met hun winst- c.q. kostencoefficienten. Echter, de mate waarin een operator invloed kan uitoefenen op het procesrendement is niet bij ieder proces dezelfde en zelfs bij één proces niet altijd dezelfde. Zo kan een onvoorspelbare storing het tijdelijk extra moeilijk maken om het proces weer naar de gewenste toestand te regelen. (Dit is tevens een van de redenen om een simulatieonderzoek op te zetten: Daar is immers het procesgedrag volledig voorspelbaar en heeft men de mogelijkheid om verschillende operators onder dezelfde condities te vergelijken.)

McCormick (1971) merkt dan ook op, dat de enig juiste methode om menselijke prestaties binnen mens-machinesystemen te bepalen, dient te bestaan uit het rechtstreeks (aan de operator) meten van sensorische, mentale en motorische activiteiten en deze af te wegen tegen de op dat moment vereiste activiteiten (zoals uit de taak afgeleid).

Hij tekent daarbij echter — terecht — aan, dat het meestal moeilijk, zo niet onmogelijk is om een dergelijke methode toe te passen, omdat '... such performance usually is inextricably intertwined with the performance characteristics of the physical equipment being used ...'

Er speelt echter nog een geheel andere factor een rol bij het meten van individuele regelprestaties: *welk* doel streeft de operator zelf na?

Op het eerste gezicht lijkt dit een triviale vraag: hij moet immers een bepaalde opdracht uitvoeren, bij voorbeeld een produktstroom van gegeven kwaliteit realiseren. In de praktijk is dit echter niet zo duidelijk; bij een bepaalde, door in- of externe oorzaken veroorzaakte of dreigende afwijking van een gewenste specificatie, zal de operator moeten beslissen of hij al dan niet zal ingrijpen. Daarvoor moet hij de volgende vragen beantwoorden:

— Wat is de relatieve waarde van alle mogelijke toestanden waarin het proces kan geraken, afgewogen tegen het doel van het totale mens-machine-systeem? (Dit heeft zowel betrekking op toestanden die de operator zal veroorzaken door nu in te grijpen als op de toestand, die zal ontstaan als hij niets

P. H. Paternotte De regelprestatie van operators

doet. In beide gevallen moet echter wel een voorspelling worden gedaan!)

- Hoeveel moeite kost het om een bepaalde toestand te bereiken?
- Wat zijn de kosten voor het proces om een bepaalde toestand te bereiken?
- Wat zijn de kansen om een bepaalde toestand inderdaad te bereiken?

In dit verband past ook de uitspraak van Edwards en Lees (1973): 'The basic criteria for the operation of the plant over the long term are laid down by management, but this still leaves the operator the task of deciding on short-term goals and the priority between them.'

De werkelijke prestatie die een operator levert, kan daarom alleen beoordeeld worden in het licht van zijn *eigen* doelstelling; van wat hij wil bereiken. Kennis over individuele doelen en verwachtingen is dus een eerste vereiste om de regelprestatie te kunnen beoordelen.

Immers, wij moeten tot geldige uitspraken kunnen komen over individuele regelprestaties onder verschillende omstandigheden bij één proces. Eerst daarna kunnen wij b.v. gaan denken over het vergelijken van regelprestaties tussen verschillende processen.

Resumerend: een mens-machinesysteem levert als geheel een prestatie, een *systeemprestatie*.

De bijdrage van de mens, de operator, aan deze systeemprestatie noemen wij de *mensprestatie*. Deze is vaak echter alleen te onderkennen binnen de systeemprestatie als het procesgedrag volledig bekend is, hetgeen in de werkelijkheid meestal niet het geval is.

Een aspect van de mensprestatie — en dus ook van de systeemprestatie — is de regelprestatie. Wij zoeken zodanige maten voor de regelprestatie dat daarin de kwaliteit van de uitvoering van de regeltaak zo goed mogelijk tot uitdrukking komt.

Onderzoek naar regelgedrag in het veld

Omdat het in het laboratorium gesimuleerde proces ook in werkelijkheid bestaat, kon het regelgedrag in de praktijk worden bestudeerd om een verantwoorde keuze te maken uit mogelijke prestatiematen.

Dit veldonderzoek was opgezet met het doel inzicht te krijgen in:

- de individuele regeldoelen en het regelgedrag van een representatieve groep ervaren operators,
- taak- en situatiefactoren die van invloed zijn op het regelgedrag.

Proces en taaksituatie

Het onderzoek betreft een destillatieproces waarbij een mengsel van twee vloeistoffen door middel van koken wordt gescheiden. Dit proces speelt zich

af in een zgn. destillatiekolom. De aanvoer van het te scheiden mengsel en de afvoer van de componenten vindt continu plaats.

Het proces vormt een onderdeel van een 'destillatieketen'.

Het bedienen van dit grotere geheel vormt de regeltaak van één operator. Kenmerkend voor het proces (en daarmee voor de regeltaak) zijn de relatief grote looptijden: het duurt vaak uren voordat het effect van regelacties zichtbaar wordt en nog langer voordat het geheel uitgewerkt is.

De kolom is uitgerust met een conventioneel meet- en regelsysteem, d.w.z. dat de operator 'setpoints' van analoge regelaars kan in- en verstellen. De bediening geschiedt vanuit een centrale meet- en regelkamer (MK) waar de voornaamste meet- en regelapparatuur op panelen aanwezig is (naast de destillatieprocessen wordt nog een aantal andere processen vanuit dezelfde MK bediend). In totaal zijn vijf operators per ploeg aanwezig, waarvan minimaal twee volledig met de destillatie op de hoogte zijn. Doordat het werk in een vier-ploegensysteem werd verricht, konden wij voor ons onderzoek een beroep doen op acht operators.*

Methode van onderzoek

Het veldonderzoek nam drie maanden in beslag waarvan de eerste helft werd besteed aan participerende observatie. Door 'mee te lopen' aan 'de post' met de dienstdoende operator(s) waren wij in staat de regeltaak zelf aan te leren (althans voor normaal bedrijf) en het regelgedrag met kennis van zaken te volgen. Ook het introduceren van het onderzoek en het verkrijgen van een goede verstandhouding met de operators werd hierdoor vergemakkelijkt.

Telkens nadat één of een serie paneelwaarnemingen en handelingen werd verricht, vroegen wij de operators naar het hoe en waarom van hun gedrag. De antwoorden werden in beknopte vorm genoteerd.

Op deze wijze werd voldoende informatie verkregen om een beslissingsschema op te stellen, waarmee voor de acht operators algemeen geldende, kwalitatieve uitspraken over het regelen konden worden gedaan.

Aan de hand van dit beslissingsschema werd een uitgebreide vragenlijst opgesteld waarmee per operator kwantitatieve gegevens werden verkregen. De vragenlijst werd in interviewvorm (open-end) buiten de MK afgenomen, waarbij de antwoorden op een cassetterecorder werden opgenomen.

Daarnaast is een aantal gesprekken gevoerd met de fabrieksstaf, met name over de taakstelling t.a.v. het regelen en over de economische aspecten van het regelen. De daaruit verkregen gegevens zijn onder meer vergeleken met de interviewresultaten. Dit gaf mede aanleiding tot een nabespreking tussen staf, operators en onderzoeker.

* Voor volledige gegevens zie Paternotte, 1974.

P. H. Paternotte De regelprestatie van operators

Beslissingsschema en vragenlijst

De resultaten van de participerende observatie leiden tot een aantal veronderstellingen over individuele regeldoelen en regelgedrag. Die kunnen we als volgt karakteriseren:

- de operators hanteren verschillende regeldoelen die niet in overeenstemming zijn met de officiële normen,
- de operators grijpen zowel in na het constateren van actuele afwijkingen als na het voorspellen van toekomstige afwijkingen,
- wat een afwijking is, wordt zowel bepaald door de feitelijke waarde van een procesvariabele als door de snelheid en grootte (trend) waarmee een dergelijke waarde verandert.

Mede gebaseerd op deze veronderstellingen werd het in figuur 1 (vereenvoudigd) weergegeven beslissingsschema geconstrueerd.

Toelichting bij figuur 1 — Op een zeker moment zal een operator de toestand van het proces observeren. Hij bekijkt daartoe de waarden van een aantal variabelen, die voor hem maatgevend zijn voor het goede verloop. De waarden van deze variabelen vormen samen een *kentoestand*. Er zijn dan twee mogelijkheden:

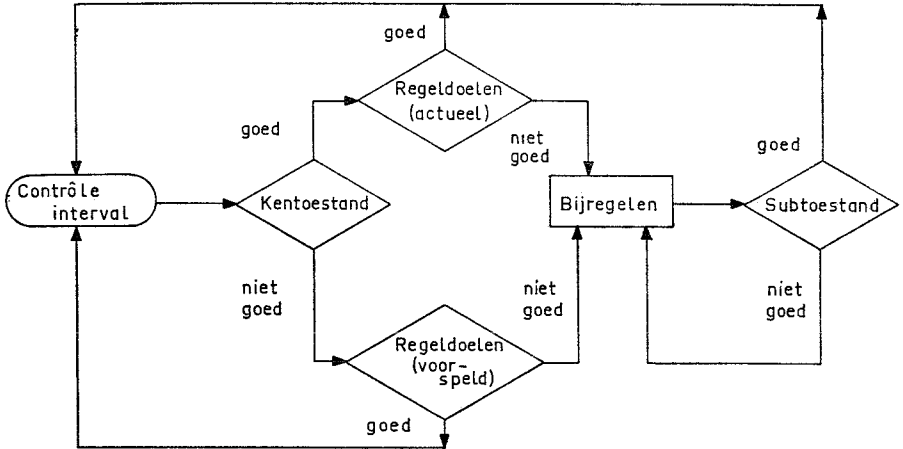
- 1 de kentoestand voldoet aan zijn eisen (normen);
- 2 de kentoestand voldoet niet aan zijn eisen.

Blijkt de kentoestand aan zijn eisen te voldoen dan neemt de operator de regeldoelen (= kwaliteitswaarden van de beide componenten) in ogenschouw. Bij een afwijking van beide of één van beide zal de operator het proces bijregelen.

Het effect van deze actie wordt nu direct beoordeeld aan de hand van de waarden van een klein aantal, snel (t.o.v. de kwaliteitswaarden) reagerende procesvariabelen. Deze waarden vormen samen een 'subtoestand'. Afhankelijk van deze subtoestand wordt al dan niet verdere actie ondernomen. Daarna wordt weer een zeker controle-interval in acht genomen. De duur van dit interval is afhankelijk van de aard en grootte van voorgaande afwijkingen, maar ook van de mate waarin de operator door zijn overige taken in beslag wordt genomen.

Voldoet de kentoestand niet aan de eisen, dan wordt nagegaan wat de feitelijke waarden zijn van de kwaliteit. Met deze informatie wordt een voorspelling gedaan over de toekomstige waarden van de kwaliteit. Het is dan mogelijk dat de voorspelde afwijking bestaande (toegelaten) afwijkingen vermindert. In dat geval zal de operator geen actie ondernemen. In alle overige situaties zal op de beschreven wijze actie worden ondernomen.

Figuur 1:
Beslissingschema voor het regelen van het destillatieproces



Dit *kwalitatieve* schema bleek op alle betrokken operators van toepassing te zijn, zolang de bedrijfstoestand normaal was. De op dit beslissingschema gebaseerde vragenlijst had in grote lijnen de volgende structuur:

kentoestand: welke variabelen worden in aanmerking genomen bij het bepalen van de kentoestand?
bij welke afwijking van de kentoestand (kwantitatief) wordt actie ondernomen?

regeldoelen: bij welke afwijkingen van de kwaliteitswaarden wordt actie ondernomen?

regelgedrag: hoe en wat wordt geregeld?
(omdat het een interview betreft, verstaan wij hier onder regelgedrag: uitspraken over het regelen in de situaties die in de vragenlijst aan de orde werden gesteld. Daarbij werd iedere operator met zijn eigen, eerder genoemde, regeldoelen geconfronteerd)

kosten en moeite: welke kostenfactoren bepalen de keuze van regeldoelen en regelacties?
waarom wordt op de meegedeelde, en niet op een andere manier geregeld?

Enkele resultaten

Omdat het onderzoek alleen bedoeld is als illustratie te dienen beperken wij ons tot het bespreken van de belangrijkste resultaten. Achtereenvolgens zullen wij iets zeggen over:

- 1 regeldoelen,
- 2 regelgedrag,
- 3 kosten voor het proces.

Regeldoelen:

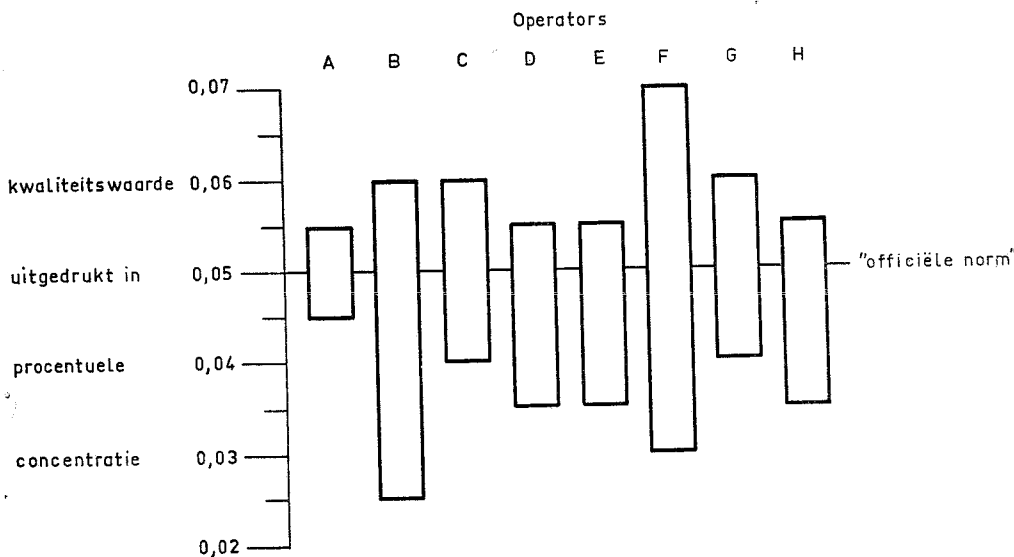
Als de kentoestand aan de eisen voldoet, hanteert iedere operator een 'bandbreedte' voor de toegelaten waarden van zijn kwaliteitswaarden, d.w.z. een regeldoel bestaat uit het 'binnen de band' houden van een kwaliteitswaarde. Er is geen officieel voorgeschreven bandbreedte. Tussen de operators blijken echter grote verschillen te bestaan in de breedte van de band.

In figuur 2 is dit weergegeven voor een van beide kwaliteitswaarden.

Zowel bij het regelen op feitelijke afwijkingen (terugkoppelend regelen) als bij het anticiperen op voorspelde afwijkingen (voorwaartskoppelend regelen) treffen wij dergelijke verschillende regeldoelen bij de operators aan. Voor elke operator is er geen verschil tussen de bandbreedtes bij voorwaartskoppelend en terugkoppelend regelen.

Figuur 2:

Toegelaten afwijkingen van de kwaliteitswaarde



Regelgedrag

De vragen over het regelen in een aantal situaties waren zodanig opgesteld, dat de antwoorden kwalitatief vergelijkbaar waren.

Uit deze vergelijking bleken geen grote verschillen tussen de operators: men gebruikt dezelfde regelvariabelen op dezelfde wijze.

Kwantitatief (qua hoeveelheid actie) bleken er wel grote verschillen tussen de operators te bestaan. Deze verschillen bleken niet samen te hangen met de 'bandbreedte' van de regeldoelen, zoals aanvankelijk werd verondersteld (in de zin van: hoe groter de bandbreedte, hoe meer actie). Alle operators vertoonden zelf weinig variatie in grootte en frequentie van regelacties. Deze laatste zijn te beschouwen als standaardingrepen, die zonodig worden herhaald als het effect niet voldoende is.

Het gehele karakter van het regelgedrag is *tentatief*; men werkt in kleine stappen naar het doel toe. Als argumenten hiervoor werden genoemd:

- het niet precies weten van het effect van de actie op de kwaliteitswaarde(n);
- het niet nauwkeurig kunnen doseren van regelacties;
- nauwkeurig regelen heeft geen zin omdat de meetwaarden toch niet erg nauwkeurig zijn;
- de gebrekkige informatie over de kwaliteit noopt tot voorzichtigheid; de kwaliteitswaarden worden met intervallen van 40 minuten respectievelijk 2-4 uur gepresenteerd.

Het tentatief karakter komt in nog sterkere mate naar voren bij het voorwaartskoppeland regelen: met name vonden wij nog minder variatie in grootte van regelacties dan bij het terugkoppeland regelen. Ook werd bij de argumentering nog meer de nadruk gelegd op het niet precies kennen van het effect van de acties.

Kosten voor het proces

Dit aspect werd onderzocht door de operators een aantal malen uit combinaties van twee procestoestanden 'de beste' te laten kiezen en de keuzen te laten motiveren (paired comparison).

Iedere operator noemde hij de motivering van zijn keuzen drie of vier kostenfactoren, waarvan hij zelf veronderstelde dat ze bepalend waren voor het procesrendement. Tussen de operators bestonden echter geheel verschillende opvattingen over het relatieve belang van deze factoren. Uit gesprekken met de fabrieksstaf bleek verder dat de operators ook heel weinig informatie krijgen over de relatieve invloed van kostenfactoren. Dit werd als volgt verklaard:

- het verband tussen de diverse kostenfactoren is zeer ingewikkeld;
- dit verband kan nog in de tijd variëren door veranderende marktprijzen en ook door een verandering in de belastingtoestand van de kolom;
- de operators moeten meerdere processen bedienen die elk een verschillend

'kostenmodel' hebben;

— de bandbreedten voor de kwaliteitswaarden hebben weinig invloed op het procesrendement.

Men was van mening, dat het wel verstrekken van informatie over kostenfactoren of verwarring zou scheppen of een te grote taakverzwaring zou vormen. In hoeverre deze opvattingen in overeenstemming zijn met de werkelijkheid, is evenwel niet onderzocht.

Conclusies

Zoals al in de inleiding werd vermeld, was het doel van dit onderzoek het verkrijgen van inzicht in een bepaalde regeltaak.

Daarbij werd gesteld dat, als wij op een juiste wijze regelprestaties willen meten, wij dienen te weten wat een operator zelf nastreeft en welke kennis hij daarvoor ter beschikking moet hebben. Als wij de resultaten van dit onderzoek kort samenvatten in het licht van de vraag: welke kennis dient een operator te hebben om een adequate beslissing te kunnen nemen over het al-dan-niet ingrijpen, dan komen wij tot de volgende conclusies:

— De operator heeft weinig of geen informatie over kostenfactoren. Hij kent alleen de optimale (voorgescreven) toestand, maar kan niet beoordelen of de ene, daarvan afwijkende toestand, beter is dan de andere. Informele opvattingen over wat beter of slechter is lopen ver uiteen.

— Voor wat betreft de kosten voor het proces om een bepaalde toestand te bereiken kunnen wij hetzelfde argument aanvoeren: de operators beschikken niet over informatie om hierover te kunnen oordelen.

Opvallend was echter dat alle operators het erover eens waren dat er zo min mogelijk geregeld moet worden, omdat alle toestandsveranderingen die veroorzaakt worden door ingrepen tijdelijk extra kosten met zich meebrengen.

— De moeilijkheden voor de operator om een gewenste toestand te bereiken komen tot uiting in de bandbreedte voor de kwaliteitswaarden: hoe breder de band (bij een gegeven storingspatroon) des te lager de ingrijpfrequentie. De Jong en Köster (1971) merken in dit verband op dat, hoe hoger de motivatie van de operator is om zijn taak goed uit te voeren, des te kleiner de door hem gehanteerde bandbreedte zal zijn.

— De waarschijnlijkheid, dat een gewenste toestand bereikt zal worden komt neer op een waarschijnlijkheid t.a.v. de tijd waarin een dergelijke toestand bereikt wordt. De ervaring heeft geleerd, dat de gewenste toestand vrijwel altijd bereikt wordt (tenzij intussen een nieuwe storing optreedt) door met (kleine) standaardingrepen geleidelijk naar het doel toe te werken.

Daarbij moet nogmaals opgemerkt worden, dat een operator in totaal acht processen moet bedienen zodat hij wel gedwongen is relatief weinig aandacht aan één proces te besteden. Dit kan hij doen door afwijkingen toe te laten en

door routinematig in te grijpen.

Uit het voorgaande moge blijken dat een aantal taak- en situatiefactoren invloed uitoefent op de keuze van de doelen die een operator wenst te bereiken en op de manier waarop hij deze wenst te bereiken. In een situatie zoals wij hebben onderzocht zou het vergelijken van regelprestaties van verschillende operators niet erg zinvol zijn, omdat iedere operator andere regeldoelen heeft. Bovendien zou dan zijn gehele regeltaak in aanmerking moeten worden genomen.

Bij de discussie zullen wij proberen aan te geven welke eisen dienen te worden gesteld aan een experimentele situatie om tot zinvolle metingen van regelprestatie te kunnen komen.

Discussie

Wat leren deze conclusies ons nu? Laten wij eens nagaan hoe ze zouden moeten luiden als wij daadwerkelijk regelprestaties willen gaan meten en vergelijken: Zo is het duidelijk dat een operator (of proefpersoon) dusdanig geïnstrueerd zal moeten worden dat hij onder alle omstandigheden (procestoestanden en/of experimentele condities) weet wat zijn doelstelling is. Verder moet hij ook kunnen beoordelen, in hoeverre hij daarvan afwijkt. Dit hangt nauw samen met de complexiteit van de regeldoelstelling, die wordt bepaald door het aantal factoren en hun onderlinge relaties die samen deze doelstelling vormen. Het feit dat operators met vele jaren praktijkervaring volgens hun chefs in de war zouden kunnen raken bij 'enige' complexiteit van regeldoelen (bijvoorbeeld een functie van drie onafhankelijke variabelen met constante coëfficiënten), noopt ons tot enige behoedzaamheid op dit gebied. Als een complexe doelstelling inderdaad verkeerd geïnterpreteerd wordt is dit bijzonder moeilijk achteraf na te gaan.

Het lijkt ons daarom verstandiger, deze complexiteit zelf als onderzoeksvariabele te beschouwen door ze in een aantal proefseries geleidelijk op te voeren en daarbij het regelgedrag te volgen. Aangezien het gesimuleerde proces volledig deterministisch is, moet het mogelijk zijn te beoordelen of een reactie nog in overeenstemming is met de doelstelling. In feite onderzoeken wij dan tevens welke complexiteit onder bepaalde condities (voor mensen) haalbaar is. Een ander onderzoeksdoel is het nagaan van de invloed van kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van de informatiepresentatie op de regelprestatie. Het lijkt ons zinvol om de factoren complexiteit en informatiepresentatie in samenhang met elkaar te onderzoeken. Daarbij veronderstellen wij, dat — binnen zekere grenzen — het niet de complexiteit is die bepaalt of er al dan niet goed kan worden geregeld, maar dat juist de aard van de informatie-

presentatie de beperking vormt. Om deze veronderstelling toe te lichten:

Stel dat een operator als opdracht heeft, de *gemiddelde* kwaliteit van een produktstroom op een constante waarde te houden. Beschikt hij alleen over meters die de hoeveelheid produkt respectievelijk de kwaliteit daarvan weergeven, dan zal hij regelmatig het voortschrijdend gemiddelde moeten berekenen. Heeft hij, zoals bij de destillatiekolom het geval is, met twee kwaliteitswaarden te maken, dan vormt deze taak een aanzienlijke mentale belasting. Het lijkt een redelijke veronderstelling dat, als dergelijke informatie wordt voorbereid en dus als voortschrijdend gemiddelde wordt gepresenteerd, de regelprestatie op dit criterium zal verbeteren. Deze veronderstelling is eenvoudig in het laboratorium te toetsen.

De operator zal ook informatie moeten hebben of kunnen afleiden om alternatieve wegen naar het doel (= de gewenste toestand) op hun waarde te kunnen schatten. Voorts zal hij zijn regelgedrag daadwerkelijk op het doel moeten richten. Daarbij zal zijn regelprestatie mede bepaald worden door de moeite die hij wil doen: de motivatie speelt een grote rol.

Bij het experimenteren in een gesimuleerde situatie is het van belang de factor motivatie onder controle te hebben teneinde geen verkeerde conclusies te trekken. Wij veronderstellen dat dit mogelijk zal zijn door het patroon van regelacties te analyseren, bijvoorbeeld naar analogie van West and Clark (1974), die het aantal en de grootte van acties per tijdseenheid als kenmerkend voor het regelgedrag van operators beschouwen. Afwijkingen van een eenmaal bekend patroon zouden mogelijkerwijs indicaties kunnen geven over aandachtsverschuiving, afleiding en zelfs verveling of irritatie.

Naast dergelijke factoren zullen vermoedelijk ook leereffecten een rol spelen. Met name de kennis over de waarschijnlijkheid dat een bepaalde toestand daadwerkelijk wordt bereikt, zal snel toenemen. Dit betekent dat de verwachtingswaarde van aanvankelijk moeilijk realiseerbare, maar zeer gewenste toestanden zal toenemen naarmate de ervaring met het proces groter wordt. Eén van de eerste experimenten met de simulator zal dan ook moeten bestaan uit het onderzoeken van dit leereffect.

Tenslotte willen wij nog een paar opmerkingen maken met betrekking tot de representativiteit van experimentele regeldoelstellingen.

Als wij geldige uitspraken willen doen over te verwachten regelprestaties in bestaande (en toekomstige) situaties zullen wij òf moeten aantonen dat er een algemeen geldend prestatie criterium bestaat òf voor alle situaties een ander prestatie criterium moeten kiezen. Wij hebben de indruk dat het antwoord tussen deze beide in ligt: enerzijds zullen wij naar gezamenlijke kenmerken van processen moeten zoeken (om hiernaar te kunnen generaliseren), anderzijds

zullen wij een aantal prestatiecriteria moeten opstellen en toetsen om het gewenste toepassingsgebied te kunnen bestrijken. Om deze redenen zal onderzoek moeten worden verricht naar kenmerken van processen en regeltaken met als doel te komen tot een classificatiesysteem van regeltaken.

Summary

As part of an investigation into human and task characteristics of jobs in more-or-less automated systems, an attempt is made to develop appropriate criteria of control performance in order to be able to measure control performance of a simulated process control task.

Eight operators controlling an identical real process were interviewed about their control behaviour and control goals.

The answers show that the problems in measuring control performance are mostly due to the fact that operators lack information concerning technical and economical aspects of process control. Subsequently several measures are mentioned to avoid this kind of problem.

Literatuur

- Crossman, E. R. F. W., *Automation and Skill*. London, H.M.S.O., 1960.
- Edwards, E., and F. P. Lees, *Man and Computer in Process Control*. London, Inst. Chem. Engineers, 1973.
- Jong, J. J. de, and E. P. Köster, The human operator in the computer controlled refinery. Moscow, *Proc. 8th World Petrol Congress*, 1971, London, Inst. Petrol.
- Kelley, C. R., *Manual and Automatic Control*. New York, J. Wiley, 1968.
- Kragt, H. (red.), *Onderzoek mens-machinesystemen*. Eindhoven, T.H. afd. Bedrijfskunde, 1973 (*Intern rapport QF 73147*).
- McCormick, E. J., *Human Factors Engineering*, New York, McGraw Hill, 1970.
- Paternotte, P. H., De ontwikkeling van een maat voor regelprestatie ten behoeve van een gesimuleerd productieproces. Eindhoven, T.H. afd. Bedrijfskunde, 1974, (*afstudeerverslag*).
- West, B., and J. A. Clark, Operator interaction with a computer controlled distillation column. In: E. Edwards en F. P. Lees (red.), *The Human Operator in Process Control*. London, Taylor & Frances, 1974.