

Arbeidsproeven ten behoeve van selectie en training : regelprestaties van leerling- en ervaren operators op een processimulator

Citation for published version (APA):

Ridderbos, A. (1991). Arbeidsproeven ten behoeve van selectie en training : regelprestaties van leerling- en ervaren operators op een processimulator. *PolyTechnisch tijdschrift : vakblad voor de ingenieur : procestechiek*, 45(3), 30-33.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1991

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.

Arbeidsproeven ten behoeve van selectie en training

Regelprestaties van leerling- en ervaren operators op een processimulator

Het vakmanschap van de procesoperator, een witte vlek in de procesautomatisering: steeds meer komen vanuit de industrie signalen, dat de opleiding en de selectie van procesoperators moeten worden aangepast aan het veranderde takenpakket van de operator-functie. In het onderzoeksproject 'Processimulatie ten behoeve van selectie en training van procesoperators' wordt onderzocht in hoeverre men arbeidsproeven kan gebruiken bij het selecteren en trainen van procesoperators. Het project wordt mede gefinancierd door een aantal bedrijven uit de (petro)chemische industrie. In dit artikel wordt ingegaan op de achtergronden, de opbouw en de resultaten van dit project.

A. Ridderbos



Mw. drs. A. Ridderbos is verbonden aan de Faculteit Bedrijfskunde, Vakgroep Technologie en Arbeid, Technische Universiteit Eindhoven.

De werksituatie van de operator in de chemische en petrochemische procesindustrie heeft de laatste decennia grote veranderingen ondergaan [3]. Door de schaalvergroting en de toenemende complexiteit van de meeste processen worden er hogere eisen aan de taakuitvoering van de operator gesteld. De operator komt voor steeds grotere, geïntegreerde processen te staan. Hoewel het operator-vak van oudsher een vak is waar motorische vaardigheden een grote rol spelen, is het accent onder andere door de automatisering en schaalvergroting meer op cognitieve vaardigheden komen te liggen. Vooral de werkzaamheden in de centrale meet- en regelkamer kan men nauwelijks nog karakteriseren als motorische vaardigheden!

De laatste jaren komen er vanuit de industrie meer en meer signalen, dat zowel de selectie als de training van procesoperators een nadere beschouwing verdienen. In 1986 is in Nederland een work-

shop georganiseerd onder het motto: 'Het vakmanschap van de procesoperator, een witte vlek in het gebied van proces automatisering', waaraan onder andere 11 Nederlandse chemische en petrochemische bedrijven deelnamen [2]. Een van de belangrijkste conclusies van deze workshop luidde, dat de opleiding en de selectie van procesoperators moeten worden aangepast aan het veranderde takenpakket van de operator-functie. De tot dan toe gehanteerde selectiecriteria gaven niet voldoende garantie meer voor een juiste beslissing.

Naar aanleiding van bovenstaande signalen 'uit het veld' is bij de vakgroep Technologie en Arbeid van de faculteit Bedrijfskunde aan de TU-Eindhoven een onderzoeksproject gestart¹. In dit project worden arbeidsproeven ontwikkeld op een processimulator (fig. 1) met het oog op het selecteren van operators en het trainen van basisvaardigheden. Een arbeidsproef kan men omschrijven als een afspiegeling van (een deel van) dat werkgedrag, dat noodzakelijk is voor een goede beheersing van een proces.

Arbeidsproeven

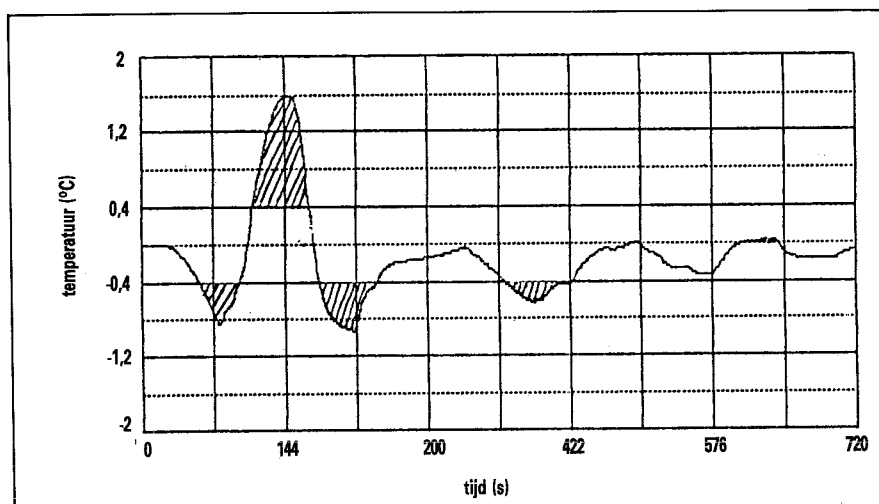
In een pilot-experiment hebben zowel leerling-operators als ervaren operators een aantal testopgaven uitgevoerd, die betrekking hadden op verschillende delen van een gesimuleerd chemisch proces. Voor elke testopgave werd een aantal oefenopgaven uitgevoerd om de verschillende deelprocessen eerst te leren kennen. Bij de testopgaven mochten de waarden van bepaalde belangrijke procesvariabelen niet te veel variëren. Aangezien het proces stabiel was, diende er pas ingegrepen te worden als er storingen optraden. Een van de belangrijkste resultaten is dat de ervaren operators gemiddeld op elke testopgave hoger scores (= beter presteren) dan de leerling-operators. Dit betekent dat de opgaven een beroep doen op vaardigheden, die ervaren operators wel tot hun beschikking hebben, maar die leerling-operators nog moeten ontwikkelen.

In dit experiment concentreren wij ons op de regeltaak van een meetkamer-operator, die de processen vanuit zijn centrale plaats achter een paneel of console moet besturen met behulp van een modern instrumentatiesysteem. Het gebruik van arbeidsproeven op de processimulator is een geschikte techniek om zowel de selectie- als de trai-

1. De gesimuleerde meet- en regelkamer in het ergonomielaboratorium van de Faculteit Bedrijfskunde.



1) Dit onderzoeksproject wordt mede gefinancierd door de volgende bedrijven: Arco Chemie Nederland, British Petroleum, DSM, Exxon Chemie Nederland, Hoechst Nederland, Kema, Shell Chemie Nederland en Stamicarbon.



2. Een voorbeeld van een regelcurve. Het gearceerde gedeelte - buiten de alarmgrenzen - wordt gebruikt voor de oppervlaktebepaling.

ningsproblematiek aan te pakken. Er zijn drie redenen waarom wij voor deze benadering hebben gekozen.

Allereerst is het een goede manier om inzicht te krijgen in de kritische operator-vaardigheden. Sinds de nieuwe technologische ontwikkelingen kenmerkt de operatorfunctie zich namelijk door het ontbreken van goed gedefinieerde prestatiecriteria [3]. Door simulatie en constructie van arbeidspoeven kunnen we evenwel relevante prestatiecriteria nader bestuderen. Bovendien kan dit leiden tot een beter inzicht in kritische operator-vaardigheden.

Bovendien kan men door verder onderzoek de ontwikkeling van deze vaardigheden bestuderen. Dit zal gebeuren in het kader van de ontwikkeling van de arbeidspoeven tot basis-trainingsinstrument.

Tenslotte is uit de literatuur bekend dat arbeidspoeven als selectiemiddel betere voorspelers zijn dan de meer conventionele tests, zoals bijvoorbeeld intelligentie-, persoonlijkheids- of attitude-tests [1, 5].

Regelproblemen

Aan de ontwikkeling van voornoemde arbeidspoeven ligt een inventarisatie van de regel-taak van de proces-operator in de Nederlandse

procesindustrie ten grondslag. Hierbij is het accent gelegd op een analyse van de meest kritische en frequent voorkomende componenten van de regel-taak. Deze componenten hebben wij samengevat onder de noemer 'regelproblemen'. Naar aanleiding van interviews in verschillende bedrijven en de resultaten van een vragenlijst is een aantal algemene regelproblemen gedefinieerd [4]. Deze liggen ten grondslag aan door operators ondervonden processpecifieke regelproblemen. Vervolgens zijn diverse basismodules ontwikkeld met behulp van een gesimuleerd proces, waarin deze algemene regelproblemen zijn opgenomen. Een voorbeeld van zo'n basismodule is het deelproces: 'warmtewisselaar met transportleiding'. Het regelprobleem dat hierin is verwerkt, is 'looptijd'. (De volgende paragraaf geeft uitleg van dit regelprobleem.) Door middel van de taakstelling en introductie van storingen (bijvoorbeeld een gesimuleerde regenbui, waardoor de buitentemperatuur daalt) worden andere regelproblemen in zo'n basismodule ingebracht. Deze basismodules vormen het uitgangspunt voor het verder ontwikkelen van arbeidspoeven voor zowel een selectie- als een trainingsinstrument voor fundamentele regelvaardigheden. Het hieronder beschreven pilot-experiment met leerling-operators en ervaren operators is uitgevoerd met diverse basismodules die door ons ontwikkeld zijn.

Onderscheidingsvermogen

De belangrijkste eis waaraan een arbeidspoev moet voldoen, is de eis van het onderscheidingsvermogen. Wanneer de juiste vaardigheden worden gemeten, zullen mensen met ervaring beter presteren op de arbeidspoev dan mensen zonder ervaring. Dit betekent in onze situatie dat ervaren operators gemiddeld beter zouden moeten presteren op de testopgaven dan de leerling-operators. Daarnaast kan men verwachten dat de spreiding van de scores van de ervaren operators kleiner zal zijn dan de spreiding van de scores van de leerling-operators. Immers, vanwege het zogenaamde 'restriction of range'-effect bij de ervaren operators is deze groep homogener van samenstelling qua regelvaardigheden dan de groep leerling-operators. Bij de ervaren operators heeft namelijk in de loop der jaren al een soort 'natuurlijke selectie' plaatsgevonden. Voor de minder goede operators zijn in een bedrijf vaak al andere werkzaamheden gevonden.

Methode van onderzoek

Als proefpersonen hebben zeven leerling-operators en vijf ervaren operators gefungeerd². Zowel de leerling-operators als de ervaren operators kwamen uit vier verschillende bedrijven uit de procesindustrie. De twee groepen proefpersonen waren echter elk redelijk homogeen qua samenstelling wat betreft leeftijd, opleiding en mate van werkervaring in de procesindustrie (tabel 1). De proefpersoon (in het vervolg van dit artikel kortweg 'operator' genoemd) voerde de opgaven uit op de BDK/T&A-processimulator in een geluidwerende ruimte (fig. 1) De procesdelen werden gepresenteerd op een grafische terminal (GIGI). Hieraan was een toetsenbord gekoppeld,

Tabel 1. Leeftijd en opleiding van de leerling-operators en leeftijd en aantal jaren werkervaring van de ervaren operators (gemiddelde = μ en standaard deviatie = σ).

leerling-operators			ervaren operators		
proefpersoon	leeftijd	opleiding	proefpersoon	leeftijd	jaren werk
1	24	MTS	1	37	10
2	22	MTS	2	37	11
3	29	LTS	3	39	13
4	22	HAVO/Vapro-B	4	41	16
5	23	HAVO-Vapro-B	5	38	13
6	22	MTS			
7	25	MTS			
	μ 23,9			μ 38,4	μ 12,6
	σ 2,5			σ 1,7	σ 2,3

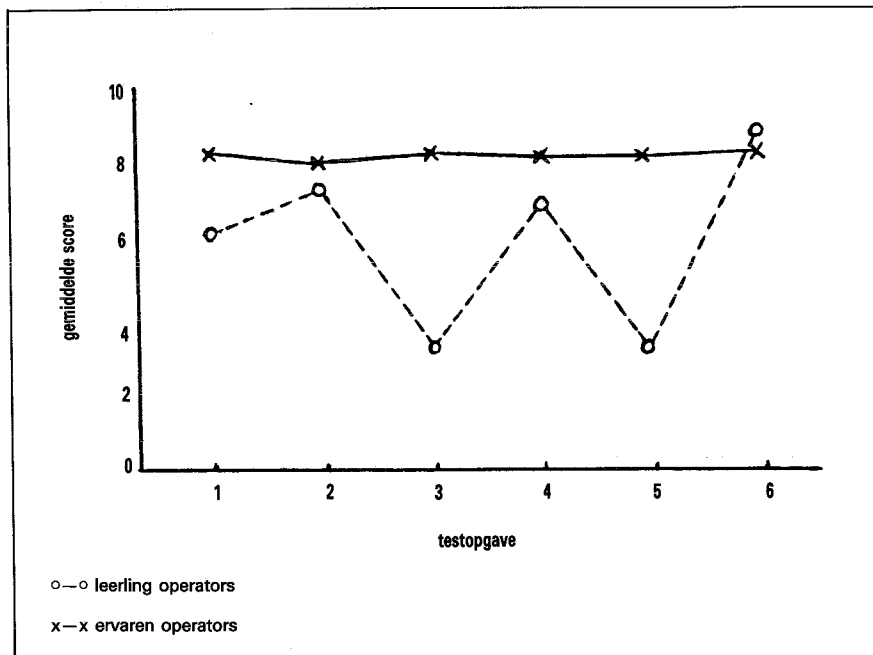
Tabel 2. Overeenkomst van de opgaven met problemen in de werkelijkheid.

	zeer zwak	zwak	gaat wel	sterk	zeer sterk
leerling-operators (n = 7)	-	-	4	3	-
ervaren operators (n = 5)	-	1	2	2	-

dat door de operator werd gebruikt om commando's te geven (bijvoorbeeld een klep 5 % openen). Het gebruikte computersysteem is een PDP 11/73. De proefleider bevond zich in een aangrenzende ruimte en had via een intercom contact met de operator. De proefleider gaf diverse commando's (bijvoorbeeld 'start') via een alfanumerieke terminal en een toetsenbord. Tevens was er voor de proefleider een TV scherm gekoppeld aan de grafische terminal van de operator, waarop de proefleider kon zien wat de operator op het scherm had staan.

De procedure tijdens de uitvoering van het experiment was als volgt. 's Ochtends werd de operator ontvangen en werd een inleidend gesprek met hem gevoerd, waarin onder andere het doel van het experiment werd uiteengezet. In de experimenteeruimte kreeg de operator allereerst een instructieboekje te lezen. Daarin wordt het gehele proces beschreven, de verschillende deelprocessen en de werking van de kleppen. Vervolgens kreeg hij de gelegenheid de bediening van de kleppen te oefenen. Daarna vulde hij het eerste deel van een vragenlijst in betreffende de proefpersoon-instructie. Aan de hand van het instructieboekje werkte de operator de 20 opgaven af, met een lunchpauze na opgave 11. Nadat hij opgave 20 voltooid had, vulde hij de rest van de vragenlijst in; de secties over de opgaven, bediening van het toetsenbord en informatiepresentatie via het beeldscherm. Tot slot werd een afsluitend gesprek met hem gehouden. De vragenlijst was bedoeld als evaluatie van de zojuist genoemde onderdelen van de testsituatie en tevens als indicatie

3. Genormeerde scores per testopgave.



van de 'face validity' van de arbeidsproeven. Met andere woorden: hoe komen de opgaven overeen met problemen in de werkelijkheid?

Zowel voor de leerling-operators als de ervaren operators werd de hierboven beschreven procedure gehanteerd. Dit nam per operator één gehele dag in beslag. Hieronder volgen de resultaten per groep operators op de zes testopgaven. De prestaties op de oefenopgaven worden in dit artikel buiten beschouwing gelaten. Bij de testopgaven mochten de waarden van bepaalde belangrijke procesvariabelen niet te veel variëren. Aangezien het proces stabiel was, diende er pas te worden ingegrepen als er storingen optraden. De testopgaven bevatten de volgende regelproblemen: looptijd (opg. 2 en 3), seriële koppeling (opg. 4) en parallelle koppeling (opg. 5 en 6). Opgave 1 heeft een inleidende functie en bevat een probleem over een verhoudingsregeling.

Het regelprobleem looptijd kan men omschrijven als de tijd die een signaal (storing, ingreep) nodig heeft, voordat zijn invloed zichtbaar is.

Bij seriële koppeling is een aantal procesonderdelen achter elkaar geschakeld. Een regelprobleem kan ontstaan doordat bijvoorbeeld een storing zich voortplant in verschillende procesonderdelen, die na elkaar plaatsvinden. Bij parallelle koppeling is een aantal procesonderdelen naast elkaar geschakeld. Een regelprobleem kan dan ontstaan doordat bijvoorbeeld een storing zich direct voortplant in verschillende procesonderdelen, die naast elkaar plaatsvinden.

De scores van de operators die hier worden gepresenteerd, zijn genormeerde scores. Voor de ruwe score wordt per opgave uitgegaan van de regelcurve van een bepaalde cruciale procesvariabele, waarvan de operator de waarde constant moest houden. De ruwe score per operator per opgave is dan de totale oppervlakte van de over een bepaald tijdsinterval uitgezette regelcurve voorzover deze buiten de 1e alarmgrenzen valt (fig. 2). De normering geschiedt per testopgave ten opzichte van de gemiddelde prestatie van de ervaren operators.

Resultaten

We zullen eerst kort enkele van de belangrijkste resultaten van de vragenlijst behandelen. Beide groepen operators beoordeelden de proefpersooninstructie, de bediening van het toetsenbord en de plaatjes op het beeldscherm positief.

Ook over de 'face validity' van de arbeidsproeven werd positief geoordeeld. Dit bleek uit de interviews na afloop van het experiment en uit de antwoorden op de vraag: 'Hoe sterk vindt U de overeenkomst van de opgaven met problemen in de werkelijkheid?' Tabel 2 geeft een overzicht van de antwoorden op deze vraag.

Figuur 3 geeft een grafisch overzicht van de gemiddelde genormeerde scores per groep per testopgave. Zoals verwacht scoren de leerling-

2) Vanwege het geringe aantal proefpersonen worden er geen statistische bewerkingen op de resultaten uitgevoerd. De resultaten en conclusies dienen derhalve met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

Tabel 3. Gemiddelde totaalscore (μ) en standaard deviatie (σ) per operator.

leerling-operator			ervaren operator		
	μ	σ	1	μ	σ
1	6,7	3,8	1	9,2	0,7
2	5,0	3,5	2	8,0	1,4
3	4,7	3,5	3	8,7	1,5
4	6,5	4,4	4	8,0	2,3
5	6,8	3,6	5	8,5	1,8
6	4,0	4,5			
7	6,3	3,6			
	5,9			8,5	

operators op vrijwel alle testopgaven lager dan de ervaren operators. Slechts op testopgave 6 scoren de leerling-operators gemiddeld iets hoger. Op een schaal van 0 tot 10 is de gemiddelde genormeerde totaalscore van de ervaren operators 8,5. De gemiddelde genormeerde totaalscore van de leerling-operators is 5,9.

Naast de gemiddelde scores per groep per testopgave kunnen we ook de gemiddelde totaalscore per operator bekijken. In tabel 3 zijn de gemiddelde totaalscore en standaarddeviatie per operator (dus over de zes testopgaven berekend) aangegeven. Uit deze tabel blijkt duidelijk dat de gemiddelde totaalscore van de 'beste' leerling-operator nog altijd onder de gemiddelde totaalscore van de 'slechtste' ervaren operator ligt.

Discussie

De verwachting, dat de ervaren operators gemiddeld beter presteren op de testopgaven dan de leerling-operators, is bevestigd. Niet alleen is de gemiddelde totaalscore (8,5) van de ervaren operators duidelijk hoger dan die van de leerling-operators (5,9), maar ook blijkt dat de 'slechtste' ervaren operator nog altijd duidelijk hoger scoort dan de 'beste' leerling-operator. Dit wijst erop dat de testopgaven een beroep doen op vaardigheden, die ervaren operators reeds bezitten, maar die leerling-operators nog moeten verwerven. Wij zijn dus op de goede weg met deze arbeidsprouwen!

Ook de verwachting, dat de spreiding in de scores van de ervaren operators kleiner is dan de spreiding in scores van de leerling-operators, is bevestigd. De scores van de leerling-operators blijken per testopgave een veel grotere variatie te vertonen dan die van de ervaren operators. Alleen testopgave 6 laat een afwijkend beeld zien. Deze testopgave is duidelijk veel te gemakkelijk. De leerling-operators scoren hier namelijk zelfs iets hoger dan de ervaren operators! Bovendien vertonen de scores van de leerling-operators op deze opgave nauwelijks variatie. Geen enkele leerling-operator had moeilijkheden met deze opgave. Voorts blijkt uit tabel 3 dat de scores van de leerling-operators over de verschillende testopgaven ook veel meer variëren dan de scores van de ervaren operators. Sommige leerling-operators scoorden op de opgaven met de warmtewisselaar minimaal, terwijl ze maximaal scoorden op de opgaven met de vaten. Het ene regelprobleem (looptijd) werd dan duidelijk minder beheerst dan het

andere regelprobleem (seriële koppeling). Bij de ervaren operators zien we deze fluctuatie in de scores niet. Zij beheersen alle geteste regelproblemen in voldoende mate.

Aan de hand van de hierboven beschreven resultaten kunnen we voorlopig concluderen dat de opgaven nrs. 3 en 5 aan hun doel beantwoorden. Op deze opgaven is een duidelijk verschil in prestatie te zien tussen de leerling-operators en de ervaren operators. Ook is er nog voldoende spreiding in de scores van de leerling-operators. Wanneer alle leerling-operators namelijk een slechte score op een opgave behalen, verliest deze opgave z'n onderscheidende functie. Dat is hier niet het geval! Wij zullen de opgaven nrs. 2, 4 en 6 iets moeilijker gaan maken. Dit kan gedaan worden door bijvoorbeeld een extra storing te introduceren of een storing meer te laten fluctueren.

Naast een aanpassing van de opgaven in de reeds ontwikkelde modules³, gaan wij ook een nieuwe module met bijbehorende opgaven in de arbeidsprouwen opnemen. In deze nieuwe module wordt het regelprobleem 'recycling' ondergebracht. Dit is namelijk bij de inventarisatie ook genoemd als een lastig regelprobleem [4]. Hiertoe is reeds een uitbreiding van het gesimuleerde proces gemaakt. Momenteel worden hierbij de eerste opgaven gemaakt en uitgetest. ●

Literatuur

1. Asher, J.J. & Sciarrino, J.A. (1974), Realistic work sample tests: a review. *Personnel Psychology*, 27, 519-533.
2. Bollen, L.A.A. & Meerbach, H.C.C.M. (Red.) (1986): *Proces & Automatisering. Rapport van de workshop georganiseerd door Essochem Holland B.V. op 17 september.*
3. Kragt, H. (1983): *Operator tasks and annunciator systems; studies in the process industry.* Proefschrift T.U. Eindhoven, De Witte B.V., Eindhoven.
4. Ridderbos, A., Algera, J.A. & Kragt, H. (1989): *Processimulation for selection and training of process operators; a work sample approach.* Intern rapport, Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bedrijfskunde, Vakgroep Technologie en Arbeid, nr. 50.
5. Robertson, I.T. & Kandola, R.S. (1982), Work sample tests: validity, adverse impact and applicant reaction. *Journal of Occupational Psychology*, 55, 171-183.

3) Diverse afstudeerders hebben een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van de modules. Onze dank gaat vooral uit naar John Geurts (faculteit Natuurkunde), Robert Cullen (faculteit Electrotechniek), Thom van der Staay en Arno Kluytmans (beiden van de TH Eindhoven).