

## Meet- en regelkamers in de procesindustrie : operators waardig?

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

Kragt, H., & Moraal, J. (1984). Meet- en regelkamers in de procesindustrie : operators waardig? *Pt-Procestechniek*, 39(Spec. iss.), 1-4.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1984

**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.

Meet- en regelkamers in de procesindustrie:

# Operators waardig?

**Taken uitgevoerd door operators in meet- en regelkamers van de procesindustrie zijn onderhevig aan een aanzienlijke verandering. In dit artikel komen vier belangrijke onderwerpen aan de orde: taakanalyse; informatie op beeldschermen; selectie en training van operators en menselijk falen.**

Met de term 'proces' wordt bedoeld een dynamisch systeem, dat min of meer continu verloopt en waarbij grondstoffen en energie worden omgezet in andere, voor specifieke doeleinden bruikbare materialen en energie. Voorbeelden zijn olieraffinaderijen, de fabricage van chemische producten en krachtcentrales. Kenmerkend voor diegenen die direct bij het besturen van dergelijke processen zijn betrokken, meestal operators genoemd, is dat zij niet in direct contact staan met het produkt zelf. De taak van de operators bestaat uit het indirect, via signalen, meters, recorders en dergelijke, controleren van de verschillende fasen of toestanden van het proces.

Aankankelijk gebeurde dit door middel van verspreid in de fabriek opgestelde controlepunten, waar met de hand pompen, afsluiters, enzovoort moesten worden bediend. Door het introduceren van pneumatische regelapparatuur konden deze lokale controlepunten op afstand worden bediend. Daarmee kon de operator ook een groter deel van de fabriek bestrijken. Met het gebruik van elektrische transmitters leidde de ontwikkeling naar centraal gelegen meet- en regelkamers waar, vooralsnog, de informatie werd gepresenteerd via talloze meters, recorders, signalen en dergelijke op grote wandpanelen. Vanuit deze regelkamers moesten ook de taken van de in de fabriek werkende operators worden gecoördineerd.

Met het introduceren van computers en beeldschermen (VDU's: Visual Display Units) is het tenslotte mogelijk geworden de zeer grote hoeveelheid signalen en gegevens se-

lectief op te roepen op enkele VDU's. Samen-gevat liep deze ontwikkeling dus van het lokaal bedienen van pompen en afsluiters van een kleiner of groter deel van een fabriek naar het bewaken van gehele fabrieken door middel van centraal opgestelde beeldschermen.

**H. Kragt  
J. Moraal**

Deze schaalvergroting, die in enkele tientallen jaren plaatsvond en nog plaatsvindt, roept allerlei vragen op. De taak van de moderne operator is wel eens aangegeven met '99 % niets doen en één % actie'. Dit laatste heeft dan betrekking op situaties waarin bijvoorbeeld storingen optreden in de installatie en de operator daadwerkelijk moet ingrijpen. Als dit echter in hoog geautomatiseerde processen maar zeer zelden voorkomt, dan is de kans klein dat operators in zo'n situatie voldoende alert zijn om de juiste diagnose te kunnen stellen en de juiste handelingen te kunnen verrichten. Fouten zullen dan tot nadelige consequenties kunnen leiden die zeer vele malen ernstiger zijn dan vroeger het geval was.

De verwachting is dat met behulp van moder-

1. Meet- en regelkamer met paneelinstrumentatie (Foto: DSM).

ne instrumentatie het proces efficiënter en bedrijfszekerder kan worden beheerst. De operator in de rol van 'supervisor' van het systeem is evenwel niet weg te denken. Het is de vraag of bij de systemen, die de interface vormen tussen de mens en het te superviseren proces, voldoende rekening is gehouden met menselijke mogelijkheden en beperkingen van waarnemen, beslissen en handelen. Hoe kunnen, bijvoorbeeld, de procesgrootheden en de relaties daartussen begrijpelijk en toegankelijk worden gepresenteerd?

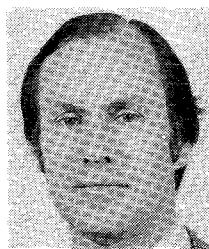
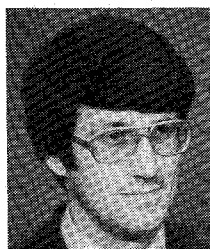
Hoe kan de operator de computer het best en het gemakkelijkst inschakelen om de juiste informatie op te roepen? Wat zijn de oorzaken van foutief gestelde diagnoses, verkeerde interpretaties en onjuiste handelingen? Hoe kunnen foutenkansen worden geminimaliseerd? Wat is de invloed van taakbelasting op de kans dat fouten worden gemaakt? Hoe moet de taakverdeling tussen mens en computer zijn? Wat is het 'beeld' of de voorstelling, die operators zich van het proces maken; hoe kan dit eventueel meer in overeenstemming met de werkelijkheid worden gebracht? Welke functie kan de computer hierbij vervullen? Hoe kan de teamfunctie van operators het best gestalte krijgen? Deze en andere vragen zijn van actueel belang en verdienen ruime aandacht van onderzoekers. Samen illustreren ze de noodzaak van aandacht voor de mens-machine-interface. Op enkele van deze vragen zal in dit artikel nader worden ingegaan.

## Taakanalyse

Voor genoemde vragen zijn slechts te beantwoorden als de inhoud van de operatortaat

*dr. ir. Harmen Kragt is wetenschappelijk hoofdmedewerker bij de Afdeling der Bedrijfskunde van de TH-Eindhoven.*

*prof. drs. Jan Moraal is buitengewoon hoogleraar aan de Afdeling der Bedrijfskunde van de TH-Eindhoven, en tevens werkzaam op het Instituut voor Zintuigfysiologie te Soesterberg.*



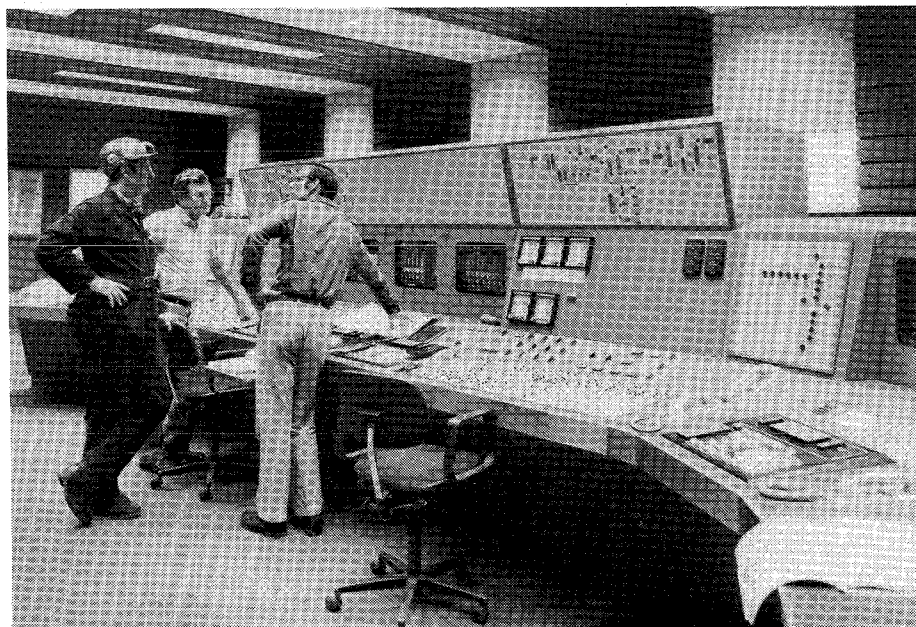
bekend is. Deze kennis kan worden verkregen door middel van taakanalyse. Onder taakanalyse wordt verstaan een analytische beschrijving van een taak in zijn samenstellende componenten. Deze laatste zullen gericht moeten zijn op de specifieke vormen van gedrag die van de operator worden vereist en de volgorde waarin deze optreden. Een voorbeeld van taakanalyse is het zogeheten 'Operational Sequence Diagram' (OSD) waarmee waarnemings-, beslissings- en handlungsacties in de tijd worden vastgelegd. Daarbij kan men onderscheid maken naar het niveau waarop deze acties zich afspelen. Op het *regelniveau* wordt het proces direct geregeld met behulp van knoppen en schakelaars en direct gecontroleerd met behulp van meters en recorders.

Deze handelingen komen voort uit beslissingen op het *naasthogere* of *tactisch niveau* waar afwijkingen en storingen worden geconstateerd en beslissingen worden genomen met betrekking tot het herstellen van de gewenste procesgang. Tenslotte is er het *strategisch niveau*, waarop zich onder andere de productieplanning afspeelt; beslissingen op dit niveau zijn bepalend voor het beoordelen van de ernst van afwijkingen en storingen op het tactisch niveau.

Mede op basis van de resultaten van taakanalyse kan men nagaan in hoeverre taken efficiënt worden uitgevoerd, hoeveel operators moeten worden ingezet, welke vaardigheden en kennis zij moeten hebben en welke training daarvoor nodig is. Voorts zijn de resultaten van belang voor het opstellen van procedures en handleidingen, voor het ergonomische ontwerpen van apparatuur en bedieningsmiddelen, en voor het verschaffen van de relevante informatie in de juiste hoeveelheden.

Over de vraag welke taakanalysemethode in een bepaalde werksituatie de meest aange-

**2.** Meet- en regelkamer met beeldschermpresentatie (Foto: Shell)



wezene is, bestaat nog onvoldoende overeenstemming. Ook is nog niet duidelijk in hoeverre en op welke wijze resultaten van taakanalyse bepalend kunnen zijn voor bijvoorbeeld het interface-ontwerp. Het systematisch-in-kaart-brengen van operatortaken gebeurt nog nauwelijks, onder andere vanwege het tijdrovende karakter. Op dit moment wordt aan de TH-Eindhoven een onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van verschillende taakanalysemethoden voor het beschrijven van operatortaken. Het eerste project is gestart bij DSM.

**Informatie op beeldschermen (VDU's)**

Meer en meer krijgt de operator de beschikking over VDU's. In tegenstelling tot paneel-instrumentatie, waarbij alle informatie *parallel* of *simultaan* wordt aangeboden (fig. 1), geven VDU's de mogelijkheid van gedoseerde informatie. De operator bestuurt daarbij het proces met behulp van een toetsenbord (fig. 2).

Aan deze *seriële* of *sequentiële* wijze van informatiepresentatie zijn zowel voordelen (flexibiliteit) als nadelen (gebrek aan totaaloverzicht) verbonden. Uit een onderzoek van Kragt [1] kon worden geconcludeerd dat niet voor alle taken en procescondities de sequentiële wijze van informatiepresentatie de beste is. Op basis van een praktijkonderzoek concludeert Thomas [2] dat gedoseerde informatie alleen kan worden aanbevolen als de operator bij het uitvoeren van zijn taak tevens wordt ondersteund door op conventionele wijze gepresenteerde informatie, zoals bijvoorbeeld papierrecorders.

Uit wetenschappelijk onderzoek en ervaringen van fabrikanten is gebleken, dat standaardpresentatie op beeldscherm niet voldoende is; ook taakspecifieke informatie is noodzakelijk. Thans wordt veel inspanning besteed aan het ontwerpen van allerlei grafische presentaties. Maar ook daarbij blijkt dat het succes ervan wisselend is al naar gelang

de te verrichten taak. Tenslotte is er een tendens merkbaar dat de gebruiker, i.c. de procesindustrie, zelf de 'plaatjes' op het beeldscherm kan samenstellen. Door dit alles is de vraag naar de optimale presentatie van informatie op beeldschermen evenwel nog niet opgelost. Uiteindelijk zal men hiervoor richtlijnen moeten opstellen en in laboratorium en praktijk toetsen.

Deze kunnen dan als aanvulling gelden op de reeds eerder in kaart gebrachte ergonomische aspecten van meet- en regelkamers (Kragt en Piso [3]).

Het zal duidelijk zijn dat, zoals reeds aangeduid, een taakanalyse hiervoor een onmiskenbare voorwaarde is. Hieruit volgt namelijk de informatiebehoefte in een concrete meet- en regelkamer, waarmee vervolgens de gewenste en noodzakelijke informatie op beeldscherm gestalte kan krijgen. Goed onderzoek in dit verband betekent op zijn minst goed gecoördineerd onderzoek. De vragen zijn zo belangrijk, dat met enkele 'losse experimenten' de procesindustrie niet gebaat is.

**Selectie en training operators**

Voor het oplossen van knelpunten in de mens-machine-interface zijn twee benaderingen mogelijk:

- De operator wordt als gegeven beschouwd en de interface/werksituatie wordt aangepast; de ergonomische aanpak.
- De interface/werksituatie wordt als gegeven beschouwd en getracht wordt de juiste persoon te vinden (selectie) en geschikt te maken (training).

Beide benaderingen zijn complementair en noodzakelijk. Globaal kan de functie van operator als volgt worden beschreven (zie ook Rijnsdorp en Rouse, [4]). Primair is men verantwoordelijk voor een veilige en economische procesbesturing met als belangrijkste element het vermijden van uitvalsituaties. Te onderscheiden zijn:

- algehele inspectie;
  - proces-supervisie en -besturing;
  - diagnostiseren en verhelpen storingen;
  - rapporteren en communiceren;
  - systeem-evaluatie en -verbetering.
- Deze elementen zijn sterk onderling afhankelijk. Taakuitvoering is alleen mogelijk als team waarin de operators een gemeenschappelijke verantwoordelijkheid hebben. De vraag is welke eisen of 'job requirements' voor deze functie zouden moeten gelden. Literatuur- en praktijk-onderzoek leverde de volgende lijst op:
- Schoolopleiding: lager/middelbaar technisch en/of MAVO.
  - Vaardigheden: rekenvaardigheid, mondeling en schriftelijk kunnen rapporteren, technische affiniteit, analytische instelling. Met het laatste wordt bedoeld: het kunnen analyseren van problemen en het kunnen bewaren van overzicht in complexe situaties bij een sequentiële wijze van informatie-presentatie.
  - Fysieke eisen: o.a. goede visuele en auditieve functies, in verband met detail-waarneming en het detecteren van auditieve alarmen.

– Persoonlijkheid: het kunnen dragen van verantwoordelijkheid, geschikt zijn voor teamwerk, grote accuratesse, beheerst optreden en zelfvertrouwen.

Kragt [1] beschrijft hoe het selecteren van operators in de Nederlandse procesindustrie verloopt. Van belang is in dit opzicht de mogelijkheid van simulatie. Daarbij spelen twee aspecten een rol: processimulatie als 'work sample' test, en processimulatie als methode voor training.

● **Processimulatie als work sample test.** Onderzoek met behulp van een processimulator (fig. 3) aan de TH-Eindhoven heeft uitgewezen dat er grote individuele verschillen bestaan tussen proefpersonen/leerling-operators met betrekking tot het begrijpen van de instructies voor experimenten en het maken van vorderingen gedurende de 'opleiding'. Bij aangebrachte procesverstoringen waren er ook duidelijke verschillen in de beheersheid van optreden. Deze bevindingen doen vermoeden dat processimulatie als objectieve work sample test een reële mogelijkheid biedt; iets waaraan in de procesindustrie grote behoefte bestaat. Daarnaast blijven uiteraard subjectieve beoordelingsmethoden mogelijk. Bij de verdere ontwikkeling zal men tot goed voorspellende work samples of simulatie-tests moeten komen. Ook zal moeten worden nagegaan of aspirant-/leerling-operators erin slagen zich de vereiste bekwaamheden in relatief korte tijd eigen te maken. Een en ander zal ook moeten worden gevalideerd, dat wil zeggen nauwkeurig met de prestatie van ervaren operators moeten worden vergeleken.

● **Processimulatie als trainingsmethode.** Dit wordt in de chemische procesindustrie nog slechts op beperkte schaal toegepast, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de kernenergie-industrie. Dat de kosten te hoog zouden zijn, is een oneigenlijk argument. Gelukkig worden thans meer simulatoren voor de onderhavige procesindustrie gebouwd (De Jong en De Wijn, [5]). Naast training in normale procesbesturing bieden simulatoren ook de mogelijkheid van 'emergency-procedure training'. Speciale aandacht verdient de vraag in hoeverre de simulator de werkelijkheid weergeeft. Kennis hierover is noodzakelijk om na te gaan in hoeverre conclusies uit simulatie-onderzoek gegeneraliseerd kunnen worden naar praktijksituaties (zie bijvoorbeeld Moraal, [6]).

Bij de selectie en training gaat men ervan uit dat operators gezamenlijk een groepstaak hebben. Niettemin bestaat momenteel het gevaar van een te grote scheiding tussen meetkamer- en veldoperator. De eerste is vooral degene die informatie moet verwerken en opvragen. De tweede vertoeft temidden van pompen, compressoren, lawaai en stank. Hoewel dit twee te onderscheiden functies zijn, is een scheiding als ware het twee typen functionarissen, om een aantal redenen onjuist:

– Een meetkamer-operator kan alleen begrijpen wat zich achter de knoppen afspeelt

als hij ook zelf regelmatig in de fabriek werkzaam is.

– Een meetkamer-operator doet er goed aan zich te realiseren wat het betekent 'gestuurd' te worden; ook de meest efficiënte routing kan alleen ter plekke worden geleerd.

– Bij storingen en ziekte moet men elkaar kunnen vervangen.

– De aard van de werkzaamheden vraagt om afwisseling (acht uur beeldschermarbeid is namelijk visueel zeer vermoeiend).

– Binnen een nauw opererend team moeten statusverschillen zo veel mogelijk worden vermeden; geen 'first- en second-grade' operators (Engelstad, [7]). 'Buitenwerk' is van belang voor het oprispen van het beeld dat de operator van het proces heeft. Het 'tussen de potten en pannen lopen' wordt bovendien vaak als een ontspannende afwisseling ervaren.

## Menselijk falen

Overall waar mensen taken verrichten, worden fouten gemaakt. Fouten kunnen leiden tot hinder, ergernis, materiële schade, ongevallen en menselijk leed. Schattingen geven aan dat bijvoorbeeld in het wegverkeer meer dan 90 % van de ongevallen wordt veroorzaakt door menselijke fouten.

Wagenaar [8] concludeert dat zonder menselijk falen 70...90 % van de ongelukken die thans plaatsvinden niet zouden ontstaan en dat dit getal vrijwel onafhankelijk is van het soort activiteit. Menselijk falen kan een gevolg zijn van fouten in waarnemen, beslissen of handelen; zowel op strategisch en tactisch, als op regelniveau. Nemen we het autorijden als voorbeeld. *Strategische* fouten betreffen dan het verkeerd inschatten van de duur van de reis, het kiezen van een verkeerde route of het verkeerd lezen van de kaart. Op *tactisch* niveau kunnen fouten worden gemaakt bij het toepassen van de verkeersregels, zoals: inhalen, voorsorteren en voorrang verlenen. Onder *regel*fouten tenslotte vallen zaken als te hard rijden, foutief schake-

len en remmen. Elke fout kan tot een ongeval leiden. Het herstellen van fouten wordt moeilijker gaande van regelniveau, via tactisch naar strategisch niveau; snelheidscorrectie bijvoorbeeld heeft eerder succes dan het herzien van een verkeerd gekozen route. In de meet- en regelkamer van een procesindustrie is een verkeerde stand van een schakelaar sneller te herstellen dan een verkeerd opgestelde productieplanning. In het onderzoek naar menselijk falen (menselijke bedrijfszekerheid) probeert men fouten te analyseren, te classificeren en hun oorzaken (individueel en/of situationeel) te achterhalen.

Flanagan [9] ontwierp hiervoor de 'critical incidents technique'. In deze *kwantitatieve* benadering worden systematisch de gebeurtenissen geregistreerd die het uitvoeren van een taak nadelig hebben beïnvloed. Deze kritieke incidenten zijn bij de taakuitvoerder bekend. Bij de methode gaat het niet om het verzamelen van meningen of impressies, maar om het vastleggen van feiten met behulp van individuele en/of groepsinterviews, vragenlijsten en het raadplegen van wachtboeken. De feiten kunnen echter vertekend zijn doordat een sterk beroep op het geheugen moet worden gedaan. De verzamelde gegevens zullen daarom geverifieerd moeten worden; hetgeen onder andere kan door de chefs te raadplegen. Voorts moeten hoge eisen worden gesteld aan de formulering van de vragen in de interviews en op de vragenlijsten. Zo leidde bijvoorbeeld de zinsnede 'how he behaved' meer tot persoons- en attitude-gerichte antwoorden dan 'what he did', waarbij de antwoorden meer betrekking hadden op de feitelijke uitvoering van de taak.

Een voorbeeld van een vraag uit een van onze interviews in de chemische procesindustrie luidde: 'Zijn er in de jaren dat U het proces heeft bestuurd weleens moeilijke situaties voorgekomen?'. Als antwoord werd ge-

3. Simulatie-experimenten aan de TH Eindhoven (Foto: TH-E).



geven: 'Wij hebben laatst gezeten met de temperaturen in de reactor. Doordat een afsluiter van de reactor was open blijven staan, was de olie teruggelopen naar de voorraad-tank. Op een gegeven moment kreeg je 'laag niveau' in het pompvat; na zoeken en zoeken, eerst was het niet te vinden, maar later bleek dus dat die aftapafsluiter van de reactor was open blijven staan.' Naar aanleiding van dit antwoord kwam een gesprek op gang waarin de oorzaken van het falen konden worden achterhaald.

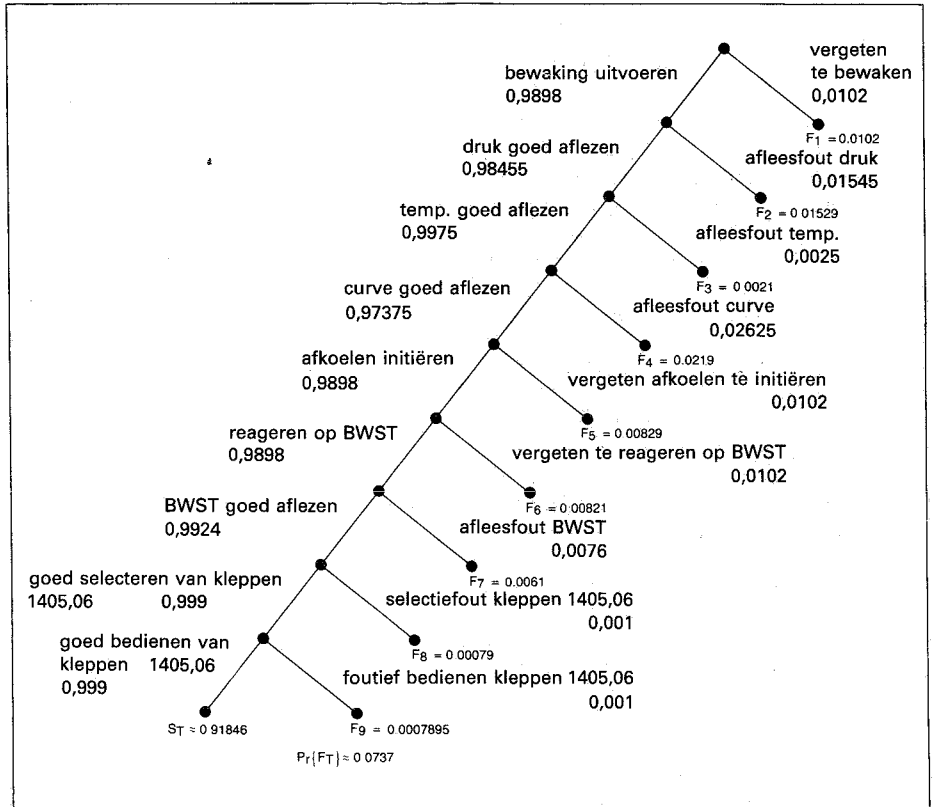
De methode van Flanagan heeft tot voordeel dat men de gegevens verkrijgt van de taakuitvoerders zelf. Als nadeel werd reeds genoemd het feit, dat men bij het beschrijven van het gebeure een zwaar beroep doet op het geheugen. Verificatie is daarom vereist, maar zal waarschijnlijk nooit tot volledige betrouwbaarheid leiden.

Een andere, *kwantitatieve* benadering is die van Swain en Guttman [10]. Zij ontwikkelden de 'Technique for Human Error Rate Prediction' (THERP).

Dat is een methode om menselijk falen te voorspellen en te evalueren in hoeverre het dysfunctioneren van een mens-machine systeem door menselijk falen alléén wordt veroorzaakt, dan wel in combinatie met functioneren van de apparatuur, de procedures of andere factoren die het systeem beïnvloeden. Swain en Guttman definiëren menselijk falen als een combinatie van handelingen die een acceptatiegrens, bepaald door het systeem, overschrijdt. Primair gaat het hierbij om handelingen die een foutieve systeeminput vormen. Basisgereedschap voor de THERP is een 'probability tree diagram' of gebeurtenissenboom, waarvan de takken een binair keuze-proces voorstellen, i.e. juiste of onjuiste handeling. Bij elk daarvan wordt een waarde aangegeven die de kans van optreden aangeeft. Deze waarden zijn door experts geschatte voorwaardelijke kansen, op basis van onderzoek waarbij is nagegaan hoe vaak een juiste of onjuiste handeling voorkomt. Een voorbeeld van een gebeurtenissenboom is weergegeven in figuur 4.

Wagenaar [8] wijst op een belangrijk bezwaar dat aan de methode van Swain en Guttman kleeft. Weliswaar worden in de taken de kleinste deelhandelingen onderscheiden, maar de methode is volstrekt atheoretisch, waardoor geen generalisaties mogelijk zijn. Het is nl. niet mogelijk met deze methode onafhankelijke psychologische functies te onderscheiden waarin de oorzaken van menselijk falen voor een gehele categorie van taken zou zijn te achterhalen. Niettemin kan de methode op velerlei gebied reeds worden toegepast, vooral daar waar, aldus Wagenaar [8], '... de taken die mensen uitvoeren in voorschriften zijn vastgelegd als sequenties van goed omschreven deelhandelingen'.

Nader onderzoek is nodig om na te gaan welke taken in de procesindustrie dit met name zijn. Het opstarten en het stoppen van een proces komen in de eerste plaats voor een dergelijke analyse in aanmerking. Voor het stoppen van een nucleair proces werd on-



langs met behulp van de methode van Swain en Guttman een analyse uitgevoerd door Heslinga [11].

### Tenslotte

In de inleiding van dit artikel werden een aantal vragen geformuleerd, die alle direct te maken hebben met het functioneren van operators in de procesindustrie. Veel van deze vragen zijn nog niet aan een afdoend antwoord toe. Aan de hand van een viertal onderwerpen werden enkele vragen nader toegelicht en mogelijke invalshoeken voor het beantwoorden aangegeven, te weten: taakanalyse, informatie op beeldschermen, selectie en training van operators en menselijk falen. Over elk zou meer te zeggen zijn dan hier is gebeurd. Tezamen geven ze een indruk van de gecompliceerde materie waarmee we worden geconfronteerd, alsmede van mogelijke lijnen van onderzoek. Een onderlinge afstemming van de programma's van onderzoeksinstellingen dient daarbij hoge prioriteit te genieten; met een enkel 'los' experiment is noch de procesindustrie noch de fabrikant erg gebaat.

Voor deze coördinatie zou een eerste aanzet gegeven kunnen worden door het Bureau Humanisering van Arbeid TNO, die in opdracht van de International Instrument Users Association (WIB) een onderzoeksproject heeft gestart naar richtlijnen voor ergonomische factoren van moderne instrumentatie. Ook ondersteunen wij de ideeën met betrekking tot het organiseren van een studiedag/symposium over het onderhavige onderwerp, zoals onlangs werd geopperd door de vaksectie 'Besturingstechnologie' van het NIRA.

4. Voorbeeld van een gebeurtenissenboom (Heslinga, 11)

### Literatuur

1. Kragt, H.: Operator tasks and annunciator systems; studies in the process industry. Proefschrift, TH Eindhoven, 1983.
2. Thomas, D.B.: An assessment of the adequacy of the CRT as an information display medium for process control. Commission of the European Communities, Doc. Nr. 5908/82E, Luxembourg, September 1982.
3. Kragt, H. en E. PISO: Meetkamer-vademecum; een ergonomische leidraad. Kluwer, Deventer: 1983.
4. Rijnsdorp, J.E. en W.B. Rouse: Design of man-machine interfaces in process control. In: Proc. 5th IFAC/IFIP Internat. Conference on Digital Computer Application to Process Control. Uitgegeven door H.R. van Nauta Lemke en H.B. Verbruggen, Amsterdam: North Holland, pp. 705-720, 1978.
5. Jong, P.J. de en W.J. de Wijn: Modelvorming en Simulatie. Pt/procestechniek 38 nr. 10, pp 31-33, 1983.
6. Moraal, J.: De validiteit van simulatoren. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie, 38, nr. 2, pp 125-139, 1983.
7. Engelstad, P.H.: Socio-technical approach to problems of process control. In: The Human Operator in Process Control. Uitgegeven door E. Edwards en F.P. Lees, London: Taylor & Francis, pp. 367-385, 1974.
8. Wagenaar, W.A.: Menselijk falen. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie, 38, nr 4, pp. 209-222, 1983.
9. Flanagan, J.C.: The critical incidents technique. Psychological Bulletin, 51, pp. 327-358, 1954.
10. Swain, A.D. en H.E. Guttman: Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. Washington: US Nuclear Regulatory Commission, report NUREG/CR-1278, 1983.
11. Heslinga, G.: Human reliability analysis using event trees. Kema Scientific & Technical Reports 1, (3), pp. 19-44, Arnhem, 1983.