

MASTER

Het bepalen van de parameters van het elektrische vervangingschema van een monolithisch kwartskristalfilter met meerdere elektroden

Markvoort, J.A.

Award date:
1972

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

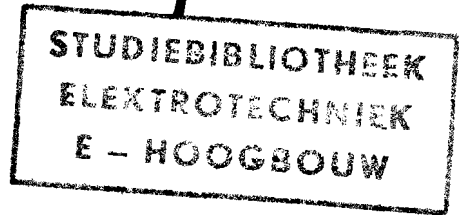
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- 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

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

1647 bse



Verslag van een afstudeeronderzoek uitgevoerd bij
de N.V. Nederlandse Staatsmijnen / D.S.M. in de
periode van 1 november 1970 tot en met 16 september
1971.

De operator in een chemische proces-
industrie als element van het
man-machine systeem.

door H. Kragt

- groep organisatie-psychologie (afd. Bdk)
Prof. Dr. M.J.M. Daniëls
- groep meten en regelen (afd. N)
Prof. Ir. O. Rademaker

- begeleiders:
Ir. D. Kortlandt (D.S.M.)
Drs. J.A. Landeweerd (afd. Bdk)
Ir. S. Tirtoprodjo (afd. E)

INHOUDSOPGAVE	BLZ.
VOORWOORD	
1. INLEIDING	1
2. DE METHODE VAN ONDERZOEK	3
3. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	10
3.1. De taak van de operator	11
3.2. Het overdragen van de procesbewaking en -besturing	16
3.3. Het begrip 'mentaal procesbeeld'	18
3.4. Het paneel van hydranon-I	20
4. SLOTBESCHOUWING	23
SAMENVATTING	24
LITERATUUR	25
BIJLAGEN	

VOORWOORD

De stage die in de maanden april en mei 1970 bij de N.V. Nederlandse Staatsmijnen/D.S.M. door mij is uitgevoerd, is de aanzet tot het afstudeeronderzoek geworden. Het verslag "Inventarisatie van Bedrijfskundige problemen" dat naar aanleiding van deze stage is geschreven, is volledigheidshalve bij de literatuur opgenomen.

De arbeidssituatie van de operator in een chemische procesindustrie intrigeerde mij vanaf het eerste ogenblik. Het bleek dat voor het beantwoorden van de vragen: hoe werkt de operator; wie komt voor die functie in aanmerking (selectie); hoe dient de operator voor die functie te worden opgeleid (opleiding & training); en, waarop wordt de operator beoordeeld (functiewaardering), meer nodig was dan literatuurstudie en een incidenteel bezoek aan de meetkamer. Het is om deze reden dat dit afstudeeronderzoek werd gekozen.

Bij het schrijven van dit verslag is gestreefd naar een duidelijke en compacte weergave; voor hen wier interesse verder gaat dan de opzet en de resultaten van het onderzoek, is in de bijlagen A tot en met G de achtergrondinformatie opgenomen.

Harmen Kragt; Geleen december 1971.

1. INLEIDING.

Operator is de functietitel voor de werknemer in de grote chemische productie-eenheden, die vroeger bedieningsman of bedieningsvakman werd genoemd. De bedieningsman was een vakman die voor het merendeel met zijn handen werkte, afsluiters open- of dichtdraaide

Geleidelijk is een nieuwe vakman ontstaan, die nog maar weinig directe handenarbeid verricht. Vanuit de meet- en regelkamer — de werkruimte van de operator — beheerst hij met behulp van meet- en regelapparatuur, aangebracht op het paneel, de continue chemische productiegang.

In figuur 1 is schematisch de situatie weergegeven waarin zo een operator zich bevindt. Behalve via de apparatuur op het paneel (zie bijlage A) kan de operator ook direct, dus buiten de meetkamer, ingrijpen in het proces.

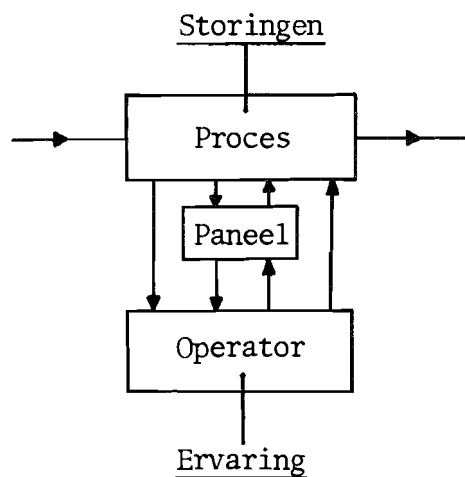


Fig. 1. De operator-processituatie.

Teneinde de taak van de operator te kunnen omschrijven, willen wij een onderscheid maken tussen de begrippen storing en verstoring. Onder een verstoring verstaan wij: een (langzame) verandering in een of meerdere procesvariabelen. Deze verandering kan het gevolg zijn van uit-

wendige oorzaken bv. kwaliteitsvariaties van grond- en hulpstoffen, deze kan ook inwendige oorzaken hebben zoals bv. veroudering of vergiftiging van katalysatoren.

Onder een storing verstaan wij: een omstandigheid die het continue proces plotseling onderbreekt, zoals bv. het wegvallen van de druk in een toevoerleiding of het uitvallen van een pomp.

De taak van de operator - het bewaken en het besturen van een proces - is drieledig:

1. de controle en zonodig, na optreden van een verstoring, het bijsturen van het proces.
2. het minimaliseren van de gevolgen van optredende storingen.
3. (eventueel) het stoppen en het weer opstarten van het proces.

Voor selectie, opleiding & training en functiewaardering van operators èn voor een goed paneelontwerp - de operator verkrijgt zijn informatie immers voornamelijk via de meters op het paneel - is het vooral van belang te weten, hoe de operator werkt. Daartoe zal onderzocht moeten worden wat de operator doet (observatie) en wat hij denkt (interview). Het beschrijven van de operator-activiteit is echter moeilijk, omdat de operator bij het uitoefenen van zijn taak een beroep doet op vaardigheden, die wel worden omschreven als "mental skills". (Zie bv. Crossman, 1960; Beishon, 1967; Welford, 1968 en Bainbridge, 1969. Zo schrijft Bainbridge (1969) o.a. "More important aspects (than motor aspects) of process control are the mental skills of organizing serial attention to several parallel continuous variables and integrating this information in making control decisions".

De situatie van de operator wordt gekenmerkt door een combinatie van grote verantwoordelijkheid en uiterste monotonie (prikkelarmoede). Het tijdstip van optreden van een storing is onvoorspelbaar en het gedrag dat de operator vertoont bij de controle en het bijsturen van het proces verschilt sterk van zijn gedrag bij het optreden van een storing.

In feite is de situatie van de operator er één waarbij een functionaris met veel kennis van zaken - ervaring! - zit te wachten op de infrequente, onvoorspelbare ogenblikken waarop hij die kennis kan toepassen.

2. METHODE.

Bij dit onderzoek zijn wij uitgegaan van de veronderstelling dat veel informatie over een operator-processituatie en daardoor meer inzicht in die situatie kan worden verkregen door met de operator zelf te gaan praten; dus door gebruik te maken van het in de gedragswetenschappen veel gehanteerde interview. Wij verwachtten dat het interview meer inhoud zou krijgen, indien de onderzoeker zelf eerst een proces aanleerde. Gekozen werd voor een fabriek, de hydranonfabriek, waarbij operators zowel binnen als buiten de meetkamer verantwoordelijk zijn voor het bewaken en besturen van processen. Door mee te lopen in de continudienst werd al doende één proces, het hydranon-I proces aanleerd. (In de figuren 2 en 3 zijn respectievelijk de hydranon-I fabriek en het paneel van hydranon-I in de meetkamer afgebeeld). Voor de kwaliteit van de uiteindelijke interview-resultaten was het van essentieel belang dat de operator zijn medewerking aan het onderzoek verleende en dat de onderzoeker zijn vertrouwen genoot. Het feit dat een onderzoeker meeloopt in de continudienst en al doende een proces aanleert, draagt zeker bij tot bereidheid van de operator aan een vraaggesprek zijn medewerking te verlenen. Wij hebben het interview gesplitst in:

1. Een algemeen gedeelte - buiten de meetkamer, maar wel in de onmiddellijke omgeving ervan.
2. Een specifiek gedeelte- binnen de meetkamer, dus "aan de post".

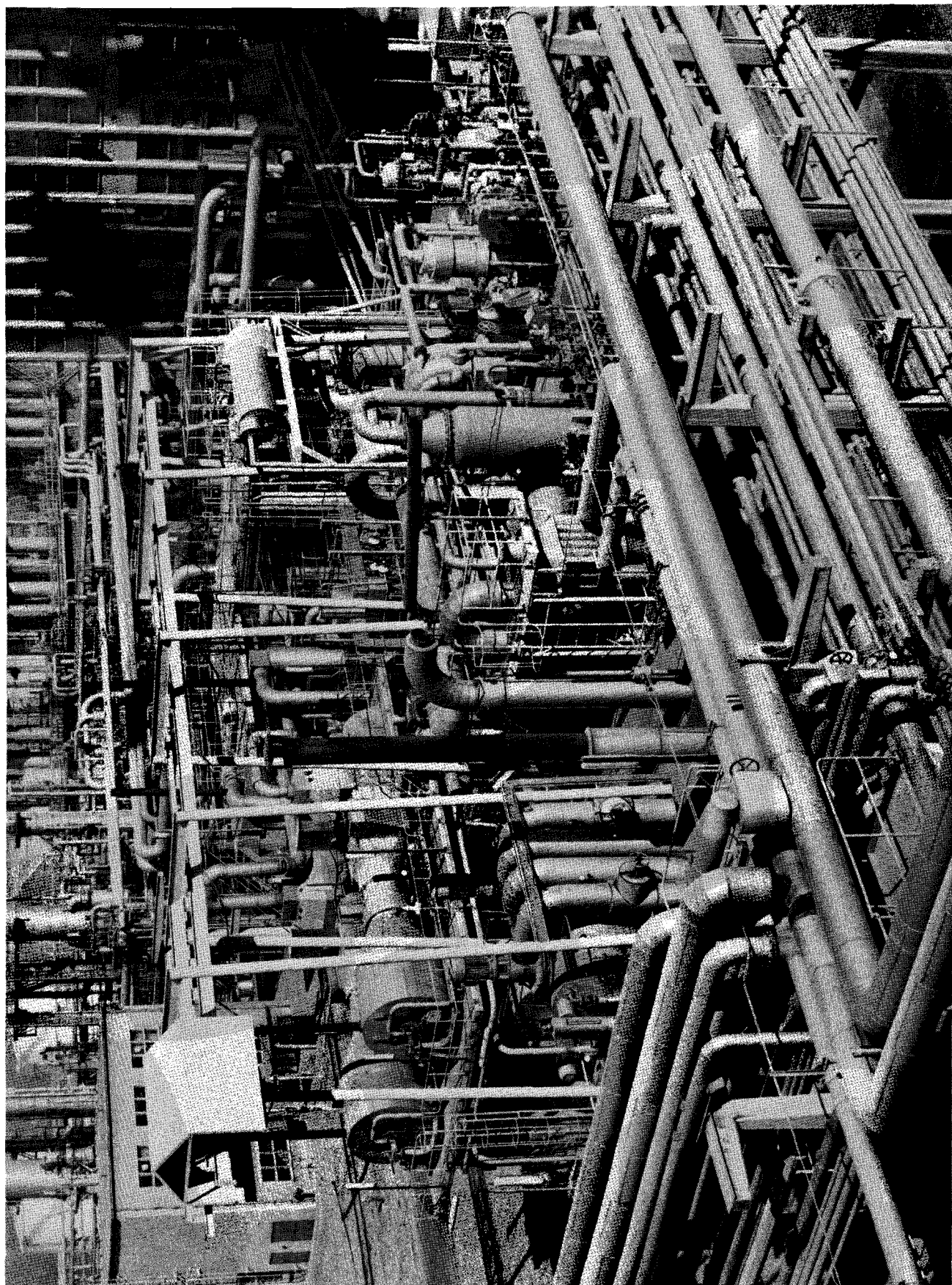


Fig. 2. De hydranon-I fabriek.

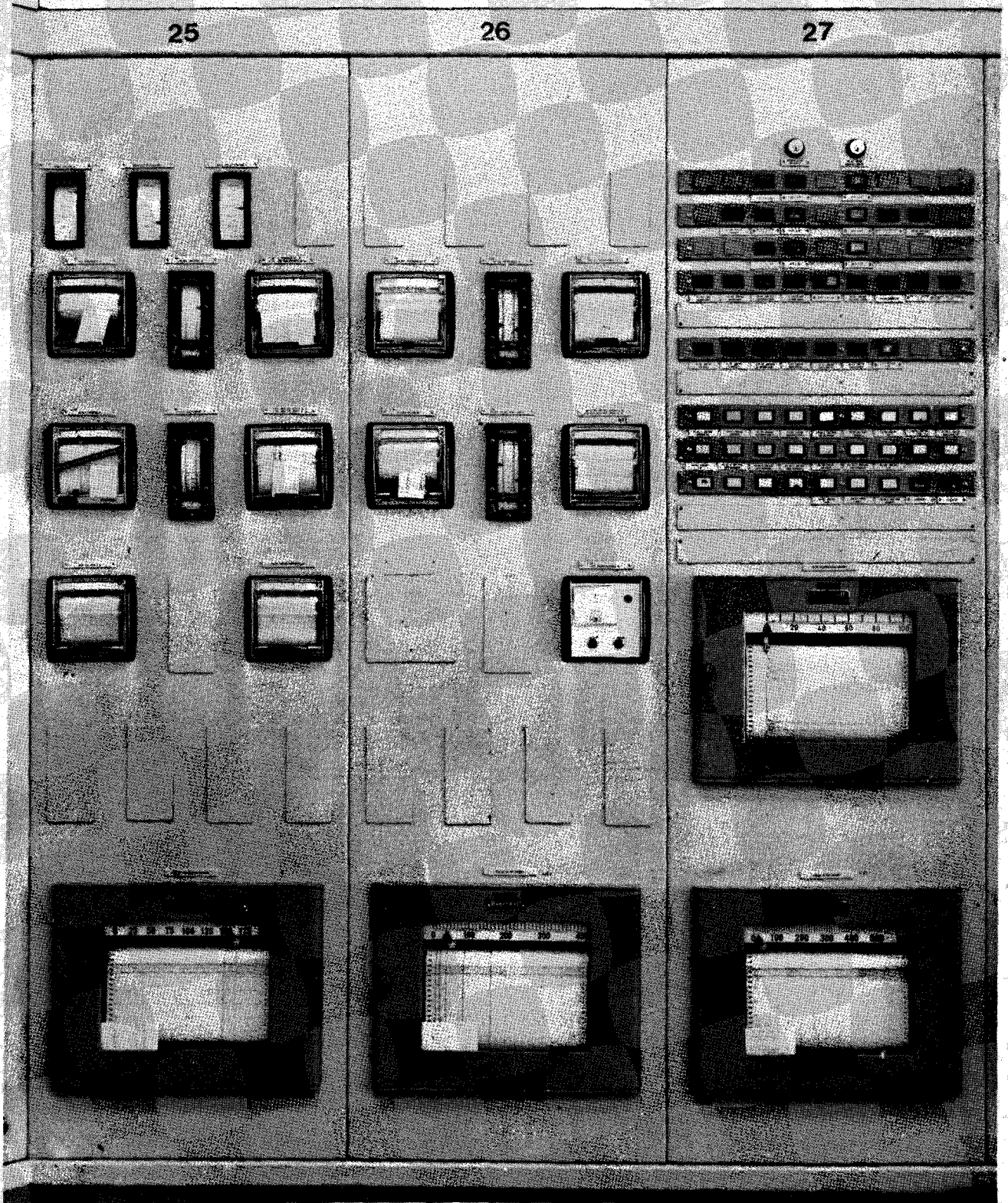


Fig. 3. Het paneel van hydronon-I.

2.1. Het algemene gedeelte van het interview.

Bij het algemene gedeelte is voor een deel gekozen voor de open-end vorm, d.w.z. dat de vraagstelling wel geconcretiseerd is in vaste vragen, maar dat de antwoordmogelijkheden niet zijn aangegeven. Wij konden ons deze vorm veroorloven omdat het aantal respondenten beperkt was tot twaalf. Een gevolg van het hanteren van de open-end vorm was evenwel, dat het gesprek verbatim moest worden vastgelegd. Hierdoor konden de antwoorden beter gedetailleerd worden en kon inzicht verkregen worden in datgene wat voor de respondent het meest relevant was. Omdat de respondenten geen bezwaar hadden tegen een bandrecorder, is daarvan dankbaar gebruik gemaakt.

Tijdens het interview kwamen onderstaande punten aan de orde (voor de achtergronden ervan wordt verwezen naar de bijlage B):

1. Procesvraag: "Wilt u mij eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?"
2. Spelsituatie: "Stelt u zich nu eens voor, dat u vollèdig verantwoordelijk wordt gesteld voor het hydranon-I proces. In verband met werkzaamheden elders kunt u echter niet voor 100-% van de tijd in de meetkamer aanwezig zijn, maar het proces moet wel goed gestuurd blijven. Nu staat tot uw beschikking een aantal mensen (bv. stagiaires), die het proces nièt kennen en die niet allen even goed zijn. U heeft de tijd om deze mensen te instrueren en u kunt net zoveel mensen kiezen als uzelf denkt nodig te hebben voor het besturen van het hydranon-I proces.

Mijn vraag aan u is:

Wat zoudt u de mensen die tot uw beschikking staan, vertellen, opdat zij bij uw afwezigheid in staat zullen zijn het hydranon-I proces zo goed mogelijk te besturen?"

3. Kwalificatie van meters: Met behulp van de methode van de paars-gewijze vergelijking ("paired comparison") de operator tien meters laten kwalificeren naar volgorde van belangrijkheid bij het bewaken en besturen van het hydranon-I proces.

4. Kwalificatie van ingreepmogelijkheden: Met behulp van de methode van de paarsgewijze vergelijking de operator zes ingreepmogelijkheden laten kwalificeren naar volgorde van belangrijkheid bij het sturen op het percentage fenol in de ruwe anon.
5. Verbeteringen in de meetkamer: "Welke verbeteringen zoudt u in de bestaande meetkamer, speciaal wat het paneel van hydranon-I betreft, aangebracht willen zien en waarom?"
6. Critical incidents: "U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er nu in al die jaren dat u het proces heeft bewaakt en bestuurd (of althans de verantwoordelijkheid ervoor heeft gehad) weleens moeilijke situaties voorgekomen?"

Na de vraagstelling in de bovengenoemde punten geconcretiseerd te hebben, is een proef - ('pilot') - interview gehouden met een der operators uit de hydranonmeetkamer (zie bijlage C). Daarna is dit interview geëvalueerd, waarbij die operator zelf ook betrokken was. Naar aanleiding van deze evaluatie is elk van de bovenstaande punten opgesplitst in een aantal deelvragen die aan de orde moesten komen. Deze deelvragen kregen zo de vorm van een checklist (zie bijlage D) met behulp waarvan de overige operators zijn geïnterviewd.

Het totaal aantal afgenomen interviews behoeft hier enige toelichting. Vanuit de hydranonmeetkamer worden meerdere processen gestuurd — schaalvergroting. Deze processen, waartoe ook het hydranon-I proces behoort, worden bewaakt en bestuurd door een ploeg van vijf operators. Elke operator is zowel binnen als buiten de meetkamer verantwoordelijk voor de hem toegewezen post. In de hydranonmeetkamer worden de volgende posten onderscheiden:

- post 1 - 1e operator meetkamer, verantwoordelijk voor de coördinatie van alle posten.
- post 2 - 1e operator hydranon-I, II en III en het hexaansysteem.
- post 3 - (hulp)operator hydranon-I en hexaansysteem.
- post 4 - 1e operator destillatie, rookgassystemen en tankenpark.
- post 5 - (hulp)operator rookgassystemen en tankenpark.

Uit bovenstaand overzicht blijkt dat per ploeg in totaal drie operators direct of indirect betrokken zijn bij het bewaken en besturen van het hydranon-I proces. Omdat de continudienst vier ploegen van vijf operators kent (fig. 4 illustreert de organisatie van de fabriek), zou een totaal van twaalf vraaggesprekken hiermee verklaard zijn.

Een langdurige ziekte van een der operators had tot gevolg dat maar elf vraaggesprekken konden worden afgenomen; deze zijn verbatim vastgelegd in "Interview-resultaten Hydranonfabriek" (Kragt, 1971). Als voorbeeld zijn drie vraaggesprekken - uit ieder van de drie vermelde categorieën operators is er één willekeurig gekozen - opgenomen in de bijlagen E_I, E_{II} en E_{III}.

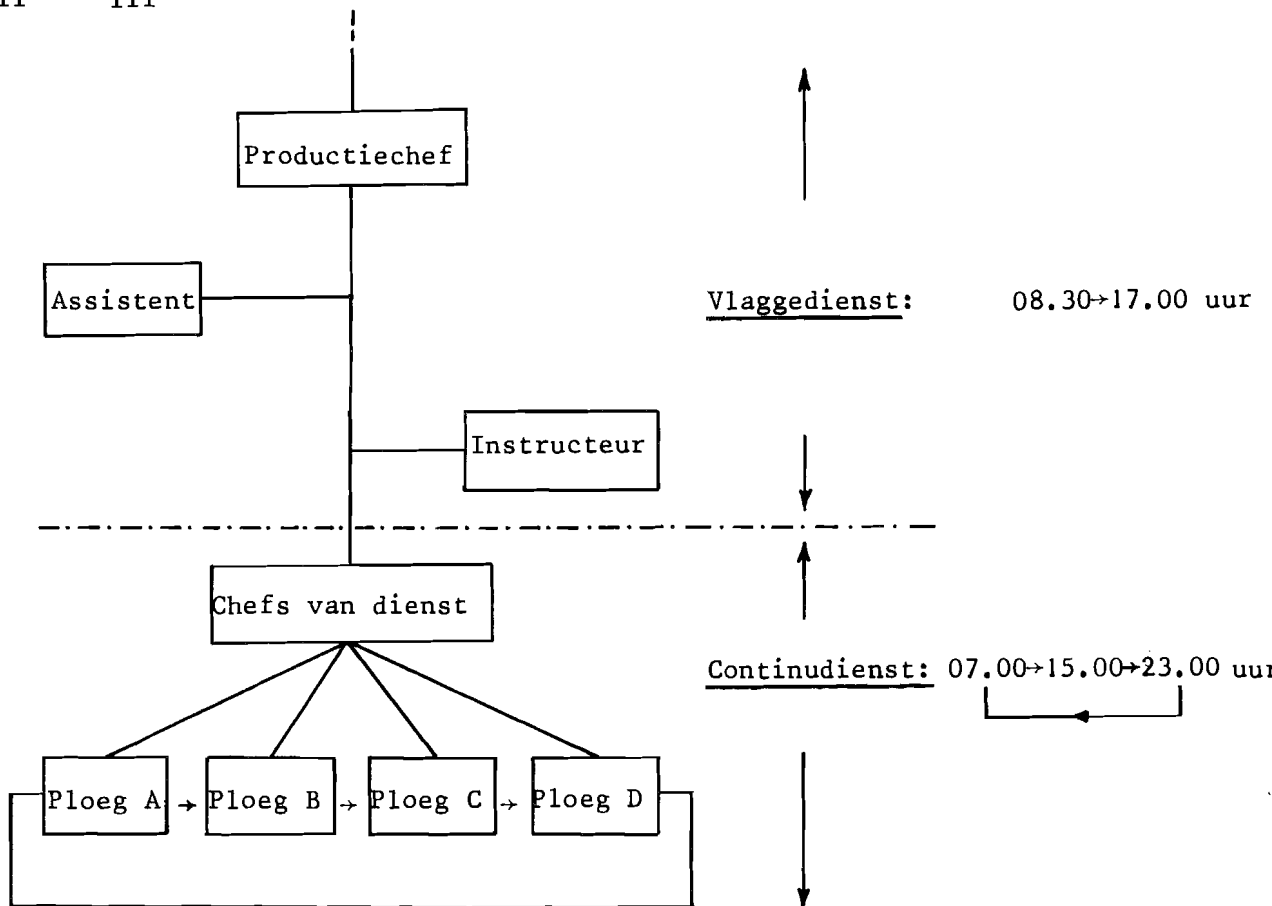


Fig. 4. De organisatie van de hydranonfabriek.

2.2. Het specifieke gedeelte van het interview.

In navolging van Bainbridge (1969) werd bij het specifieke gedeelte aan de operator gevraagd "hardop te denken" bij het uitvoeren van zijn taak. In het kort beschouwd, komt de methode neer op:

- a. het proces zoals dat via het paneel op de operator afkomt, karakteriseren in een aantal trefwoorden ("statements").
- b. de operator vragen in deze trefwoorden te spreken.
- c. het verbale verslag ("protocol") vastleggen.
- d. de structuur en de relaties tussen de verschillende onderdelen van het verbale verslag bestuderen.

De situatie waarin Bainbridge haar onderzoek verrichtte, betrof de distributie van een bepaalde hoeveelheid elektriciteit per half uur naar verschillende staalsmeltovens. Voor de kwaliteit van het staal is bepalend dat de operator het tijdstip en het effect van optredende verstoringen weet te voorspellen - hij zal dus moeten kunnen anticiperen op de waar te nemen feiten.

Bainbridge onderscheidt twee soorten van activiteiten:

1. "Review" - de activiteit die de operator ontplooit als de waarden van de procesvariabelen liggen binnen de getolereerde grenzen.
2. "Control action" - de activiteit die de operator ontplooit als de waarden van de procesvariabelen liggen buiten de getolereerde grenzen.

Als de operator niet in het proces hoeft in te grijpen ("review"), verzamelt hij bij zijn ronde informatie (Bainbridge spreekt van "stored-information"); informatie die hij later bij een noodzakelijk ingrijpen eerder schijnt te gebruiken dan de momentane waarden van de procesvariabelen. Over dat ingrijpen stelt Bainbridge:

- de ingreep volgt vanuit een standaard-denkpatroon ("subroutine").
- dynamisch gezien, bestaat de activiteit van de operator uit het doorlopen van een subroutine in de juiste volgorde.
- de proceskennis van de operator zou gelijk zijn aan het kennen van de inhoud van de verschillende subroutines.

- de flexibiliteit van de operator is het vermogen snel van subroutine te kunnen wisselen (wijzigen van de strategie).

In de arbeidssituatie waarin wij ons onderzoek verrichtten, bleek dat het niet mogelijk was de operator, ondanks zijn bereidwilligheid daartoe, voortdurend bij het uitvoeren van zijn taak "hardop te laten denken". Wij hebben daarom gemeend het specifieke gedeelte niet verder te moeten uitwerken, maar ons volledig te richten op het algemene gedeelte van het interview.

3. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

Bij het lezen van de interview-resultaten (zie de bijlagen C en E en eventueel de gebundelde vraaggesprekken) valt op dat de operator veel weet te vertellen over het hydranon-I proces, dat hij bijzonder goed zijn gedachten weet te formuleren en dat hij duidelijk een kostenbesef heeft. De kennis waarover de operator beschikt, verdelen wij in:

- a. instructiekennis, b. "stafkennis" en c. ervaring.
- ad a. De algemene kennis betreffende het proces, de instrumentatie en het onderhoud waarover de operator is geïnstrueerd; voorzover die bij het interview bij hem aanwezig bleek te zijn.
- ad b. De kennis die de operator gedurende incidentele bezoeken van stafleden aan de meetkamer heeft opgedaan; niet iedereen heeft daardoor dezelfde achtergrondkennis over bepaalde zaken.
- ad c. De specifieke kennis betreffende het proces die de operator zichzelf in de loop van de tijd aan de post heeft eigen gemaakt. Aan de hand van een eigen mentaal procesbeeld heeft hij inzicht verkregen in het bewaken en besturen van het proces, d.w.z. hij heeft onderlinge relaties tussen de procesvariabelen ontdekt; hij heeft een tactiek ontwikkeld voor het bijsturen; hij kent mogelijke oorzaken van (plotseling) optredende veranderingen. Hij zal zich voortdurend de gevolgen daarvan op het proces realiseren

evenals de gevolgen van zijn ingrijpen op het proces. Te oordelen naar de antwoorden op de vraag naar de "critical incidents", geschiedt het ingrijpen vanuit een standaarddenkpatroon (subroutine). Dit zou dan leiden tot een standaardhandelingenpatroon. De feitelijke proceskennis zou dan ook zijn: het kennen van beslissingsregels, van procedures waarbij de kwaliteit van de uitvoering van de operatortask gelegen is in het feit dat de operator op het juiste moment de juiste subroutine weet te hanteren.

3.1. De taak van de operator.

De taak van de operator - het bewaken en besturen van het hydranon-I proces - is, zoals vermeld in de inleiding, drieledig:

1. de controle en zonodig, na optreden van een verstoring, het bijsturen van het proces.
2. het minimaliseren van de gevolgen van optredende storingen.
3. (eventueel) het stoppen en het weer opstarten van het proces.

Aan de hand van het beslissingsschema in figuur 5 worden bovengenoemde activiteiten in de paragrafen 3.1.1., 3.1.2. en 3.1.3. verder uitgewerkt. Wij definiëren eerst de volgende begrippen:

STATE : de toestand waarin het totale proces zich bevindt; deze toestand wordt de operator voornamelijk gewaar via de hem ter beschikking staande meters en signaleringen op het paneel in de meetkamer. Hiertoe behoort ook de kwaliteit van het eindproduct, deze is in figuur 5 echter onderscheiden van de STATE.

State : de toestand waarin dat deel van het proces zich bevindt dat relevant is voor het bijsturen van het proces na optreden van een verstoring in de kwaliteit.

Storing: een omstandigheid die het continue proces plotseling doet onderbreken.

SR_i : een standaarddenkpatroon c.q. -handelingenpatroon (subroutine).

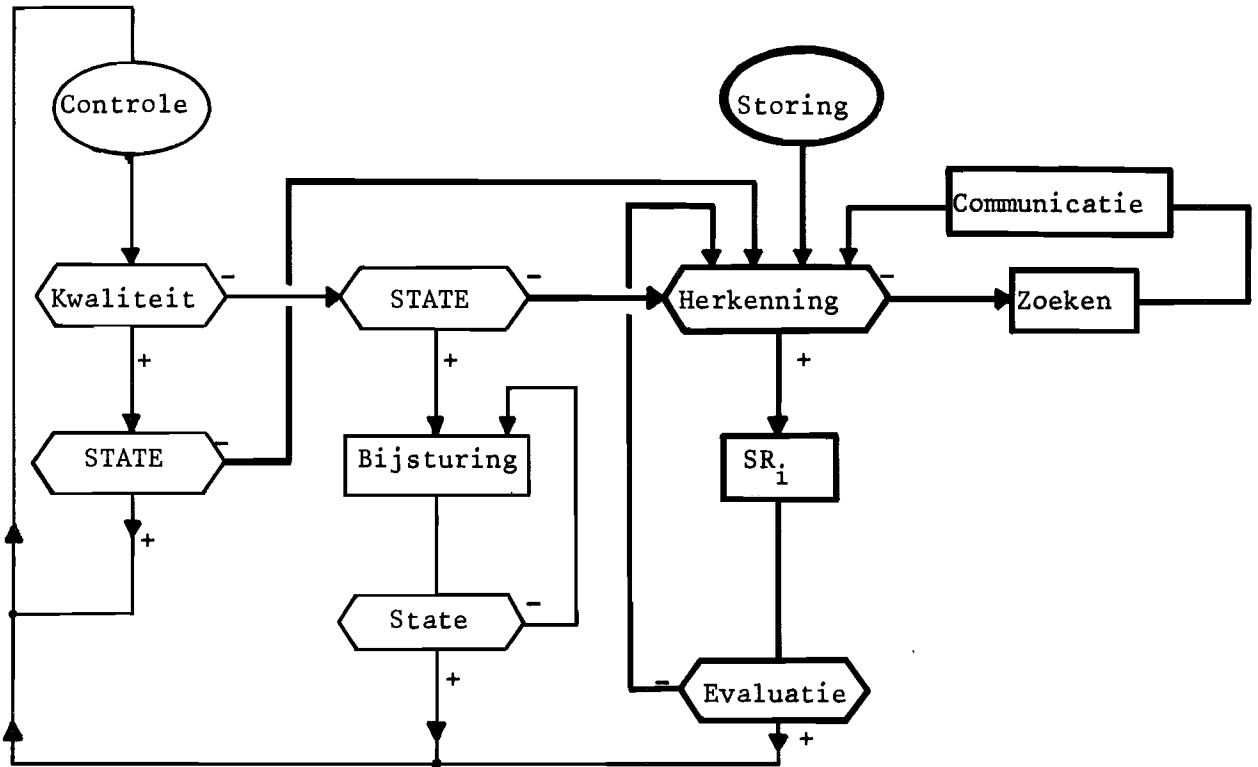


Fig. 5. Beslissingsschema operator.

3.1.1. De controle-activiteit.

Controle binnen de meetkamer betekent voor de operator: er regelmatig op toezien dat de waarden van de procesvariabelen liggen binnen de (door hem) getolereerde grenzen. (Buiten de meetkamer inspecteert hij twee à drie keer per dienst het systeem op eventuele lekkages, verstoppingen e.d.). Deze activiteiten ontplooit de operator op eigen initiatief.

Daarnaast moeten één keer per uur de waarden van de diverse procesvariabelen op een dagstaat worden ingevuld. Het is opmerkelijk, dat bijna door alle operators het invullen van de dagstaat gezien wordt als een poging hen te dwingen het proces te blijven controleren. "Omdat er van alles kan gebeuren, blijven wij de zaken nalopen en dat zou ook moeten kunnen zonder dagstaat", aldus de operator.

3.1.2. Het bijsturen van het proces.

Gesteld is, dat de operator het proces bijstuurt na optreden van een verstoring. In dit kader maken wij een onderscheid tussen:

1. Een verstoring in de kwaliteit.
2. Een verstoring in de STATE.

ad 1. Een verstoring in de kwaliteit kan de operator te niet doen door de setpoints van de regelvariabelen te verstellen (zie bijlage B punt 4). Hoe de operator zal bijsturen, wordt ondermeer bepaald door:

- de ingestelde waarden (setpoints) van de regelvariabelen; deze waarden zijn zowel aan een minimum als aan een maximum gebonden.
- de samenstelling van het kwaliteitsmonster, geregistreerd via de gaschromatograaf op het paneel.
- de gesteldheid van de katalysator: nieuwe of geregenereerde kat.
- de instelling van de apparatuur: regelaars op automatisch of op de hand.
- de operator zelf; er bestaan namelijk individuele verschillen bij het beantwoorden van de vragen gesteld onder de punten 1 en 4 van het interview.

Na bijgestuurd te hebben, zal de operator òf zijn ingreep nog iets corrigeren òf het effect ervan op de kwaliteit van het eindproduct afwachten. Bij het hydranon-I proces is de looptijd die optreedt tussen een ingreep en het effect ervan op de kwaliteit ongeveer twintig minuten. Daarom is in figuur 5 de kwaliteit onderscheiden van de STATE en geplaatst in de aangegeven volgorde. Voor een proces met een looptijd van enkele uren zou die volgorde zijn: STATE → kwaliteit. In figuur 6 is een algoritme weergegeven volgens welke de operator mogelijkerwijs het proces zou kunnen bijsturen na optreden van een verstoring in de kwaliteit. In deze figuur zijn de begrippen state en kwaliteit samengevoegd tot het ene begrip "succes".

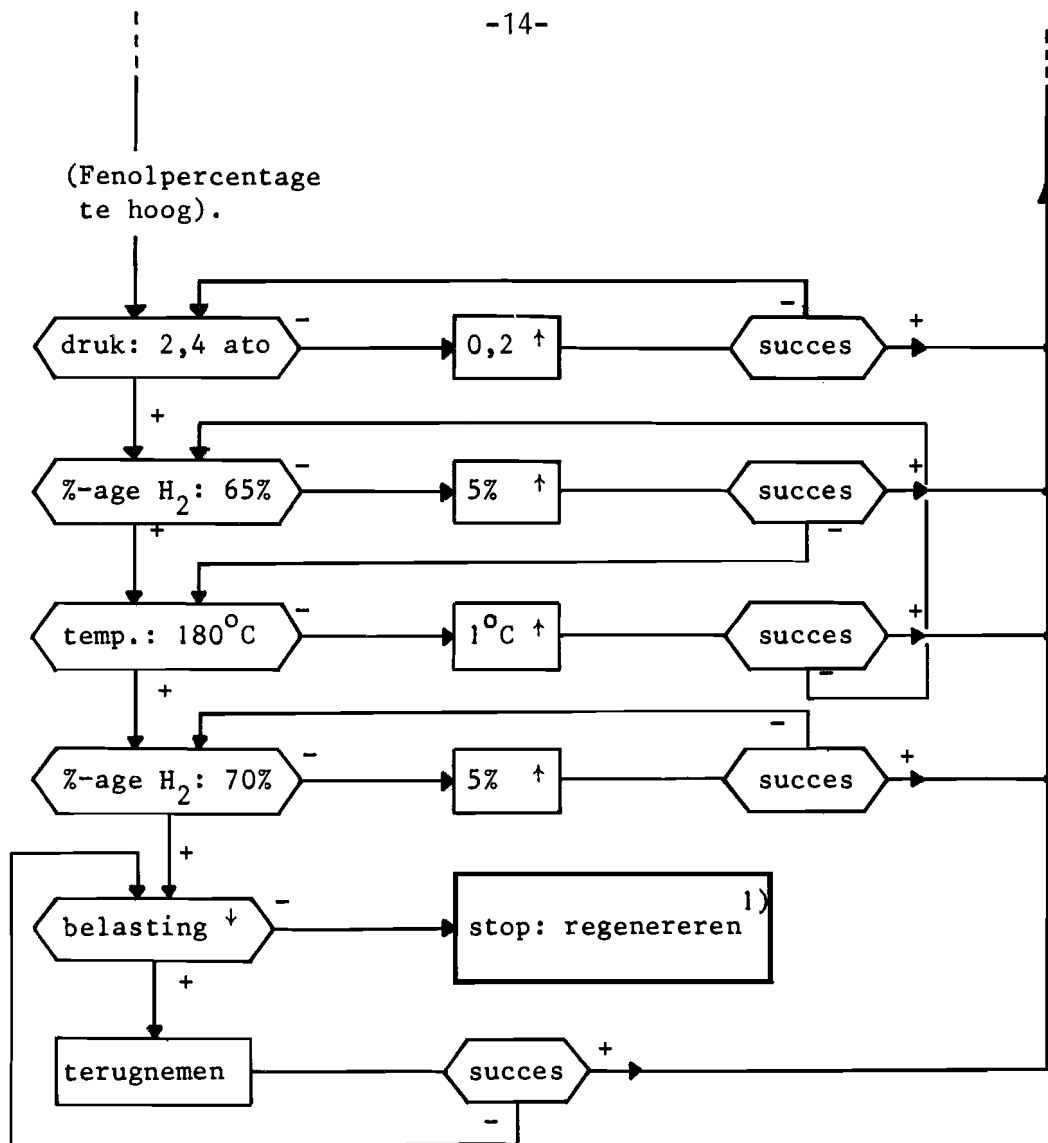


Fig. 6. Een algoritme voor het bijsturen.

ad 2. Bij een verstoring in de STATE gaat de operator de mogelijke oorza(a)k(en) ervan na. Herkent de operator op grond van zijn ervaring de verstoring, dan zal zijn activiteit (standaardhandelingenpatroon) gericht zijn op het opheffen van de oorza(a)k(en). Liggen de oorzaken evenwel buiten het proces, dus buiten zijn bereik, dan is zijn activiteit beperkt tot het minimaliseren van het effect ervan c.q. tot het bijsturen van het proces na optreden van die verstoring.

In bijlage F-2 is het standaarddenkpatroon c.q. -handelingenpatroon weergegeven dat de operator hanteert, als hij bij de controle van

1) Na een aantal maanden "normaal bedrijf" wordt de katalysator gedurende drie à vier dagen geactiveerd.

het proces het langzaam oplopen van het niveau in een scheider gewaar wordt. Hij zou hierop ook geattendeerd kunnen worden middels een auditief en visueel signaal. Zodra namelijk deze procesvariabele een bepaalde grens heeft bereikt, wordt de signalering aangesproken.

3.1.3. Het minimaliseren van de gevolgen van optredende storingen.

Het gedrag dat de operator vertoont bij de controle en het bijsturen van het proces verschilt sterk van zijn gedrag bij het optreden van een storing.

Bij het optreden van een storing tracht de operator in eerste instantie te voorkomen dat het proces in een onveilige toestand geraakt, voorzover dit al niet gebeurt door de automatische beveiligingsacties in het systeem. Daarna zal hij proberen de oorza(a)k(en) van de storing op te heffen en/of mogelijke effecten ervan te minimaliseren. In bijlage F-1 is het standaarddenkpatroon c.q. -handelingenpatroon weergegeven dat de operator hanteert bij het plotseling wegvallen van de waterstof-toevoer.

Indien de operator een storing niet herkent als gevolg van het feit dat een dergelijke omstandigheid zich nog nooit heeft voorgedaan of althans niet aan hem (beperkte ervaring), dan zal hij in dat geval gaan zoeken, waarbij hij in de regel een beroep zal doen op zijn collega's van de ploeg (zie fig. 5). Het is in deze situatie dat de ploeg zich kan manifesteren als een functionele eenheid, waarbij opgemerkt zij dat men zich bij een rationalisatie zal moeten realiseren dat met het terugbrengen van het aantal operators per ploeg ook de mogelijkheid tot het uitwisselen van informatie wordt beperkt.

Tot slot zij opgemerkt dat in dit kader het opstarten en het stoppen van het proces geen nadere uitleg behoeft. Deze weliswaar op zichzelf staande activiteiten (standaardhandelingenpatronen) kunnen immers beschouwd worden als onderdeel van de SR_1 gehanteerd bij het minimaliseren van de gevolgen van optredende storingen.

3.2. Het overdragen van de procesbewaking en -besturing.

Het continue karakter van het proces is kenmerkend voor de operator-processituatie uit figuur 1. De operator moet dan ook aan het einde van zijn dienst de taak overdragen aan een collega van een andere ploeg. Eventuele moeilijkheden worden schriftelijk (wachtboek) en mondeling doorgegeven; dit laatste neemt over het algemeen niet veel tijd in beslag.

De "nieuwe" operator zal zelf, betrekkelijk snel na de dienstwisseling, het gehele systeem zowel binnen als buiten de meetkamer controleren. Het is de vraag of hij altijd in staat zal zijn de voor hem relevante informatie betreffende het hydranon-I proces van de afgelopen diensten te achterhalen. Dienstwisseling in de zin van het wegvallen van relevante informatie - in de terminologie van Bainbridge "stored-information" - zou namelijk weleens een (ver)storing in de procesbewaking en -besturing kunnen betekenen, hetgeen, voorzover ik heb kunnen nagaan, nog niet is onderzocht.

Het overdragen van de procesbewaking en -besturing aan een aantal mensen die het proces niet kennen, kwam aan de orde bij de spelsituatie onder punt twee van het interview.

Het was opvallend dat de operator de activiteit van "de leek" beperkt wenste te zien tot de controle en zonodig, na optreden van een verstoring in de kwaliteit, tot het bijsturen van het proces (zie de figuren 5 en 7). Tevens viel op dat de operator het overdragen van de bewaking en besturing aan "leken" wilde beperken tot één persoon. Het bewaken en besturen van een proces door meerdere personen werd afgewezen op grond van het feit dat men elkaar daarbij zou kunnen tegenwerken, omdat het effect van een ingreep op andere procesvariabelen als gevolg van looptijden niet altijd direct zichtbaar is. Wat betreft het bijsturen, zou òf het percentage waterstof òf de temperatuur (of beide) opgevoerd mogen worden. (Kennelijk ging men ervan uit dat het percentage fenol in het eindproduct eerder zou oplopen, dan dat het zou afnemen).

Het meest opvallende was evenwel het feit dat de operator geroepen wenste te worden zodra er "bijzonderheden" optraden (vergelijk de dun- en dik-getekende lijnen in de figuren 5 en 7). Immers, stelde hij, de man moet zich wel enige ervaring betreffende het bewaken en besturen hebben eigen gemaakt - een ervaring die niet in korte tijd is over te dragen - alvorens hij überhaupt in staat zal zijn die "bijzonderheden" te kunnen oplossen. De vraag is nu of operators deze ervaring, die naar zij zelf zeggen 'noodzakelijk is om je op de post rustig te voelen', slechts kunnen opdoen door aan de betreffende post een tijdlang mee te lopen.

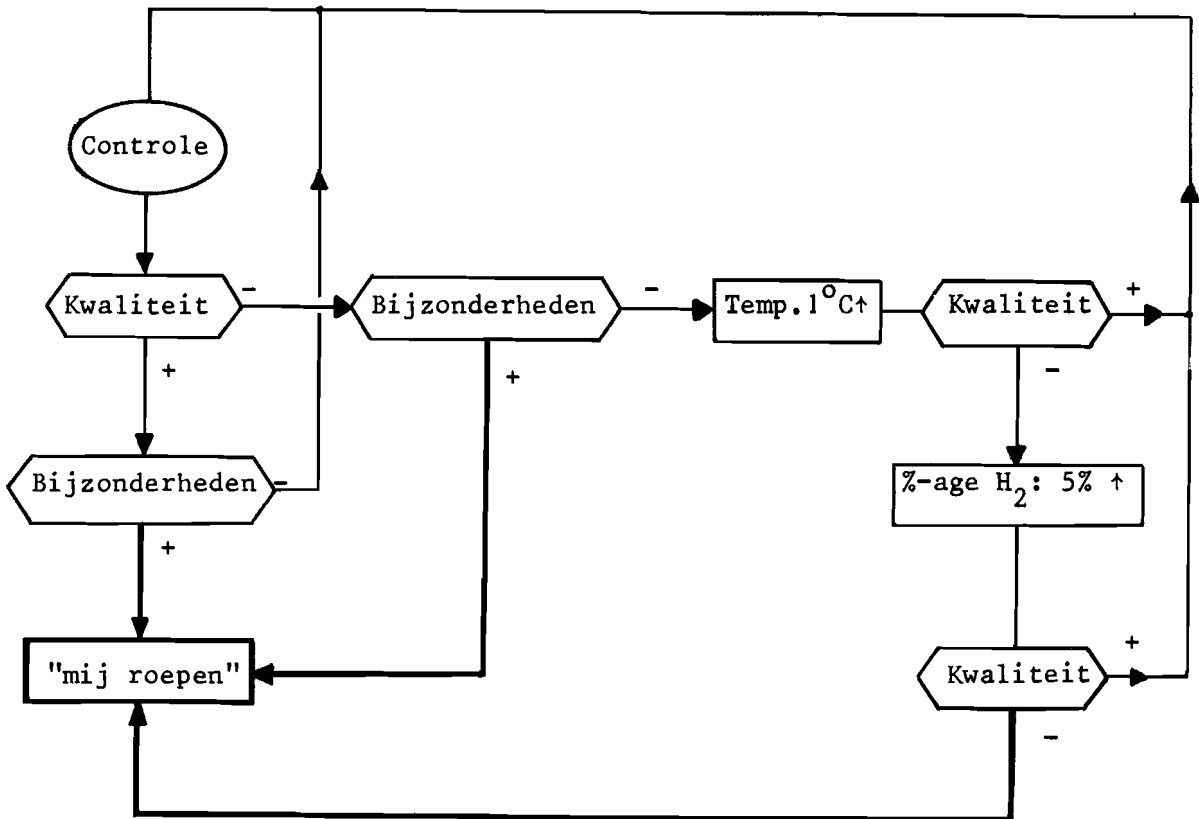


Fig. 7. Beslissingsschema "leek" (spelsituatie).

3.3. Het begrip 'mentaal procesbeeld'.

Wij stellen ons voor dat operators een idee, een mentaal beeld hebben van het onzichtbare proces dat zij bewaken en besturen, en dat dat beeld mede richting geeft aan hun handelen.

Hoe dat beeld tot stand komt en of (c.q. hoe) dat beeld in de loop van de tijd - ervaring - wordt gewijzigd; waarom het niet voor allen gelijk zou zijn; dat zijn vragen die ons inziens gesteld moeten worden en een nader onderzoek behoeven.

Bij het bestuderen van de antwoorden op de vragen gesteld onder punt één van het interview - "Wilt u mij eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?" - blijkt, dat de operator bij het interview een massastroombeeld hanteert (zie fig. 8). Dit beeld is hoogstwaarschijnlijk mede bepaald door het processchema dat in de meetkamer aanwezig is. Hierop zijn alle details (regelkringen, afsluiters e.d.) in extenso aangebracht. Bij het interview en ook bij observatie is vastgesteld dat de operator, bijvoorbeeld bij het minimaliseren van de gevolgen van optredende storingen, (soms) dit processchema voor bepaalde details raadpleegt. Ter illustratie een citaat uit een der interviews:

Interviewer: "Hoe heeft u dat toen opgelost?"

Operator : "Even op het schema gekeken, waar zit 'druk reactiemengsel' precies; naar buiten, trap op"

Het onderling vergelijken van de massastroombeelden uit de elf interviews leverde een aantal interessante verschillen op:

- de elementen zijn in een verkeerde volgorde geplaatst of soms zelfs vergeten.
- de compressor wordt niet altijd genoemd.
- de H₂-recirculatie wordt niet altijd vermeld; (het regelen van het percentage waterstof is mogelijk, omdat de waterstof gerecirculeerd wordt).
- de categorie operators die in de meetkamer mede belast zijn met het bewaken en besturen van hydranon-II en III (post 2) halen, bij het praten over hydranon-I, de processchema's door elkaar.

Nagegaan zal moeten worden of bovengenoemde verschillen essentieel zijn of dat zij slechts vergissingen waren bij de interviews.

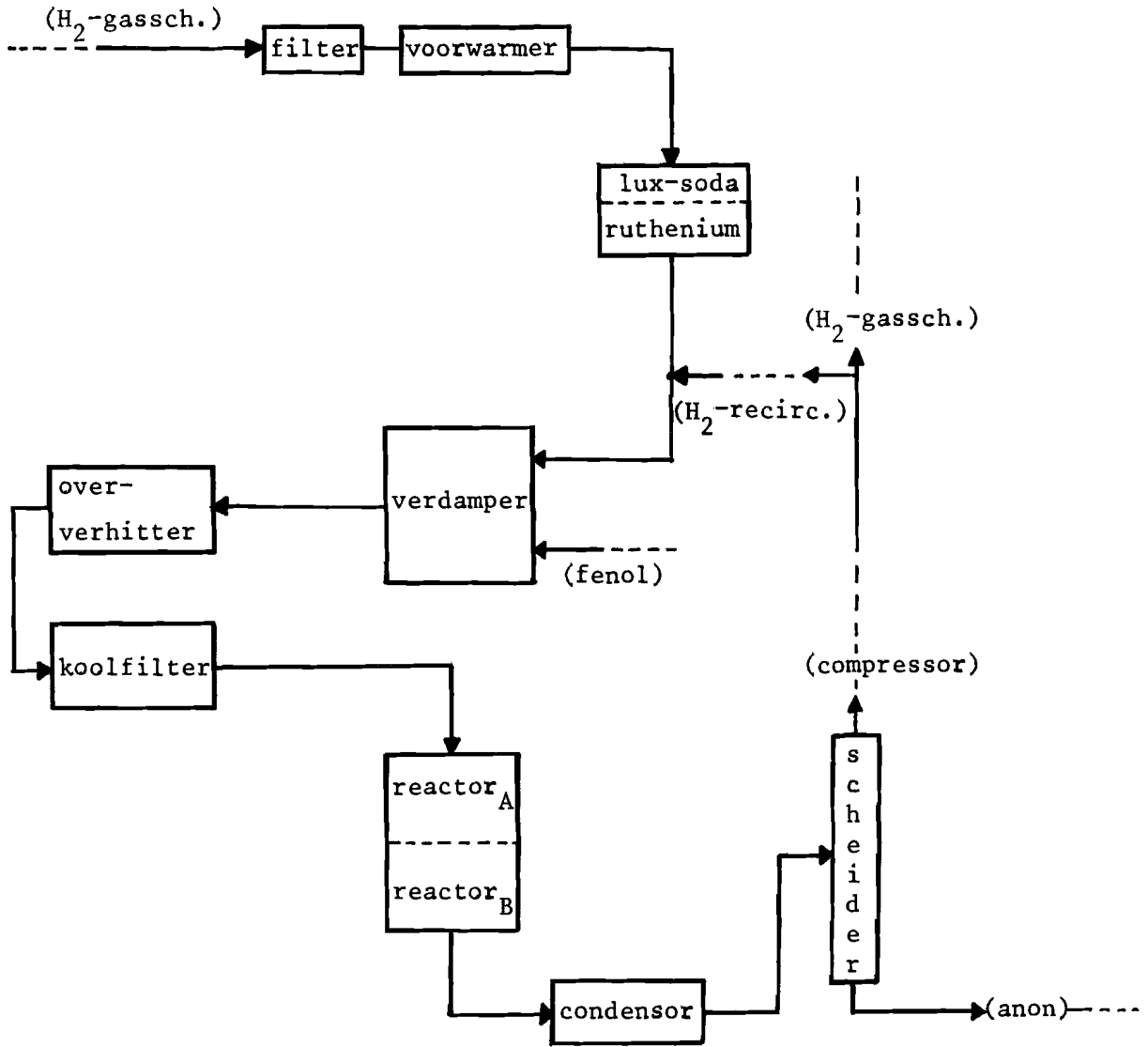


Fig. 8. Massastroombeeld van het hydranon-I proces.

3.4. Het paneel van hydranon-I.

Uit de antwoorden op de vragen gesteld onder punt vijf van het interview - "Welke verbeteringen zoudt u in de bestaande meetkamer, speciaal wat het paneel van hydranon-I (zie fig. 3) betreft, aangebracht willen zien en waarom?" - blijkt, dat de operators over het algemeen geen duidelijk omschreven mening hebben over de volgorde waarin de meters op het paneel geplaatst zouden moeten zijn. Hun commentaar beperkt zich tot meters die te hoog (bv. "de fenolbelasting"), te laag (bv. "de Browns") of helemaal niet op het paneel van hydranon-I zijn geplaatst (bv. "het fenolniveau in tank 9").

Uit de antwoorden is voorts af te leiden dat de operators niet altijd betrokken worden in het overleg bij de voorbereiding van het plaatsen en/of verplaatsen van meters. Dit zou zeker wel het geval behoren te zijn, alhoewel de vraag: waar is nog ruimte op het paneel?, meestal doorslaggevend zal blijken te zijn.

Wij hebben ons de vraag gesteld, hoe de informatie over het proces aan de operator zou moeten worden gepresenteerd. (Paneel-ontwerp). Voor het beantwoorden van deze vraag is ondermeer inzicht gewenst in de waarden die de operators hechten aan de verschillende meters. Om deze waarden te bepalen, moesten met behulp van de methode van de paars-gewijze vergelijking ("paired comparison") de meters die in figuur 9 zijn vermeld, worden gekwalificeerd naar volgorde van belangrijkheid bij het bewaken en besturen van het hydranon-I proces tijdens "normaal bedrijf", d.w.z. bij het sturen op de kwaliteit van het eindproduct (zie punt drie van het interview). Hiertoe zijn de meters eerst afzonderlijk op een driepuntsschaal naar belangrijkheid beoordeeld - "zeer belangrijk", "tamelijk belangrijk" en "niet zo belangrijk". Daarna zijn alle meters in paren van twee onderling vergeleken. De operator moest daarbij zijn voorkeur uitspreken voor één van de twee meters. De resultaten - het totaal aantal keren dat een meter werd gekozen - zijn weergegeven in de matrix van figuur 9. (Voor de meters die door de operator bij de afzonderlijke beoordeling als "niet zo

belangrijk" werden gekwalificeerd, is het totaal aantal voorkeursuitspraken onderstreept). De resultaten uit figuur 9 dienen bestudeerd te worden aan de hand van de verbatim vastgelegde motiveringen. Daaruit blijkt:

- a. De waarde, de functie die een meter voor de operator heeft. Een deel van de verschillen in beoordeling zou te verklaren zijn uit het feit dat sommige operators een bepaalde meter als "indicator" zien, terwijl andere die meter als "regelaar" percipiëren. (Zie bv. bijlage C vóór en na evaluatie van het proefinterview; de bijlagen E_I, E_{II} en E_{III} en bijlage G. In bijlage G zijn vanwege de "afwijkende" beoordelingen de motiveringen weergegeven van de operator die in figuur 9 gecodeerd is als tweeëndertig).
- b. De operator meent dat de belangrijkheid van een meter wordt bepaald door de toestand waarin het proces zich bevindt. In de verschillende procestoestanden die zich kunnen voordoen tijdens "normaal bedrijf", zijn het vaak weer andere meters die voor hem het belangrijkste zijn. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat hij geen duidelijk omschreven mening heeft over de volgorde waarin de meters op het paneel geplaatst zouden moeten worden.
- c. Sommige operators hebben in de loop van de tijd - ervaring - relaties tussen de verschillende procesvariabelen ontdekt. Uit opmerkingen als: "deze meter heb ik niet persé nodig, want 'daar' kan ik het ook aan zien", zou af te leiden zijn dat deze operators bij de controle-activiteit (zie par. 3.1.1.) er niet alleen op toezien dat de waarden van de procesvariabelen liggen binnen de door hen getolereerde grenzen, maar dat zij daarbij ook de onderlinge samenhang tussen de verschillende procesvariabelen beschouwen.

Uit de motiveringen van de operators is gebleken dat "de belangrijkheid van een meter" voor hen in het algemeen een moeilijk begrip is. Duidelijke uitspraken hierover zijn ons inziens wel te verkrijgen door vooraf eenduidig te definiëren: a. het begrip "meter", en b. de condities waaronder het proces wordt beschouwd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	OPERATOR	PLOEG
gaschromatograaf	niveau verdamper	hoeveelheid-H ₂	percentage-H ₂	systeem-druk	brown	niveau fenoltank	temperatuur olie _A	druk spui gas	temperatuur olie _B		
9	<u>0</u>	4	8	5	7	6	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	21	A
9	<u>0</u>	<u>2</u>	6	4	5	3	8	<u>1</u>	7	22	
9	<u>0</u>	<u>2</u>	8	4	5	3	7	<u>1</u>	6	11	
9	<u>0</u>	<u>2</u>	5	8	4	3	7	<u>1</u>	6	12	B
9	<u>1</u>	4	5	4	6	<u>0</u>	8	2	6	13	
9	<u>0</u>	<u>1</u>	3	5	7	2	5	7	6	41	
8	<u>0</u>	6	6	2	4	1	8	3	7	42	C
9	<u>0</u>	<u>1</u>	8	7	6	<u>2</u>	5	<u>3</u>	4	43	
9	<u>0</u>	<u>2</u>	7	5	8	6	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	31	
4	<u>1</u>	9	<u>3</u>	8	5	<u>2</u>	7	<u>0</u>	6	32	D
9	<u>3</u>	7	<u>1</u>	6	8	<u>0</u>	5	<u>2</u>	4	33	

Fig. 9. Resultaten 'paired comparison'.

4. SLOTBESCHOUWING.

Het onderzoek heeft het inzicht vergroot in de wijze waarop operators een chemisch proces bewaken en besturen. Verder onderzoek is noodzakelijk en zal ondermeer gericht moeten zijn op het beantwoorden van de vragen: wie komt voor de functie van operator in aanmerking (selectie); hoe moet de operator voor die functie worden opgeleid (opleiding & training); waarop wordt de operator beoordeeld (functiewaardering); hoe dient de informatie over het proces aan de operator te worden gepresenteerd (paneel-ontwerp); en, hoe is het overleg tussen staf, "productie" en operators te verbeteren, opdat de aanwezige kennis volledig kan worden benut. Tot slot zij opgemerkt dat het afstudeeronderzoek pas volledig is afgesloten, nadat naar aanleiding van dit verslag een evaluatie-gesprek heeft plaatsgevonden met de operators uit de hydranonfabriek.

VERANTWOORDING.

Graag zou ik Prof. Dr. M.J.M. Daniëls, Drs. J.A. Landeweerd, Prof. Ir. O. Rademaker en Ir. S. Tirtoprodjo willen danken voor de begeleiding vanuit de Technische Hogeschool Eindhoven. Zeer erkentelijk ben ik Ir. D. Kortlandt (afd. systeem-onderzoek) mijn directe coach bij D.S.M., alsmede Drs. H.M.C. Denteneer en Dr. G. Koene (psychologische dienst D.S.M.), de H.H. H.J.M. Jeukendrup (staf chemie) en P.P.M. Zeyen (productie-chef hydranonfabriek) en zeker niet in de laatste plaats de H.H. chefs van dienst en operators van de hydranonfabriek voor de bijdragen die zij aan dit onderzoek hebben geleverd.

Mej. A.M.G. Fiddeliers (D.S.M.) komt dank toe voor het verichte typewerk.

SAMENVATTING.

Door middel van interviews is getracht inzicht te verkrijgen in de wijze waarop de operator in de meetkamer van een chemisch bedrijf een proces bewaakt en bestuurt. Verondersteld werd dat het vraaggesprek meer inhoud zou kunnen krijgen, indien de onderzoeker zelf eerst het proces aanleerde. Door mee te lopen in de continudienst werd al doende één proces aangeleerd in een fabriek, waarbij operators zowel binnen als buiten de meetkamer verantwoordelijk zijn voor het bewaken en besturen van processen.

Het interview is gesplitst in een algemeen gedeelte en een specifiek gedeelte. In navolging van Bainbridge (1969) werd bij het specifieke gedeelte aan de operator gevraagd "hardop te denken" bij het uitvoeren van zijn taak. In de arbeidssituatie waarin het onderzoek werd verricht, bleek dat het niet mogelijk was de operator, ondanks zijn bereidheid daartoe, voortdurend bij het uitvoeren van zijn taak "hardop te laten denken". Daarom is het specifieke gedeelte van het interview in dit verslag niet verder uitgewerkt. Bij het algemene gedeelte van het interview - afgenomen buiten de meetkamer, maar wel in de onmiddellijke omgeving ervan - is gekozen voor de open-end vorm. Deze vorm was mogelijk, omdat het aantal respondenten beperkt was tot twaalf. Met behulp van de resultaten van een proef - ("pilot") - interview kon een checklist worden opgesteld, aan de hand waarvan de overige operators zijn geïnterviewd. Deze vraaggesprekken zijn verbatim vastgelegd in "Interview-resultaten Hydranonfabriek" (Kragt, 1971). Op grond van deze vraaggesprekken zijn in hoofdstuk drie een aantal aspecten betreffende de operator-processituatie aan de orde gesteld.

LITERATUUR

1. Bainbridge, L. The nature of the mental model in process control. International Symposium on Man-Machine Systems at St. John's College Cambridge. England, 8-12 Sept. 1969.
2. Beishon, R.J. An analysis and simulation of an operator's behaviour in controlling continuous baking ovens. In: The simulation of human behaviour. Edited by de Brisson; Dunod, Paris, 1967.
3. Crossman, E.R.F.W. Automation and skill. Her Majesty's Stationary Office, London, 1960.
4. Harmsen, H.B.
P.K.W. Valk Meten en regelen in de procesindustrie. De Technische Uitgeverij H. Stam N.V., Culemborg / Haarlem, 1965.
5. Kragt, H. "Inventarisatie van Bedrijfskundige problemen", uitgevoerd bij de N.V. Nederlandse Staatsmijnen / D.S.M. Eindhoven, 1970. Niet gepubliceerd.
6. Kragt, H. "Interview-resultaten Hydranonfabriek". N.V. Nederlandse Staatsmijnen / D.S.M. Geleen, 1971. Niet gepubliceerd.
7. Landeweerd, J.A. Regelvaardigheid en Ergonomie. N.V. Nederlandse Staatsmijnen / D.S.M. Geleen, 1968. Niet gepubliceerd.
8. Matley, J. Trends in maintenance. Chemical Engineering. March 23, 1970.
9. Singleton, W.F. The human operator in complex systems. Taylor & Francis, Ltd. London, 1967.
10. Welford, A.T. Fundamentals of Skill. Methuan, London, 1968.

De regelkring.

De H.H. H.B. Harmsen en P.K.W. Valk (3) schrijven op blz. 40 van het leerboek 'Meten en regelen in de procesindustrie deel I': "een regelkring bestaat steeds uit de volgende onderdelen:

1. het proces waarvan een grootheid moet worden geregeld;
2. het meetsysteem
3. de regelaar, die het regelcommando opwekt
4. de regelklep; 'het corrigerend orgaan' dat het regelcommando uitvoert".

In fig. 57 schetsen zij de regelkring van een warmtewisselaar waarin koud water door middel van stoom wordt opgewarmd.

"Net zoals de bedieningsman, vergelijkt ook de regelaar de gemeten waarde met de gewenste waarde. Is er een verschil, dan gaat er een bevel naar de klep waardoor deze zodanig versteld wordt dat de afwijking kleiner wordt gemaakt en zo mogelijk geheel wordt weggewerkt", aldus de auteurs van bovengenoemd leerboek.

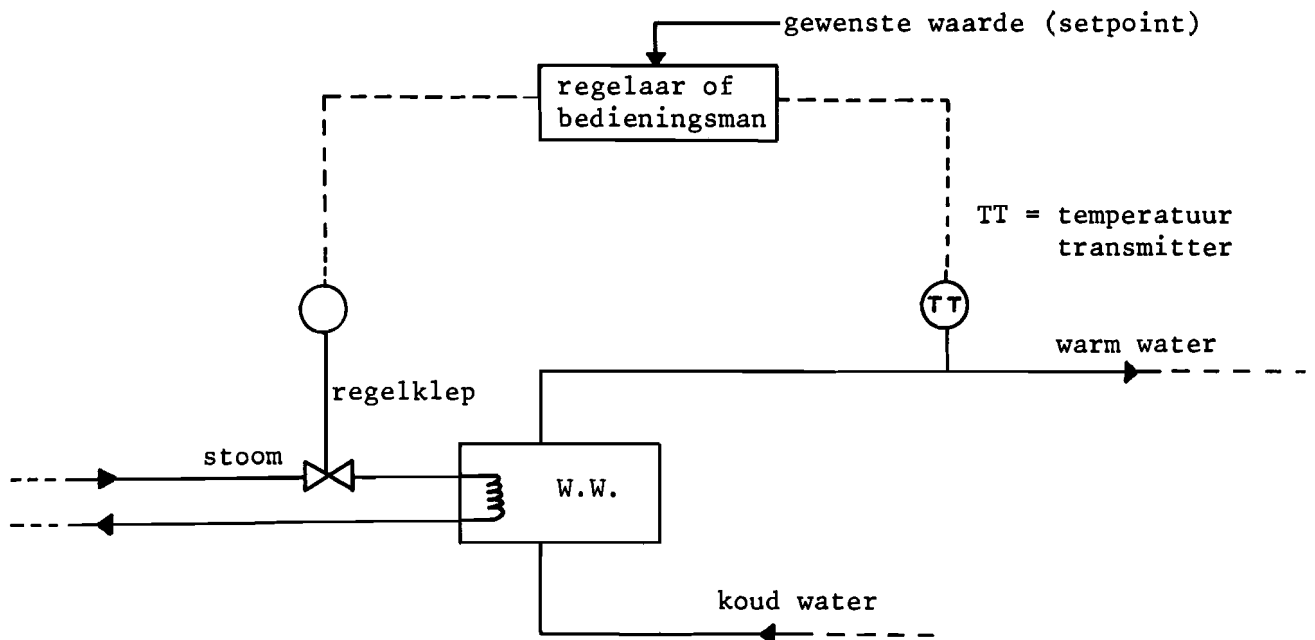


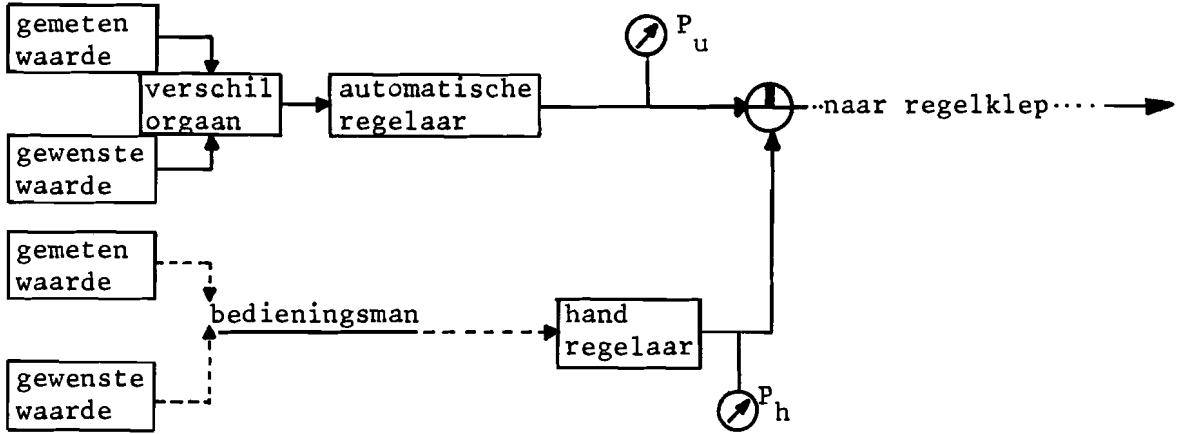
Fig. 57

De bediening van een regelaar.

Op blz. 63 schrijven Harmsen en Valk: "bij de meeste regelaars is het mogelijk om door middel van een schakelaar het proces of met de hand of automatisch met de regelaar te regelen (zie fig. 84).

De 'handregelaar' wordt meestal gevormd door een reduceerventiel, ingebouwd in dezelfde kast waarin ook de automatische regelaar is gemonteerd. Met dit reduceerventiel kan men nu de uitgangsdruk van de handregelaar (P_h) en daarmee de stand van de klep met de hand instellen.

Wel zal men als de gemeten waarde afwijkt van de gewenste waarde nu persoonlijk moeten ingrijpen. Met de schakelaar kan òf de hand- òf de automatische regelaar worden ingeschakeld. Bij het omschakelen van 'hand' naar 'auto' of omgekeerd mag de klep niet van stand veranderen". Hoe een en ander voor de verschillende typen regelaars dient te worden uitgevoerd, wordt vermeld op de bladzijden 64 en 65; doch het zou in deze bijlage te ver voeren daarover uit te wijden.



- ⊕ : stand schakelaar bij automatische regeling.
- ⊖ : stand schakelaar bij handregeling.

Fig. 84

Toelichting op de in paragraaf 2.1. vermelde punten van het interview.1. Procesvraag.

Het antwoord op deze vraag geeft het procesbeeld dat de operator zich in de loop van de tijd heeft gevormd en dat hij bij het interview hanteert.

2. Spelsituatie.

Met deze vraag verwacht ik inzicht te verkrijgen in de wijze waarop de operator het geheel naar belangrijkheid indeelt.

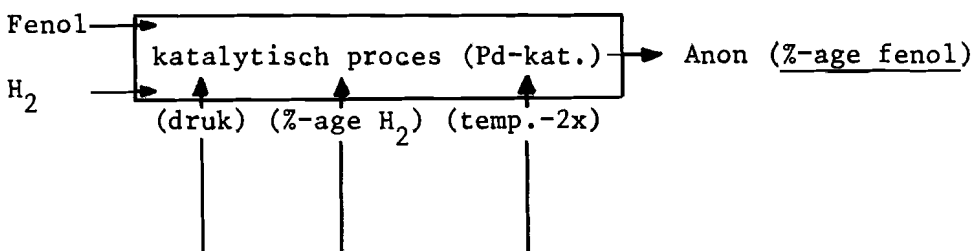
Indien de proceskennis werkelijk bestaat uit het kennen van de inhoud van de subroutines (Σ SR_i), zoals Bainbridge stelt, dan zal in genoemde spelsituatie elke fictieve operator mogelijkerwijs, in volgorde van belangrijkheid, één bepaalde subroutine toegewezen krijgen.

3. Kwalificatie van meters.

De waarde die een bepaalde meter voor de operator heeft, kan door onderlinge vergelijking van de meters worden vastgesteld. Hiertoe krijgt de operator tien genummerde kaartjes waarop de naam van een bepaalde meter staat vermeld, dus bijvoorbeeld: no. 1. gaschromatograaf, no. 2. fenolverdamper, no. 3. hoeveelheid H₂-toevoer etc. Door de operator nu alle nummers in paren van twee onderling te laten vergelijken en hem te vragen welke van de twee meters voor hem het belangrijkste is (er moet een keuze gemaakt worden!), worden $\frac{10 \times 9}{2}$ uitspraken verkregen, die iedere meter naar volgorde van belangrijkheid kwalificeren.

4. Kwalificatie van ingreepmogelijkheden.

Evenals bij de meters zal ook iedere ingreepmogelijkheid voor de operator een bepaalde waarde hebben. Het begrip ingreepmogelijkheid behoeft enige toelichting: Bij het hydranon-I proces worden onder bepaalde reactie-omstandigheden fenol en waterstof met behulp van een katalysator omgezet in (ruw)anon. De fractie fenol in het ruwe anon is het kwaliteitscriterium waarop de operator stuurt. Teneinde een zo goed mogelijke omzetting te blijven houden, zal de operator de reactie-omstandigheden (druk, percentage waterstof en temperatuur als regelvariabelen) in de loop van de tijd dienen aan te passen-bijsturing. Daarnaast zijn bij de onderlinge vergelijking van de ingreepmogelijkheden nog twee mogelijkheden toegevoegd, te weten: de fenoltoevoerregeling (de fenolbelasting) en de temperatuurregeling van het reactiemengsel.

Schematisch:

5. Verbeteringen in de bestaande meetkamer.

Gezien het feit, dat de meetkamer de werkruimte van de operator is, zal hij zich over die meetkamer en over de indeling van het paneel (plaatsing meters e.d.) in de loop van de tijd een oordeel gevormd hebben.

6. Critical incidents.

Met behulp van de antwoorden op deze vraag is het misschien mogelijk te komen tot een klassificatie van (ver)storingen die zich in de loop van de tijd hebben voorgedaan; tevens kan inzicht verkregen worden in de wijze waarop de operator ingrijpt bij het optreden van een (ver)storing.

Proefinterview (operator-21)

1. I: In eerste instantie zou ik met U hier over het hydranon-I proces willen praten en later, dat zal zo ongeveer eind mei zijn, hoop ik U in de meetkamer nog naar het 'waarom' van bepaalde regelacties te vragen. Ik zou U allereerst het volgende willen vragen:
Wilt U mij nu eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?

O: Hoe het werkt? Wel, je stopt er fenol in, deze wordt via de verdamper binnengebracht. De fenol wordt verdampt, er komt waterstof bij, ook via de verdamper; het gasmengsel gaat van de verdamper via de oververhitter naar het koolfilter en van het koolfilter naar de reactor. Daar wordt het omgezet tot anon, ongeveer 90%-ige anon, en dan komt het uit de reactor in de condensor via de SO_1 - er wordt als er verse kat. inzit dicyclohexylanon gevormd, die wordt dan afgescheiden na de reactor in de SO_1 - dan gaat het mengsel naar de condensor, van de condensor naar de scheider en van de scheider naar tank 10 en 11 in het vatenperk.

De waterstof komt in de scheider vrij en gaat terug als recirculatie naar de compressor. Daarbij wordt verse waterstof toegevoegd, je stelt hem bv. in op een bepaald percentage - bij verse kat. begin je met een partieel spanning van 1, dat is ongeveer 1,5 systeemdruk en 40% waterstof.

I: Waar stelt U dat percentage mee in?

O: Dat stel je in op de percentage-regelaar. Er komt verse waterstof van de gasscheiding waaraan de recirculatie-waterstof wordt toegevoegd. De recirculatie-waterstof, waterstof en stikstof, komt terug uit het systeem. Via de compressor wordt een gedeelte afgespuid terug naar de gasscheiding en de rest wordt gerecirculeerd.

I: De reactie kan zeker alleen plaatsvinden onder bepaalde omstandigheden; wat zijn die reactie-omstandigheden?

O: Ja; met een verse kat. slaat de reactie bij ongeveer 140 graden aan. Na verloop van tijd wordt de kat. minder actief en dan ga je natuurlijk omhoog met de temperatuur tot 180 graden, en dan moet hij geregenereerd worden.

I: Dus als ik het goed begrijp, regelt U eigenlijk alleen met de temperatuur.

O: Met temperatuur, met percentage waterstof en ook iets met druk.

I: En wat regelt U dan?

O: Het percentage anon; maar het percentage anon niet alleen, je moet bv. zowat draaien op, ideaal meen ik, 3% anol en 3% fenol. Met 5% fenol zit je te hoog, maar je kunt ook te hoog zitten in temperatuur, dan maak je te veel anol.

I: U heeft mij verteld dat de waterstof gescheiden wordt van de ruwe anon; maar deze waterstof wordt toch omgezet tijdens de reactie?

O: Gedeeltelijk, je moet nl. een overmaat aan waterstof hebben. De waterstof bestaat op het ogenblik ongeveer uit 92 - 93% waterstof en de rest stikstof (Die stikstof doet niets en komt er weer uit).

I: U heeft gezegd dat U stuurt op het percentage fenol in de ruwe anon, kunt U ook op het percentage anol sturen?

O: Een maat voor de omzetting is het percentage fenol, maar ook het percentage anon. Bij hydranon-I kan ik niet op het percentage anol sturen, omdat we bij hydranon-I zitten met top na-destillatie II. Als in de fenol die vrij komt in top na-destillatie II veel anol zit Stel je hebt bv. in de voeding 3% anol en je krijgt nog eens 3% anol gedurende de reactie van hydranon-I, dan zou je komen op 6% en dan zou je eigenlijk moeten zeggen: "ja, ik zit te hoog met de anol". Maar we hebben wel eens gedraaid op 9 à 10% en dat je er niets aan kunt doen, je kreeg het terug van na-destillatie II. Zou je bv. uitgaan van zuivere fenol, dus zonder anol, dan is meen ik het meest ideale zowat 3% anol in de ruwe anon.

I: U noemt dat ideaal; waarom is dat ideaal?

O: Tja, ik dacht dat we niet verder konden gaan, je zou bv. met het fenol percentage nog verder kunnen zakken, maar dan maak je meer anol. Dat moet je er dan weer allemaal uithalen; je moet natuurlijk weer terug naar de rookgassystemen, dat kost natuurlijk weer meer en dat is oneconomisch.

I: Ja; en waarom wilt U in eerste instantie het percentage fenol zo lang mogelijk hebben?

O: Nou, natuurlijk om een goed rendement te krijgen. Kijk eens als je nu bv. zegt: ik ga 10% fenol draaien en je laat er 10% fenol inzitten, dat gaat dan naar de destillatie; het moet allemaal weer verdampt worden, stoom voor nodig, dus het kost veel meer.

I: Wat betreft de waterstof, op een gegeven moment heeft U gezegd: Ik stuur met waterstof; wat zijn daar de economische consequenties van volgens U?

O: Wel, als je te hoog zou gaan, bv. dat je teveel waterstof zou gaan gebruiken, dan spui je ook te veel terug. Dat kost ook te veel.

2. I: Ja, dat is waar. Wat de eerste vraag betreft, zou ik het hierbij willen laten. Dan heb ik als volgende punt een spelsituatie, die ik U uiteen zal zetten: Stelt U zich nu eens voor dat U, en dat bent U uiteraard, voor het proces dat U mij zo pas heeft uitgelegd volledig verantwoordelijk wordt gesteld. In verband met werkzaamheden elders kunt U echter niet voor 100% van de tijd aanwezig zijn, maar U kunt wel beschikken over een aantal mensen waarvan bekend is dat zij het proces niet kennen - U zult ze dus moeten instrueren - en dat ze niet allen even goed zijn. Mijn vraag aan U luidt nu: Wat laat U de mensen doen die tot Uw beschikking staan?

O: Dus ik moet werken met mensen die het systeem helemaal niet kennen?

I: Ja, de mensen kennen het systeem niet. U mag net zoveel mensen kiezen als U zelf wilt; maar de hoofdzaak is dat het systeem, ook bij Uw afwezigheid, goed gestuurd wordt.

O: En heb ik de tijd om met die mensen te praten, om ze te instrueren?

I: Ja, die tijd heeft U.

O: Wel, dan zou ik die mensen gaan instrueren en ik zou kijken wat ze begrijpen.

I: Wat zou U ze vertellen?

O: Hoe ze moeten regelen, waar ze naar moeten kijken Stel bv. het percentage waterstof daar kan een storing aan de meter komen, het percentage wordt te hoog of er zijn allerlei dingen die kunnen gebeuren; maar ik zou ze zeggen: 'daar' en 'daar' moet je persé naar kijken, 'daar' moet je op letten en als het fout is, ik ga er vanuit dat ik in de buurt ben, dan moet je me waarschuwen.

I: Ja oké, maar U kunt niet altijd aanwezig zijn; op een gegeven moment zullen die mensen zelf een beslissing moeten nemen. U heeft beschikking over een onbepaald aantal personen, kunt U nu concreet zeggen waar die desbetreffende personen op zouden moeten letten?

O: Neen, niet op alle dingen; omdat er wel eens dingen voorkomen die je niet kunt voorzien.

I: Wat bijvoorbeeld?

O: Wel, een storing: bv. de stuurlucht valt weg of de stroom valt weg. Maar hoe lang heb ik de tijd, kan ik ze een maand instrueren?

I: Wel desnoods ja! Maar als we nu even die storingen buiten beschouwing laten en ons richten op het feit dat er een bepaald percentage fenol in de ruwe anon moet zitten.

O: Dus het proces loopt normaal?

I: Ja, het proces bevindt zich in de periode tussen opstart en regeneratie - "het proces loopt lekker" zegt men dan in de fabriek - en U zegt tegen die mensen: "Jij doet dit en jij doet dat". Kunt U mij nu concreet vertellen wat U die mensen respectievelijk zou laten doen?

O: Nou nee, ik dacht van niet; ik zou nl. één man instrueren en goed instrueren, zodat hij tevens het hele systeem zou kennen.

I: Eén man?

O: Ja; en nooit meerdere mensen, want dat loopt fout de een gaat dit doen en de ander dat, en ze spelen misschien niet goed met elkaar en dan krijg je

I: Wat zou U die ene man uitleggen wat betreft het opletten als zich geen storingen voordoen?

O: Ik zou hem zeggen: Kijk eens we gaan er vanuit dat het systeem normaal draait, dus dan is het ook normaal dat er op een gegeven moment meer fenol-doorslag komt; dan zal ik hem zeggen: kijk als je meer fenol krijgt,

dan moet je de temperatuur van de baden, dus van de olie, iets verhogen (een graadje verhogen). Dan het monster afwachten, dus bv. een kwartiertje wachten, en een monster uittellen. Dan moet hij teruggekomen zijn, komt hij nog niet genoeg terug dan regel je hem nog iets bij.

I: Met de temperatuur bijregelen?

O: Ja, met de temperatuur. Maar dat ligt er aan, het kan ook zijn dat we met hele verse kat. zitten en dan zou je ook kunnen regelen met het percentage waterstof en met de druk van het systeem.

I: Dus je hebt drie mogelijkheden. Welke keuze maak je nu op een gegeven ogenblik.

O: Het eerste met de systeemdruk omhoog; als je daarmee uitgewerkt bent, ga je met de temperatuur iets omhoog en dan gelijktijdig spelen temperatuur en waterstof een rol.

I: Is dat een wisselwerking?

O: Ja; het is niet zo dat we met de temperatuur regelen totdat we met de temperatuur niets meer kunnen doen en dan met het percentage waterstof gaan regelen. Dat gebeurt in de praktijk niet.

I: Wat gebeurt er in de praktijk dan wel?

O: Stel bv. je gaat met de temperatuur tot 160 graden en vervolgens breng je de waterstof van 45 naar 50%. Dus niet direct aan de waterstof, want die spui je weer weg, dan ben je meer kwijt natuurlijk. Dan ga je weer met de temperatuur omhoog en dan weer iets met de waterstof.

I: Goed; U zou dus die man, die van niets weet, instrueren: kijk naar je monster fenol, stuur zonodig met de systeemdruk en als je daarmee uitgeregeld bent, ga je verder met de temperatuur. Zijn er nog andere meters waar hij persé naar moet kijken in die proces-toestand tussen opstart en regeneratie?

O: Als het systeem normaal draait, dus er staat normale voeding op, er zijn geen storingen en er is nergens niets aan de hand dus normaal verloop, dan zijn toch alle meters wel belangrijk! Dat zijn: de hoeveelheid fenol, de waterstof hoeveelheid, de temperatuur, de druk, dan heb je nog de spui-gastemperatuur, dus voor het afscheiden van het anon in het spui-gas.

I: Zijn dat allemaal meters waar die niet-ervaren man op moet kijken?

O: Je gaat er toch van uit dat het een noodmaatregel is, of niet?

I: Het is gewoon een spelsituatie waarbij we er van uit gaan, dat als U niet aanwezig kan zijn het proces toch draaiende moet blijven.

O: Nou, ik zou hem toch echt alle meters zoveel mogelijk in de gaten laten houden.

I: Alle meters?

O: Ja; van het hydranon-I systeem alle belangrijke meters!

I: En welke zijn dat?

O: De hoeveelheid fenol; temperatuur oververhitter; temperatuur waterstofvoorwarmer, deze is wel niet zo belangrijk maar stel er komt CO-doorslag, dan moet je een hoge temperatuur in de voorwarmer hebben anders slaat de reactie niet aan in het rutheniumpatroon; de temperaturen van de reactor zelf, want het kan zijn dat de reactie afslaat (bv. bij opstart dan zit je op het critieke punt, op een gegeven moment slaat de reactie aan en zou je dan iets minderen, of zou je bv. iets minder waterstof krijgen, dan kan de reactie zonder meer afslaan); percentage waterstof; hoeveelheid waterstof is ergens ook wel belangrijk, althans als het percentage te laag is dan moet je met de omloop gaan werken dus dan is de regelaar te klein, de klep te klein maar dat zijn eigenlijk al geen normale gevallen meer; systeemdruk; niveau ammoniakcondensor; druk van het spugas mag niet te laag worden, mag niet te hoog zijn.

I: Kortom het zijn dus wel een heleboel meters die U in de gaten moet houden en U bent niet in staat om een aantal personen te instrueren die bepaalde meters toegewezen krijgen.

O: Neen, ik zou het niet doen. Ik vind het niet goed dat er meerdere mensen aan een systeem lopen. De een draait aan die meter en de ander aan die meter. De een weet niet altijd wat de ander gedaan heeft, dat kun je niet altijd direct zien.

I: Maar U kunt de mensen toch instrueren dat ze elkaar van hun handelingen en ingrepen op de hoogte dienen te houden.

O: Ja, dat is waar maar dan toch zou ik het nog niet doen. Ik zou één man helemaal instrueren voor het hydranon-I systeem. Maar neem je bv. de destillatie, dan zou je kunnen zeggen tegen een man: "Jij regelt de voordestillatie", en tegen de ander: "Jij regelt de hoofdestillatie". Kijk, dan komen ze niet bij elkaar in het vaarwater; maar bij het hydranon-I systeem vind ik het echt niet ideaal om daar met meer mensen te gaan werken.

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
- 2 : L 353 - niveauregeling fenolverdamper
- 3 : F 351 - hoeveelheid H₂-toevoerregeling
- 4 : A 351 - percentage H₂N₂-regeling
- 5 : P 356 - drukregeling reactiemengsel
- 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment
- 7 : L 350 - niveauregeling fenoltank (T9)
- 8 : T 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
- 9 : P 365 - druk spugas gasscheiding
- 10 : T 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie - quasi-stationaire toestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon.

- a) zeer belangrijk : 1, 4, 7, 8, 10
- b) tamelijk belangrijk : 5, 6
- c) niet zo belangrijk : 2, 3, 9

B. Commentaar tijdens het beoordelen (band opname):

O: No. 2, niveauregeling fenolverdamper; niet zo belangrijk! Ja, ik ga er van uit zoals het nu is, dat ding werkt nl. niet. 'Hij' is wel belangrijk, want hij mag natuurlijk nooit vol komen. Maar wij hebben altijd een overmaat stoom op de verdamper staan, dus die kan nl. nooit vol komen.

O: No. 6, diverse temperaturen reactorcompartiment; ja zéér belangrijk.

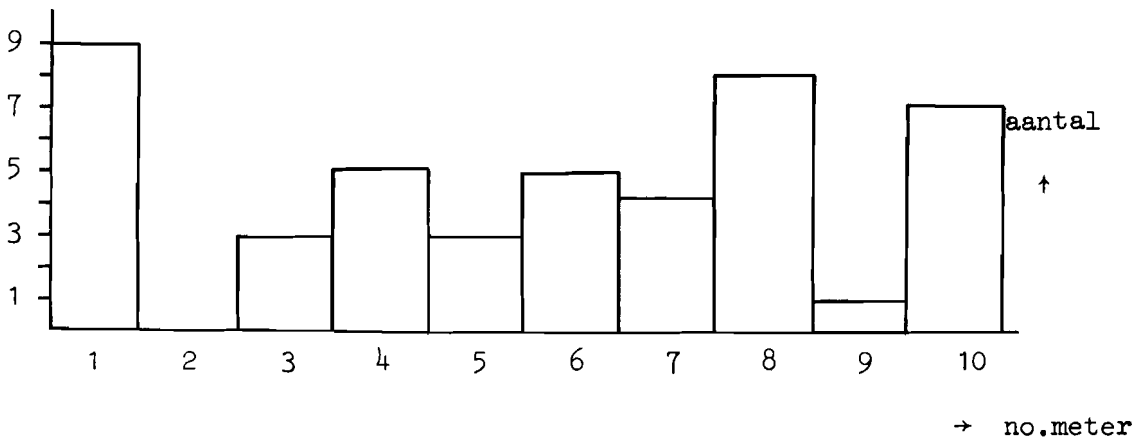
I: Zeer belangrijk voor de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon?

O: Nou; niet zeer, maar toch wel tamelijk belangrijk. Je kunt er toch veel op zien. Kijk het maakt in feite niet zoveel uit of bv. punt 6 of 7 bovenloopt, maar het maakt wel verschil uit of de temperaturen gespreid of op elkaar liggen, want dat zegt mij: kijk uit de reactie kan afslaan. Het geeft me dus een beeld van de reactie.

O: No. 7, niveauregeling fenoltank; zéér belangrijk ja kan het systeem op uitvallen.

O: No. 8, temperatuurregeling bovenste compartiment; tja, als ik ervan uitga dat de reactie in het bovenste reactor-compartiment zit, dan is hij zeer belangrijk. Als de reactie beneden zit, dan houd ik de temperatuur boven en beneden op een gelijke instelling. Met nieuwe kat. stellen we de temperatuur boven iets hoger in, werken dan een stukje op en gaan later met het onderste compartiment omhoog. Maar zou je direct met het onderste compartiment gaan sturen, dan zou je meer anolvorming krijgen.

C. Paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid:



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{10 \times 9}{2} = 45 \quad (9+0+3+5+3+5+4+8+1+7)$$

I: Welke meter kunt U missen?

O: Geen één! Meter 2 is wel aanwezig, maar wordt niet meer gebruikt; als zodanig kan ik hem eigenlijk wel missen.

4. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande ingreepmogelijkheden bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- no. 1 : TRC 361 - temperatuurregeling van het reactiemengsel
- 2 : TRC 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
- 3 : FRC 353 - fenoltoevoerregeling (fenolbelasting)
- 4 : TRC 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment
- 5 : ARC 351 - percentage H_2N_2 -regeling
- 6 : PRC 356 - drukregeling voor de reactor

A. Beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk:

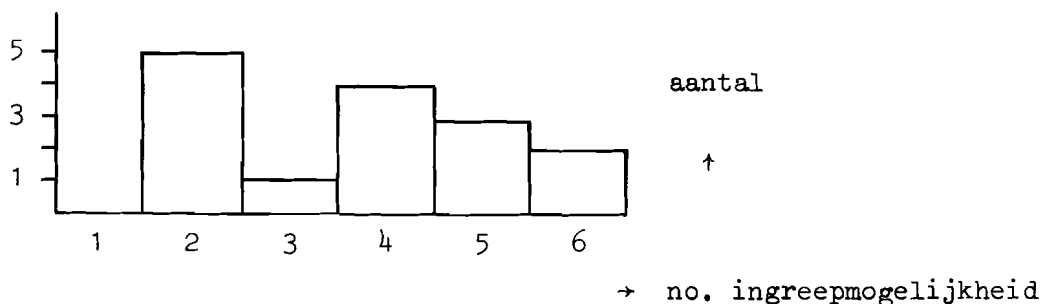
- a) zeer belangrijk : 2, 4, 5
- b) tamelijk belangrijk : 6
- c) niet zo belangrijk : 1, 3

B. Commentaar tijdens het beoordelen (band opname):

O: No. 3, fenolbelasting; deze mogelijkheid vind ik alleen belangrijk als we zijn uitgewerkt, je zou dan met een lagere voeding de reactie nog een tijdje aan de gang kunnen houden.

O: No. 6, drukregeling voor de reactor; ja kijk eens, als het systeem normaal bij staat, d.w.z. een druk van 2, 4, en ik heb teveel fenol in mijn anon, dan kan ik met mijn drukregeling toch niets meer doen. Heb ik daarentegen pas opgestart, dan ga ik eerst met mijn systeemdruk omhoog (dat kost me niets); ben ik daarmee uitgeregeld, na een week ongeveer, dan ga ik verder met temperatuur en waterstof zoals ik dat net verteld heb.

C. Paarsgewijze vergelijking van de ingreepmogelijkheden op hun belangrijkheid:



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{6 \times 5}{2} = 15 \quad (0+5+1+4+3+2)$$

5. I: Ik heb nu nog twee vragen. Allereerst deze: welke verbeteringen zoudt U in de bestaande meetkamer, speciaal wat betreft het hydranon-I systeem, aangebracht willen zien en waarom?

O: Wel, misschien de Browns beneden, hoger geplaatst. Die moet je regelmatig in de gaten houden. Je ziet er nl. het verloop van het proces op; de temperaturen van de olie, de percentageregeling ze zijn ergens belangrijker, maar kijk eens als ik bv. de temperatuur van de olie verhoog; zie ik het direct beneden op de Brown.

I: Ja, omdat de temperaturen van de diverse punten in de reactor uit elkaar gaan lopen.

O: Ja, ze gaan iets verder uit elkaar liggen; dus je ziet dat je een betere reactie krijgt.

I: Dus voor een totaal overzicht van de reactie moeten die Browns omhoog.

O: Ja; nou moeten, moeten

I: Wat vindt U verder van de plaatsing van de andere meters die U mij zojuist heeft genoemd, bv. de niveauregeling van de fenoltank 9 die op een ander paneel is aangebracht. Is dat bezwaarlijk?

O: Ja, die meter zit niet bij hydranon-I. Bezwaarlijk is dat niet, want het is maar een paar meter van elkaar en je staat bv. toch géén acht uur voor die meters te kijken. Je bent er dus gauw eens naar toe gelopen, naar die niveauregeling dat heb je zo gezien. Nee over het algemeen is het goed ingedeeld.

6. I: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er nu in al die negen jaar dat U het proces heeft gestuurd of althans de verantwoordelijkheid er voor heeft gehad wel eens situaties voorgekomen, waarvan U later dacht: nou, dat was een moeilijk moment voor mij.

O: Nou, nee dat kan ik echt niet zeggen. Misschien met het aanleren van het systeem indertijd met het opstarten, maar ik dacht dat iedereen dat wel had.

I: Zijn er wel eens toestanden voorgekomen waarbij het geheel niet voldeed aan de gestelde verwachtingen onverwachte bedrijfstoestanden die zich voordeden?

O: Nu moet ik het natuurlijk verstaan buiten het systeem?

I: Ja, buiten of binnen het systeem en wel zo dat op een gegeven moment geen anon met het gewenste percentage fenol wordt gemaakt of dat door een of andere oorzaak de reactie-omstandigheden worden beïnvloed een beveiliging wordt aangesproken.

O: Neen, ik dacht dat het meestal vrij goed verlopen is. Ik kan me echt geen moeilijke gevallen herinneren, dat je zegt nou ja, tenzij natuurlijke storingen, maar daar gaan we niet vanuit.

I: Hoezo? Wat verstaat U onder een storing?

O: Bv. de waterstof valt weg.

I: De waterstof valt weg; is dat wel eens voorgekomen?

O: Ja, dat komt wel voor dan moet je het systeem stoppen, de fenol afzetten.

I: Kunt U mij meer van dergelijke gevallen noemen?

O: Ik heb weleens meegemaakt: stroom uitvallen, stuurlicht wegvallen, maar dat is wel een enkele keer geweest op al die jaren nog eens een storing: het leegraken van het pompvat, dus te weinig koeling over de reactor of het wegvallen van de olie doordat een afsluiter kapot ging en de olie stroomde terug naar de voorraadtank tja, dat is iets wat maar zelden voorkomt en dat is dus bv. geen storing die je kunt vergelijken met het wegvallen van de waterstof doordat in de gasscheiding een storing optreedt; de compressoren of de apparaten vallen daar uit en ze sturen niets meer.

I: Hoe zoudt U in het algemeen het begrip storing willen definiëren?

O: Wel bv. kleinere storingen: een analysemeter werkt niet en dan werkt bv. de percentageregeling niet, dus je denkt ik zit goed en je zit er naast.

I: Dat zijn dus instrumentatiefouten?

O: Ja; nou fouten, fouten bv. een drukregeling hetzelfde; een verstopping, afwijking aan de meters dat gooit je echt de zaak wel door elkaar.

I: Kunt U al die gevallen aan zien komen?

O: Neen; ja, je ziet het wel, maar dan is het gebeurd!

I: Je kunt het dus niet voorkomen.

O: Inderdaad we kunnen het niet voorkomen. Bv. de waterstof valt weg, dat zit in de gasscheiding dat kunnen wij niet voorkomen.

I: Als de waterstof wegvalt, welke acties onderneemt U dan?

O: Als de waterstof wegvalt dan zetten we de fenol af. De waterstof valt nooit helemaal weg tot nul maar komt, stel onder de 6 kg (daar is het systeem op beveiligd), dan valt de snelafsluiter van de waterstoftoevoer dicht en je moet het systeem toch onder druk zien te houden. Dat kun je doen met behulp van stikstof; maar als er nog waterstof van een paar kilo druk voor handen is, dan bouw je een omloopje aan om de snelafsluiter. Dat zit er en moet aangebouwd worden, want tijdens normaal bedrijf zit het altijd los. Dat zijn dingen die moeten gebeuren.

I: Onderneemt U ook nog acties ten opzichte van de gasscheiding.

O: Ja, direct opbellen en vragen wat er aan de hand is dat is normaal.

I: Wat zou de oorzaak kunnen zijn dat de fenol in de anon zo geweldig aan drift onderhevig is, zodat je constant moet bijsturen om het fenolpercentage te drukken.

O: Dat het fenolpercentage in de ruwe anon gaat oplopen? Wel, door het inactief worden van de kat. na verloop van tijd.

I: Dus het zal een geleidelijk proces moeten zijn?

O: Ja, maar het zou bv. ook een katgif kunnen zijn; dat is de laatste jaren nogal eens voorgekomen door verontreinigingen uit top nadestillatie-II.

I: Is dat de oorzaak van het oplopen van het percentage fenol in de anon?

O: Dat kan de oorzaak zijn! Door het katgif zet de reactie moeilijker om en dan krijg je fenoldoorslag; dus het percentage fenol loopt op in de anon.

I: Noemt U dat ook een storing?

O: Neen, dat noem ik geen storing. Iets dat plotseling optreedt, noem ik een storing; en het verschijnsel van het inactief raken, noem ik de verontreinigingen die de kat. inactief maken, dus die het fenolpercentage doen oplopen in de anon, dat is het slecht bedrijven van nadestillatie-II (het niet goed draaien met ND-II; dat kan ik moeilijk een storing noemen.

I: U heeft me nu een aantal storingen opgenoemd; welke van al die gevallen vond U het ergste?

O: Het ergste? nou, ik dacht wel de gevallen waarmee we dagen gezeten hebben; bv. de verontreiniging uit top nadestillatie-II. Dat kan soms wel een paar dagen duren voordat de kat. weer hersteld is.

I: Dat is duidelijk een ongewenste bedrijfstoestand die U geen storing noemt.

O: Ja, kijk eens een storing; stel bv. we krijgen CO-doorslag en de reactie slaat af

I: Hoe ontstaat die CO-doorslag?

O: Wel bij de gasscheiding; ze zetten daar een apparaat om en ik geloof ze kunnen wel CO maken of ze letten niet goed op, ik weet niet hoe het daar zit, maar dan krijgen wij veel CO dat komt wel eens voor. En CO is een katgif. Maar dat zit er niet zo lang in en daar ben je veel vlugger over heen als neem maar die verontreinigingen van top nadestillatie-II.

I: U neemt aan dat die verontreinigingen afkomstig zijn van top nadestillatie-II.

O: Ja, ik neem dat maar aan, maar bevestigen kan ik het niet. Maar als we met bodem nadestillatie-II een hogere temperatuur draaien, dan doet zich dat verschijnsel voor; als de fenol, dus de top nadestillatie-II, staat op tank 9 van hydranon-I

Het heeft zich ook wel voorgedaan dat hij op tank 14 stond, dus dan krijgen de hydranons 2 en 3 er ook iets van mee. Dat heeft zich ook voorgedaan, wel niet zo erg, maar je zag het fenolpercentage oplopen ik wil het nog eens even over storingen hebben: stel dat het ergens gaat branden, een lekke flens die in brand staat, dan kunnen wij dat hier blussen door de waterstof te vervangen door stikstof; dus voeding af en stikstof bij in plaats van waterstof.

I: Heeft zich dat wel eens voorgedaan?

O: Ja; en als dat zich voordoet dan heb je niet meer de tijd om de temperatuur terug te nemen. Stel bv. dat je zit met een temperatuur van 160-170 graden en je leidt daar 100%-ige stikstof overheen, dan wordt de kat. inactief en moet je helemaal opnieuw gaan activeren dus dat duurt ook wel even. (Het zijn aparte gevallen).

I: Maar het heeft zich voor gedaan?

O: Ja, verscheidene malen. De laatste tijd niet meer, maar een jaar of 5-6 geleden een paar keer achter elkaar.

I: Loopt het systeem de laatste tijd rustig?

O: Ja, vrij rustig; er doen zich tenminste geen grote storingen voor.

I: Wat doet de operator als in een van de drie hydranonssystemen een storing zich voordoet?

O: Hij zal daar moeten bijspringen Stel de fenol valt weg, dat gebeurt niet gauw bij 1, 2 en 3 tegelijk, omdat ze uit verschillende tanks worden gevoed. Maar 2 en 3 worden gevoed vanuit tank 14 en stel dat daar de pomp uitvalt, dan moet de pomp weer ingeschakeld worden, dat doet de vatenpark-man; maar dan zal de man aan hydranon 2 en 3 de voeding weer bij moeten regelen. Hij zal alles weer bij moeten regelen, dat kan hij best want de twee systemen zijn practisch gelijk Stel je hebt aan een systeem een storing en de andere systemen draaien rustig, bedoelt U het zo? Nou, dan zou je daar waar de storing is, moeten ingrijpen en de andere systemen even laten lopen Even laten lopen, maar je moet ze wel regelmatig in de gaten houden. Het is niet zo dat ik er niet met mijn neus bovenop sta dat ze dan niet meer lopen; dat is niet waar.

I: Kijkt U frequent naar het systeem?

O: Ja, regelmatig! Je kunt je niet permitteren een uur niet naar het systeem te kijken en te denken: als er iets is, gaat er toch wel een lampje branden of gaat er een claxon.

I: Dus regelmatig. Hoe staat U tegenover het invullen van dagstaten; is dat ook een vorm van regelmatig naar het systeem kijken?

O: Neen, ik dacht van niet. Stel bv., en ik geloof dat het daarom ook nog een beetje wordt gedaan, om de man te dwingen toch één keer per uur naar het systeem te kijken; maar als de man maar één keer per uur naar het systeem zou kijken en op het half uur zal iets gebeuren, nou dan is er al een storing een half uur bezig; en ik geloof dat dat bijna niet voor komt Trouwens het invullen van dagstaten, je schrijft eigenlijk op wat al bekend is.

I: In eerste instantie zou ik U hartelijk willen danken dat U zo een lange tijd met mij heeft willen praten. Straks zou ik graag nog willen horen hoe U het een en ander gevonden heeft.

O: Ik heb het graag gedaan.

Na evaluatie: wijziging van de presentatievorm van vraag 3.

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
- 2 : L 353 - niveau fenolverdamper
- 3 : F 351 - hoeveelheid H₂-toevoer
- 4 : A 351 - percentage H₂N₂
- 5 : P 356 - druk reactiemengsel
- 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment (Brown)
- 7 : L 350 - niveau fenoltank (T9)
- 8 : T 358 - temperatuur bovenste reactorcompartiment
- 9 : P 365 - druk spuigas gasscheiding
- 10 : T 359 - temperatuur onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie - quasi- stationaire bedrijfstoestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- a) zeer belangrijk : 1, 4, 5, 6, 7
- b) tamelijk belangrijk : 3
- c) niet zo belangrijk : 2, 8, 9, 10

B. Commentaar tijdens het beoordelen (band opname):

O: No. 2, niveau fenolverdamper; niet zo belangrijk Ja, ik ga er van uit zoals het nu is, dat ding werkt nl. niet. 'Hij' is wel belangrijk, want hij mag natuurlijk nooit vol komen; maar wij hebben altijd een overmaat stoom op de verdamper staan, dus die kan nl. nooit vol komen.

O: No. 3, hoeveelheid H₂-toevoer; bij het opstarten vind ik deze zéér belangrijk; bij normaal proces zou ik hem als tamelijk belangrijk willen kwalificeren.

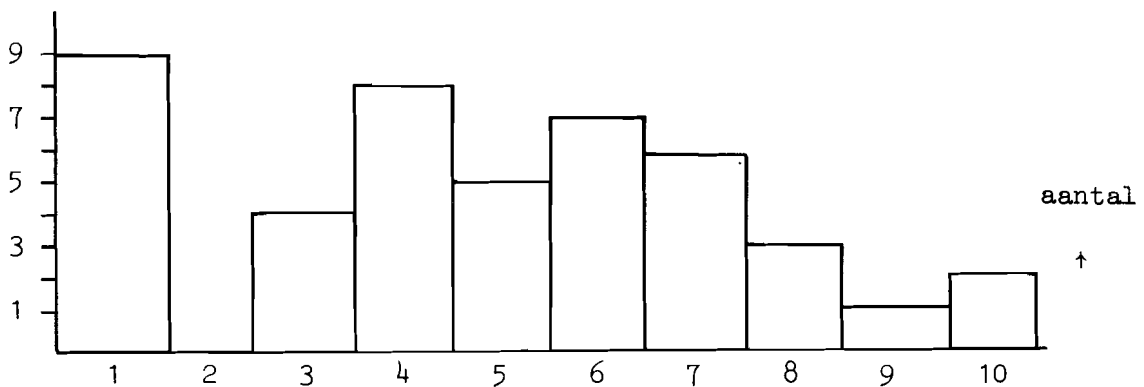
O: No. 6, Brown; zéér belangrijk! Je kunt er veel op zien; kijk het maakt in feite niet zoveel uit of bv. punt 6 of punt 7 bovenloopt, maar het maakt wel verschil uit of de temperaturen gespreid of op elkaar liggen; want dat zegt mij: kijk uit, want de reactie kan afslaan. (Het geeft mij dus een beeld van de reactie).

O: No. 7, niveau fenoltank; zéér belangrijk kan het systeem op uitvallen.

C. Paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid:

O: Keuze tussen 1 en 4; ik kies de gaschromatograaf ofschoon ik 4 ook belangrijk vind.

O: Keuze tussen 1 en 6; tja vroeger hadden wij geen gaschromatograaf en draaiden wij 'op' de Brown, zelf maakten wij om het uur een monster neen, de gaschromatograaf gaat toch iets voor.



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{10 \times 9}{2} = 45 \quad (9+0+4+8+5+7+6+3+1+2)$$

→ no.meter

I: Welke meter zoudt U kunnen missen?

O: Geen één! meter 2 is wel aanwezig, maar wordt niet meer gebruikt; als zodanig kan ik hem eigenlijk wel missen.

4. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande ingreepmogelijkheden bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- no. 1 : TRC 361 - temperatuurregeling van het reactiemengsel
- 2 : TRC 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
- 3 : FRC 353 - fenoltoevoerregeling (fenolbelasting)
- 4 : TRC 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment
- 5 : ARC 351 - percentage H₂N₂-regeling
- 6 : PRC 356 - drukregeling voor de reactor

A. Beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk:

- a) zeer belangrijk : 2, 4, 5
- b) tamelijk belangrijk: 6
- c) niet zo belangrijk : 1, 3

B. Commentaar tijdens het beoordelen (band opname):

O: No. 2, temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment; tja, als ik ervan uitga dat de reactie in het bovenste reactorcompartiment zit, dan is hij zeer belangrijk. Als de reactie beneden zit, dan houd ik de temperatuur boven en beneden op een gelijke instelling. Met nieuwe kat. stellen wij de temperatuur boven iets hoger in, werken dan een stukje op en gaan later met het onderste compartiment omhoog; maar zou je direct met het onderste compartiment gaan sturen, dan zou je meer anolvorming krijgen.

O: No. 3, fenolbelasting; deze mogelijkheid vind ik alleen belangrijk als wij zijn uitgewerkt. Je zou dan met een lagere voeding de reactie nog een tijdje aan de gang kunnen houden.

O: No. 6, drukregeling voor de reactor; ja kijk eens, als het systeem normaal bij staat, d.w.z. een druk van 2,4, en ik heb teveel fenol in mijn anon, dan kan ik met mijn drukregeling toch niets meer doen. Heb ik daarentegen pas opgestart, dan ga ik eerst met mijn systeemdruk omhoog (dat kost mij niets); ben ik daarmee uitgeregeld, na een week ongeveer, dan ga ik verder met temperatuur en waterstof zoals ik net heb verteld.

Checklist

1. Introductie.

- Uiteenzetting over het doel van het onderzoek.
- Garantie geven voor de anonimiteit van de gegeven antwoorden.
- Toestemming vragen tot het gebruik van een bandrecorder.

2. Het hydranon-I proces.

Vraag: Wilt U mij nu eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?

Deelvragen over:

- a. de algemene proceskennis (flow-sheet e.d.).
- b. de sturing met het percentage waterstof (recirculatie en spuiing).
- c. de reactie-omstandigheden.
- d. de ingreepmogelijkheden (hiërarchie van de regelkringen).
- e. de kwaliteitssturing; waarop stuurt U en waarom?
- f. het overdragen/overnemen van de post bij de dienstwisseling.

3. De spelsituatie.

Vraag: Stelt U zich nu eens voor dat U volledig verantwoordelijk wordt gesteld voor het hydranon-I proces. In verband met werkzaamheden elders kunt U echter niet voor 100% van de tijd in de meetkamer aanwezig zijn, maar het proces moet wel goed gestuurd blijven. Nu staat tot Uw beschikking een aantal mensen (bv. stageaires) die het proces niet kennen en die niet allen even goed zijn. U heeft de tijd om deze mensen te instrueren en U kunt net zoveel mensen kiezen als U zelf denkt nodig te hebben voor de sturing van het hydranon-I proces.

Mijn vraag aan U is:

Wat zoudt U de mensen die tot Uw beschikking staan, vertellen, opdat zij bij Uw afwezigheid in staat zullen zijn het hydranon-I proces zo goed mogelijk te sturen?

Deelvragen over:

- a. wat zoudt U de mensen vertellen (ze kennen het systeem niet).
- b. aan hoeveel mensen zoudt U het vertellen.
- c. op welke meters moeten zij (of moet hij) persé letten: doorvragen!
- d. welke regelkringen mogen zij hanteren.
- e. bestaan er systemen waaraan meerdere mensen kunnen sturen.

4. De kwalificatie van meters (paired comparison).

Iedere meter op het paneel van hydranon-I zal voor de operator bij de sturing van het proces een bepaalde waarde hebben.

Deelvragen:

- a. beoordeling van elke meter afzonderlijk: zeer, tamelijk of niet zo belangrijk.
- b. paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid.
- c. checkvraag: welke meter zoudt U kunnen missen?

5. De kwalificatie van ingreepmogelijkheden (paired comparison).

Evenals bij de meters zal ook iedere ingreepmogelijkheid, aangewend om het percentage fenol in de ruwe anon op de gewenste waarde te houden (bijsturing), voor de operator een bepaalde waarde hebben.

- a. beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk: zie 4a.
- b. paarsgewijze vergelijking van de ingreepmogelijkheden op hun belangrijkheid.
- c. checkvraag: welke ingreepmogelijkheid zoudt U kunnen missen.

6. Verbeteringen in de meetkamer.

Vraag: Welke verbeteringen zoudt U in de bestaande meetkamer, speciaal wat betreft het hydranon-I proces, aangebracht willen zien en waarom?

Deelvragen over:

- a. de plaatsing van meters (bv. de Brown, de aanwijzing van het niveau van tank 9).
- b. het bezwaar van de plaatsing voor de sturing van het proces.

7. Critical incidents.

Vraag: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er nu in al die jaren dat U het proces heeft gestuurd of althans de verantwoordelijkheid ervoor heeft gehad weleens moeilijke situaties voorgekomen.

Deelvragen:

- a. kunt U mij meer van dergelijke gevallen noemen.
- b. welke acties onderneemt U als zoiets zich voor doet.
- c. wat verstaat U onder een storing.
- d. kunt U een storing aan zien komen.
- e. hoe zoudt U het begrip storing willen definiëren.
- f. verschil tussen een storing in het proces en een storing aan de meter.
- g. is het oplopen van de fenolpercentage in het eindproduct-oorzaak? - ook een storing te noemen.
- h. welke storing heeft U het ergste gevonden
- i. kijkt U frequent naar het systeem.
- j. hoe staat U tegenover het invullen van dagstaten.
- k. wat gaat U doen als U hydranon-I aan het bijsturen bent en bij hydranon-II doet zich een storing voor.

Categorie-I (operator-31)

1. I: Wilt U mij nu eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?

O: We krijgen fenol en waterstof bij elkaar, dat gaat over een katalysator en er komt anon uit. Moet ik dat nog detailleren?... de waterstof komt in dampvorm in de verdamper en de fenol wordt in die verdamper verdampt. Samen gaat het, over een oververhitter en over een koelfilter, naar de reactor.

I: Hoe is het verloop van het product (de anon) na de reactor?

O: Via productcondensor gaat het naar de druppelafscheider waar de vloeistof wordt afgescheiden. Deze vloeistof gaat naar het vatenpark (tank 10 en 11); de waterstof wordt gedeeltelijk afgevoerd naar de gasscheiding en gedeeltelijk wordt hij gerecirculeerd. We hebben nl. een percentage-regeling op dat systeem en afhankelijk van het fenolpercentage in het product werken we met een bepaald percentage waterstof in die circulatie. Hebben wij een goede omzetting (bij zeer actieve kat.), dan hebben we een laag percentage waterstof. Geleidelijk wordt het percentage opgevoerd, afhankelijk van het monster dat van het eindproduct wordt gemaakt.

I: U zegt dat de waterstof gescheiden wordt van de ruwe anon; maar wordt de waterstof dan niet in zijn geheel omgezet tijdens de reactie?

O: Neen, dit hele systeem is gebaseerd op het werken met een overmaat waterstof.....

I: Een overmaat waterstof is dus noodzakelijk voor een goede omzetting. Welke (reactie-)omstandigheden zijn verder nog bepalend voor de omzetting van fenol in anon?

O: Nou, die overmaat waterstof zal er moeten zijn en een bepaalde temperatuur.

I: De overmaat waterstof en de temperatuur bepalen dus de omzetting. U sprak zojuist over het monster dat van het eindproduct wordt gemaakt, stuurt U primair op dit monster?

O: Wij sturen op het percentage fenol in het eindproduct; dit moet 3 → 5% zijn.

I: Wat gaat U precies doen als het percentage fenol in het eindproduct hoger dan 5% wordt?

O: Daar lopen de meningen over uiteen! Dit kan opgevangen worden door of de temperatuur te verhogen of het percentage waterstof.

I: U heeft dus twee mogelijkheden. Regelt U ook nog met de druk?

O: De druk, tja ik vind hem van minder belang! Dwz. je moet een bepaalde druk in het systeem hebben, maar of ik nu met die druk op 1,8 of 2,4 zit, het zal laat ik zo zeggen: ik heb eigenlijk nooit gemerkt dat het veel uitmaakt op het percentage fenol in het eindproduct.

I: Als wij ons nu eens in de situatie van het opstarten verplaatsen, hoe gaat U dan precies te werk?

O: Ook dat is weer afhankelijk van de katalysator. Bij nieuwe katalysator moeten wij proberen - het is eigenlijk een eis - het percentage waterstofzolaag mogelijk te houden vanwege het vormen van bijproduct. Bij geregenereerde kat. speelt dat niet meer zo'n rol, althans alleen de eerste 24 uur.

Wij beginnen normaal met de druk zo laag (1,4) mogelijk en met een bepaalde temperatuur (daar is ook een grens aan gesteld, want je moet een bepaalde temperatuur hebben om de reactie op gang te krijgen).

I: Hoe verbetert U nu de omzetting?

O: Als we eenmaal aan de gang zijn? Wel, bij nieuwe katalysator houden wij het percentage zo constant (= zo laag) mogelijk en proberen wij met de temperatuur bij te regelen. Bij geregenereerde katalysator sturen wij met beide, afhankelijk van het verloop van de fenol in het eindproduct.

I: Welke mogelijkheid kiest U dan het eerst?

O: Och, er is geen vaste regel voor. (De een doet het met de waterstof en de ander zal zeggen: ja, maar waarom).

I: Hoe doet U het?

O: Ik probeer altijd zo te regelen, dat als ik zie dat ik met die temperatuur er niet aan toekom de fenol af te remmen - dus stel, dat het een kwestie is van 4, 5, 6 of meer graden en ik zie nog geen resultaat - dat ik dan gewoon met de waterstof begin te regelen, omdat die veel intensiever ingrijpt.

I: Grijpt de waterstof intensiever in dan de temperatuur?

O: Ja; misschien niet als wij met 1% omhoog gaan, maar het is nogal gebruikelijk dat wij mooie ronde getallen nemen, dus dan gaan wij bv. van 40 naar 45. Vijf procent wil hem wel meer drukken dan een graadje temperatuur.

I: Vijf procent waterstof erbij wil het percentage fenol in de ruwe anon dus soms meer drukken dan een graadje verhoging in temperatuur. Is het ook mogelijk om op het percentage anol te sturen?

O: Op het percentage anol! Neen, die mogelijkheid zie ik niet direct. Bij hydranon-I is het al heel moeilijk, omdat het topproduct van nadestillatie-II normaal op tank 9 staat en dat wil nog wel eens variëren. De anol die afgevoerd wordt naar tank 9 krijg ik nl. als voeding

I: Het topproduct van nadestillatie-II is toch fenol.

O: Ja, maar daar zit anol bij. Zou ik nl. top nadestillatie-II zo bedrijven dat ik geen anol over de top krijg, dan krijg ik gegarandeerd residu mee naar boven (dus zwaarder product). Die destillatie wordt eigenlijk bedreven op een bepaald bodempercentage.

I: Dus als ik U goed begrijp, is het bij hydranon-I niet mogelijk op anol te sturen, omdat het product van top nadestillatie-II op tank 9 staat van waaruit hydranon-I gevoed wordt.

O: Ja, het percentage anol in die fenol wisselt te veel. Ik ben nl. niet alleen afhankelijk van de anol die ik in dat systeem maak, maar ik krijg ook nog anol in de voeding toegevoerd.

I: Wat gaat U precies doen als de anolpiek in het monster te lang wordt?

O: Een lange anolpiek betekent over het algemeen geen fenol in het systeem. Dan zit ik te hoog met mijn temperatuur, want die systemen hebben de eigenschap bij te hoge temperatuur te gaan doorhydrogeneren naar de anolkant.

I: U heeft gezegd dat het percentage fenol in het eindproduct tussen de drie en de vijf procent dient te liggen. Waarom kan dat percentage bv. geen tien procent zijn?

O: Nou, dan zouden wij de destillaties extra belasten. Wij zitten momenteel al met een veel te kleine nadestillatie-II en het zou diens taak zijn om die 10% er weer uit te halen (die 5% kan hij nog niet eens aan). Nu kunt U vragen: "waarom draaien jullie niet op 1%", maar laat ik het zo zeggen: die 3 tot 5% schijnt de meest gunstige omstandigheid te zijn, zowel voor de nadestillatie-II als voor de tijdsduur van de katalysator.

I: Als U nu bij de dienstwisseling de post moet overdragen, hoe gaat U dan te werk?

O: Dat slaat wel niet rechtstreeks op mij, want ik geeft niets over. Bij ons op de ploeg is het zo geregeld, dat de mensen zelf de post overdragen.

I: Heeft U enig idee hoe dat in zijn werk gaat?

O: Nou, dat gaat vrij soepel als er niets bijzonders aan de hand is, dan is er in feite niets over te dragen.

I: Als U bij de dienstwisseling te horen krijgt: "er is niets bijzonders aan de hand", gaat U dan wel de posten na om te kijken hoe ze erbij staan?

O: Van dat standpunt ben ik altijd uitgegaan. Ook toen ik nog op post liep; het eerste rondje was eigenlijk het voornaamste rondje. (Ik heb nl. weleens meegemaakt dat het niet goed was en dan ga je toch voorzichtig worden).

2. I: Stelt U zich nu eens voor dat U vollèdig verantwoordelijk bent voor het hydranon-I proces. In verband met werkzaamheden elders kunt U echter niet voor 100% van Uw tijd in de meetkamer aanwezig zijn, maar het proces moet wel goed gestuurd blijven. Nu staat tot Uw beschikking een aantal mensen die het proces niet kennen.....

O: Niet kennen!

I: Ja, ze weten helemaal niets van het proces en ze zijn niet allen even goed. U heeft de tijd om deze mensen te instrueren en U kunt net zoveel mensen kiezen als U zelf denkt nodig te hebben voor de sturing van het hydranon-I proces. Als wij nu uitgaan van de normale proces-toestand, wat gaat U deze mensen dan vertellen opdat zij in staat zijn bij Uw afwezigheid het hydranon-I proces zo goed mogelijk - 3 tot 5% fenol in het eindproduct - te sturen?

O: Tja, dat is afhankelijk van de man die we toegewezen krijgen

I: U mag zèlf een keuze maken.

O: O, wij hebben dus meerdere mensen tot onze beschikking; en één kunnen wij daaruit kiezen.

I: Waarom kiest U er maar een uit?

O: Nou, ik zou aan één man voldoende hebben (voor één systeem hè). Een man alleen zou veel beter op letten ik moet de man wel een tijdje bij me hebben gehad, zodat ik weet wie ik voor me heb; maar dan zou ik hem dus vertellen dat hij moet letten op het percentage waterstof, neen ik zou beginnen met hem er op te wijzen dat alle apparatuur automatisch staat. Zolang hij geen gekke dingen ziet, hoeft hij mij niet te bellen; loopt er iets uit de hand, tja dan moet hij mij bellen hè.

I: Wat zou er bij hydranon-I uit de hand kunnen lopen?

O: Dat kan van alles zijn! Een van de voornaamste dingen is het percentage waterstof; die Brown zou op een gegeven moment defect kunnen raken

I: Als we uitgaan van het feit dat er 3 tot 5% fenol in het eindproduct moet zitten, op welke meters moet de man - die het proces niet kent - dan persé letten?

O: Dat is maar één meter: de gaschromatograaf! Als ik er zeker van was dat hij het zaakje kon bijregelen, dan zou ik hem wijzen op - eigenlijk moet hij letten op de gehele apparatuur - maar het voornaamste is wel: de fenolmeter, die kan verlopen zodat ik een andere belasting krijg, waardoor mijn fenolgehalte kan gaan variëren; het percentage waterstof; de twee temperatuurregelaars van de reactor; de druk gaan verlopen; de Brown, die staat in verband met die twee temperatuurregelaars (is belangrijk, want er zit een temperatuurbeveiliging op). De druk is niet zo belangrijk wat de besturing van het systeem betreft. Bij te hoge druk zal 'mijn persveiligheid' op de compressor gaan blazen en 'actie-J' zal aangesproken worden (verbinding met de buitenlucht waardoor er een hoop stikstof de lucht wordt ingeblazen) en zo zijn er verschillende punten.

I: Kortom het zijn toch wel veel meters waar die man op moet letten. Stel nu dat hij via de gaschromatograaf waarneemt dat er 7% fenol in het eindproduct zit; welke regelkringen moet hij dan hanteren om het fenolpercentage te drukken?

O: Tja, dat is ook weer afhankelijk van hetgeen hij weet van het systeem. Ik zou dus in eerste instantie proberen die man binnen een maand, of binnen twee maanden (afhankelijk van wat hij kan opnemen), helemaal wegwijs te maken in het systeem.

I: Oké, dan zal de man in staat zijn het systeem naar behoren te sturen; maar als de man nu geleerd moet worden binnen een dag het percentage fenol in het eindproduct te drukken, op welke meters moet hij dan letten en welke regelkringen dient hij daarvoor te hanteren?

O: Als alles rustig blijft en hij ziet het percentage fenol oplopen (gaschromatograaf), dan zou hij, afhankelijk van de instelling van de apparatuur, òf met de temperatuur òf met het percentage moeten sturen.

I: In het begin heeft U gekozen voor een man. Waarom kiest U niet voor meerdere mensen?

O: Ik ga min of meer van mijzelf uit; als ik helemaal alleen met iets bezig ben waar ik nog niet volledig in thuis ben, dan word ik op de eerste plaats niet zo gauw afgeleid

I: Bestaan er systemen waaraan je met meerdere mensen kunt lopen? (Bv. de destillatie).

O: De sturing van een destillatie zou ik zoveel mogelijk bij één man willen laten. Een destillatie kun je niet splitsen; als het nu alleen hoofdkolommen waren, dan zou je kunnen zeggen: "jij neemt die twee hoofdkolommen en ik neem deze twee"; maar uit die hoofdkolommen komt nog product. Dat product moet afgevoerd worden en gaat, in dit geval gezamenlijk, vanuit de hoofdkolommen naar één (na-)kolom. De mogelijkheid zit er nu gauw in dat dan die naar het laatste gedeelte kijkt en dan die. De een regelt 'zus' en de ander 'zo'; nou ja, dan gaat het toch op een gegeven moment fout.

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
- 2 : L 353 - niveau fenolverdamper
- 3 : F 351 - hoeveelheid H₂-toevoer
- 4 : A 351 - percentage H₂N₂
- 5 : P 356 - druk reactiemengsel
- 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment (Brown)
- 7 : L 350 - niveau fenoltank (T9)
- 8 : T 358 - temperatuur bovenste reactorcompartiment
- 9 : P 365 - druk spuigas gasscheiding
- 10 : T 359 - temperatuur onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie - quasi-stationaire bedrijfstoestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- a) zeer belangrijk : 1, 4, 6
 b) tamelijk belangrijk : 5, 7
 c) niet zo belangrijk : 2, 3, 8, 9, 10

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

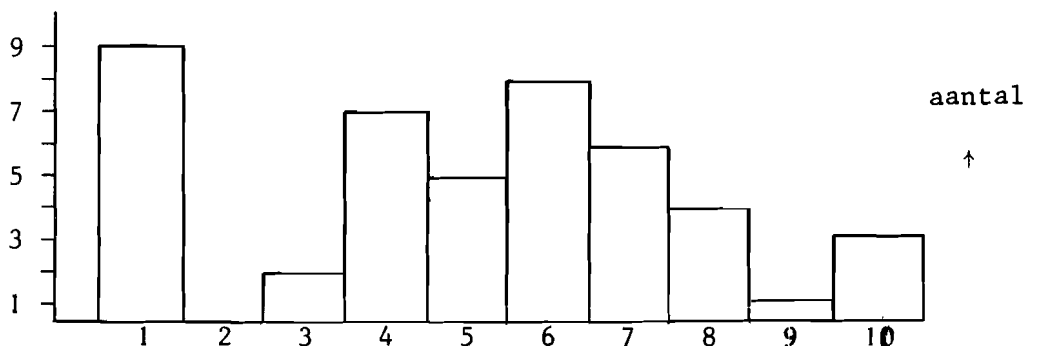
O: No. 2, niveau fenolverdamper; niet belangrijk die hebben wij niet eens!

O: No. 3, hoeveelheid H₂-toevoer; hij hoort er wel bij, we zouden zonder kunnen.

O: No. 8, temperatuur bovenste reactorcompartiment; niet zo belangrijk. Ik heb toch een aanwijzing in de vorm van die temperatuurbeelden op de Brown. Als ik nl. aan de regelaar van 8 zou draaien, dan kan ik zien aan de hand van het temperatuurbeeld in de reactor wat ik gedaan heb. (Ik kan wel niet precies in graden zien hoeveel ik hem heb bijgegeven, maar ik kan wel voor mijzelf oordelen of ik hem genoeg heb gegeven).

C. Paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid:

O: Keuze tussen 4 en 6; de Brown is belangrijker dan het percentage, want op de Brown zit een beveiliging. Kom ik op een gegeven moment met de temperatuur aan de beveiligingswaarde, dan ligt mijn hele systeem eruit; terwijl de aanwijzing van het percentage verder van geen enkele invloed is. Ik heb toch nog altijd een gaschromatograaf tot mijn beschikking.



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{10 \times 9}{2} = 45 \quad (9+0+2+7+5+8+6+4+1+3) \quad \rightarrow \text{no. meter}$$

I: Welke meter zoudt U kunnen missen?

O: Meter 2; en eventueel de meters 3 en 9.

4. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande ingreepmogelijkheden bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- o. 1 : TRC 361 - temperatuurregeling van het reactiemengsel
 2 : TRC 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
 3 : FRC 353 - fenoltoevoerregeling (fenolbelasting)
 4 : TRC 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment
 5 : ARC 351 - percentage H₂N₂-regeling
 6 : PRC 356 - drukregeling voor de reactor

. Beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk:

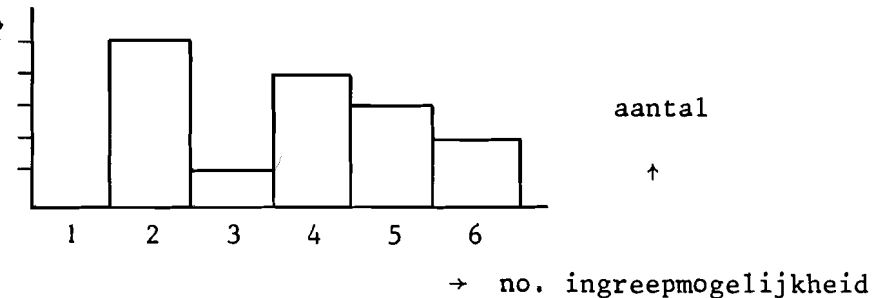
-) zeer belangrijk : 2, 4, 5
) tamelijk belangrijk : 6
) niet zo belangrijk : 1, 3

. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

: No. 3, fenolbelasting; vind ik belangrijk ik kan hem niet terugnemen (ik ben aan bepaalde regels gebonden), maar stel dat de kat. op zijn laatste enen staat, dan wordt wel eens gezegd: "probeer het uit te houden tot maandag" (gunstig in verband met regeneratie-werkzaamheden) en dan mergelen we hem uit; dus percentage en temperatuur zo hoog mogelijk. Mocht dit nog ten koste gaan van veel fenol in de anon, dan nemen we de belasting iets terug.

. Paarsgewijze vergelijking van de ingreepmogelijkheden op hun belangrijkheid:

: Keuze tussen 2 en 5; tja, dat is afhankelijk van de situatie in het systeem. Bij het sterk teruglopen van de kat. zou ik 5 nemen (wassende werking); en zou het gaan om een kleine correctie dan neem ik 2.



$$\text{aantal uitspraken: } \frac{6 \times 5}{2} = 15 \quad (0+5+1+4+3+2)$$

: Welke verbeteringen (plaatsing van meters; de meters zelf) zoudt U in de bestaande meetkamer, speciaal wat betreft het hydranon-I proces, aangebracht willen zien en waarom?

: Nou, ik geloof dat wij met de meters die wij in de meetkamer hebben gewoon in staat moeten zijn het hydranon-I proces naar behoren te bedienen. Afgezien van het feit dat de fenoldosering op tank 9 een beetje uit de richting ligt.

: Is het bezwaarlijk dat hij op een ander paneel is aangebracht?

: Bezwaarlijk! daar kom je pas achter als hij een keer is leeg geweest. (meer recent is dat nog voorgekomen).

I: Zou dat niet gebeurd zijn als hij op het paneel van hydranon was geplaatst?

O: Ik denk het, want U moet niet vergeten dat bij het opstarten - als het eenmaal loopt zijn er praktisch géén moeilijkheden - er continu een man bijstaat. Hij is aan het opstarten en zal dus de zaak in de gaten moeten houden. Als de man nu die meter voor zijn neus heeft, dan maakt hij geen fouten ik geloof nl. ook dat hij het ziet, zonder dat hij eigenlijk dat ding in de gaten houdt.

I: Wat vindt U van de plaatsing van de Brown

O: Tja, och je kan je beter bukken dan uitrekken. Als ik mij buk, kan ik in ieder geval tot vlak bij die meter komen.

I: Heeft U verder nog opmerkingen over de meetkamer in het algemeen?

O: De meetkamer in het algemeen! nou, ideaal is ze niet.

I: Wat zou volgens U een ideale meetkamer zijn?

O: Een ideale meetkamer (lach); op dat punt ben ik wat 'verlekkerd', want ik ben een keer in de NAK geweest en in de grote regelkamer van de Gasunie indertijd; nou, als je die dingen ziet, is deze meetkamer maar een oud gevalletje.

I: Wat sprak U nu zo aan bij de NAK?

O: Tja, je kon in ieder geval zien dat er gerationaliseerd was, want er zat maar één man en die kwam niet van zijn stoel af. Nu wil ik niet zeggen dat ik erom verlegen ben de hele dag op een stoel te zitten, maar die man had alle gemak: hij zat aan een bureautje en als hij iets wilde weten, kon hij het opvragen (geen TV-beeld). Alle belangrijke punten die hij continu in de gaten moest houden en moest opschrijven, die kon hij allemaal naar dat bureau 'halen'.

I: Welke punten van hydranon-I zoudt U in zo'n situatie regelmatig opvragen?

O: Als ik het vanuit de stoel niet kon zien: het percentage waterstof, de temperatuur en in eerste instantie de gaschromatograaf.

I: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er nu in die acht jaar dat U met het proces bent geconfronteerd wel eens moeilijke situaties voorgekomen?

O: Moeilijke situaties afgezien van storingen; iedere storing is eigenlijk een moeilijke situatie.

I: Wat verstaat U onder een storing?

O: Tja, wat versta je onder een storing er hoeft maar een of andere regeling niet in orde te zijn; nu wil dat niet direct zeggen dat je dan weet waaraan het ligt, omdat die regelingen helemaal op elkaar zijn ingesteld. Een storing bv. in de waterstofregeling brengt ook een storing te weeg in de druk van het systeem, in de fenoltoevoer en ga zo maar door, maar om dan gelijk te zeggen: het zit in die waterstoftoevoer, dan sla je misschien tien tegen een de plank mis; nou goed, dat is een kwestie van uitzoeken hé.

I: U noemt nu die waterstoftoevoerregeling, kunt U mij meer van dergelijke gevallen noemen?

O: Nou, die storingen komen wel niet dagelijks maar toch vrij geregeld voor. Zeer recent was bij hydranon-II nog zo'n geval: een hele dienst hebben ze toen geknoeid met de waterstofregeling, die liep van 'maximaal' naar 'minimaal', en niet gevonden. Een half uur na de dienstwisseling was het bekeken; toen bleek dat er een condenspot niet werkte. Men ver-keerde in de veronderstelling dat die meter het niet deed. Achteraf bleek dat er niets aan de meter was, maar dat de condenspot niet werkte: In het systeem komt de condensatafvoer van de verdamper en van de water-stofvoorwarmer bij elkaar.

Vroeger waren dat twee gescheiden afvoeren, omdat de een midden-druk condensaat is en de ander hoge-druk condensaat. Nu was de condenspot van het hoge-druk condensaat kapot; kapotte condenspot kan betekenen: een vrije doorstroming van de stoom; maar omdat ze het niet nodig vonden twee aparte afvoeren van het condensaat te hebben, hebben ze op een gegeven moment het hoge-druk condensaat achter de condenspot van de verdamper gezet en zo voerden ze het samen weg. Wij hebben daar nooit problemen mee gehad, totdat de pot van het hoge-druk condensaat kapot was met als gevolg vrije doorstroming van de stoom van 25 ato. Deze kwam in het midden-druk conden-saat en gaf die ene pot niet de gelegenheid normaal zijn werk te doen; dus een geheel storende condensatafvoer was het gevolg en die verdamper ging dat natuurlijk merken; de ene keer veel verdampen en de andere keer weinig. Hij ging dus min of meer stuwen, maar die stuwing voelde je natuurlijk door het hele systeem. Je kreeg een niet constante toevoer naar je reactor (dus de ene keer meer omzetten en de andere keer minder) en de waterstofregeling, die zo erg gevoelig is, moest dat percentage op 55% houden. De ene keer moest hij dus veel bijleveren en de andere keer minder, dus hij ging slingeren hē

I: Hoe heeft men ontdekt dat het aan die condenspot lag?

O: Nou ja, ik heb het toevallig zelf ontdekt. Ik ben die regelkringen gaan nakijken, maar ik kon niets vinden. Uiteindelijk ben ik bij de condenspot terecht gekomen, maar ook weer omdat ik het vóór die tijd ook eens bij de hand heb gehad (toen was die andere pot kapot).

I: Kunt U mij meer van dergelijke storingen noemen die zich in de afgelopen acht jaar hebben voorgedaan.

O: Nou, ik heb er eigenlijk nooit zo bij stil gestaan nou neen. (ze komen eigenlijk allemaal op hetzelfde neer).

I: Kunt U storingen aan zien komen?

O: Neen! Je kunt niet een uur van te voren zeggen: straks gaat die condens-pot kapot. Ik geloof dat je geen een storing van te voren kunt zien aan-komen, want anders waren er geen storingen.

I: Bestaat er een verschil tussen een storing in het proces en een storing aan de meter?

O: Laten wij nu eens de percentage regeling nemen. De aanwijzing, daar gaat het tenslotte om, regelt de regelaar. Je hebt een bepaalde toevoer naar het analyse-apparaat en daar zijn bepaalde voorzieningen getroffen om zoveel mogelijk storingen te voorkomen; er zit bv. een aftappotje om eventueel condensaat wat zich vormt, af te tappen (taak van de ID). Stel nu dat het wordt vergeten, het potje komt vol condensaat en verstoort het analyse-apparaat; tja, dan heb je een storing.

I: Hoe zoudt U het begrip storing willen definiëren?

O: Tja, hoe moet ik dat nou omschrijven

I: Zoudt U het oplopen van het percentage fenol in het eindproduct ook een storing willen noemen?

O: Neen, dat is een slijtage van ja, pas op; door een storing kan ik ook een fenolpiek krijgen, maar een langzaam oplopen van de fenolpiek, dat ik door het opvoeren van het percentage en de temperatuur moet drukken, is een slijtage van de katalysator.

I: Is de slijtage van de katalysator de enige oorzaak dat het percentage fenol oploopt?

O: Neen, dat is niet de enige oorzaak. Wij kunnen o.a. ook slechte waterstof krijgen (bv. CO in de waterstof); maar het kan ook slechte fenol zijn.

I: Hoe merkt U dat er CO in de waterstof zit?

O: De systemen zijn zo gebouwd, dat er voorzieningen zijn getroffen die dergelijke stoffen kunnen opvangen. Voor die systemen zit een rutheniumpatroon en dat patroon moet de CO opvangen, maar een flinke portie (ten gevolge van een storing in de gasscheiding) kan het patroontje toch niet aan; en dat het CO is, kunnen wij zien aan de temperatuur van het rutheniumpatroon (je krijgt pieken); maār de beste CO-indicator is de Bexaanfabriek!

I: U heeft mij zo een aantal storingen opgenoemd; welke vond U nu het ergste?

O: Het ergste! ik vind geen een storing erg, want anders zou het een te saaie boel worden; maar wij hebben een keer het koolfilter in brand gehad en dat vond ik toch wel erg.

I: Waarom vond U dat erg?

O: Ja, erg is natuurlijk ook weer een begrip; maar juist omdat het het koolfilter was met al die teer en wij niet precies konden zien, vanwege de isolatie, hoe erg het was.

I: U maakte net een opmerking over: het - saai - worden - bij - het - uitblijven-van - storingen; kijkt U frequent naar het systeem?

O: Ja, vrij geregeld laat ik zo zeggen: ik kijk er continu naar. (Als ik niemand aankijk, kijk ik in ieder geval naar een meter).

I: Het invullen van dagstaten is ook een vorm van geregeld naar het proces kijken. Een keer per uur is dat voldoende?

O: Wacht eens, dat moet U toch 'effen' anders zien. Het opschrijven vind ik over het algemeen van géén belang, dat is ouderwets. Je moet ook zonder een dagstaat in staat zijn een systeem naar behoren te doen verlopen. Ik geloof dan ook dat er geen bezwaar zou zijn als ze die dingen wegdeden. Ik vind het een lastpost; sommige dingen zijn wel belangrijk, bv. de compressor. Je bent dan in ieder geval verplicht buiten naar dat ding te gaan kijken. Maar van de andere kant, als je met minder mensen werkt (verlof, ziekte e.d.) en je moet dan een pak dagstaten invullen, dan blijf je aan het schrijven (als je het tenminste serieus wil doen).

I: Vindt U de rondjes buiten de meetkamer belangrijk?

O: Ja zeker, waarom zouden die niet belangrijk zijn. Aan een meter kan je niet zien of er een stoomlekkage is; maar door aan het begin en aan het eind van een dienst buiten serieus een ronde te maken, heb je het mijns inziens wel bekeken.

I: Kan je van de dagstaat een indruk krijgen hoe het proces erbij staat?

O: Neen dwz. als ik vier uur niet in de meetkamer ben geweest en ik zou niet de moeite nemen om na die vier uur even langs de meters te lopen, maar de dagstaten slechts te bekijken, dan wel! Ik weet nl. precies wat ik aan die mensen heb, maar zou het nu een andere ploeg zijn (ik weet niet hoe ze daar invullen), dan maak ik liever een rondje.

I: Ik heb nu nog een laatste vraag: stel dat U bezig bent met de destillatie en bij een van de hydranons doet zich een storing voor, wat gaat u dan doen?

O: Dat ligt er maar aan; als bij de destillatie zich een echte storing voor doet (kapotte ejecteur bv.) waarmee productie-uitval gemoeid is en aan de hydranons doet zich ook een storing voor, dan zou ik wel even gaan kijken wat er aan de hand was. Ik zou me er niet mee ophouden, want achteraf zou ik misschien toch de hydranons moeten stoppen omdat de destillatie het product van de hydranons verwerkt.

I: Wat gaat U doen als U met hydranon-I bezig bent en bij hydranon-II doet zich een storing voor?

O: Ik zou beslist naar II gaan, omdat daar de grootste productie op staat. Is het niet direct te verhelpen, dan geloof ik toch dat II voorgaat. (Ik kan hydranon-I stoppen of een ander moet erbij blijven).

Categorie-II (operator-12).

1. I: Wilt U mij nu eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I systeem werkt?

O: Nu is hydranon-I niet direct mijn vaste post. Het is iets anders als bij II en III, tenminste wat de koeling aangaat en ook de compressor is verschillend. Maar de omzetting van fenol tot anon is praktisch hetzelfde.

I: Kunt U mij iets over die omzetting vertellen?

O: Bij elk hydranonsysteem begin je met fenol en waterstof, die worden met een katalysator en bij een bepaalde temperatuur omgezet in anon. Door de reactie krijg je ook andere grondstoffen zoals anol en fenol. De hoeveelheid kan verschillend zijn: in de loop van de tijd zal je de temperatuur in de reactor omhoog moeten brengen en daardoor krijg je meer anolproduct en de fenol wordt, naar verhouding het systeem begint af te zakken (de kracht van de reactie dus), ook hoger en na een zekere tijd zit je aan de grens dat het niet meer rendabel is om door te gaan en dan zal je moeten regenereren.

I: Gaan de waterstof en de fenol direct naar de reactor?

O: De waterstof gaat eerst, via de voorwarmer, het koolfilter en het rutheniumpatroon, naar de verdamper. In de verdamper krijg je ook de fenol. Samen wordt het opgewarmd, gaat dan de oververhitter in en van de oververhitter gaat het als damp naar het koolfilter en dan naar de reactor. (Bij hydranon-I is het een reactor en bij II en III zijn het er twee).

I: Wat gebeurt er met het product na de reactor?

O: Na de reactor gaat het naar de koeler; daar wordt de damp gekoeld en vervolgens afgescheiden. De anon gaat de tanks in en de waterstof die vrij komt, wordt gedeeltelijk door de compressor weer naar het systeem gebracht en een gedeelte wordt weggespuid naar de gasscheiding; dat is ook verschillend naar verhouding je een hoger percentage waterstof moet gaan gebruiken, want als je zo'n systeem een maand hebt lopen zal je een hoger percentage verse waterstof moeten pakken dan in het begin bij het opstarten.

I: In de scheider wordt dus de waterstof gescheiden van de anon en gedeeltelijk gerecirculeerd en gedeeltelijk gespuid

O: Ja, maar deze gaat eerst nog via een ammoniakkoeler om de rest anon die er nog inzit te condenseren en terug te voeren, want anders zouden ze (de gasscheiding) een hoop vloeistof, wat onderweg ook nog kan condenseren, in de waterstof krijgen.

I: Welk gedeelte wordt gespuid en welk gedeelte wordt gerecirculeerd. Is dat in te stellen?

O: Ja, dat stel je in met de percentage regelaar. Als je meer verse waterstof van de gasscheiding neemt, dan heb je minder van het systeem nodig. Dus als je het systeem in het begin op 40% zet, dan pak je meer uit het systeem en spui je minder weg.

I: U heeft even gesproken over de reactie-omstandigheden waarbij de reactie in de reactor kan plaatsvinden; U noemde toen de temperatuur. Is alleen de temperatuur bepalend?

O: Neen, je hebt ook nog een druk in het systeem: een partiële druk, dwz. het percentage waterstof en de systeemdruk samen. Voer je nu het percentage op, dan zet hij beter om dan bij lagere druk. Stel dat je begint bij het opstarten met een systeemdruk van 2 kilo, dan regel je hem snel op 2,4 (dat is in een paar dagen bereikt); maar je hebt mogelijkheden: je kan ook zeggen ik laat hem staan op 2 kilo, maar dan zal je met het percentage waterstof omhoog moeten of met de temperatuur. Nu moet je naar alles kijken, vooral bij II en III. De stoom die je nl. vrij kan maken, kan je ook weer gebruiken, die gaat op het interne net (de caprolactamfabriek neemt hem af). Als wij nu starten, dan gaan we met de stoom de buitenlucht op

I: Dat gebeurt dus bij II en III. Hoe ligt dat bij hydranon-I?

O: Bij I heb je een koeling met olie. Bij II wordt het met condenswater gedaan en dan krijg je dus de stoom, die je weer op het bedrijf kunt gebruiken. Omdat het voordeliger is die stoom op het interne net te zetten in plaats van op de buitenlucht proberen we de baddruk op een gegeven moment op 2 kilo. We moeten hem minstens op 2 kilo hebben, anders komen we tegen de druk van het cap.-net niet in. Je hebt hem op 2 kilo staan en dan wordt je voor de keuze gesteld of hem op die twee kilo te laten staan en de stoom op de buitenlucht laten afblazen of hem op 2,1-2,2 zetten en de stoom omzetten op het cap.-net. Bij de sturing heb je nu verschillende mogelijkheden: je kan met het percentage omhoog gaan van 40 naar 50, of je kan de baddruk (dus dat is temperatuur) van 2 naar 2,2 brengen en dan heb je het voordeel van die stoom.

I: Welke mogelijkheid kiest U nu?

O: Bij het opstarten beginnen we met een druk van 1,8 en een percentage waterstof van 40%. Voor een goede omzetting gaan we, bij oudere katalysator, al gauw met het percentage omhoog (bij nieuwe kat. duurt dat soms weleens 3 weken tot een maand) bij II en III is er nog iets wat met de systeemdruk te maken heeft en waar ik het meeste voor doe. Als we op 2 kilo staan, is gebleken dat meestal in het begin de anon niet met de systeemdruk naar het vatenpark gedrukt wordt; dan moet je de pompen gaan bijzetten en dat kost weer energie natuurlijk. Het is echter niet nodig ze bij te zetten (ze staan daar als hulpmiddel), want je kan ook de druk van 1,8 zo gauw mogelijk op minstens 2 of desnoods 2,2 brengen. Zondag nog had ik er moeilijkheden mee: we kregen het met de pompen niet aangetrokken en het systeem valt uit zodra de beveiliging - hoog niveau - wordt aangesproken. Toen ik de druk eenmaal op 2,4 had gebracht, waren de moeilijkheden verdwenen.

I: En na de druk voert U het percentage waterstof op?

O: Je zorgt eerst dat je de stoom kunt benutten, dus met de baddruk naar 2,2, dan ga je met het percentage omhoog tot 60-65% zelfs tot 70%, maar dan moet je meestal al met de temperatuur (=baddruk) omhoog.

I: Hoe regelt U precies bij hydranon-I?

O: We starten bij I met een temperatuur van rond de 140 graden. We voeren het percentage waterstof van 40 geleidelijk op naar 60 en gaan dan met de temperatuur van de olie omhoog. We zitten bij I wel met problemen: ze weten het zelf ook nog niet, maar dan menen ze weer dat het product van de nadestillatie de katalysator bederft en dan menen ze weer dat het van de gasscheiding komt; volgens mij zit het hem het meest in het product van de Oxanon, want het is gebleken dat als de Oxanon vier of vijf dagen stop staat wij met de hydranons gunstiger draaien; dat we zelfs de temperatuur kunnen terugnemen en hoe langer je dat kan houden, hoe meer kilo's fenol je kan omzetten.

I: U spreekt nu over het beïnvloeden van de reactie-omstandigheden, maar waarop stuurt U primair wat is de reden om bv. de temperatuur een graadje op te voeren?

O: Omdat onze monsters niet meer kloppen. Elke tien minuten (afhankelijk van de instelling) krijgen wij op de gaschromatograaf een monster. Hij geeft ons pieken van de anol, de fenol en van de anon (dat geeft hij ook door aan de computer, maar wij tellen het zelf ook uit). Het streven is nu 3-3,5% fenol in de anon, dat is het gunstigste.

I: Waarom is dat het gunstigste?

O: Tja, anders is het verlies! Je begint met fenol en je eindigt met veel fenol. Het is dan niet omgezet en je moet anon maken.

I: Dus bij een fenolpercentage boven de 4% grijpt U in.

O: Ja, meestal wel. Boven de 4% moet je echt wel iets gaan doen, want anders wordt ook de nadestillatie overbelast. Op al die liters 1% meer, dat scheelt nog al wat en dat moet die nadestillatie allemaal verwerken. Voorts is hij ook nog door de voor-, hoofd- en nadestillatie gegaan, dus daar is extra stoom voor nodig je verdient er niets aan! Met de anol is het ook wel zo, maar dat is niet zo ongunstig als te veel fenol, want de anol zet je toch weer in de 'Rookgassen' om tot anon (100 liter anol zijn eigenlijk 50 liter anon).

I: Is het ook mogelijk op het percentage anol (5-6%) te sturen?

O: Ja, dat kan. Je moet dan de temperatuur terugnemen, maar als de fenol dan weer omhoog gaat heb je niets gewonnen. Het hangt trouwens ook af van wat we krijgen van nadestillatie-II. Als in die fenol veel anol zit, dan krijg je dat toch niet omgezet.

I: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces; hoe draagt U nu dit proces bij het einde van uw dienst over aan uw collega die op dienst komt?

O: De voornaamste gegevens worden mondeling doorgegeven, maar omdat hier bijna alles 'schrijvend' op het paneel is, ga je zodra je op dienst komt toch alle meters fatsoenlijk na.

I: Krijgt U veel te horen als U op dienst komt?

O: Persoonlijk houd ik er niet van als de man op dienst komt, zoals dat wel wordt gedaan, hem een kwartier lang alles wat je gedaan hebt te vertellen. Iedere bedieningsman heeft toch weer een 'ietskes' andere werkwijze en of ik dat nou allemaal ga vertellen misschien denkt die man wel: je kletst maar wat, ik bekijk het me wel. Als ik op dienst kom, vraag ik alleen naar de bijzonderheden!

I: Wat verstaat U daaronder?

O: Als er op een dienst moeilijkheden zijn geweest, die zich bij de volgende dienst ook nog kunnen voordoen. Heeft men iets gedaan wat normaal niet voorkomt (bv. het dichtzetten van een afsluiter), dan wordt dat in het wachtboek geschreven en daar kijk je ook altijd in als je op dienst komt is het nu een nieuweling, tja dan heeft hij natuurlijk meer leiding nodig.

2. I: Over nieuwelingen gesproken: Stelt U zich eens voor, dat U volledig verantwoordelijk wordt gesteld voor het hydranon-I proces. In verband met werkzaamheden elders kunt U echter niet voor 100% van de tijd in de meetkamer aanwezig zijn. Het proces moet echter wel goed gestuurd worden - U sprak van 3% fenol in de ruwe anon - en daarom staat tot Uw beschikking een aantal mensen, die enerzijds helemaal niets van het proces kennen en anderzijds niet allen even goed zijn. Wat zou U die mensen nu vertellen, opdat zij in staat zijn bij Uw afwezigheid het proces goed te kunnen sturen?

O: Die nieuwe mensen, die zomaar komen? dat kan niet!

I: Ja, maar U heeft de tijd om met ze te praten, om ze te instrueren.

O: En U meent dan dat ik tegen die mensen kan zeggen: "Zie zo ik moet weg, draai jij maar verder"; dat kan niet trouwens ik zou het niet doen ook. Wel als de chef van dienst het mij opdraagt, maar als er dan iets mocht gebeuren zou ik zeggen: "het is niet voor mijn verantwoordelijkheid".

I: "Goed, stelt U zich dan voor dat de chef van dienst het U opdraagt, maar de mensen moeten van U horen hoe het systeem werkt. Wat vertelt U ze dan en aan hoeveel mensen?

O: Nou, als het een groep is, mogen ze het allemaal weten; als ze er tenminste interesse in hebben.

I: Mogen ze als groep dan ook allemaal aan het proces draaien?

O: Neen, in elk geval niet! Draaien laat ik er niemand aan. Wel vertellen (het is zelfs zo, dat de chef van dienst er niet aan mag draaien).

I: Ja, maar een zal toch moeten bijregelen als bij Uw afwezigheid het percentage fenol begint op te lopen. Wie kiest U nu?

O: Dus één moet er toch draaien nou, dan kies ik de man die het beste heeft geluisterd, die gekomen is om iets te leren.

I: Nu heeft U een man gekozen; waaraan moet deze man draaien en waarop moet hij speciaal letten. Welke meters?

O: Je moet die persoon natuurlijk zeggen: "zo min mogelijk draaien", dat is punt 1, dat doen wij ook niet. En punt 2: je noemt hem de voornaamste dingen.

I: Welke zijn dat? We gaan uit van normaal proces.

O: Ik zou hem zeggen: kijk naar de gaschromatograaf. Stel bv. hij heeft een anolpiek van 40 schaaldelen, een fenolpiek van 15 en een anolpiek van 45; wij weten dan zo ongeveer welke percentages (niet op 0,2), dat kan je gemakkelijk uitrekenen. Dus ik zou hem zeggen: let hier speciaal op, want het gaat erom anon te maken (als het uitvalt, dat kan ik hem toch niet vertellen) en als de fenolpiek nu een flink stuk langer wordt, dan moet je dit of dat doen.

I: Wat moet hij dan precies doen?

O: Als het percentage waterstof staat ingesteld op 60-70% kan hij niets anders doen dan met de temperatuur omhoog.

I: Wat vertelt U hem als er ook nog met het percentage waterstof geregeld kan worden?

O: Dan zeg ik tegen hem dit is voor U het makkelijkste: zet die waterstof van 50 op 55% (er is nog een grafiekje bij ook), wacht een tien minuten en dan moet hij beter worden. Dus dat zou die persoon kunnen doen, het is nl. heel makkelijk om die 'waterstof' twee of drie streepjes hoger te zetten.

I: Wat moet de man doen als de fenolpiek in het volgende monster nog niet de gewenste waarde heeft bereikt?

O: Hij zelf moet niets meer doen. Het beste kan hij de eerste man erbij halen misschien zal die de temperatuur opvoeren of hetzelfde wat.

I: Op welke meters moet de man die U heeft geïnstrueerd persé kijken: dat was de gaschromatograaf

O: Gaschromatograaf, temperatuurverloop in de reactor ja, dat blijft hetzelfde als je er niets aan doet; en de rest staat automatisch ingesteld (de druk in het systeem kan naar beneden gaan, dan gaat hij minder spuien en dus komt de druk van zelf weer goed).

I: Kan hij nog op een bepaalde meter een beeld krijgen van de reactie?

O: Het kan gebeuren dat we op een gegeven moment van de gasscheiding CO krijgen (CO is een katgif). Bij de Bexaan is dat zeer snel te merken. Soms hebben wij weleens een kwartier stop gestaan, omdat er zoveel CO in de waterstof zat dat de reactie was afgeslagen.

I: Kan hij dat aanzien komen bij hydranon-I?

O: Bij I kan hij het zien aan de temperatuur van het rutheniumpatroon. Bij veel CO in de waterstof loopt die temperatuur op.

I: Zoudt U dat ook nog aan de man vertellen?

O: Och, neen ik geloof het niet, want dat is iets dat moet je toch neen, echt daar moet je toch een lange tijd voor aan het proces hebben gestaan; want als het zo makkelijk was dat je personen laat binnenkomen waar tegen je zou kunnen zeggen: "neem de zaak maar over, want ik ga een paar uur op stap", dan hadden ze ons ook niet nodig ik voor mij zie niet in dat die man dat proces kan draaien.

I: Waarom niet?

O: Die man kan wel ontzetten geleerd zijn en veel papieren hebben, maar hij heeft géén ervaring!

I: Wat verstaat U onder 'ervaring'?

O: Ervaring: allerlei moeilijkheden die een bedieningsman meemaakt aan een systeem. We kunnen rustig op de stoel zitten (dat weet U ook wel), maar als het nodig is moeten wij ingrijpen en liefst zo gauw mogelijk. Dat is eigenlijk ook de taak van de bedieningsman.

I: In het begin heeft U gezegd: ze mogen wel allemaal weten hoe het proces werkt, maar ze mogen er niet allemaal aan draaien. Bestaan er systemen waaraan mensen tegelijk kunnen regelen?

O: Neen! bv. de één verhoogt de temperatuur en dat geeft hij misschien niet door aan de ander, dan komt de volgende en die denkt: hē, dat klopt niet - hij ziet dat nog niet, hij kan dat verloop nog niet zien - en wil ook de temperatuur gaan verhogen. Nou, dan zouden twee mensen iets gedaan hebben wat je naderhand weer anders zou moeten doen.

I: Zou het mogelijk zijn om bv. bij een destillatie een persoon de hoofddestillatie te laten regelen en een ander persoon de voordestillatie

O: Dat zou kunnen. Kijk, de destillatie dat zijn groepen die achter elkaar staan, en bij het aanleren begin je met de voordestillatie. Dat is een destillatie die moet er zijn, maar het maakt zoveel niet uit, want je hoeft er geen anon te maken. Hij is er alleen om de nevenproducten (water en benzeen) uit het product te halen.

I: Kan de man die aan de voordestillatie regelt het de man aan de hoofddestillatie nog moeilijk maken?

O: Ja, als hij gekke dingen doet wel, maar binnen grenzen vang je het bij de hoofddestillatie wel op. (De hoofddestillatie is natuurlijk een belangrijke post, want er moet bijna 100%-ige anon gemaakt worden; dat hoort echt bij een vakman).

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
 2 : L 353 - niveau fenolverdamper
 3 : F 351 - hoeveelheid H₂-toever
 4 : A 351 - percentage H₂N₂
 5 : P 356 - druk reactiemengsel
 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment (Brown)
 7 : L 350 - niveau fenoltank (T9)
 8 : T 358 - temperatuur bovenste reactorcompartiment
 9 : P 365 - druk spuigas gasscheiding
 10 : T 359 - temperatuur onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie - quasi-stationaire bedrijfstoestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

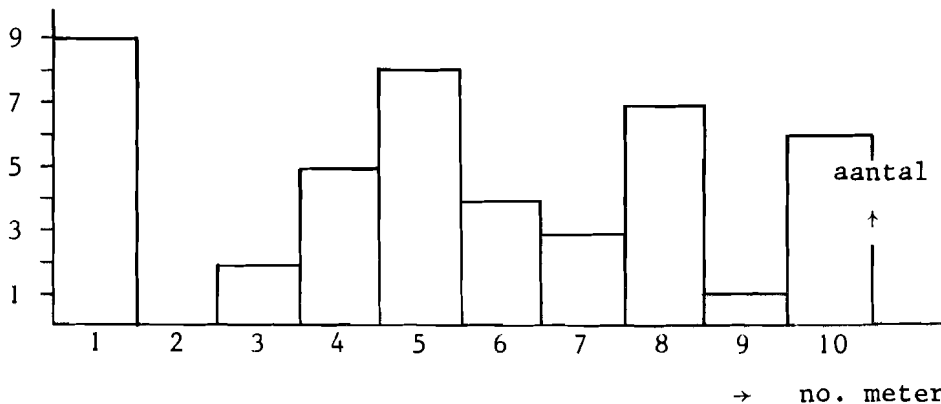
- a) zeer belangrijk : 1, 4, 5, 8, 10
 b) tamelijk belangrijk : 6, 7
 c) niet zo belangrijk : 2, 3, 9

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

O: Alle meters zijn belangrijk, anders hoefden wij ze niet te hebben!

O: No. 3, hoeveelheid waterstof; deze meter zegt mij minder. Voor de gasscheiding is hij natuurlijk wel belangrijk, maar voor de bediening als zodanig is hij van minder belang.

O: No. 5, druk reactiemengsel; de druk in het systeem is zéér belangrijk! Stel we hebben een brand, zolang wij dan maar zorgen dat we druk in het systeem hebben, kan er bijna niets gebeuren (tenminste niets gek); maar valt die druk weg dan kan er zuurstof in het systeem komen en dat is natuurlijk zéér gevaarlijk. Met een brandje hebben wij ook weleens gehad dat een hoop mensen gingen lopen met flessen om dat 'zaakje' uit te spuiten, maar als er niets in de buurt is wat ook nog in de brand kan gaan, dan zou ik zeggen: laat die flessen staan en zorg dat het systeem onder druk gehouden wordt; dus waterstof af en stikstof er op, dan blaast het in een keer uit. Dit is ook iets waar de instructeur de nieuwe operator veel te weinig op wijst, nl. wat er gedaan moet worden als je een brand hebt. Het is heel belangrijk de nieuwe operator daar op te wijzen, want die zou in zijn angst de waterstof er afhaken en de druk in het systeem minder laten worden.



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{10 \times 9}{2} = 45 \quad (9+0+2+5+8+4+3+7+1+6)$$

I: Welke meter kunt U missen?

O: Meter 2.

4. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande ingreepmogelijkheden bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- no. 1 : TRC 361 - temperatuurregeling van het reactiemengsel
 2 : TRC 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
 3 : FRC 353 - fenoltoevoerregeling (fenolbelasting)
 4 : TRC 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment
 5 : ARC 351 - percentage H₂N₂-regeling
 6 : PRC 356 - drukregeling voor de reactor

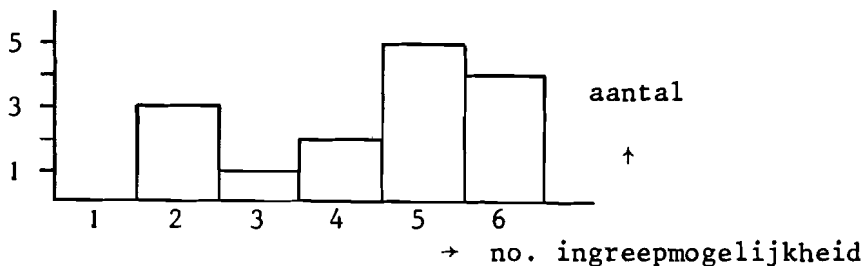
A. Beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk:

- a) zeer belangrijk : 2, 4, 5, 6
 b) tamelijk belangrijk : 3
 c) niet zo belangrijk : 1

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

O: No. 3, fenolbelasting; deze ingreep is belangrijk als er iets onverwachts gebeurt. Stel dat er CO in de waterstof komt, en om toch een goed product te kunnen maken, nemen wij de fenolbelasting terug.

C. Paarsgewijze vergelijking van de ingreepmogelijkheden op hun belangrijkheid:



$$\text{Aantal uitspraken: } \frac{6 \times 5}{2} = 15 \quad (0+3+1+2+5+4)$$

5. I: Welke verbeteringen zoudt U in de bestaande meetkamer, speciaal wat betreft het hydranon-I proces, aangebracht willen zien en waarom?

O: Als er vernieuwd zou moeten worden (het zal hier wel niet meer gebeuren), dan staan de Browns te laag. Je moet nl. steeds op je knieën gaan zitten of bukken om er goed bij te kunnen. Als ze hoger geplaatst waren, was het makkelijker.

I: Vindt U het bezwaarlijk dat bv. de meter van het fenolniveau in tank 9 niet is aangebracht op het paneel van hydranon-I?

O: Ja, hij hoort bij hydranon-I; waarom plaatsen ze hem daar dan niet? Niet dat je er nu vaak op kijkt bij de sturing, maar je zou dan wel dat niveau beter in het oog hebben. Dat is weliswaar niet altijd nodig, omdat wij hier een man hebben die de tanks om het uur controleert. Het is een keer voorgekomen dat iemand op tijd merkte dat het niveau in de tank te laag was, maar dat had net zo goed een uur later kunnen zijn en dan had je eruit gelegen. Waarom moeten ze dat ding daar toch neerzetten? Bij het invullen van de dagstaat zou je dan automatisch op die meter kijken, omdat je toch op alle meters van het hydranon-I paneel moet kijken verder is het wel goed ingedeeld.

6. I: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er in die drie jaar dat U het proces heeft gestuurd of althans de verantwoordelijkheid ervoor heeft gehad weleens moeilijke situaties voorgekomen.

O: Ik heb drie jaar geleden dat aangeleerd, maar ik heb er in totaal nog geen half jaar aan gelopen. Ik ben een paar jaar reserve geweest en toen liep ik alle posten (destillatie, hydranon, bexaan) als het nodig was.

I: U bent nu verantwoordelijk voor de hydranon-systemen, heeft U daarmee weleens moeilijkheden gehad U sprak bv. zojuist over CO-doorslag.

O: Ja, dat hebben we wel meegemaakt, zo erg zelfs dat we - nadat de CO eruit was - een uur of drie/vier moesten activeren. Dus temperatuur opvoeren (170 graden) en goede waterstof over het systeem leiden, want de kat. is dan vergiftigd door de CO.

I: Kunt U mij meer van dergelijke gevallen noemen?

O: De anonverstopping naar het vatenpark, doordat het systeem uitviel op het 'hoog-niveau' van de anonscheider meer van die kleine dingen: de verdamper is weleens volgekomen.

I: Kunt U dat aan zien komen?

O: Ja, als je het een keer hebt meegemaakt, dan gebeurt het je geen tweede keer. Zo gauw als ik zie dat het reactiemengsel aanmerkelijk minder gaat worden (U weet wel de meter die de hoeveelheid reactiemengsel naar de reactor aanwijst), dan is dat voor mij althans het bewijs dat de fenol niet verdampt. Je kan het ook zien aan de gaschromatograaf: op een gegeven moment gaat hij meer anol aanwijzen en minder fenol, want die wordt niet meer voor 100% verdampt (in het begin gaat dat langzaam, eerst verdampt hij nog voor 30-40%, maar op het laatst niets meer). Dat zijn dus twee punten waar je dat goed aan kan zien.

I: Wat verstaat U eigenlijk onder een storing?

O: Storing! Je hebt storingen waar de zaak op uitvalt: compressor, elektrische storing dat is tenminste een grote storing.

I: Wat zou een kleine storing kunnen zijn?

O: Bv. dat de druppelvanger te vol is gekomen, of dat de temperatuur van de compressor blijft oplopen doordat de zuigdruk te laag is dat kan je zien hé, tenminste het gebeurt niet in één keer.

I: U heeft mij nu een aantal storingen opgenoemd, welke van de storingen die U heeft meegemaakt vond U het ergste?

O: Electricische storing. Alles (motors, compressoren) viel uit en je kon niets meer doen. Bij een andere storing kan je nog zeggen: we kunnen 'dit' doen of we kunnen 'dat' doen (dat heb je nog in de hand), maar bij een electricische storing is het afgelopen.

I: Wat gaat U dan doen?

O: Electriciën waarschuwen; en als de storing is opgeheven, begin je alles geleidelijk weer in te schakelen. Eerst de destillatie en pas dan de hydranons.

I: Als een electricische storing zich voordoet, valt ook de stuurlicht weg. Ontstaat er dan geen gevaarlijke bedrijfstoestand bv. dat er zuurstof in het systeem komt?

O: Neen, daar zijn de kleppen op ingesteld. Deze vallen dicht als de stuurlicht wegvalt. Alles is goed beveiligd. (Wat de beveiliging aangaat, vind ik het op het bedrijf zeer goed).

I: Voor het oplopen van het percentage fenol in de ruwe anon heeft U een aantal oorzaken genoemd, zoals: product top nadedstillatie-II, kwaliteit van de waterstof, veroudering van de katalysator; zoudt U in het algemeen het-oplopen-van-het-percentage-fenol-in-de-ruwe-anon ook een storing willen noemen?

O: Neen, dat is geen storing. Je moet dat zien als een bediening hè, je moet dan iets gaan doen; dat is eigenlijk geen storing.

I: Bestaat er voor U een verschil tussen een storing in het proces en een storing aan een meter?

O: Als een meter niet goed aanwijst, hoeft er in het proces nog niets te zijn; maar dat zie je ook weer. Als alles rustig loopt (temperaturen gespreid, waterstof is goed) en opeens gaat een meter foutief aanwijzen, dan weet je genoeg. Je kijkt nl. niet alleen op die ene meter, je kijkt op 'die' en op 'die' meter en dan denk je: er is niets aan de hand, dus die meter zal wel verkeerd aanwijzen.

I: Kijkt U frequent naar het systeem?

O: Neen, dat moet je niet ja, je moet er natuurlijk wel op zijn tijd naar kijken, maar je moet bv. geen acht uur, of zondags twaalf uur, met je gezicht voor dat bord staan. Het is ergens niet goed, want je gaat dan ook te veel regelen - wat niet altijd nodig is - bij de geringste afwijking. Je moet natuurlijk wel ingrijpen, maar niet voor alle kleinigheidjes.

I: U vertelt me dat U wel regelmatig naar het proces kijkt, maar er niet altijd voorstaat. Hoe staat U dan tegenover het invullen van dagstaten?

O: Dat is niet zo heel belangrijk. Het invullen van dagstaten wordt een sleur, omdat het te vaak moet gebeuren. Ieder uur is al zeker te veel; om de twee uur is misschien beter, want het moet wel gecontroleerd worden. Je hoort weleens zeggen: "die dagstaten kunnen wel weg", maar ik geloof dat het niet goed zou zijn als je die dagstaten niet meer zou hoeven in te vullen (het opschrijven kunnen ze wel tot de helft terugbrengen).

I: Is alles wat opgeschreven moet worden even belangrijk?

O: Neen, een hoop zou geschrapt kunnen worden. Het zegt mij bv. ook niets als iemand vóór mij heeft opgeschreven: de temperatuur is 139,5. Voor mij telt alleen 139 of 140. Er zijn mensen die bang zijn acht uur achtereen hetzelfde te moeten invullen - daar heb je die sleur van het invullen - maar als het steeds hetzelfde is, vul ik het toch in. Waarom niet?

I: Zou het voldoende zijn om één keer per uur naar het systeem te kijken. Dus met behulp van de dagstaat het proces te sturen?

O: Neen, het naar de meters kijken is belangrijker dan het invullen van dagstaten men laat het waarschijnlijk doen, omdat er anders misschien te veel over het hoofd wordt gezien. Nu pak je op je tijd de dagstaat. Als je niets meer zou hoeven op te schrijven, ben ik bang dat er misschien te veel 'met de rug naartoe wordt gezeten'.

I: Ik heb nu nog een vraag: als U hydranon-I aan het bijregelen bent en bij hydranon-II doet zich een storing voor, wat gaat U dan doen?

O: Je moet een systeem waarmee je bezig bent nooit onbeheerd achterlaten. Als ik bij I niet weg kan gaan, dan zal mijn collega mij assisteren. Mocht het bij hydranon-I rustig lopen, dan ga ik direct naar II.

Categorie-III (operator 43)

1. I: Wilt U mij nu eens in eigen woorden precies vertellen hoe het hydranon-I proces werkt?

O: Het is de bedoeling uit fenol en waterstof anon te maken. De waterstof komt van de gasscheiding met een druk van 10 kilo, die gereduceerd wordt tot een druk van ongeveer 2,5 kilo. De waterstof wordt verhit in de voorwarmer en gaat vandaar uit naar de verdamper. (Eerst komt het nog in de koolpatroon, dan in de voorwarmer, dan in het lux-sodapatroon en dan in het rutheniumpatroon). De fenol komt via de rotameter ook in de verdamper, wordt daar verdampt en intensief gemengd met de waterstof. Gezamenlijk gaat het dan door het koolfilter naar de reactor. In de reactor vindt de omzetting plaats tot anon, en deze anon gaat via de SO₁ - een scheider waarin bij het opstarten met verse kat. bijproduct wordt opgevangen - naar de productscheider.

I: Wat gebeurt er in die productscheider?

O: Daar wordt de overtollige waterstof afgezogen naar de zuigkant van de compressor; wordt door de compressor op druk gebracht en gedeeltelijk weer in het proces gebracht en gedeeltelijk gespuid naar de gasscheiding. De anon gaat via een klep naar tank 10 en 11 in het vatenpark.

I: Welk gedeelte van de waterstof wordt gespuid en welk gedeelte wordt teruggebracht in het systeem?

O: We draaien op een bepaald percentage, bv. 60%. Wat nu meer is dan 60% komt terug in het proces; en wat minder dan 60% is, wordt afgescheiden en gaat terug naar de gasscheiding.....

I: Onder welke reactie-omstandigheden worden de fenol en de waterstof omgezet in anon?

O: De temperatuur en de partiële waterstofdruk beïnvloeden de reactie.

I: Kunt U de partiële waterstofdruk instellen?

O: Ja, dat is de druk in het systeem en het percentage waterstof.

I: Dus de reactie wordt beïnvloed door de druk in het systeem, het percentage waterstof en de temperatuur. Deze grootheden zult U, voor een goede omzetting, op de juiste waarden moeten instellen; maar waarop regelt U nu?

O: Omdat de katalysator naar verloop van tijd minder in kwaliteit wordt, moet ik een van die drie bijsturen om toch een goed eindproduct (91% anon, 5% anol en 4% fenol) te houden.

I: In welke volgorde stuurt U die drie grootheden bij?

O: Eerst breng ik de druk in het systeem omhoog tot 2,4 kilo. Vervolgens het percentage tot 60 - 65% en dan stuur ik verder met de temperatuur. (Als ik met de temperatuur ben uitgeregeld - 180/190 graden - dan kan ik nog altijd met het percentage omhoog; desnoods tot 75%, maar dat is wel het uiterste).

I: U heeft gezegd: een goed eindproduct bestaat uit 91% anon, 5% anol en 4% fenol. Op welk percentage stuurt U nu primair?

O: Het meest op fenol, maar ook wel iets op anol. Als de anolpiek nl. te lang wordt, moet de temperatuur omlaag.

I: U kunt dus ook op de anol sturen.

O: Niet alleen! Je kunt alleen op de fenol sturen. Zou ik nl. op de anol gaan sturen en ik ga met de temperatuur omlaag, dan wordt de anol wel lager, maar dan krijg ik te veel fenol. Met te veel fenol krijgen wij moeilijkheden bij de destillatie, want die kan het dan niet verwerken. Jaag ik de temperatuur omhoog, dan heb ik veel anol en weinig of geen fenol; maar dan lijdt de katalysator te veel vanwege die hoge temperaturen. Je moet de katalysator sparen hè

I: Ik had nog een vraag wat het hydranon-I proces betreft: hoe gaat U te werk als U de post moet overdragen bij de dienstwisseling?

O: Als er iets aan het systeem is veranderd, geef ik dat door.

I: Hoeveel tijd heeft U gemiddeld daarvoor nodig?

O: In twee à drie minuten weet de man voldoende.

I: Hoe gaat U te werk als U zelf op dienst komt?

O: Ik vraag eerst of er bijzonderheden zijn geweest. Is dat niet het geval, dan weet ik dat alles goed is; en dan loop ik in het begin van de dienst 'efkes' langs het systeem (dan zie ik gauw genoeg of het goed is of niet). Je moet er nl. wel even voorstaan om te zien hoe het erbij staat.

2. I: Stelt U zich nu eens voor dat U volledig verantwoordelijk bent voor het hydranon-I proces. In verband met werkzaamheden elders kunt U echter niet altijd in de meetkamer aanwezig zijn, maar het proces moet wel bewaakt worden. Daarom staat tot Uw beschikking een aantal mensen (stagiaires), die enerzijds helemaal niets van het proces weten en anderzijds niet allen even goed zijn. U heeft de tijd om met deze mensen te praten, om ze te instrueren. Ik zou nu aan U willen vragen: wat vertelt U aan deze mensen (die van niets weten) en aan hoeveel mensen zoudt U het vertellen, opdat in de normale bedrijfstoestand het proces goed - 4% fenol in de ruwe anon - gestuurd wordt.

O: Je zult er verschillende nodig hebben. Een die alleen de gaschromatograaf in de gaten houdt, dus dat daar niet te veel aan verandert. Dan een die het percentage in de gaten houdt. (Deze man kan daarbij de hoeveelheid fenol in het oog houden).

I: De hoeveelheid fenol of de hoeveelheid waterstof?

O: De hoeveelheid fenol! Niet de hoeveelheid waterstof; want als het percentage waterstof goed blijft, dan zegt de hoeveelheid mij weinig (als de hoeveelheid minder wordt, gaat mijn percentage vanzelf omlaag)... en dan eentje die eventueel de temperaturen in de gaten kan houden; dus de olietemperatuur en de temperaturen in de reactor. Dat lijken mij de voornaamste punten waarop die drie enigszins zouden kunnen sturen.

I: U kiest drie mensen, die zouden moeten letten op de gaschromatograaf, het percentage waterstof (met tevens de hoeveelheid fenol) en op de temperaturen. Mogen ze ook alle drie, indien nodig, bijsturen?

O: Het percentage waterstof zouden ze eventueel mogen opvoeren als dat te weinig blijkt te zijn; maar dat kan alleen de man aan de gaschromatograaf zien (dus de fenolpiek flink lang en de anolpiek te kort).

I: Dus dan zal de man van de gaschromatograaf tegen de man van het percentage moeten zeggen: "voer het percentage op".

O: Ja, maar ik kan hem ook instrueren dat hij het zelf moet doen. Mocht het niet lukken, dan moeten zij mij er maar bijhalen.

I: Wat zoudt U dan gaan doen?

O: Kijken hoe het op dat moment erbij staat. Op de gaschromatograaf kijken en direct een piek uittellen. Is deze te hoog, dan òf met de temperatuur òf met het percentage omhoog. (Normaal staat de druk al op 2,4. Drie dagen na het opstarten heb je dat al bereikt).

I: Waarom laat U de man aan de percentage meter ook letten op de fenoldosering?

O: De druk van de pomp op tank 9 zou eens lager kunnen worden (misschien door vervuiling) en dan zou er minder fenol gedoseerd worden. Hij kan dan òf de klep verder openzetten òf mij komen waarschuwen.

I: Hoe instrueert U de man die de temperatuurmeters (olie en Brown) in de gaten moet houden?

O: De temperaturen van de olie moeten recht blijven lopen. Er is iets niet goed als deze te hoog of te laag gaan lopen. Hij kan bv. zien of de reactie is afgeslagen, want dan loopt de temperatuur even terug. Naderhand wordt de olie dan wel weer verhit door de stoom en komt de temperatuur weer terug; maar aan dat kleine piekje kan hij dan toch zien dat er iets mis is geweest. Aan de Brown kan hij direct zien dat de reactie is afgeslagen, want dan zakt de temperatuur een stuk omlaag.

I: Wat zoudt U die man nog meer over de Brown vertellen?

O: Nou, niet heel veel meer! Hij hoeft er alleen maar op te letten dat die temperaturen ongeveer op gelijke hoogte blijven. Het kan voorkomen dat er eens een punt verandert, bv. dat in het begin punt 9 boven ligt en naderhand punt 10. Dat is normaal hē, want dan zakt de reactie in de reactor iets naar beneden.

I: U kiest dus voor drie mensen die het proces moeten bewaken en zo nodig dienen bij te sturen. Is het een ideale situatie om met meerdere mensen één proces te sturen?

O: Ideaal is het nooit! Ideaal is: één man, maar dan een man die er iets vanaf weet. Als je nu mensen krijgt die er niets vanaf weten, dan geloof ik dat drie mensen het beter zouden doen dan een alleen. (Bij een groep van drie is er toch altijd eentje bij die iets gehaaid is dan de rest, die iets meer snapt).

I: Hoe komen die mensen nu van elkaar te weten wie er moet bijsturen?

O: De man aan de gaschromatograaf moet bepalen wie er moet bijsturen. Als het percentage al op 65% staat, dan moet eerst de temperatuur omhoog. Is het percentage nu 50% dan kan beter eerst het percentage met 5% omhoog; even afwachten (half uurtje) en mocht het dan nog niet goed zijn dan zal de temperatuur bijgeregeld moeten worden.

I: Dus dan brengt u niet eerst het percentage op 60%.

O: Neen, dat zou ik in eerste instantie niet doen meestal doet hij op 5% waterstof al veel.

I: Wanneer kiest u nu de temperatuur en wanneer het percentage waterstof om het percentage fenol in de ruwe anon te drukken?

O: Kijk, heb ik te veel anol dan zal ik eerder geneigd zijn om waterstof bij te geven, want de waterstof brengt gauwer de fenolpiek terug zonder dat daarbij de anolpiek erg hoog wordt; de temperatuur maakt juist de anolpiek langer.

I: Dus de mensen die bij uw afwezigheid het proces moeten bewaken, dienen te letten op: de gaschromatograaf, het percentage waterstof (+ fenol-toevoer) en de temperaturen. Op andere meters hoeven ze niet te kijken

O: Hoeven ze niet op te kijken, er kan géén meter tussen uit!

Ze moeten op alle meters letten, want ze zijn allemaal belangrijk; maar ik vind de meters die ik u genoemd heb de belangrijkste voor de sturing. (Kijk, ik heb geen mannetje nodig voor de drukmeter; als die weg gaat lopen dan ligt het hele proces toch op de grond dat zullen ze niet op kunnen lossen).

I: U heeft gezegd: ik kies in die situatie voor drie mensen, want ik geloof dat drie mensen het dan beter zouden doen dan een. Bestaan er in het algemeen systemen waaraan meerdere mensen zouden kunnen regelen?

O: Neen! Er bestaat dan altijd de neiging om tegen elkaar in te werken; dus bv. de een geeft temperatuur bij terwijl de ander al waterstof bijgeeft.

I: Bestaat die neiging ook bij de sturing van een destillatie. Bv. de een stuurt de voordestillatie en de ander de hoofdestillatie?

O: Ja, dat lijkt mij wel.

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
- 2 : L 353 - niveau fenolverdamper
- 3 : F 351 - hoeveelheid H₂-toevoer
- 4 : A 351 - percentage H₂/N₂
- 5 : P 356 - druk reactiemengsel
- 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment (Brown)
- 7 : L 350 - niveau fenoltank (T9)
- 8 : T 358 - temperatuur bovenste reactorcompartiment
- 9 : P 365 - druk spuigas gasscheiding
- 10 : T 359 - temperatuur onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie-quasi-stationaire bedrijfstoestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- a) zeer belangrijk : 1, 4, 5, 6, 8, 10
 b) tamelijk belangrijk :
 c) niet zo belangrijk : 2, 3, 7, 9.

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

O: No. 2, niveau fenolverdamper; die is minder belangrijk tenminste bij hydranon-I staat altijd volle stoom op de verdamper; dus hij wordt altijd volledig verdampt. Hij is wel belangrijk als het niveau te hoog komt als de stoom wegvalt, dan valt het systeem uit. (De beveiliging is het belangrijkste; de meter op zich is minder belangrijk).

O: No. 3, hoeveelheid H₂-toevoer; die vind ik ook minder belangrijk, want als ik het percentage heb, dan heb ik de hoeveelheid niet zo zeer nodig.

O: No. 9, druk spuigas; die vind ik niet zo belangrijk, als tenminste de systeemdruk (no. 5) goed is.

O: No. 10, temperatuur onderste reactorcompartiment; die is zeer belangrijk als de reactie in het onderste compartiment zit.

C. Paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid:

O: Keuze tussen 1 en 4 dat is moeilijk; als ik 4 niet heb, kan ik niets meer doen.

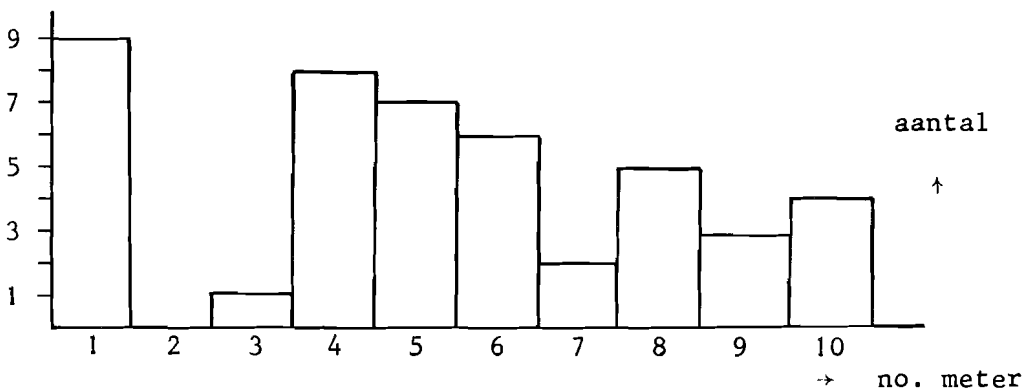
I: U heeft nog wel de regeling, maar niet de aanwijzing.

O: 0, dan kies ik de gaschromatograaf.

O: Keuze tussen 4 en 5; ik kies 5, want ik heb nog de Brown en de regelaar van 4.

O: Keuze tussen 5 en 6; bij het opstarten kies ik voor 6, en bij normaal bedrijf kies ik voor 5.

O: Keuze tussen 6 en 8; ik kies 6, want dan zie ik wat er in de reactor plaatsvindt. Is er iets mis en zou de temperatuur in de reactor erg hoog oplopen, dan kan ik het zien en hoeft er niets te gebeuren. (8 heb ik toch als regelaar).



$$\text{Aantal uitspraken} = \frac{10 \times 9}{2} = 45 \quad (9+0+1+8+7+6+2+5+3+4)$$

I: Welke meters zoudt u kunnen missen?

O: Meter 2! Eventueel meter 3 en 7. Meter 9 zou ik kunnen missen als ik zeker wist dat meter 5 goed was.

4. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande ingreepmogelijkheden bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- no. 1: TRC 361 - temperatuurregeling van het reactiemengsel
 2: TRC 358 - temperatuurregeling bovenste reactorcompartiment
 3: FRC 353 - fenoltoevoerregeling (fenolbelasting)
 4: TRC 359 - temperatuurregeling onderste reactorcompartiment
 5: ARC 351 - percentage H₂N₂-regeling
 6: PRC 356 - drukregeling voor de reactor

A. Beoordeling van elke ingreepmogelijkheid afzonderlijk:

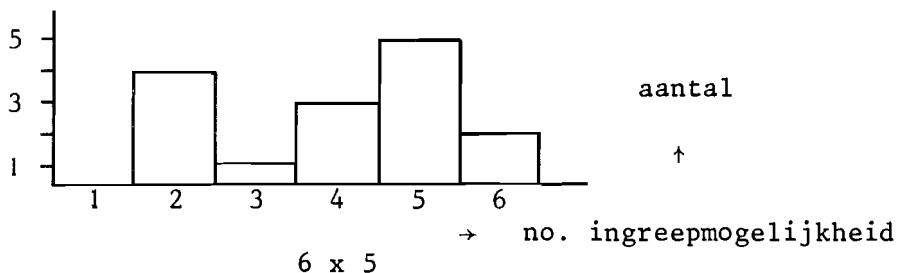
- a) zeer belangrijk : 2, 4, 5
 b) tamelijk belangrijk :
 c) niet zo belangrijk : 1, 3, 6

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

O: No. 1, temperatuurregeling van het reactiemengsel; dat kan wel belangrijk zijn ik regel er niet mee bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon. Kijk, hij is in mijn ogen belangrijk, want als de temperatuur van het reactiemengsel te hoog oploopt dan is de temperatuur in het koolfilter te hoog; en dat kan in brand vliegen. Als meter vind ik hem belangrijk, maar als regeling niet.

O: No. 6, druk reactiemengsel; als regeling vind ik die niet zo belangrijk je stelt hem snel in op 2,4.

C. Paarsgewijze vergelijking van de ingreepmogelijkheden op hun belangrijkheid:



$$\text{Aantal uitspraken} = \frac{6 \times 5}{2} = 15 \quad (0+4+1+3+5+2)$$

5. I: Welke verbeteringen (plaatsing van meters; ontwerp van het paneel) zoudt U in de bestaande meetkamer, speciaal wat het hydranon-I systeem betreft, aangebracht willen zien en waarom?

O: Ik kan nogal moeilijk kijken op de bovenste meters (fenoltoevoer), daarvoor moet ik op mijn tenen gaan staan. Deze meters zouden wel iets lager mogen (zoveel mogelijk op ooghoogte).

I: U spreekt nu over meters die te hoog zijn geplaatst, maar zijn er ook nog meters te laag geplaatst?

O: Ja, dat zijn de Browns. Als je daar op wil kijken, moet je op de knieën gaat zitten. Deze meters heb je vaak nodig bij het opstarten en bij het regenereren zit je weleens constant een hele dienst voor die meters.

I: Vindt U het een bezwaar dat de meter die het niveau in de fenoltank-9 aangeeft, is aangebracht op het paneel van de regeneratie?

O: Neen, want die heb je toch niet vaak nodig. Ik kijk er zelden op het zou natuurlijk kunnen zijn dat die tank leegraakt en dan ga je direct kijken; maar ja, dan zegt het niveau nog weinig, want ik behoef alleen maar voldoende voorraad te hebben zodat ik voldoende druk heb om te kunnen pompen.

I: Als de tank leegraakt, treedt 'actie-A' in werking en dan valt het systeem uit. Had dat leegraken van die tank dan niet voorkomen kunnen worden?

O: Jawel, een voorsignalering zou eventueel beter zijn dan de meter zelf.

6. I: U heeft mij zo het een en ander verteld over het hydranon-I proces, zijn er in die drie jaar dat U het proces heeft gestuurd weleens moeilijke situaties voorgekomen?

O: Nou, geen abnormale moeilijkheden wel eens dat het drukverschil te klein geworden was en dat niet de stikstof maar de waterstof afblies op de buitenlucht. Toen blies dus de systeemdruk af en dat is iets wat helemaal niet mag.

I: Wordt zoiets direct gesignaleerd?

O: Ja, dat signaleert hij gelijk: maar je moet dan wel eerst gaan zoeken wat het is. Nadat 'de stikstof' signaleerde, zagen wij dat de systeemdruk wegviel; dus die waterstof ging ergens naar toe waar hij niet moest zijn. Later bleek dat hij afblies via de stikstofklep.

I: Wat heeft U toen moeten doen om dat afblazen via de stikstofklep tegen te gaan?

O: We hebben toen tijdelijk een luchtslangetje aangebracht op het membraam van die klep, zodat de klep dichtbleef en de waterstof dus niet meer kon afblazen.

I: Kunt U mij meer van dergelijke gevallen noemen, die zich hebben voorgedaan in de drie jaar dat U het proces heeft gestuurd?

O: Een keer was er een afsluiter open blijven staan en toen liep de olie weg uit het reactorcompartiment naar het voorraadvat. Op een gegeven moment zaten zij met een 'laag-niveau' toen wij 's morgens op dienst kwamen. We hebben toen de olie uit het voorraadvat moeten oppompen, totdat het weer op niveau was

I: Had men het aanspreken van het 'laag-niveau' kunnen voorkomen?

O: Neen, dat kun je niet voorkomen. Tenminste, die olie liep weg via een afsluiter die open was blijven staan (na regeneratie of zoiets). Nu kun je wel zeggen: je had moeten zien door het kijkglas dat de olie aan het zakken was. Als ik opneem, kijk ik meestal wel naar het niveau in die tanks, omdat je bij het langslopen automatisch ziet hoeveel olie er nog in zit. Nu zou het kunnen gebeuren dat je gezien hebt dat het niveau goed is en als je na verloop van een paar uur daar weer eens zou komen, dat je dan te laat bent.

I: Wat verstaat U precies onder een storing?

O: Nou, iets wat ingrijpt op het proces dus alles wat het normale verloop beïnvloedt.

I: Zijn er in die drie jaar nog meer gevallen voorgekomen die het normale verloop van het proces hebben beïnvloed?

O: Tja, eens kijken het is meerdere malen voorgekomen dat de druk van de waterstoftoevoer uit de gasscheiding te laag (<6,5 kilo) was en dat daardoor het systeem uitviel. Als nl. de druk te laag wordt, treedt 'actie-C' in werking. Dan valt de snelafsluiter dicht in de waterstoftoevoerleiding en de fenoltoevoer stopt.

I: Wat onderneemt U zelf voor acties?

O: Je kan toch de waterstofdruk in stand houden, door nl. om de snelafsluiter heen een omloop aan te bouwen. Daarmee houd je het systeem alleen op druk, erop draaien lukt niet.

I: Behalve de druk kan natuurlijk ook het percentage waterstof wegvallen. Wat gaat U dan doen?

O: Als we dat zien (aan de percentage-meter-gasscheiding en aan de hoeveelheidsmeter), bellen we de gasscheiding.

I: U heeft gesproken over storingen in het proces, maar een storing aan de meter zal zich waarschijnlijk ook kunnen voordoen; bestaat er een verschil tussen een storing aan de meter en een storing in het proces?

O: Ja, dat is een groot verschil! Bij een storing van buitenaf kun je de betreffende afdeling waarschuwen of er eventueel zelf iets aan doen; maar als nu bv. de aanwijzing van de percentage-(waterstof)regeling wegvalt, dan ga ik eerst kijken of ik er iets aan kan verhelpen wat op mijn terrein ligt. Is dat niet het geval, dan moet ik de ID waarschuwen en zolang de meter op 'de hand' zetten en afgaande op de hoeveelheid waterstof, het percentage regelen.

I: Hoe zoudt U het begrip storing willen definiëren?

O: Alles wat het normale proces beïnvloedt.

I: Dus alles-wat-het-normale-proces-beïnvloedt, noemt U een storing. Zoudt U het oplopen van het percentage fenol in de ruwe anon dan ook een storing willen noemen?

O: Neen, dat niet. Het is een slijtageproces van de katalysator; zo iets kan je verwachten dat is geen storing.

I: Is de slijtage van de katalysator de enige oorzaak dat het percentage fenol in de ruwe anon oploopt?

O: Neen, je kan ook een slechte waterstoftoevoer hebben; dus een laag percentage of veel CO. Als we veel CO van de gasscheiding krijgen, dan loopt de temperatuur van het rutheniumpatroon op (daar kijk ik geregeld op); krijgen we nu te veel CO, dan slaat het rutheniumpatroon door. Je moet dan de voeding minderen en de waterstof opvoeren om de reactie op gang te houden en je moet de gasscheiding bellen! het kan ook zijn dat het product van top nadestillatie-II een slechte invloed heeft op de katalysator. Dat is nl. fenol waar nog veel anol bij zit

I: Wat doet die anol tijdens de omzetting in de reactor van hydranon-I?

O: Die doet niets! Ik begin met anol en ik krijg tijdens de omzetting van fenol → anon ook nog anol; dus ik krijg in het eindproduct extra veel anol.

I: U heeft mij nu een aantal storingen genoemd; welke van die storingen vond U nu het ergste?

O: Het ergste! nou, toen met die olie vond ik het wel belangrijk, want het duurde een tijd voordat de productie weer op gang was. Uit het oogpunt van veiligheid vond ik het afblazen van de waterstof wel heel erg belangrijk tja, erg vind ik zo iets niet; je kunt in actie komen hē en je leert ervan.

I: Stelt U zich eens voor dat hydranon-I Uw aandacht vraagt en bij hydranon-II doet zich een storing voor. Hoe handelt U dan?

O: Ik stuur I zo goed mogelijk en ga dan naar II kijken. Zie ik dat het bij II helemaal niet gaat (ernstige storing) dan kan ik hem beter stoppen en met I verder gaan. (Stoppen komt nooit voor, want wij helpen elkaar op de ploeg).

I: Kijkt U frequent naar het systeem?

O: Ja, regelmatig! op zijn minst elk half uur. Maar het ligt eraan, soms heeft het meer aandacht nodig dan een andere keer. Als de omstandigheden bv. zo zijn, dat ik zie dat er iets mis kan gaan, dan blijf ik er constant bij totdat ik zeker weet dat het weer helemaal goed is.

I: Wat zou er mis kunnen gaan bij hydranon-I?

O: Ik heb eens gehad dat de koeling van de olie niet goed was (achteraf bleek de leiding verstopt). De koeling was dus niet optimaal en de temperatuur liep op; dus dat moet je in de gaten blijven houden.

I: U kijkt dus regelmatig naar het systeem; wat vindt U dan van het invullen van dagstaten?

O: Ik vind het belangrijk; het is een zeer intens kijken op dat moment. Als je om het half uur eens naar de gaschromatograaf kijkt, dan kijk je alleen maar naar die gaschromatograaf. Zie ik dat alles hetzelfde blijft, dan weet ik voor mijzelf dat het andere ook goed is (laat ik het zo stellen); maar met een dagstaat ga je alle punten 'efkes' na, alle meters die je 'efkes' ziet. (Je ziet dan ook of er een rol leeg is of iets dergelijks).

I: U vindt het invullen van een dagstaat dus wel essentieel voor de sturing van het proces?

O: Nou, niet alleen het invullen! Ik vind het een goede aanvulling.

I: Kijkt U buiten de meetkamer ook regelmatig naar de diverse onderdelen van het systeem

O: Ja, toch wel. Om het andere uur ga ik naar buiten en dan kijk ik alles goed na. (Daar heb ik 5 tot 10 minuten voor nodig).

I: Heeft U weleens meegemaakt dat bij Uw ronde buiten iets niet in orde was?

O: Ik heb vorige week nog meegemaakt dat de anonpompjes stonden te 'roken'. Deze waren opnieuw 'verpakt' en waren warm gelopen. Op zo'n moment vind ik het belangrijk dat ik buiten een ronde maak. Een dergelijke pomp kan nl. in brand vliegen als je er niet op tijd bij bent.

Standaarddenkpatroon c.q. -handelingenpatroon voor:1. Het wegvallen van de waterstoftoevoer.

- De H_2 -druk in H_2 -toevoerleiding kleiner dan de beveiligingswaarde.
- Beveiligingsacties gaan in (o.a. valt de snelafsluiter in de H_2 -toevoer dicht).
- Systeem onder druk houden (ten eerste door de spuiklep dicht te zetten).
- (Eventueel) compressor bijhouden (deze is beveiligd op lage zuig-druk).
- Setpoint van de temperatuur verlagen
- Stikstof doseren (systeem onder druk)
- Omloop aanbouwen om de snelafsluiter in de H_2 -toevoerleiding en het systeem zodoende op druk houden met de aanwezige H_2 -druk (< beveiligingswaarde).
- Gasscheiding bellen
- Wachten
- Opstarten van het systeem
- Kwaliteitssturing

2. Het oplopen van het niveau in de druppelafscheider.

- Het niveau loopt op
- Na t_1 : signalering (beveiligingsactie kan nu op tijdstip t_2 ($t_2 > t_1$) ingaan, omdat de compressor beveiligd is op vloeistofaanzuiging).
- Naar buiten rennen (operator: "niet lopen").
- Pompjes (goed) bijzetten
- Niveau checken in meetkamer

3. Resultaten van de methode der paarsgewijze vergelijking van onderstaande meters:

- no. 1 : A 356 - gaschromatograaf
 2 : L 353 - niveau fenolverdamper
 3 : F 351 - hoeveelheid H_2 -toevoer
 4 : A 351 - percentage H_2/N_2
 5 : P 356 - druk reactiemengsel
 6 : T 350 - diverse temperaturen reactorcompartiment (Brown)
 7 : L 350 - niveau fenoltank (T9)
 8 : T 358 - temperatuur bovenste reactorcompartiment
 9 : P 365 - druk spuigas gasscheiding
 10 : T 359 - temperatuur onderste reactorcompartiment

A. Beoordeling van elke meter afzonderlijk naar zijn belangrijkheid bij de sturing van het proces in de bedrijfstoestand tussen opstart en regeneratie-quasi-stationaire bedrijfstoestand - dus bij de sturing op het percentage fenol in de ruwe anon:

- a) zeer belangrijk : 1, 3, 5, 6, 8, 10
 b) tamelijk belangrijk :
 c) niet zo belangrijk : 2, 4, 7, 9

B. Commentaar tijdens het beoordelen (bandopname):

O: No. 4, percentage waterstof; vind ik niet zo belangrijk. Ik kan nl. wel ongeveer uitrekenen hoeveel waterstof ik nodig heb per aantal liters fenol. Zit ik bv. op 2200 l. voeding, dan moet ik toch zeker zo'n 1500 m³ waterstof in het systeem brengen en dan kijk ik op de hoeveelheidsmeter.

C. Paarsgewijze vergelijking van de meters op hun belangrijkheid:

O: Keuze tussen 1 en 5; ik kies 5! Of ik een goed product heb, kan ik achterhalen door zelf een monster te gaan maken; daar komt nog bij dat ik aan de destillatie ook nog aan de weet kan komen of het goed product is of zeer slecht (D-analyser).

O: Keuze tussen 2 en 9; ik kies 2, omdat ik aan de druk van het gas naar de gasscheiding in de regel niets kan doen en aan het niveau van de fenolverdamper dus wel.

I: Ik bedoel de aanwijzingen van 2 en 9.

O: Ja, als aanwijzende meters (9) is een hulpmiddel; in de regel is dat de zuigdruk van de compressor in de gasscheiding. Wil ik daar iets aan veranderen, dan zal ik moeten opbellen naar de gasscheiding: "zeg, ik kan mijn druk niet kwijt".

I: Maar dat U kunt opbellen, is een gevolg van het feit dat U deze meter heeft. Of kunt U het ergens anders ook aan zien?

O: Ja, gaat hij meer aanwijzen, dan sluit de toevoerklep voor in het systeem; de systeemdruk gaat dan oplopen hè, maar dan zit ik in een regeling.

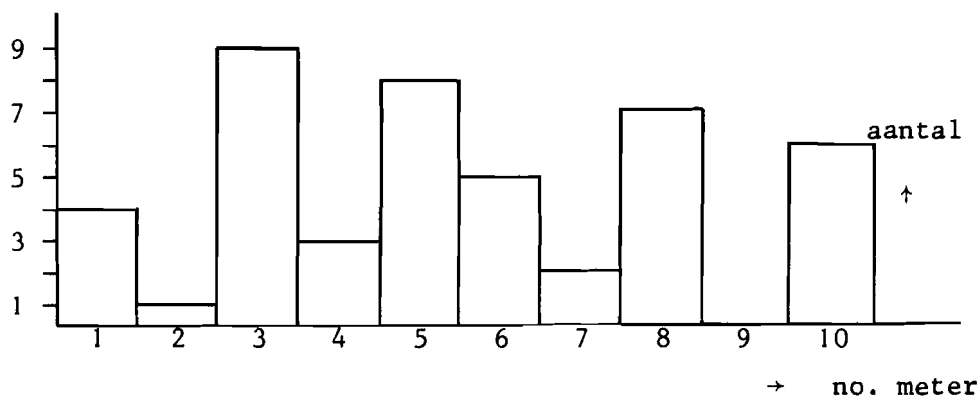
I: En het niveau van de fenolverdamper?

O: Bij II en III zijn ze niet aanwezig. Bij I, tja belangrijk nu ik erover praat zou ik hem (9) toch wel belangrijker vinden, omdat wij nu zonder niveau in de verdamper draaien (stoom maximaal bij). Als ik erover ga nadenken, kies ik 9; maar als ogenblikkelijke ingeving kies ik 2.

I: Waarom?

O: Je denkt er niet bij na hè, maar je eerste ingeving is: beveiliging aangesproken en de directe 'actie' volgend op het volraken van de verdamper en dat heeft 9 niet; vandaar!

O: Keuze tussen 8 en 10; ik kies 8 om de reactie bovenin de reactor te houden en zodoende de mogelijkheid uit te sluiten dat er fenol doorslipt, althans om het zo laag mogelijk in het eindproduct te houden.



Aantal uitspraken: $\frac{10 \times 9}{2} = 45$ (4+1+9+3+8+5+2+7+0+6).

I: Welke meters zoudt U kunnen missen?

O: Meter 7. Ik kan het niveau peilen en de toevoer met een handafsluiter regelen. Meter 4 kan ik missen en de meter 2; deze wordt niet als vloeistofverdamer bedreven, maar als omloopverdamer (dus minimaal niveau en maximale stoom).

I: Waarom vindt U de hoeveelheid waterstof (3) zo belangrijk?

O: Nou, met 'de hoeveelheid' kan je goed product maken (plus natuurlijk temperatuur en systeemdruk). De hoeveelheid kan ik niet missen; het percentage eventueel nog wel, als ik maar weet hoeveel (3) is.