

## Onderzoek mens-machine systemen

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

Kragt, H. (1973). *Onderzoek mens-machine systemen*. (Technische Universiteit Eindhoven. Fac. der Bedrijfskunde. : rapport). Technische Hogeschool Eindhoven.

***Document status and date:***

Gepubliceerd: 01/01/1973

***Document Version:***

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

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

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

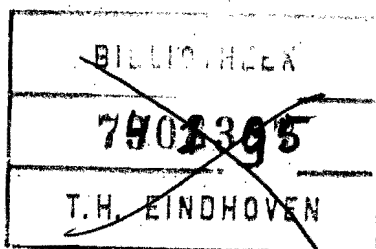
***Take down policy***

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

ONDERZOEK MENS-MACHINE SYSTEMEN



Juli 1973.

Eindrapporteur: ir. H. Kragt  
Vakgroep Organisationspsychologie  
Afdeling der Bedrijfskunde  
Technische Hogeschool Eindhoven.

VOORWOORD

1. INLEIDING

1

1.1. Bedrijfskundig onderzoek

1.2. Maatschappelijke en technologische ontwikkelingen

1.3. Karakteristiek van een geautomatiseerd mens-machine systeem

2. ONDERZOEKSPROGRAMMA

4

2.1. Doelstelling

2.2. Methoden van onderzoek

2.3. Probleemstellingen

3. BELEIDSPLAN (juli 1973/juli 1974)

10

3.1. Personele bezetting

3.2. Te ondernemen activiteiten (planning en fasering)

LITERATUUR

BIJLAGE

## VOORWOORD

Deze nota handelt over het onderzoek naar mens-machine systemen.

In dit kader wordt het "mens-machine systeem" gedefinieerd als een in een sociaal-economische context geplaatste organisatie van mensen (operators), machines (processen) en hun interacties gericht op het realiseren van een vooraf gesteld doel.

Het is het mens-machine systeem in een meer of minder geautomatiseerde situatie, dat sinds februari 1973 het gemeenschappelijk object van studie is geworden van een aantal leden van de vakgroepen organisatiepsychologie (Kragt, Landeweerd en Paternotte) en Sociotechniek (Houben, Verkoeijen en Vlcek) van de afdeling der Bedrijfskunde aan de Technische Hogeschool Eindhoven. Juist op dat terrein wordt een groot aantal bedrijfskundig relevante probleemgebieden aanwezig geacht. Voor het realiseren van genoemd onderzoek is samenwerking met instanties buiten de afdeling der Bedrijfskunde noodzakelijk.

## 1. INLEIDING.

### 1.1. Bedrijfskundig onderzoek.

In het beleidsplan 1972 van de afdeling der Bedrijfskunde aan de Technische Hogeschool Eindhoven wordt over de opleiding tot bedrijfskundig ingenieur het volgende gezegd:

- "De bedrijfskundige ingenieursopleiding heeft tot doel wiskundig en natuurwetenschappelijk geschoolde academici op te leiden, die het bedrijf kunnen zien als een systeem van technisch-economische en socio-psychologische factoren en in staat zijn maatschappelijke functies te vervullen, waarbij de analyse, het ontwerp (constructie) en de besturing van zulke systemen de meest essentiële elementen zijn".

(hdst. 2, pag. 9).

Ten aanzien van het onderzoek vermeldt het beleidsplan verder:

- "Het verrichten van wetenschappelijk onderzoek behoort tot de taken van de afdeling der Bedrijfskunde en wel om de volgende reden(en): Wetenschappelijk onderzoek vormt de enige bron waaruit het onderwijs regelmatig kan worden verversd. Met name als het om Bedrijfskunde gaat—een gebied waar de betrokken disciplines een snelle ontwikkeling doormaken—is zo een verversing van groot belang. Wil men een up-to-date onderwijspakket bereiken dat aan duidelijk geformuleerde specificaties voldoet, dan kan niet worden volstaan met het wachten op onderzoekresultaten van anderen".

(par. 4.1., pag. 29.)

De onderzoekscommissie van de afdeling heeft het object van bedrijfskundig onderzoek omschreven als "het besturen van organisaties of delen daarvan". Zij heeft haar voorkeur uitgesproken voor onderzoek met een integratief karakter.

De maatschappelijke verantwoordelijkheid van de afdeling impliceert voorts een dienstbaarheid aan de maatschappij. Deze kan tot uiting komen in het samen met functionarissen uit andere maatschappelijke sectoren formuleren van beleidsrelevante onderzoeksprojecten en in het toegankelijk maken van publicaties voor een wijdere kring.

## 1.2. Maatschappelijke en technologische ontwikkelingen.

In dit kader wijzen wij op het verschijnsel van de toenemende automatisering in veel industrieën, met name in de procesindustrie. Daarbij dient ook te worden vermeld, dat steeds meer industrieën het karakter krijgen van een procesindustrie.\* De redenen om tot het automatiseren van produktieprocessen over te gaan, worden genoemd in het rapport "Automatisering" van de SER (1968). Wij noemen hier: opheffing van tekort aan arbeidskrachten; loon- en kostenfactor; betere beheersing van produktieproces; vergroting van de produktie. De vraag of de toenemende automatisering ook een goede ontwikkeling is en zo ja, in welke vorm en mate, is van groot belang. Veelal ontbreekt gefundeerd inzicht in wat de belangrijke factoren zijn, zodat de beslissingen bij (her)ontwerp van technische systemen vaak niet de meest juiste zijn. Bedrijfskundige ingenieurs dienen zich te bezinnen op de uitspraak van McIlvaine Parsons (1972):.....

"Greater automation does not necessarily increase system effectiveness. Although this may seem obvious (to the reader), it has not seemed so to some system designers".

Welke ontwikkelingen de automatisering ook te zien zal geven, wel altijd zullen mensen in die systemen een belangrijke plaats innemen. Steeds blijven supervisors, operators of onderhoudsfunctionarissen nodig om die omstandigheden het hoofd te bieden, die door de automaat niet adequaat kunnen worden behandeld. (Zie ook de discussie in Kragt en Landeweerd, 1973.) Als gevolg van schaalvergroting en kostbare investeringen is de rol van de mens zelfs van cruciaal belang geworden. Door hem gemaakte fouten, hebben vaak kostbare en ernstige consequenties, Als de automaat uitvalt, is het aan hem om de veiligheid te verzekeren en de schade te beperken. Daarom is het van belang te weten, hoe fouten voorkomen zouden kunnen worden.

---

\* In dit kader hanteren wij de definitie van Van der Grinten (1970): "procesindustrieën zetten in massa materialen om in andere -waardevoller- materialen of in energie. De nadruk ligt daarbij dus meer op de stof- en toestandseigenschappen dan op de vormeigenschappen van produkten als chemische stoffen, oliederivaten, voedingsmiddelen, stoom, elektriciteit, papier of cement" (pag. 7).

Een analyse van het menselijk functioneren in deze mens-machine systemen is derhalve noodzakelijk. De resultaten van een dergelijke analyse zullen o.a. consequenties hebben voor:

- het structureren van taken in zulke systemen.
- het verdelen van taken over mensen en machines en tussen mensen onderling.
- het herontwerpen van het technische systeem.
- de informatiepresentatie.
- selectie en opleiding.

### 1.3. Karakteristiek van een geautomatiseerd mens-machine systeem.

In alle taken die door mensen worden verricht, spelen receptor-, centrale en effectorprocessen een rol (zie bv. Sanders, 1967).

In de geautomatiseerde mens-machine systemen echter, ziet men een vermindering van taken die de mens motorisch belasten.

Ook taken die een fijne oog-hand coördinatie vereisen en waarin handvaardigheden een belangrijke rol spelen, komen daarin steeds minder voor. Men ziet daarentegen een toename van taken, waarbij een beroep wordt gedaan op vaardigheden, die wel worden omschreven als "mental skills". (Zie bv. Crossman, 1960; Welford, 1968 en Bainbridge, 1969.) Zo schrijft Bainbridge (1969): "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".

Het typerende van taken die mentale vaardigheden vereisen is, dat daarbij centrale processen (o.a. het verwerken van informatie, het nemen van beslissingen) van eminent belang zijn. De uiterlijk waarneembare handelingen vormen slechts het resultaat van dat centrale proces. Als voorbeeld van een dergelijke taak noemen wij die van een operator in de meet- en regelkamer van een chemisch bedrijf. Vanuit deze ruimte beheerst hij met behulp van meet- en regelapparatuur, aangebracht op een paneel, de continue productiegang. Door ons is reeds onderzoek verricht dat als focus deze operatortak had (Kragt, 1971). In figuur 1 is schematisch de situatie weergegeven, waarin de operator zich bevindt. (Behalve via de apparatuur op het paneel kan hij ook vaak direct, dus buiten de meetkamer, informatie uit het proces verkrijgen en daarbij ingrijpen.)

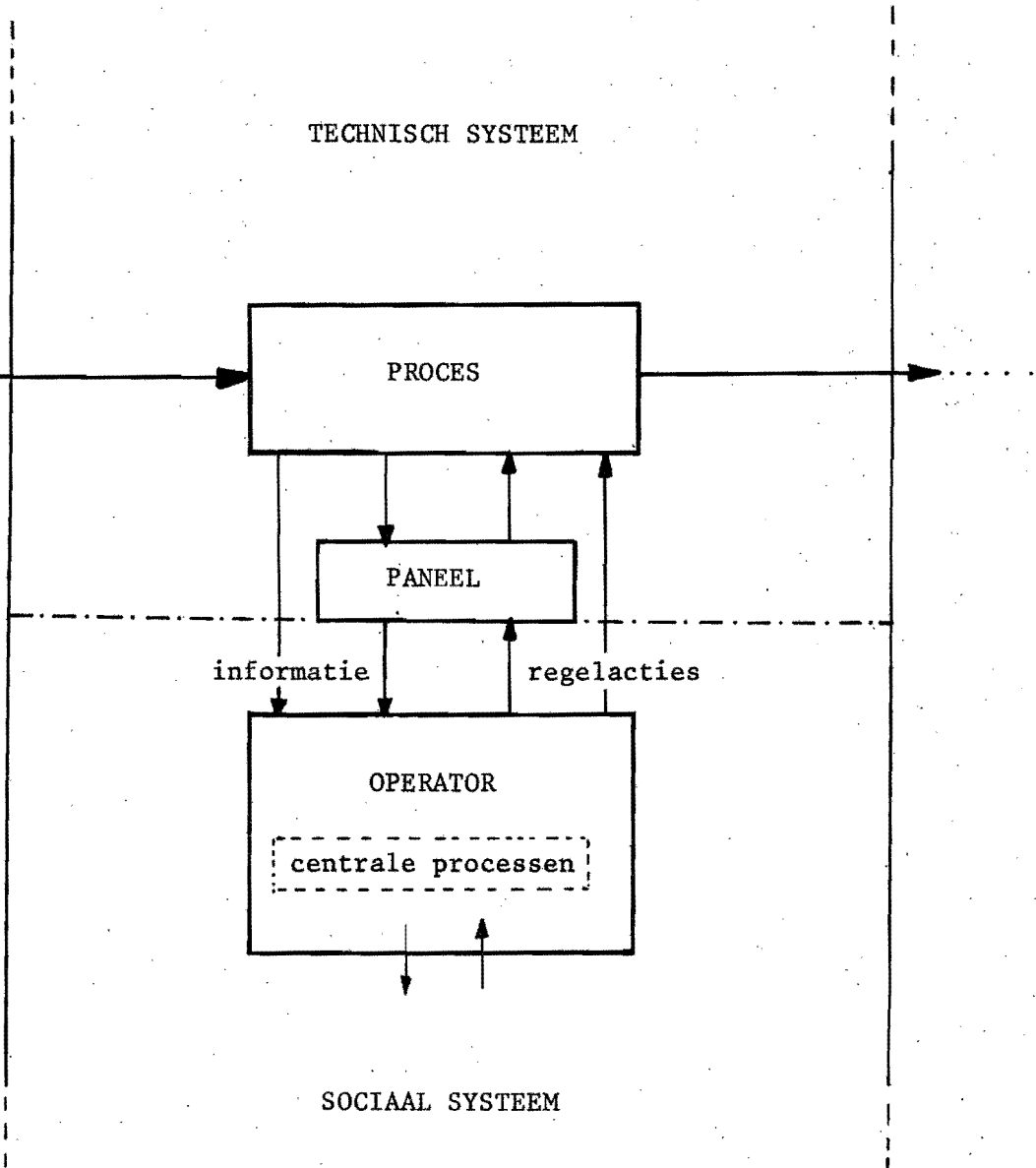


Fig. 1. De operator-processituatie.

De operator-processituatie geeft aanleiding tot het formuleren van probleemstellingen, die in paragraaf 2.3. aan de orde worden gesteld.

## 2. HET ONDERZOEKSPROGRAMMA.

### 2.1. Doelstelling.

Automatisering kan op velerlei wijzen plaatsvinden. Criteria om voor een bepaald alternatief te kiezen liggen mede aan de menskant. Dat wil zeggen, dat de vraag beantwoord zal moeten worden hoe mensen het prettigst, het effectiefst etc. werken bij welke



aard of graad van automatisering.

Zo kan men zich voorstellen, dat de graad van automatisering er een is waarbij de mens te weinig gelegenheid heeft om zijn kennis over de toestand van het proces te "updaten" (bv. omdat hij te weinig gelegenheid heeft tot eigen ingrijpen). Dit kan de taakuitvoering met name bij storingen nadeling beïnvloeden.

Een goed functionerend mens-machine systeem vergt, dat reeds in het ontwerp mens en machine op elkaar worden afgestemd. Daarvoor is inzicht in factoren zowel aan de mens-kant als aan de machine-kant noodzakelijk. Het onderzoek van de werkgroep i.o. heeft nu tot doel het optimaliseren van dat mens-machine systeem, gemeten naar sociale criteria (het welzijn van de taakuitvoerder) en technisch-economische criteria (de effectiviteit van de taakuitvoering).

## 2.2. Methoden van onderzoek.

Voor een vruchtbare aanpak van de in par. 2.3. geformuleerde probleemstellingen is een intensief contact tussen "theorie" en "praktijk" noodzakelijk. De voor- en nadelen van laboratoriumonderzoek en veldonderzoek zijn genoegzaam bekend. In het door ons beoogde mens-machine systeem is het uit economische en veiligheidsoverwegingen onmogelijk slechts onderzoek te verrichten in praktijksituaties. Derhalve zal ook laboratorium-onderzoek moeten plaatsvinden. Daartoe zal een computersimulatie van een proces worden opgezet. Dit op zich vereist samenwerking met andere afdelingen aan de Technische Hogeschool Eindhoven. In het beleidsplan juli 1973/juli 1974 wordt hierop nader ingegaan. Bij het inrichten van het laboratorium gaat het ons niet om een maximum aan "fidelity" (het tot in de details nabootsen van de werkelijke situatie), maar om het representeren van de essentiële, typerende kenmerken van de veldsituatie. Zo blijft de mogelijkheid open voor ingrepen aan de proces- en paneelkant en kunnen de onderzoeksresultaten algemener geldigheid verkrijgen.

Met behulp van proefpersonen (o.a. operators uit het "veld") zullen de verschillende probleemstellingen onderzocht kunnen worden.

Contacten met functionarissen in de praktijk zijn steeds nodig om het gevaar van "ivoren-toren" onderzoek te vermijden, zonder dat dit overigens mag leiden tot het onderzoeken van ad-hoc praktijkproblemen. Naast het laboratorium-onderzoek maakt veldonderzoek een belangrijk deel uit van het research-project. De daarbij te hanteren meetmethoden

zijn: observatie, interview en vragenlijst.

Het veldonderzoek kan o.a. het laboratorium-onderzoek stimuleren en van vraagstellingen voorzien. Aan de andere kant dienen resultaten van laboratorium-onderzoek in praktijksituaties te worden geverifieerd.

### 2.3. Probleemstellingen.

Bij het onderzoek naar het menselijk functioneren in meer of minder geautomatiseerde technische systemen kan gebruik worden gemaakt van twee benaderingen, die wij respectievelijk "ergonomisch" en "socio-technisch" zouden willen noemen. Zowel bij de eerste als bij een deel van de tweede benadering (zie de technische onderzoeksthema's op pag. 9) is de aanwezigheid van een gesimuleerd technisch proces noodzakelijk.

De activiteiten die in het kader van de processimulatie zullen moeten worden ontplooid, zijn in hoofdstuk 3 onder het hoofd "Modelbouw, Soft- en Hardware ontwikkeling" nader uitgewerkt.

2.3.1. Bij een "ergonomische" benadering onderscheiden wij de volgende aspecten:

1. Onderzoek naar mentale modelvorming en leerprocessen.
2. Onderzoek naar taakuitvoering (regelprestatie).
3. Onderzoek naar taakbeleving.
4. Onderzoek naar invloeden van taakstress op het menselijk functioneren.

#### ad.1. Mentale modelvorming en leerprocessen.

Niet alle operators verrichten hun taak op dezelfde wijze. In eenzelfde situatie blijken zij verschillende handelingen te verrichten (zie Kragt, 1971). Men kan veronderstellen, dat zij een idee, een mentaal beeld, een "model" hebben van het onzichtbare proces dat zij bewaken en besturen, en dat dit model mede richting geeft aan hun handelen.

Zo schrijft Bainbridge (1969) bv. ...."one can suggest that the human controller has available some sort of simulation language for thinking about the process". Zij noemt dit: "the controller's internal model of the proces".

Vragen die in dit verband opkomen en nader onderzoek behoeven zijn o.a.:

- Kan het bestaan van zulke modellen worden aangetoond?
- Welke methodes zijn geschikt om mentale modellen te expliciteren en te onderzoeken?
- Hoe komt dat model tot stand (beïnvloedingsprocessen)?
- Verandert dit model in de loop van de tijd door de ervaring van de operator met het systeem? Zo ja, van welke aard zijn die veranderingen?
- Waarom is dit model niet voor alle operators gelijk?
- Hanteert de operator meerdere modellen bij het uitvoeren van zijn taak? Zo ja, van welk soort zijn die modellen?

#### ad.2. Taakuitvoering.

Het soort vaardigheden dat van mensen wordt gevraagd bij het beheersen van processen zoals besproken in par. 1.3., wordt wel "control skill" ("regelvaardigheid") genoemd. (Zie Crossman and Cooke, 1962; Landeweerd, 1968.)

De wijze waarop operators hun taak uitvoeren (hun regelprestatie) hangt af van factoren gelegen zowel aan de proces/machine-kant als aan de mens-kant. Wij noemen hier:

- a. factoren aan de proces/machine-kant: de wijze van informatie-presentatie; complexiteit; graad van automatisering; type storingen; etc.
- b. factoren aan de mens-kant: leeftijd; ervaring met het technische systeem; intelligentie; technisch inzicht; extravert versus introvert; etc.

De werkelijk invloed van al deze factoren behoort nader onderzocht te worden, juist in verband met hun belang voor taakontwerp en voor de wijze waarop operators moeten worden geselecteerd en opgeleid.

#### ad.3. Taakbeleving.

In dit kader wordt verwezen naar het onderzoeksprogramma van de vakgroep Organisatiepsychologie (Augustus, 1972). Wij citeren hier de op pag. 5 geformuleerde vragen:

- Hoe ervaart een operator zijn functie, m.n. het monotonie-aspect?
- Hoe ervaart hij de grote verantwoordelijkheid die hij heeft en welke reactie heeft dat tot gevolg? Mogelijk liggen hier verschillen tussen ouderen en jongeren, waarbij de hoeveelheid ervaring opgedaan met het technische systeem de kern-variabele kan zijn.
- Hoe ervaart hij zijn "mentale-bezig-zijn", waarbij nauwelijks sprake is van enige handvaardigheid?

- Worden operators gekarakteriseerd door bepaalde behoeftepatronen? Vertoont de situatie kenmerkende hinderpalen voor het bevredigen van die behoeften? Welke hinderpalen zijn dat?
- Hoe ervaart een werker de voortschrijdende automatisering in zijn taaksituatie? Met name is hier aan de orde het probleem van de "resistance-to-change".

ad.4. Invloeden van taak-stress op het menselijk functioneren.

Het nemen van beslissingen onder stress is een essentieel maar weinig voorkomend onderdeel van een operatortaaK. Onderzocht zal moeten worden:

- welke relatie er bestaat tussen het technische begrip "storing" en het psychologische begrip "stress".
- hoe de taakuitvoering (zie ook ad.2.) en de taakbeleving (zie ook ad.3.) veranderen als functie van de stress, bv. aangebracht in de vorm van storingen.

2.3.2. Bij een "socio-technische" benadering wordt gebruik gemaakt van de systeemtheorie als integratiekader en denkdiscipline. Gedeeltelijk zal hierbij de sociale systeemtheorie, zoals nader uitgewerkt in De Sitter 1972 en Houben 1973, worden gehanteerd. Deze theorie gaat uit van systemen, die opgebouwd zijn uit elementen waartussen relaties bestaan (Hall en Fagen, 1969). "Normen" ontstaan binnen het sociaal systeem en vormen de criteria op basis waarvan relaties tussen elementen in dat systeem worden gekozen. Manifesteren zich bij deze keuze twee aan elkaar strijdige normen, dan spreekt men van interferentie (konflikt). Gezien het feit, dat normen bepalend zijn voor de systeemvorming, ontstaan in een dergelijk proces twee subsystemen die met elkaar interfereren. Het gedrag van een systeem waarbij een bepaalde input wordt omgezet in een output, wordt een transformatie genoemd. Deze is steeds het gevolg van één of meer aan elkaar gerelateerde processen, de zogenaamde "operaties". Naarmate men nu meer keuzemogelijkheden heeft met betrekking tot dergelijke operaties, is het gemak waarmee interferentie gereduceerd kan worden groter. De feitelijke en mogelijke interferentie-reductieprocessen en de daaraan gekoppelde normeringsprocessen dienen nader te worden onderzocht. Een dieper inzicht hierin kan ons helpen bij het mee opstellen van een beleid, als gevolg waarvan gewenste effecten op mens (m.b.t. economisch-technische efficiency; formele en informele structurering van relaties) op korte en langere termijn verkregen kunnen worden.

Bij een "socio-technische" benadering onderscheiden wij de volgende thema's:

- het ontwerpen van een typologie van produktieprocessen gebaseerd op een analyse van het technische systeem.
- het ontwikkelen van een schaal voor het meten van de automatiseringsgraad.
- op basis van expliciet te maken criteria suggesties doen over de keuze van aard en graad van automatisering bij technische produktieprocessen.
- het analyseren van het effect van de verschillende typen produktieprocessen op mens en sociaal systeem.
- het ontwikkelen van een meetinstrument om de zwaarte van de taken te bepalen.
- onderzoek naar het structureren en alloceren van de taken, ten behoeve van het realiseren van een optimale (gemeten o.a. naar sociale criteria) beheersing van het technische systeem.
- het analyseren van de storingskarakteristieken van technische processen.
- onderzoek naar de effecten van storingen op mens en sociaal systeem op korte en langere termijn.
- studie van de gedragspatronen die ontstaan bij mens en sociaal systeem, als gevolg van de aanwezigheid van stress.
- in stress-situaties zijn aan het rationeel oplossen van de storing(en) grenzen gesteld. Gevolgen daarvan op mens en sociaal systeem dienen onderzocht te worden.
- het analyseren van de oorzaken van "underload", en de effecten daarvan op mens en sociaal systeem.

Tot slot zij hier opgemerkt, dat ten aanzien van het publiceren van onderzoeksresultaten het standpunt van de onderzoekscommissie van de afdeling der Bedrijfskunde wordt aanvaard. Dit houdt in, dat in principe alle resultaten van bedrijfskundig onderzoek gepubliceerd dienen te worden.

Geheimhouding wordt evenwel verzekerd ten aanzien van:

- Alle gegevens die op personen terug te voeren zijn. Anonimiteit wordt dus gewaarborgd, tenzij met uitdrukkelijke toestemming.
- De als vertrouwelijk beschouwde bedrijfsgegevens van technologische of financiële aard.

3. Gegevens voor het beleidsplan juli 1973/juli 1974.

Het in par. 2.3. geformuleerde onderzoeksprogramma is zo veel omvattend, dat, mede afhankelijk van de beschikbare mankracht, per jaar de deelprojecten geformuleerd en ingepland dienen te worden. In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de personele bezetting (par. 3.1.) en de planning en fase-ring van de te ondernemen (deel)activiteiten (par. 3.2.) voor de periode juli 1973/ juli 1974 nader uitgewerkt.

3.1. Personele bezetting.

NAAM	STATUS	VAKGROEP	TIJDSBESTEDING (Begroot)
Deneer, L.	<u>afstudeerder</u> R.U.U.	Soc.Ps.	"Full-time"
Haffmans, E.L.M.	<u>afstudeerder</u> E; THE	M & R	"Full-time"
Houben, G.J.	medewerker Bdk;THE	ST.	2 dagen/week
Jeukendrup, H.J.M.	functionaris D.S.M.	-	.....
Kortlandt, D.	functionaris D.S.M.	-	.....
Kragt, H.	medewerker Bdk; THE	Ops.	3½ dag/week
Landeweerd, J.A.	medewerker Bdk; THE	Ops.	2½ dag/week
Paternotte, P.H.	" + <u>afstudeerder</u> - Bdk	Ops.	"Full-time"
Piceni, H.A.L.	medewerker E; THE	M & R	.....
Van der Vorst, J.J.A.D.	medewerker Bdk; THE	ST.	2½ dag/week
Verkoeijen, G.H.	medewerker Bdk; THE	ST.	2 dagen/week
Vlcèk, J.*	medewerker Bdk; THE	ST.	2 dagen/week
Waldus, B.H.	<u>stagiaire</u> Bdk; THE	Ops.	"Full-time"
.....**	medewerker Bdk; THE	Ops.	3 dagen/week

Schema 1: Direct Betrokkenen bij het Mens-Machine Project.

\*Vlcèk zal in de hoedanigheid van 3<sup>e</sup>-rekenkernlid participeren in het project.

\*\*In verband met het feit, dat Van Agt voorzitter van de Hogeschoolraad is geworden, zal een nieuw aan te trekken medewerker voor de vakgroep Organisationspsychologie een aantal taken van hem overnemen. Deze medewerker zal 3 dagen per week aan het project gaan besteden.

Verklaring van de in schema 1 gebruikte afkortingen:

- a. Afdeling/Instituut: R.U.U.= Rijks Universiteit Utrecht.  
T.H.E.= Technische Hogeschool Eindhoven.  
E = Elektrotechniek.  
Bdk = Bedrijfskunde
- b. Vakgroep: Soc.Ps.= Sociale Psychologie.  
M & R = Meten en Regelen.  
ST.= Sociotechniek.  
Ops. = Organisatiepsychologie.
- c. "3<sup>e</sup>-Rekenkern: Het rekenwerk binnen de afdeling der Bedrijfskunde wordt verzorgd door drie rekenkernen, ieder met een specifiek arbeidsterrein. Voor de derde rekenkern is dat de (assembler-)programmering van procescomputers.

Indien de betrokkenen bij het mens-machine project zich, mede op basis van een onderzoeksprogramma, in de toekomst ooit zouden uitspreken voor het formeren van een werkgroep in de zin van de Wet Universitaire Bestuurshervorming (W.U.B.), dan zal die werkgroep moeten worden gesticht door de betreffende vakgroepsbesturen (i.c. de vakgroepsvoorzitters). Deze treden reeds nu al op als "boundary control" van het project. Bij name zijn dit:

- Prof.ir. C. de Beer: Sociotechniek, Afdeling der Bedrijfskunde.  
Prof.dr. M.J.M. Daniëls: Organisatiepsychologie, Afdeling der Bedrijfskunde.  
Prof.ir. F.J. Kylstra: Meten en Regelen, Afdeling der Elektrotechniek  
Prof.ir. O. Rademaker: Meten en Regelen, Afdeling der Technische Natuurkunde.

### 3.2. Te ondernemen activiteiten (planning en fasering).

Zoals reeds opgemerkt in hoofdstuk 2, wordt voor het uitvoeren van een groot deel van het onderzoeksprogramma de aanwezigheid van een gesimu-

leerd technisch productieproces noodzakelijk geacht.

Zowel uit veiligheids- als uit economische overwegingen is immers variatie in mens-, taak- en procesvariabelen in de veldsituatie minder toelaatbaar dan in de laboratoriumsituatie. In de "Motivering behorend bij de bestellingen GA 1359/GA 1360 betreffende de aankoop van apparatuur ten behoeve van processimulatie" (Kragt en Verkoeijen, 1973) worden de redenen weergegeven (pag. 2) waarom in eerste instantie voor het te simuleren proces een destillatiekolom is gekozen. Voor de goede orde memoreren wij deze hier:

- Het bestaan van een statisch besturingsmodel, ontwikkeld onder leiding van prof.dr.ir. P.M.E.M. van der Grinten, waarvan aan de werkgroep i.o. een groot aantal gegevens ter beschikking zijn gesteld.
- Als gevolg van eerder verricht veldonderzoek (Kragt, 1971) bestaat een goed contact tussen staffunctionarissen van D.S.M. en de leden van de werkgroep i.o., hetgeen een garantie biedt voor het afstemmen van veld- en laboratoriumonderzoek.
- "Destilleren" is een veel voorkomend industrieel proces, aan de automatisering waarvan in de procesindustrie gewerkt wordt.

Bij het verbeteren en implementeren van het destillatiemodel ("Modelbouw, Soft- en Hardware ontwikkeling") wordt samengewerkt met de hoogleraren Kylstra en Rademaker, en waar nodig met staffunctionarissen van D.S.M..

Binnen de afdeling der Bedrijfskunde zelf worden activiteiten ontplooid ter concretisering van het in hoofdstuk 2 genoemd onderzoek. Het behoeft geen betoog, dat tussen alle betrokkenen regelmatig overleg zal moeten plaatsvinden, bv. in de vorm van colloquia, memo's en vergaderingen.

In schema 2 zijn de te ondernemen activiteiten voor de gehele periode juli 1973/juli 1974 aangegeven met een doorgetrokken streep, onder vermelding van de namen van de daarbij betrokken personen. Een aantal deelactiviteiten daarvan zijn al nader te omschrijven:

- De stage die Van der Vorst gaat uitvoeren bij de vakgroep "Meten en Regelen" van Prof.ir. F.J. Kylstra, teneinde zich te bekwamen in de programmering voor en de bediening van de PDP 11/20.
- Het afstudeeronderzoek van Haffmans onder verantwoordelijkheid van Prof.ir. F.J. Kylstra (Prof.ir. O. Rademaker) zijnde: het uitbreiden van het destillatiemodel naar de dynamica en het implementeren ervan op de PDP 11/20.



- Het afstudeeronderzoek van Paternotte onder verantwoordelijkheid van Prof.dr. M.J.M. Daniëls zal gericht zijn op het definiëren en operationaliseren van het begrip "performance". Daarbij zal systematisch nagegaan worden welke factoren in de operator-proces-situatie deze performance determineren en wat de relatieve grootte van hun invloed is.
  
- Waldus zal zijn I<sub>1</sub>-stage in het veld verrichten. Met behulp van de methode van de paarsgewijze vergelijking ("paired comparison") zal hij de belangrijkheid van de diverse displays op het paneel van de hoofdestillatie-2A (simulatiemodel) onderzoeken, zodat een indruk verkregen kan worden hoe de operators de diverse displays percipiëren. Dit is belangrijk in verband met sommige van de te ondernemen laboratorium-experimenten.
  
- Deneer zal onder verantwoordelijkheid van Dr. J.T. Allegro (Rijks-universiteit te Utrecht; Instituut voor sociale psychologie) de processen die de mentale modelvorming beïnvloeden, systematisch analyseren. Ook zal Deneer, o.a. door middel van participerende observatie, de patronen van informatie-uitwisseling tussen operators op een ploeg en tussen de elkaar aflossende ploegen bestuderen. Deze interacties zijn immers essentiële onderdelen van de operatortaak. Geplaatst in de Hydranonfabriek van D.S.M. zal Deneer gebruik kunnen maken van het interview-materiaal dat door Kragt in 1971 in uitgewerkte vorm is vastgelegd.
  
- In het voorjaar 1974 zal wederom het keuzecollege "Ergonomie" (1.520.0; Kragt/Landeweerd) worden gegeven. De resultaten van het lopend onderzoek zullen mede dienen ter ondersteuning van dit college, waarin de problematiek rond het menselijk functioneren in meer of minder geautomatiseerde technische systemen centraal staat. In voorbereiding is een nieuw keuzecollege "Systeemtheoretische analyse van mens-machine systemen" (.....; Houben/Verkoeijen).  
Voor verdere informatie over deze keuzecolleges wordt verwezen naar de betreffende vakgroepsecretariaten.

DEELPROJECTEN	PERIODE JULI 1973 T/M JULI 1974. 7 <sup>e</sup> 8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup> 10 <sup>e</sup> 11 <sup>e</sup> 12 <sup>e</sup> 1 <sup>e</sup> 2 <sup>e</sup> 3 <sup>e</sup> 4 <sup>e</sup> 5 <sup>e</sup> 6 <sup>e</sup> 7 <sup>e</sup>
<p>1. <u>Modelbouw, soft- en hardware ontwikkeling.</u>            Piceni, Van der Vorst,            Verkoeijen, Vlcek,.....            Van der Vorst (stage "PDP 11/20")  <u>Haffmans</u> (coaches: Piceni,            Verkoeijen, Vlcek,.....)</p>	
<p>2. <u>Theorievorming; laboratoriumonderzoek; veldonderzoek.</u></p> <p>"ergonomisch"            Kragt, Landeweerd, Paternotte, ...            .....  <u>Paternotte</u> (coaches: Kragt,            Landeweerd,.....)  <u>Waldus</u> (coaches: Kragt, Landeweerd,.....)</p> <p>"socio-technisch"            Houben, Verkoeijen,.....  <u>Deneer</u> (coaches: Houben, Kragt,            .....)</p>	
DEELPROJECTEN	7 <sup>e</sup> 8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup> 10 <sup>e</sup> 11 <sup>e</sup> 12 <sup>e</sup> 1 <sup>e</sup> 2 <sup>e</sup> 3 <sup>e</sup> 4 <sup>e</sup> 5 <sup>e</sup> 6 <sup>e</sup> 7 <sup>e</sup> PERIODE JULI 1973 T/M JULI 1974.

Schema 2: Planning van (deel-)activiteiten.

## LITERATUUR

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.

Crossman, E.R.F.W., Automation and Skill, Her Majesty's Stationary Office, London, 1960.

Crossman, E.R.F.W. en J.E. Cooke, Manual control of slow-response systems, International Congress on Human Factors in Electronics, Calif., La Fayette, 1962.

Grinten, P.M.E.M. van der, Regeltechniek en automatisering in de procesindustrie, Het Spectrum, Utrecht 1970.

Hall, A.D. en R.E. Fagen, Definition of System, In Litterer: Organizations; systems, control and adaptation, second edition volume II, Wiley, New York, 1969.

Houben, G.J., Individu in sociale processen, Intern rapport Bedrijfskunde, Technische Hogeschool Eindhoven, 1973.

Kragt, H., De operator in een chemische procesindustrie als element van het man-machine systeem, N.V. Nederlandse Staatsmijnen/D.S.M. Geleen, 1971. Niet gepubliceerd.

Kragt, H. en J.A. Landeweerd, Mentale vaardigheden in de procesindustrie, In Drenth e.a.: Arbeids- en organisatiepsychologie, Kluwer, Deventer, 1973.

Landeweerd, J.A., Regelvaardigheid en Ergonomie, N.V. Nederlandse Staatsmijnen/D.S.M. Geleen, 1968. Niet gepubliceerd.

Parsons, H.M., Man-machine system experiments, The Johns Hopkins Press, London, 1972.

Sanders, A.F., De psychologie van de informatieverwerking, Van Loghum  
Slaterus, Arnhem, 1967.

Sitter, L.U. de, Sociologie van het produktieproces, Intern rapport Bdk.,  
Technische Hogeschool Eindhoven, 1972.

Welford, A.T., Fundamentals of Skill, Methuen, London, 1968.

Zwaan, A.H. van der, De sociotechnische systeembenadering; een kritische  
evaluatie, In Drenth e.a.: Arbeids- en organisatiepsychologie,  
Kluwer, Deventer, 1973.

BIJLAGE.

MOTIVERING BEHOREND BIJ DE BESTELLINGEN

GA 1359/ GA 1360 BETREFFENDE DE AANKOOP

VAN APPARATUUR TEN BEHOEVE VAN PROCESSIMULATIE.

mei 1973.

Afdeling der Bedrijfskunde  
Technische Hogeschool Eindhoven.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING

1. ONDERZOEK	1
1.1. Inleiding	
1.2. Simulatie	
1.3. Samenwerking met andere instanties	
2. APPARATUUR	3
2.1. Direct benodigde apparatuur	
2.2. Op korte termijn benodigde apparatuur	
3. BEMANNING, BEZETTINGSGRAAD EN DUUR VAN HET PROJECT	5

## SAMENVATTING.

Een aantal leden van de vakgroepen Organisatiepsychologie en Socio-techniek van de afdeling der Bedrijfskunde (werkgroep Mens-Machine Systemen i.o.) bestudeert de relaties tussen mensen en machines bij het beheersen van meer of minder geautomatiseerde technische produktieprocessen en de invloed van zulke situaties op deze mensen.

Hierbij wordt samengewerkt met de werkgroep "Ergonomie" van de Technische Hogeschool Twente en in de toekomst met de hoogleraren Kylstra en Rademaker van de Technische Hogeschool Eindhoven.

Voor het onderzoek wordt de simulatie van technische produktieprocessen noodzakelijk geacht. Als eerste object is een bij de N.V. Nederlandse Staatsmijnen/D.S.M. aanwezige destillatiekolom gekozen.

Ten behoeve van deze simulatie is het kunnen beschikken over een minicomputer type PDP 11/10 een noodzakelijke voorwaarde.

Gebruik van dit apparaat maakt de samenwerking met Prof. Kylstra en de werkgroep van de Technische Hogeschool Twente eerst goed mogelijk, daar deze gelijksoortige apparatuur gebruiken. Een directe koppeling van de PDP 11/10 met de Burroughs B6700 in het Rekencentrum van de Technische Hogeschool Eindhoven maakt geavanceerde methoden van simulatie mogelijk.

## 1. ONDERZOEK.

### 1.1. Inleiding.

In het kader van het onderzoek verricht op de afdeling der Bedrijfskunde aan de Technische Hogeschool Eindhoven houdt een aantal leden van de vakgroepen Organisatiepsychologie en Sociotechniek zich bezig met de problematiek rond mens-machine systemen. Deze leden zijn verenigd in de werkgroep "Mens-Machine Systemen i.o." (verder werkgroep i.o. genoemd), die haar doelstellingen en beleidsplan voor de periode juli 1973 t/m juli 1974 op schrift heeft gesteld (zie bijlage).

De aandacht van de werkgroep i.o. richt zich voornamelijk op de relaties tussen mensen en machines (c.q. computers) bij het beheersen van meer of minder geautomatiseerde technische productieprocessen en op de invloed van zulke situaties op deze mensen. Het onderzoek van de werkgroep i.o. heeft tot doel het optimaliseren van dat mens-machine systeem, gemeten naar sociale criteria (het welzijn van de taakuitvoerder) en technisch-economische criteria (de effectiviteit van de taakuitvoering). In het bijzonder zal aandacht worden besteed aan:

- het ontwerpen van methoden en meetapparatuur tot het analyseren van mens-machine systemen.
- het ontwerpen c.q. verbeteren van technische productiesystemen met het doel de beheersbaarheid ervan te vergroten.
- selectie, opleiding en taakontwerp van operators in geautomatiseerde systemen.

### 1.2. Simulatie.

Ter realisering van bovengenoemd onderzoek wordt de aanwezigheid van een gesimuleerd technisch productieproces noodzakelijk geacht. Zowel uit veiligheids- als uit economische overwegingen is immers variatie in mens-, taak- en procesvariabelen in de veldsituatie minder toelaatbaar dan in de laboratorium-situatie.

In eerste instantie is voor het te simuleren proces een destillatiekolom gekozen, waarvan het origineel bij de N.V. Nederlandse Staatsmijnen/D.S.M. aanwezig is. De redenen voor deze keus zijn:



- Het bestaan van een statisch besturingsmodel, ontwikkeld onder leiding van prof.dr.ir. P.M.E.M. van der Grinten, waarvan aan de werkgroep i.o. een groot aantal gegevens ter beschikking zijn gesteld.
- Als gevolg van eerder verricht veldonderzoek bestaat een goed contact tussen staffunctionarissen van D.S.M. en de leden van de werkgroep i.o., hetgeen een garantie biedt voor het afstemmen van veld- en laboratoriumonderzoek.
- "Destillieren" is een veel voorkomend industrieel proces, aan de automatisering waarvan in de procesindustrie gewerkt wordt. Daardoor bestaat voor de werkgroep i.o. de mogelijkheid onderzoek te verrichten naar de invloed van de automatiseringsgraad op de prestatie van het totale mens-machine systeem. De simulatie zelf zal in real-time digitale vorm geschieden.

### 1.3. Samenwerking met andere instanties.

Voor het verrichten van o.a. het ergonomisch deelproject is het bestaan van een "levensechte" laboratoriumsituatie noodzakelijk. Het momenteel voorhanden zijnde eenvoudige model zal derhalve sterk moeten worden verbeterd (uitbreiding naar de dynamica). Ook het uitbreiden van het model tot dat van een gehele productie-unit staat de werkgroep i.o. voor ogen. Een en ander zal met steun van de vakgroep "Meten en Regelen" i.o van de afdeling der Technische Natuurkunde (prof.ir. O. Rademaker) en van de vakgroep Meten en Regelen van de afdeling der Elektrotechniek (prof.ir. F.J. Kylstra), alsmede van staffunctionarissen van D.S.M. gerealiseerd worden. In het beleidsplan juli 1973/ juli 1974 zijn deze activiteiten gepresenteerd als het deelproject "Modelbouw, soft- en hardware ontwikkeling". Ook zijn daar de betrokkenen bij name genoemd.

Met de afdeling der Scheikundige Technologie is contact opgenomen; tot een duidelijk samenwerkingsverband werd geen aanleiding gezien. Waar nodig zullen de desbetreffende personen geraadpleegd worden.

In verband met het werken op en het koppelen van de PDP 11/10 (zie hoofdstuk 2) met de Burroughs B 6700 in het Rekencentrum van de Technische Hogeschool Eindhoven kan worden gerekend op de know-how aanwezig in de vakgroep Meten en Regelen van de afdeling der Elektrotechniek (prof.ir. F.J. Kylstra).

Een deel van het onderzoeksterrein valt onder het hoofdstuk "Ergonomische aspecten van de procesindustrie". In dit kader bestaan er contacten tussen de leden van de werkgroep i.o. en de leden van de werkgroep Ergonomie aan de Technische Hogeschool Twente, die zich voornamelijk bezig houdt met de problematiek rond informatiepresentatie. Deze contacten zullen aanleiding geven tot een verdere samenwerking op het onderhavige terrein.

## 2. APPARATUUR.

### 2.1. Direct benodigde apparatuur.

Voor het realiseren van de in par. 1.2. genoemde simulatie werd door de werkgroep i.o. een minicomputer met perifere apparatuur gekozen. Deze computer, de PDP 11/10, is de vervanger van de PDP 11/20, die door de werkgroep Ergonomie in Twente in het kader van haar onderzoek eveneens voor simulatie wordt gebruikt. Het feit dat deze werkgroep een PDP 11/20 tot haar beschikking heeft, is een van de redenen waarom de werkgroep i.o. een soortgelijke computer gekozen heeft. De werkgroep i.o. wenst namelijk in haar toekomstige samenwerking met Twente qua apparatuur en programmering compatibel te blijven, opdat uitwisseling van programma's en daardoor de verificatie van verricht onderzoek, mogelijk blijven.

Bij de keuze is mede overwogen, dat de PDP ook bij ander onderzoek op de Technische Hogeschool Eindhoven wordt gebruikt. Immers, een uniformiteit in machines leidt tot:

- bundeling van know-how op het gebied van de ontwikkeling van programmatuur.
  - centralisatie van onderhoud.
  - het efficiënter kunnen ontwikkelen en produceren van interfaces.
- Bovendien kan, zoals reeds opgemerkt in par. 1.3., bij de koppeling van de PDP 11/10 met de B 6700 gebruik worden gemaakt van de ervaring, opgedaan door prof. ir. F.J. Kylstra c.s. bij de koppeling van hun PDP 11/20.

Nagegaan is, of het voorgenomen onderzoeksprogramma van de werkgroep i.o. zou kunnen worden gerealiseerd met behulp van de reeds aanwezige apparatuur bij de andere vakgroepen. Dit bleek in verband met de zowel daar als bij de werkgroep i.o. aanwezige voorgenomen deelprojecten niet mogelijk te zijn. Daarbij kan nog worden opgemerkt, dat genoemde afdelingen betrekkelijk ver van elkaar gelegen

zijn en met name de afdeling Elektrotechniek en Natuurkunde geen extra ruimte ter beschikking hebben.

De gekozen computer-configuratie volgt uit het voorstel tot bestelling GA 1359. Hierbij dienen twee kanttekeningen te worden geplaatst:

1. De in het voorstel genoemde display-control zal tijdelijk gebruikt worden voor de sturing van een reeds aanwezige geheugenscilloscoop, die op langere termijn vervangen zal worden door een display.
2. De bestelling zelf voorziet niet in een groot aantal analoge outputs. Deze voor de simulatie onontbeerlijke attributen zullen echter binnen de afdeling der Bedrijfskunde zelf in samenwerking met de Centraal Technische Dienst worden ontwikkeld. Dit, omdat de analoge outputs die in het kader van het onderzoek noodzakelijk zijn voor het sturen van wijzer-instrumenten, goedkoper op andere wijze gerealiseerd kunnen worden. Door namelijk gebruik te maken van het integrerend effect van de traagheid van wijzer-instrumenten kan een analoog signaal verkregen worden door een pulsduur gemoduleerd signaal aan te bieden. De wijzerinstrumenten zelf maken weer deel uit van het voor de simulatie benodigde besturingspaneel (zie voorstel tot bestelling GA 1360).

## 2.2. Op korte termijn benodigde apparatuur.

De koppeling van de PDP 11/10 met de B 6700 wordt door de werkgroep i.o. als zeer belangrijk beschouwd. Immers, dan kan de B 6700 gebruikt worden voor taken die niet door de PDP 11/10 verricht kunnen worden. Gedacht wordt daarbij aan optimaliserings- en statistische berekeningen, waarbij het gebruik van hogere programmeertalen mogelijk is. De resultaten van die berekeningen kunnen dan rechtstreeks aan de PDP 11/10 worden aangeboden. De mini-computer zelf onderhoudt op zijn beurt de real-time verbinding met het besturingspaneel.

In het geval van een koppeling kan bovendien alle randapparatuur (regeldrukker, plotter, etc.) van de B 6700 benut worden. Het spreekt vanzelf, dat de voor de koppeling benodigde modems zullen moeten worden aangeschaft.

Verbetering en uitbreiding van het model hebben consequenties zowel voor de omvangrijkheid van de real-time programma's en dus voor het geheugen, als ook voor de input-output faciliteiten. Bij een toenemend aantal procesvariabelen zal namelijk het aantal analoge en

5

digitale in- en outputs vergroot moeten worden. De extra benodigde geheugenruimte kan enerzijds verkregen worden door uitbreiding van het kerngeheugen, anderzijds door het gebruik van een snel toegankelijk secundair geheugen.

In verband met de eerder genoemde uitwisseling van programma's met Twente is bovendien de aanwezigheid van een DEC-Tape Unit in het Burroughsysteem noodzakelijk.

De in par. 2.1. genoemde display zal gebruikt worden voor de ontwikkeling van alternatieve vormen van informatiepresentatie, naast de conventionele aanwijzende en registrerende meters.

De bovengenoemde uitbreidingen vergen een totaal bedrag dat in dezelfde orde van grote ligt als dat van de aangevraagde minicomputer (fl. 125.000). Deze uitbreidingen zullen niet in een keer verwezenlijkt worden, doch naar gelang de stand van het onderzoek over de komende jaren uitgespreid.

### 3. BEMANNING, BEZETTINGSGRAAD EN DUUR VAN HET PROJECT.

#### Bemanning.

Het onderzoeksproject van de werkgroep i.o. is zo veel omvattend, dat uitbreiding van de werkgroep met leden afkomstig van buiten de afdeling der Bedrijfskunde op den duur gewenst zal zijn. (Voor een overzicht van de betrokkenen bij het mens-machine project wordt verwezen naar het beleidsplan voor de periode juli 1973/ juli 1974 van de werkgroep i.o.) Daardoor zou bevorderd worden dat, behalve studenten van de afdeling der Bedrijfskunde, ook studenten van andere afdelingen stage lopen c.q. afstuderen op onderwerpen gelegen binnen het kader van het onderzoeksproject.

Voor de programmering zullen leden van de derde rekenkern\* binnen de afdeling der Bedrijfskunde, in het bijzonder leden van de vakgroep Sociotechniek, worden ingeschakeld. Daarbij zal samengewerkt worden met leden van de vakgroep Meten en Regelen van de afdeling der Elektrotechniek. Ook de eventueel benodigde hardware zal door hen worden ontworpen in samenwerking met de Centraal Technische Dienst.

---

\* Het rekenwerk binnen de afdeling der Bedrijfskunde wordt verzorgd door drie rekenkernen, ieder met een specifiek arbeidsterrein. Voor de derde rekenkern is dat de (assembler-)programmering van procescomputers.

Bezettingsgraad.

Aanvankelijk zal de apparatuur sterk bezet zijn (75%) met het ontwikkelen en implementeren van het destillatieproces. In de toekomst echter zullen naast dit proces ook andere typen processen worden gesimuleerd, waaraan soortgelijk onderzoek zal worden verricht. De bezettingsgraad zal daardoor ook op langere termijn niet geringer worden.

Duur van het project.

Het onderzoek van de werkgroep i.o. dient gekenschetst te worden als projekt-research, waarbij vraagstellingen aan uitkomsten van vorig dan wel elders verricht onderzoek worden ontleend.

Bovendien zal de "autonome" technologische ontwikkeling er, evenals in het verleden, voor blijven zorgen dat uit het veld steeds nieuwe vraagstellingen zullen worden aangedragen.