

TNO
Technische Menskunde

Postbus 23,
3769 ZG Soesterberg
Kampweg 5,
3769 DE Soesterberg
tel: 0346 35 62 11
fax: 0346 35 39 77

contactpersoon:
Dr. J.M.C. Schraagen
Dr. W.H. Janssen
Drs. J.H. Kerstholt
Drs. W.M Post
email:
Schraagen@tm.tno.nl

De mens als beslisser en probleemoplosser

Optimaliseren van het beslisproces, ook onder stressvolle omstandigheden. Optimaliseren van het foutzoekproces. Ontwikkelen en toepassen van methoden voor cognitieve taakanalyse. Toetsen van een bestaand of te ontwerpen systeem in een gesimuleerde taaksituatie.

Activiteiten

- Cognitieve taakanalyse;
- Opstellen van randvoorwaarden voor gebruikersinterfaces;
- Onderzoek naar (team)besluitvorming onder tijdsdruk en onzekerheid;
- Advisering bij ontwerp van beslissingsondersteunende systemen;
- Advisering bij optimaliseren van informatiepresentatie.

Ervaring

- In opdracht van de Koninklijke marine ontwikkelen van een methode voor Gestructureerd Storingzoeken teneinde het foutzoekproces in technische installaties te optimaliseren; het overdragen van deze methode middels cursussen;
- In opdracht van de Nederlandse Vereniging voor Orthopedisch Schoentechnici, in samenwerking met TNO-TPD en CLS, bijdrage aan de ontwikkeling van een onderwijssysteem voor de opleiding van orthopedisch schoentechnici;
- In opdracht van de Stichting Coördinatie Maritiem Onderzoek, in samenwerking met Engelse partners ontwikkeling van een beslissingsondersteunend systeem voor toekomstige scheepsbruggen;
- In opdracht van het Directoraat-Generaal Scheepvaart en Maritieme Zaken, in samenwerking met Marine Safety International Rotterdam B.V. toetsen van de toegevoegde waarde van simulatoren in het nautisch onderwijs;
- Advisering van de Nederlandse Spoorwegen bij het optimaliseren van reizigersinformatie bij ontregelingen in het treinverkeer;
- In opdracht van de Europese Unie, in samenwerking met binnen- en buitenlandse partners richtlijnen opstellen voor toekomstige verkeersbeheersingssystemen.

Ergonomie van brandweeruitrusting

TNO Technische Menskunde
Kampweg 5, Postbus 23
3769 ZG SOESTERBERG
Contactpersonen:
Ronald Heus en George Havenith
Tel. 0346-356211
Fax. 0346-353977
Email: Heus@tm.tno.nl

Het functioneren van mensen onder extreme omstandigheden komt sterk tot uiting in de dagelijkse praktijk van mensen die zich bezig houden met brandbestrijding en hulpverlening. De functionele eisen en beproevingsmethoden voor beschermende uitrusting zijn vastgelegd in NEN-EN469 en NEN-EN1486. Deze normen houden echter onvoldoende rekening met de mens in het pak. TNO-TM heeft daarom in samenwerking met de Directie Brandweer een testbatterij ontwikkeld, waarin de ergonomie van het pak centraal staat. De testbatterij bestaat uit een viertal onderdelen, waarin de belangrijkste aspecten van beschermende uitrusting worden onderzocht.

Warmtebelasting

In een ruimte van ca. 60°C wordt gedurende 20 minuten arbeid verricht door mensen in beschermende kleding. Het bereiken van een vastgestelde maximale warmteopslag in het lichaam geeft de maximale arbeidsduur in de beschermende kleding onder de heersende omstandigheden aan.

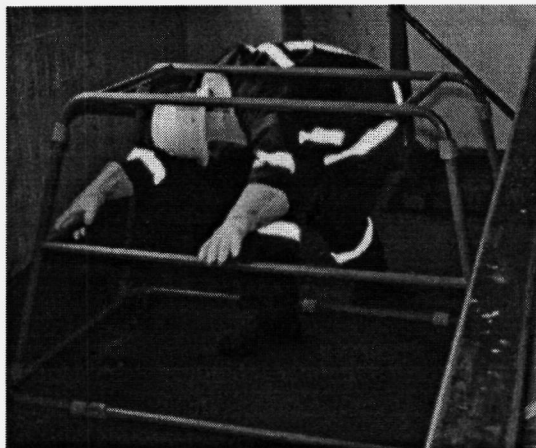


Hittebescherming

Mensen in beschermende uitrusting moeten een ruimte van 120°C met een hoge stralingsintensiteit betreden. Door lichaamstemperatuurmetingen aan de persoon, blootstellingstijd en subjectief ervaren lokale huidtemperaturen kan worden aangegeven hoe goed de totale uitrusting tegen extreme hitte isoleert.

Ergonomie en comfort

Uitrusting is altijd een compromis tussen isolatie, functionaliteit en comfort. De kleding moet zodanig ontworpen zijn dat hulpverleningstaken probleemloos kunnen worden uitgevoerd, maar toch voldoende bescherming geboden wordt. Aan de hand van ergonomische testen, die het uiterste van mens en kleding vragen en uitgebreide vragenlijsten na afloop van de testen wordt informatie verkregen over eventuele knelpunten in de kleding.



Waterdichtheid

Naast een goede isolatie is een goede waterkering een vereiste om optimale werkomstandigheden te garanderen. Een standaard regenproef met mens en uitrusting tijdens beweging geeft informatie over de bescherming tegen regen en bluswater.

Materiaaltesten

Aanvullende informatie over de kledingseigenschappen kunnen worden verkregen door meting van waterdampdoorlaatbaarheid, warmtestroom en luchtdoorlaatbaarheid van de kledingmaterialen.

De testbatterij en aanvullende materiaaltesten kunnen aan specifieke eisen van de klant worden aangepast. Ook is het mogelijk slechts op specifieke onderdelen te laten onderzoeken

Systemergonomie

TNO
Technische Menskunde

Postbus 23,
3769 ZG Soesterberg
Kampweg 5,
3769 DE Soesterberg
tel: 0346 35 62 11
fax: 0346 35 39 77

contactpersonen:
Dr. P.M.J.D. Essens
Dr. L.C. Boer
Dr.ir. B. Franke
ing. H. van Doome

email:
Essens@tm.tno.nl

De mens als schakel in complexe systemen

Doel van de analyse en evaluaties van bestaande en nieuwe systemen is het optimaliseren van het functioneren van systemen. Hierbij wordt rekening gehouden met de mogelijkheden en beperkingen van de mens als bewaker en beslisser.

Alternatieve vormen van automatisering worden bestudeerd door middel van simulaties en gemeten in termen van mentale belasting van de mens en effectiviteit en betrouwbaarheid van het systeem.

In het ontwerp van systemen wordt gezocht naar integratie van componenten en functies van het systeem.

Activiteiten

- Ergonomische analyse van bestaande en nieuwe mens-machine systemen en informatiesystemen;
- Analyse van doelen, functies en informatiestromen;
- Advisering en onderzoek geïntegreerd systeemontwerp;
- Advisering over toewijzen van functies aan mensen en automaten;
- Meten en voorspellen van systeemprestatie en mentale belasting;
- Analytische en 'human-in-the-loop' simulaties.

Ervaring

- Ontwerp van geïntegreerde scheepsbrug;
- Functionele analyse informatiesystemen Landmacht, Luchtmacht en Marine;
- Personeelsreductie bij nieuwe fregatten;
- Advisering en begeleiding systeemontwerp voor een Canadees artillerie-informatiesysteem;
- Ontwerp systeemontwikkelingsmethodieken in NATO projecten;
- Analyse mentale belasting bij luchtverkeersleiders;
- Evaluatie automatiseringsconcepten bij besturing en bewaking van meerdere voertuigen tegelijk.

TNO Technische Menskunde

De oorzaak van fouten bij het diagnostiseren van storingen op een geautomatiseerde scheepsbrug

De toenemende automatisering aan boord van schepen maakt dat de taakuitvoering verschuift van directe manuele controle naar supervisie van meerdere systemen. Hoewel één operator wellicht meerdere systemen kan bewaken als alles goed werkt, is het echter de vraag of dit ook het geval is als er meerdere storingen optreden in de systemen.

In opdracht van de Stichting Coördinatie Maritiem Onderzoek en in samenwerking met Hull University en Southampton Institute werden de belangrijkste knelpunten bij het oplossen van storingen geïdentificeerd, teneinde gerichte aanbevelingen te kunnen geven voor ondersteuning van de taak.



Er waren grote prestatieverschillen tussen de proefpersonen. Deze verschillen konden worden herleid tot twee factoren:

- gebrek aan kennis
- neiging om fouten sequentieel af te handelen waardoor het overzicht van het totale systeem verloren ging.

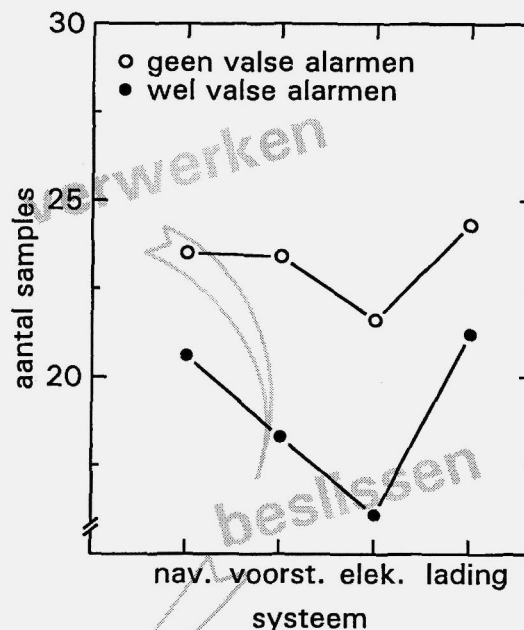
Ook bleek dat mensen bij het nemen van beslissingen een afweging maakten tussen de nauwkeurigheid van een beslissing en de benodigde inspanning. Als er bijvoorbeeld valse

TNO Technische Menskunde
Kampweg 5, Postbus 23
3769 ZG SOESTERBERG

Contactpersonen:

J.H. Kerstholt
Tel. 03463-56211
Fax. 03463-53977
Email: Kerstholt@tm.tno.nl

alarmen voorkwamen in het systeem dan werden de systemen minder vaak gecontroleerd (zie figuur).



Zowel training als een effectief interface kan de prestatie van de totale groep verbeteren.

Spraaktechnologie

TNO
Technische Menskunde

Nederlandse organisatie
voor toegepast
natuurwetenschappelijk
onderzoek

Contactpersoon:
Dr.ing. H.J.M. Steeneken
tel: 03463-56269
fax: 03463-53977

Spraak is een van de belangrijkste communicatiemiddelen tussen mensen. Ook bij de communicatie tussen mens en machine wordt steeds meer gebruik gemaakt van spraak. Spraakcommunicatie vindt op vele manieren plaats, via de telefoon, intercom, etc. Voor de mens-machine communicatie is enerzijds de herkenning van menselijke spraak door de machine van belang. Anderzijds is het ook noodzakelijk dat de machine synthetische spraak genereert die de mens kan verstaan. Bij TNO-TM werkt de programmagroep "Spraak" aan de ontwikkeling, toepassing en evaluatie van spraakcommunicatie, spraakherkenning en spraaksynthese. Er wordt onderzoek gedaan naar spraakeigenschappen, effecten van omgevingsfactoren en systeemeigenschappen.

Spraakcommunicatie en Spraaksynthese
Spraakcommunicatie vindt vaak indirect plaats, bijvoorbeeld via een telefoonlijn of een omroepinstallatie. De informatieoverdracht kan dan door verschillende factoren verstoord worden, zoals omgevingslawaaï, nagalm, echo's en technische eigenschappen van systemen. Naast de bestaande subjectieve methoden voor de evaluatie van de spraaktransmissiekwaliteit van voornamelijk spraakcodeer- en spraak-synthesesystemen, is er bij TNO-TM een objectieve, inmiddels gestandaardiseerde, evaluatiemethode ontwikkeld. Bij deze methode wordt m.b.v. een testsignaal de Spraak Transmissie Index (STI) van een communicatiesysteem bepaald. Met de STI-methode kan snel en adequaat de kwaliteit van toespreekinstallaties, telefoonverbindingen, audiogarnituren, etc. bepaald worden. In Nederland wordt deze methode o.a. gebruikt door de krijgsmachten, PTT telecom, NS, Rijkswaterstaat en Fokker. Ook internationaal wordt de methode door PTT's, fabrikanten van communicatie-apparatuur en krijgsmachten toegepast. Met behulp van diagnostische informatie die de STI methode levert kan de ontwikkeling van systemen worden geoptimaliseerd. Om de storende invloed van omgevingslawaaï in b.v. een vliegtuig te onderdrukken wordt gebruik gemaakt van actieve geluidreductie. Daarbij is van groot belang dat alleen het lawaaï onderdrukt wordt en de spraakcommunicatie wordt verbeterd. Van veel verschillende gehoorbeschermers met actieve geluidreductie is m.b.v. de STI-methode de spraakcommunicatie geëvalueerd. Daarnaast is er bij de groep "Spraak" een ANR-systeem ontwikkeld dat tevens de mogelijkheid van goede spraakwaliteit

levert bij hoge lawaainiveaus. Speerpunt van onderzoek is de ontwikkeling van een actieve oordop die zowel een goede geluidverzwakking als communicatie mogelijk maakt.

Automatische spraak-, spreker- en klankherkenning

Automatische spraakherkenning neemt een steeds belangrijker plaats in bij de communicatie tussen mens en machine. Bij computers wordt spraakherkenning een derde wijze van invoer en bediening, na toetsenbord en muis. Ook bij andere systemen liggen "hands free" toepassingen voor de hand. Zo zijn sommige trainingssystemen voor verkeersleiders reeds uitgerust met een spraakherkenner en een spraaksynthesysteem waarmee een dialoog kan worden opgebouwd. Voor het optimaal toepassen van spraakherkenning zijn specifieke evaluatiemethoden en spraakbestanden beschikbaar. Toepassing in bedrijfssituaties vereist robuustheid bij moeilijke omgevingscondities zoals die optreden bij omgevingslawaaï, trillingen, stresssituaties of beperkingen in de spraakoverdracht zoals die optreedt bij een telefoonverbinding. Bij het optimaliseren van systemen maken wij gebruik van de expertise die is verkregen bij spraakcommunicatiesystemen. Zo is een systeem ontworpen voor toepassing in een vliegtuigcockpit waarbij ondanks het hoge lawaainiveau en het gebruik van een zuurstofmasker goede herkenning van zinnen mogelijk is.

TNO-TM werkt samen met een aantal buitenlandse laboratoria zowel in Europees als in NATO verband. Voor de Europese Unie treedt TNO-TM op als onafhankelijk coördinator bij de evaluatie van sprekeronafhankelijke spraakherkenning voor grote vocabulaires (meer dan 20.000 woorden) en verscheidene talen. Daarnaast wordt onderzoek gedaan naar sprekerverificatie en -identificatie en het identificeren van geluiden. Hierbij wordt gebruik gemaakt detectie en analyse van specifieke kenmerken in het geluidsignaal. Deze expertise is met succes toegepast bij beveiliging en juridische bewijsvoering.



Een draagbaar instrument voor het meten van fysiologische en subjective reacties

De Stressomat is een draagbaar systeem voor het meten van hartslag, bloeddruk, ademhaling, transcutane CO₂ en lichamelijke activiteit. Tevens kan bepaling van het stresshormoon cortisol in het speeksel plaatsvinden. De metingen vinden plaats terwijl de betrokkene zich vrij beweegt en zijn dagelijkse werkzaamheden verricht. Naast de fysiologische metingen worden vragenlijsten afgenomen waarmee verschillende aspecten van de beleving van werk, welzijn en gezondheid worden vastgelegd. Het meetsysteem is voorzien van een klein toetsenbord waarop codes kunnen worden ingetikt teneinde bijzonderheden over de proefpersoon en de situatie vast te leggen. Op basis van de metingen wordt een reactiviteitsprofiel opgesteld, aan de hand waarvan wordt nagegaan hoe betrokkene op belastende of bedreigende situaties reageert, en in hoeverre hij of zij zich na afloop daarvan herstelt. De metingen zijn niet hinderlijk en brengen geen risico's met zich mee.

Er zijn verschillende toepassingen van de Stressomat:

Risico-evaluatie

De metingen kunnen plaatsvinden in vervolg op een risico-inventarisatie TOMO, wanneer daarbij knelpunten naar voren komen die extra aandacht verdienen. Ook klachten over het werk of een hoog ziekteverzuim kunnen een indicatie zijn voor onderzoek met de Stressomat.

Belastende factoren

Met de Stressomat kunnen belastende aspecten van taken geëvalueerd worden, bijvoorbeeld om te komen tot een betere dosering van het werkaanbod

en tot verantwoorde werk/rust schema's. Ook de effecten van stressoren in het dagelijks leven (veiligheidsrisico's, geluidhinder, etc.) kunnen met de Stressomat onderzocht worden.

Selectie

Voor sommige taken of functies kan het wenselijk zijn personeel te selecteren dat goed in staat is om ook onder belastende, bedreigende of gevaarlijke omstandigheden adequaat te blijven functioneren. De Stressomat kan een belangrijke bijdrage leveren aan de selectie van personeel op stresstolerantie.

TNO Technische Menskunde

Visuele ergonomie

TNO Technische Menskunde
Kampweg 5, Postbus 23
3769 ZG SOESTERBERG

Contactpersonen:
P.M. van Bergem
J. Walraven
E. Ellens
Tel. 0346-356211
Fax. 0346-353977
Email: vanBergem@tm.tno.nl

Daar waar het gaat om optimaal zien

Vanwege de technische en organisatorische ontwikkelingen die zich in de industriële sector voordoen, krijgt de mens steeds meer een controlerende functie. De hierbij benodigde informatie wordt niet meer in hoofdzaak tactiel of auditief, maar vooral visueel, opgenomen. Het belastingsprofiel van de werkende mens verschuift daardoor van (zware) spierarbeid naar een grotere belasting van het visuele systeem. Te denken valt aan inspectietaken, controle- en bewakingstaken, waarbij vaak ook het beeldscherm een belangrijk informatiemiddel vormt.

Voor een optimale taakuitvoering is vaak meer nodig dan alleen een goede verlichting. Het vraagt om een multidisciplinaire benadering, waarbij aandacht gegeven wordt aan òn oogkwaliteit òn verlichting òn andere ergonomische aspecten. Dit werkerrein wordt visuele ergonomie genoemd.

Toepassingen

Visuele ergonomie vindt toepassing bij:

- *visuele inspectie van producten*; een samenspel van juiste selectie van taakuitvoerenden, goede brilaanpassing, goede werkhouding en passende verlichting.
- *informatiepresentatie op processchema's en beeldschermen*; leesbaarheid, overzichtelijkheid, kleurgebruik (ook in verband met kleurenblindheid).
- *optische hulpmiddelen*; minimaliseren van visuele inspanning voorkomt op den duur vermoeidheid en irritatie. Voorbeeld: individueel aangepaste werkbrillen in gevallen

waarin lange tijd op korte afstanden moet worden waargenomen.

- *speciale verlichting*; gericht licht, UV, gepolariseerd, monochromatisch licht e.d. maken de te detecteren details beter zichtbaar.
- *testen en selecteren*; daar waar kritische waarneming noodzakelijk is, kan het nodig zijn personeel te selecteren op hun visuele capaciteiten. Op de taak afgestemde testinstrumenten maken een snelle selectie en controle mogelijk.

Expertise

- Inrichten van werkplekken (inclusief speciale verlichting) voor visuele inspectie van radiatoren (Stelrad), thermometers (IJKwezen), beeldbuizen (Philips).
- Beoordelen van informatiepresentatie op beeldschermen (UNA), radarschermen (Walradar Westerschelde, Defensie) en op processchema's (RWS).
- Inrichten van controleruimten (inclusief werkplek-ontwerp, ruimte-inrichting, verlichting) voor elektriciteitscentrales, lucht- en scheepvaartbegeleiding, Marine en Luchtmacht (PNEM, UNA, Walradar Rotterdam, Havendienst Amsterdam, LVB-Schiphol).
- Opstellen van visuele selectiecriteria bij het controleren van watermerken in waardepapier (VHP Security Papermill, Apeldoorn).
- Ontwikkelen van instrumenten voor visuele tests met betrekking tot detailwaarneming (TNO-priegeltest, Landolt C-visuskaart, Groeneveldt visus-kaart voor beeldschermwerk), kleuronderscheidingsvermogen, dieptezien.



TNO Technische Menskunde

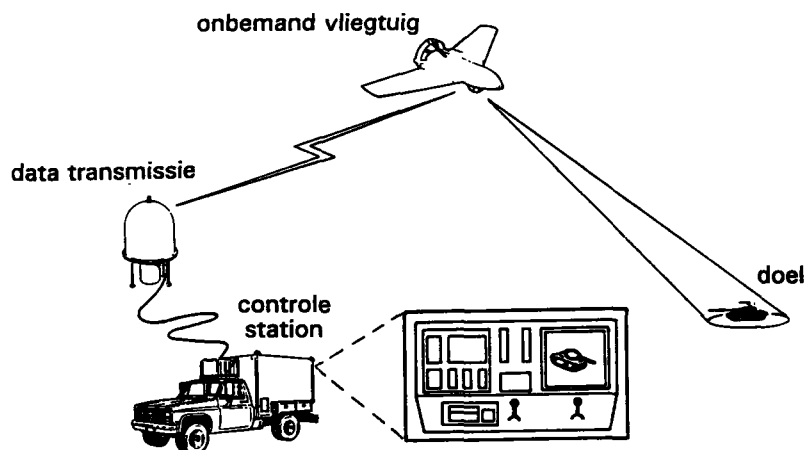
Voertuigbesturing op afstand

TNO Technische Menskunde
Kampweg 5, Postbus 23
3769 ZG SOESTERBERG
Contactpersonen:
J.E. Korteling, L. van Breda
Tel. 03463-56453
Fax. 03463-53977
Email: Korteling@tm.tno.nl

De nieuwe taakstelling van de krijgsmacht vereist een organisatie die in staat is flexibel te opereren in onbekende en moeilijk toegankelijke gebieden. Hierbij gaan grens- en gebiedsbewaking, verkenning, en snelle en nauwkeurige informatieoverdracht binnen het takenpakket van de KL een steeds belangrijker rol vervullen. Bij de keuze van middelen om dit pakket te realiseren zal de voorkeur uitgaan naar systemen die in het gehele scala aan inzetopties van de KL veilig en doeltreffend kunnen worden ingezet. In dit verband heeft TNO Technische menskunde een SIMULATOR ontwikkeld voor onderzoek en advies op alle mogelijke gebieden (te land, ter zee en in de lucht) waarbij flexibele inzet van afstand-bestuurde platforms een optie is.

Toepassingsmogelijkheden van RPV's:

- gevechtsinlichtingen
- gebiedsbewaking
- doelopsporing
- vuurcorrectie
- battle-damage assessment
- missile delivery
- communicatie relais
- (laser) doelaanduiding
- radarobservatie
- elektronische verkenning
- mijnenbestrijding
- NBC-detectie
- meteo-observatie
- air-to-ground strike control



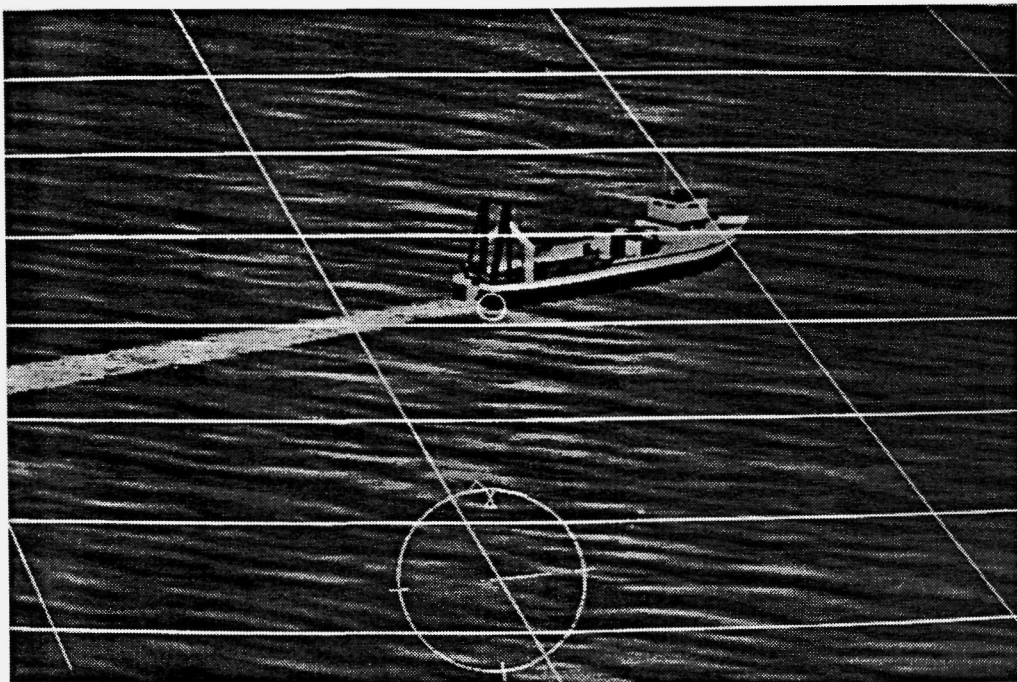
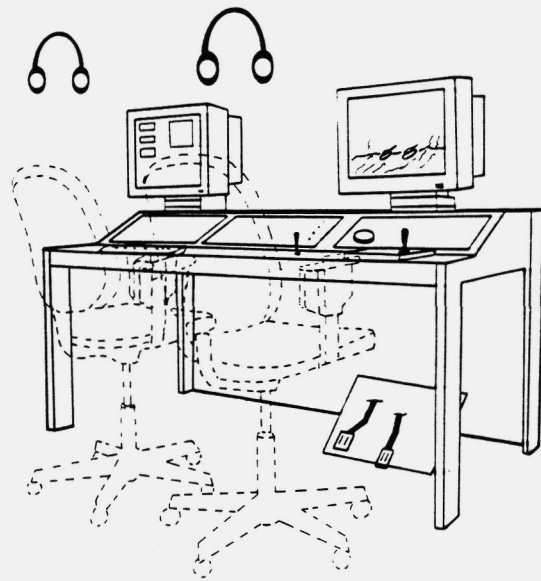
RPV's bieden daarnaast een goede mogelijkheid om op personeel te besparen en (daarmee) risico's te verlagen. Effectieve inzet van RPV's wordt echter bemoeilijkt door een aantal *human-factors* complicaties op het gebied van waarneming, besturing en training:

- Desoriëntatie door geringe feedback m.b.t. kijkrichting en platform-bewegingsrichting
- Besturingsproblemen door het tegelijkertijd moeten besturen van visuele sensor en voertuig
- Het niet kunnen voelen van voertuigattitude door afwezigheid van mechanische bewegingsinformatie.
- Voertuigbeheersingsproblemen door afwezigheid van krachten op bedieningsmiddelen.
- Beperkingen in het gezichtsveld, de resolutie en de update frequentie van het buitenbeeld
- Desoriëntatie door de onbekendheid met het terrein en de beperkte zichtmogelijkheden.
- Afwezigheid van stereoscopisch zien bemoeilijkt dieptezien en telemanipulatie.
- Beperkte mogelijkheden t.a.v. operationele training in combinatie met het niet beschikken over geschikte trainers, ingebed in een goed trainingstraject.



DE RPV simulator

Het ontwikkelde hulpmiddel voor RPV onderzoek bestaat uit een flexibele besturingsconsole van een RPV-unit, in principe geschikt voor twee operators (bijv. een beeldinterpretator en een platform operator of een unit commandant). Deze console bevat een buitenbeeldmonitor (19 inch) waarop een computer-gegenereerd buitenbeeld kan worden getoond zoals dat door een video- of warmtebeeld camera van een RPV kan worden geregistreerd (landschap met doelen, te bedienen manipulator). Simulatie van het buitenbeeld geschiedt m.b.v. het geavanceerde ESIG 2000 beeldgeneratiesysteem. Tevens bevat de console een controle-monitor voor tactische-, navigatie- of statusinformatie. De console bevat aansluitmogelijkheden voor een groot aantal beschikbare *bedieningsmiddelen* om de gesimuleerde camera/sensor en/of het gesimuleerde platform te besturen. Daarnaast is er t.b.v. het onderzoek een *actieve joystick* ontwikkeld die operators extra haptische cues kan toedienen. Er is een systeem voor verbale communicatie met *headsets* voor communicatie tussen operators, en een systeem voor het toedienen van opdrachten of voor het manipuleren van werklust m.b.v. cognitieve 'neven'taken.



Een ESIG 2000 buitenbeeld waarbij het effect van extra synthetische bewegingsinformatie op stuurprestatie en desoriëntatie wordt onderzocht.