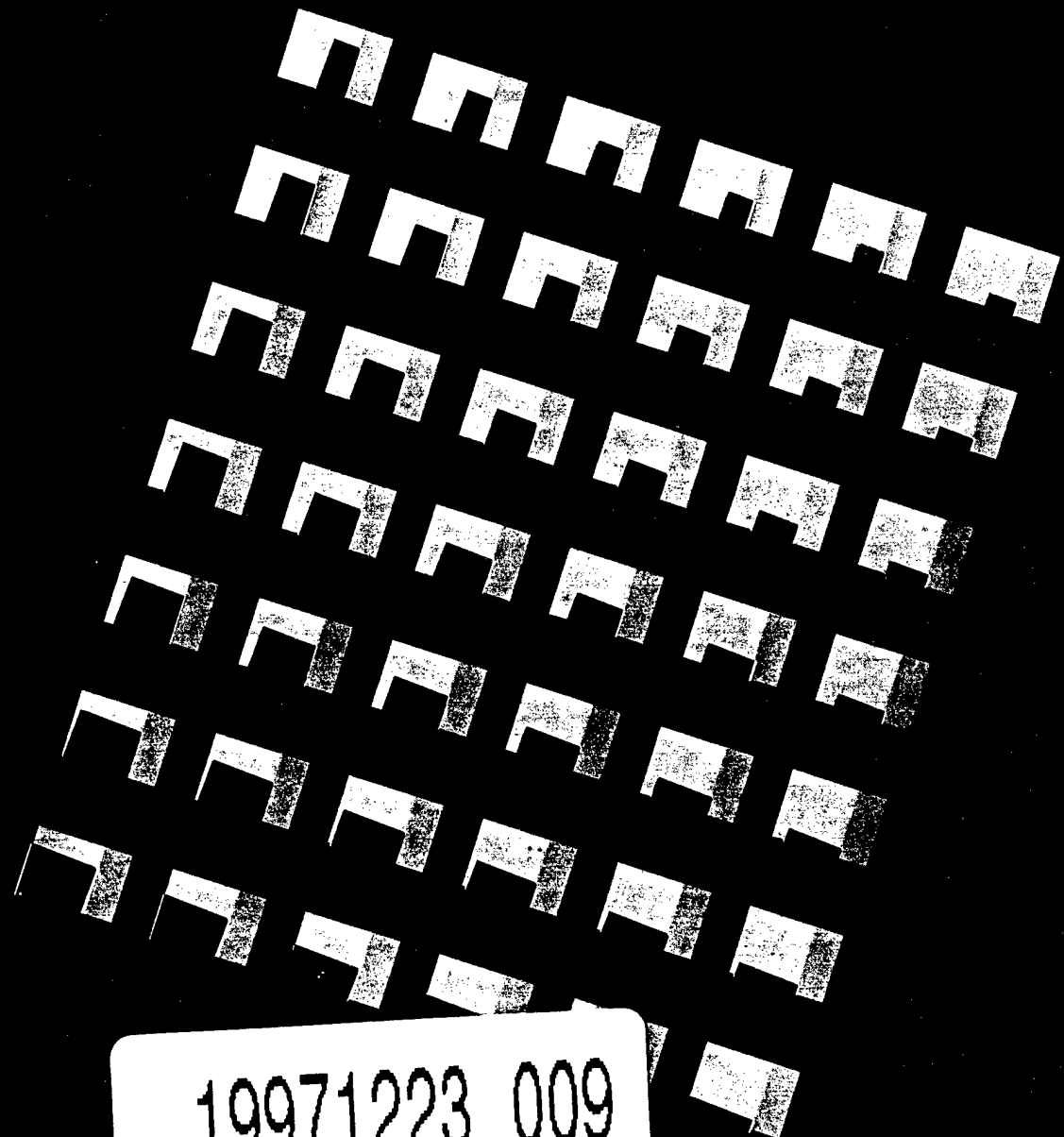


TNO-rapport
FEL-97-A053

Toepassingsmogelijkheden van
simulatiemiddelen binnen opleidingen
van de Koninklijke Marine

TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium

Dit rapport is...



19971223 009

DISTRIBUTION STATEMENT A

Approved for public release;

TNO-rapport
FEL-97-A053

Toepassingsmogelijkheden van simulatiemiddelen binnen opleidingen van de Koninklijke Marine

TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium

DTIC QUALITY INSPECTED

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG 's-Gravenhage

Telefoon 070 374 00 00
Fax 070 328 09 61

Datum
augustus 1997

Auteur(s)
Drs. J.J.P.R. de Bock
Drs. R.G.W. Gouweleeuw

Rubricering
Vastgesteld door : KLTZ Drs. P.J. van Meel
Vastgesteld d.d. : 5 augustus 1997

Titel : Ongerubriceerd
Managementuitreksel : Ongerubriceerd
Samenvatting : Ongerubriceerd
Rapporttekst : Ongerubriceerd

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO dan wel de
betreffende ter zake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Exemplaar. : 9
Oplage : 58
Aantal pagina's : 74 (excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen : -

© 1997 TNO

DISTRIBUTION STATEMENT A
Approved for public release;
Distribution Unlimited

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium is onderdeel
van de hoofdgroep TNO Defensieonderzoek
waartoe verder behoren:

TNO Prins Maurits Laboratorium
TNO Technische Menskunde



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Managementuittreksel

Titel : Toepassingsmogelijkheden van simulatiemiddelen binnen opleidingen van de Koninklijke Marine
Auteur(s) : Drs. J.J.P.R. de Bock, Drs. R.G.W. Gouweleeuw
Datum : augustus 1997
Opdrachtnr. : A95KM763
IWP-nr. : 756
Rapportnr. : FEL-97-A053

Met de komst van de computer zijn nieuwe leermiddelen ontstaan of zijn bestaande leermiddelen aangepast. Sprekende voorbeelden hiervan zijn 'Simulatoren', 'Computer Ondersteund Onderwijs' (COO) en 'Multimedia'. Dit rapport richt zich met name op simulatoren en bestaat uit drie delen.

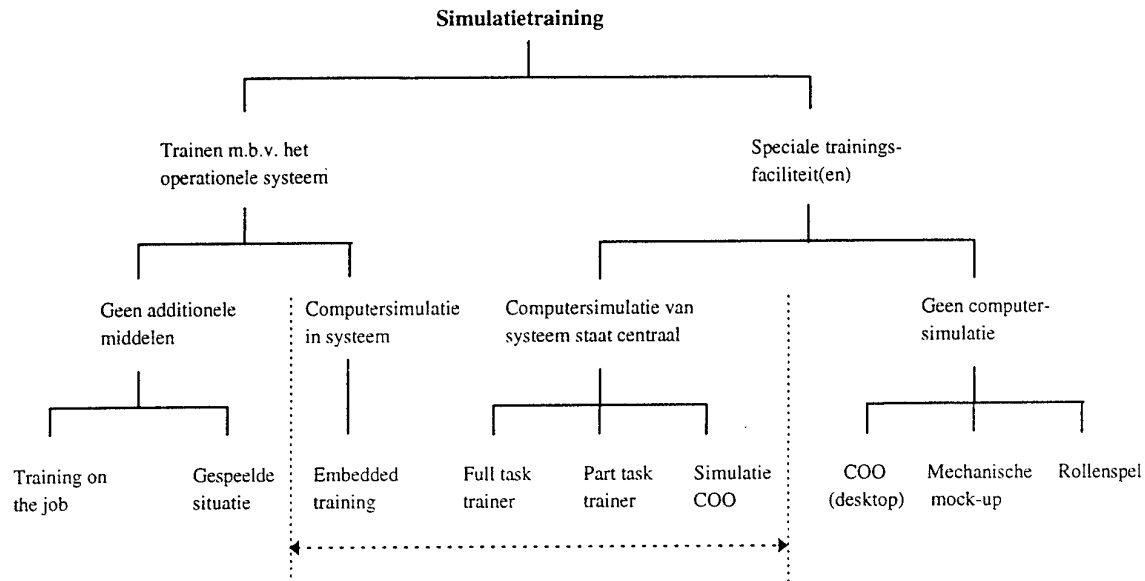
Deel A geeft antwoord op de vragen: 'Wat zijn de toepassingsmogelijkheden van simulatoren in het algemeen en voor de Koninklijke Marine in het bijzonder?' en 'Hoe kan een simulator verantwoord worden ingezet in een leersituatie?'. Onder een simulator wordt verstaan 'een model van (een deel van) de werkelijke situatie, waarbinnen een taakomgeving wordt geboden waar cursisten kunnen leren door interactie met apparaten en personen'.

Ten behoeve van opleiding en training kunnen simulatoren op verschillende manieren worden ingedeeld. Onderscheid op basis van fysieke kenmerken is weergegeven in onderstaande figuur. Hierbij wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen opleiden/trainen binnen het operationele systeem (veelal training aan boord) en opleiding/training niet binnen het operationele systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van speciale trainingsfaciliteiten (aan de wal training).

Om een simulator goed te kunnen inzetten in een opleidingssituatie dient de trainingssimulator te zijn afgestemd op de leerdoelstellingen, wat niet automatisch inhoudt dat de simulator een zo natuurgetrouw mogelijke nabootsing van de werkelijkheid hoeft te zijn. De noodzakelijkheid en de haalbaarheid waarmee de werkelijkheid kan worden nagebootst verschilt sterk tussen de soorten taken die moeten worden aangeleerd.

In het rapport wordt een vergelijking gemaakt tussen simulatietraining, conventioneel onderwijs en training met de operationele systemen en worden enkele aspecten gegeven die karakteristiek zijn voor het opleiden en leren op simulatoren. Met een goede begeleiding, duidelijke doelstellingen en adequate feedback leiden leerprocessen op een simulator tot een hoog rendement in een korte (leer)tijd. Over het algemeen zijn met simulatoren aanzienlijke kosten gemoeid. Er zijn drie factoren welke een rol spelen in de beoordeling in hoeverre het lukt kosten en resultaten in evenwicht te brengen, namelijk leeroverdracht (doeltreffendheid), efficiëntie (doelmatigheid) en natuurgetrouwheid. In het rapport wordt

nadrukkelijk vermeld dat de voordelen van simulatorgebruik gelden bij een juiste opleidingskundig verantwoorde inzet. Het is in het verleden namelijk regelmatig gebleken dat het van het grootste belang is om - voordat er besloten wordt tot de specificatie, aanschaf of ontwikkeling van een simulator - een duidelijk beeld te hebben van de leerdoelstellingen en de inzet van de simulator in het opleidings-traject. Zonder goed gespecificeerde gebruikerseisen geen goede simulator!



In deel A worden tevens nog enkele recente ontwikkelingen van simulatie-applicaties behandeld, namelijk Virtual Environments (VE) en Distributed Interactive Simulation (DIS).

Om de huidige stand van zaken en de toekomstverwachtingen in KM opleidingen in kaart te brengen en te schetsen wat de rol van geavanceerde leermiddelen (bijv. COO, multimedia, generieke/specifieke simulatoren) hierin kan zijn, zijn interviews met de scholen van de KM gehouden. De resultaten van deze interviews zijn opgenomen in deel B.

Het rapport wordt afgesloten met deel C waarin conclusies en aanbevelingen met betrekking tot simulatoren zijn opgenomen. Belangrijke punten zijn:

- het is noodzakelijk in een vroeg stadium van een materieeltraject de behoefte aan opleidingsmiddelen te onderkennen en te specificeren op basis van leerdoelen.
- de inzet van geavanceerde opleidingsleermiddelen en simulatoren in het bijzonder, vereist de inbreng van instructeurs die steeds meer 'opleidings-expert' zijn. Een dergelijke specialisten-erkenning zou gevolgen moeten hebben voor de selectie, opleiding en plaatsingsduur van de oefenstaf.
- de nieuwe technologische mogelijkheden moeten worden geëvalueerd voor toepassing binnen de KM.

Inhoud

Deel A	6
1. Inleiding	7
2. Plaats van simulatoren in het leertraject	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Doelen en toepassingen van simulatie	8
2.3 Voor- en nadelen van simulatietraining t.o.v. conventioneel onderwijs	15
2.4 Samenvattend	18
3. Een onderwijskundige kijk op simulatietraining	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Typen taken die getraind kunnen worden m.b.v. simulatietraining	19
3.3 Leren op simulatoren	25
3.4 De rol van de opleider	25
3.5 Vergelijking tussen simulatietraining en training on-the- job	26
4. Voorwaarden voor effectieve inzet van simulatoren	28
4.1 Inleiding	28
4.2 Ontwikkeling van opleidingen	28
4.3 Instructieve functies m.b.t. simulatietraining	30
4.4 Full Task Trainer, Part Task Trainer of Simulatie COO	31
5. Kosten en baten	36
5.1 Inleiding	36
5.2 Leerverdracht	36
5.3 Efficiëntie	37
5.4 Natuurgetrouwheid (fidelity)	37
5.5 Samenhang	38
6. Nieuwe ontwikkelingen	41
6.1 Inleiding	41
6.2 Virtual Reality (VR)	41
6.3 Distributed Interactive Simulation (DIS) en Synthetic Battlefield	45
7. Lijst van afkortingen	50
8. Referenties	51

Deel B	53
9. Het onderzoek	54
9.1 Doel van het onderzoek	54
9.2 Het interview/vragenlijst	54
9.3 Geïnterviewde functionarissen	54
10. Resultaten.....	55
10.1 Inleiding.....	55
10.2 Opleidingen in beweging.....	55
10.3 Het opleidingstraject bij de KM	58
10.4 Afstemming van opleidingsonderdelen en leeroverdracht	59
10.5 Mogelijke knelpunten binnen een onderdeel van de opleiding	61
10.6 Organisatie.....	62
10.7 Instroom en uitstroom.....	63
10.8 Onderhoud van kennis en vaardigheden.....	64
10.9 Opleidingsmiddelen.....	65
11. Bevinding.....	68
Deel C	69
12. Conclusies	70
13. Aanbevelingen	73
14. Ondertekening.....	74

Deel A

Toepassingsmogelijkheden van simulatiemiddelen binnen opleidingen van de Koninklijke Marine

1. Inleiding

Met de komst van de computer zijn nieuwe leermiddelen ontstaan of zijn bestaande leermiddelen aangepast. Sprekende voorbeelden hiervan zijn 'Simulatoren', 'Computer Ondersteund Onderwijs' (COO) en 'Multimedia'. Dit rapport richt zich met name op 'simulatoren' en geeft een antwoord op de vragen: 'Wat zijn de toepassingsmogelijkheden van simulatoren in het algemeen en voor de Koninklijke Marine in het bijzonder', en 'Hoe kan een simulator verantwoord worden ingezet in een leersituatie'. Hiertoe wordt in hoofdstuk 2 '*Plaats van simulatoren in het leertraject*' beschreven wat een simulator is en wanneer gesproken kan worden van trainingssimulatoren. Tevens worden doelen en toepassingen van simulatie beschreven. Hierbij wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen opleiden/trainen binnen het operationele systeem (training aan boord) en opleiding/training niet binnen het operationele systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van speciale trainingsfaciliteiten. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk beschrijft de voor- en nadelen van simulatietraining ten opzichte van conventioneel onderwijs. In hoofdstuk 3 '*Een onderwijskundige kijk op simulatietraining*' wordt besproken welke typen taken getraind kunnen worden met behulp van simulatietraining en worden enkele aspecten gegeven die karakteristiek zijn voor het opleiden en leren op simulatoren. Tevens wordt bekeken wat de inzet van de instructeur kan zijn voor tijdens en na een simulatiesessie. In de laatste paragraaf worden simulatietraining en training on-the-job vergeleken. Hoofdstuk 4 '*Voorwaarden voor effectieve inzet van simulatoren*' beschrijft de ontwikkeling van opleidingen in het algemeen en trainingssimulatoren in het bijzonder. Tevens komt in dit hoofdstuk aan de orde wat de plaats van trainingssimulatoren in het leertraject is. Aan de hand van een overzicht worden diverse instructieve functies bekeken ten opzichte van een embedded trainer, een Full Task Trainingssimulator, een Part Task Trainingssimulator en Simulatie-COO. In hoofdstuk 5 '*Kosten en baten*' worden drie factoren bekeken die een rol spelen om evenwicht te brengen in kosten en baten, namelijk leeroverdracht (doeltreffendheid), efficiëntie (doelmatigheid) en natuurgetrouwheid. In hoofdstuk 6 '*Nieuwe ontwikkelingen*' worden nog enkele recente ontwikkelingen van simulatie-applicaties beschreven, respectievelijk Virtual Environments (VE), Distributed Interactive Simulations (DIS) en Synthetic Battle Field (SBF).

2. Plaats van simulatoren in het leertraject

2.1 Inleiding

Iedereen kan zich iets voorstellen bij het begrip simulator. In principe is een simulator een nabootser. Om een simulator goed te kunnen inzetten in een opleidingssituatie bevat de simulator vaak instructiefaciliteiten, dit zijn speciale uitbreidingen t.o.v. de werkelijkheid, bedoeld voor leerlingen en instructeurs om het leerproces te bevorderen. Denk hierbij aan het starten, stoppen en freeze van de simulatie, het monitoren en veranderen van parameters door de instructeur en het geven van terugkoppeling aan de leerling. Onder een 'simulator' verstaan we: 'een model van (een deel van) de werkelijke situatie, dit model kan een complexe of een simpele vorm aannemen. Binnen dit model wordt een taakomgeving geboden waar cursisten kunnen leren door interactie met apparaten (en personen). De cursisten worden impliciet en/of expliciet geïnformeerd over het effect van hun gedrag. Relevante onderdelen in de gesimuleerde taakomgeving kunnen van buitenaf gecontroleerd en gevarieerd worden. Door nabootsing van middelen en omstandigheden wordt geprobeerd handelingen en/of denkprocessen aan te leren (te oefenen). Een simulator is hiermee omschreven als leermiddel.

'Simulatietraining' is: 'een didactische werkvorm waarbij het leren plaatsvindt in interactie met of met behulp van een simulator'.

In de onderwijskundige literatuur zijn verschillende definities van simulatie te vinden. Kenmerkend voor deze definities zijn de volgende vier voorwaarden.

1. De simulator moet een geformaliseerd model van een systeem bevatten, met andere woorden er is sprake van een min of meer realistische representatie van een systeem, proces of taak.
2. Het doel van de simulatie moet zijn om vooraf gedefinieerde leerdoelen te halen (i.t.t. onderzoekstoepassingen van simulatie).
3. De simulatie moet gebruikt worden om leerprocessen uit te lokken, de lerende moet een probleem identificeren, handelingen uitvoeren om het probleem op te lossen of beslissingen nemen.
4. Er moet interactie plaatsvinden tussen leerling en de simulator, er wordt feedback gegeven over de uitgevoerde handelingen of de genomen beslissingen (i.t.t. een demonstratieprogramma).

2.2 Doelen en toepassingen van simulatie

Uitgaande van het beoogde doel van simulatie kunnen diverse toepassingsmogelijkheden voor simulatie onderscheiden worden.

- Demonstratie, voorbeelden hiervan zijn schaalmodellen en mock-ups bedoeld als visuele demonstratie;
- Metingen (Evaluatie) ten behoeve van een nog te bouwen of te veranderen systeem. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een computersimulatie

of beproeving vooraf van aërodynamische eigenschappen van een nieuw te bouwen vliegtuig aan de hand van een model in een windtunnel.

- Opleiding, het betreft hier het aanleren van kennis en vaardigheden, bijvoorbeeld motorische vaardigheden voor het vervullen van een toekomstige functie of het leren nemen van beslissingen door individuen of groepen van functionarissen.
- Training, centraal staat hier het trainen van (delen van) scheeps- of vliegtuigbemanning om hun vaardigheid op een bepaald gebied op peil te houden (opvijzelen) of te verbeteren.
- Research, voor dit doel kan simuleren grote voordelen hebben. Zo kunnen experimenten onder gecontroleerde, zelf te kiezen omstandigheden worden verricht. Daarnaast kan experimenteren met simulatoren aanzienlijke voordelen bieden met betrekking tot kosten en tijdsaspecten vergeleken met onderzoek in de werkelijke situatie (bijvoorbeeld het manoeuvreren met schepen).

Binnen het kader van deze studie - 'Toepassingsmogelijkheden van simulatiemiddelen binnen de opleidingen van de KM' - zullen we ons beperken tot opleiding en training. De andere vermelde toepassingsmogelijkheden (demonstratie, metingen en research) van simulatie vallen buiten het bestek van deze studie omdat ze geen bijdrage bieden aan het onderwijsleerproces. Ten behoeve van opleiding en training kunnen vier typen simulatoren onderscheiden worden (zie Figuur 1):

Bedieningssimulatoren - deze simulatoren hebben als functie te leren hoe een bepaald systeem wordt bediend en wat de uitwerkingen van de bediening zijn (ook wel eens 'knoppologie' genoemd). Bedieningssimulatoren vinden hun plaats in de individuele functie-opleiding, hier leert de persoon de vaardigheden om zijn taak of functie te kunnen uitvoeren, zoals bijvoorbeeld het leren rijden of schieten.

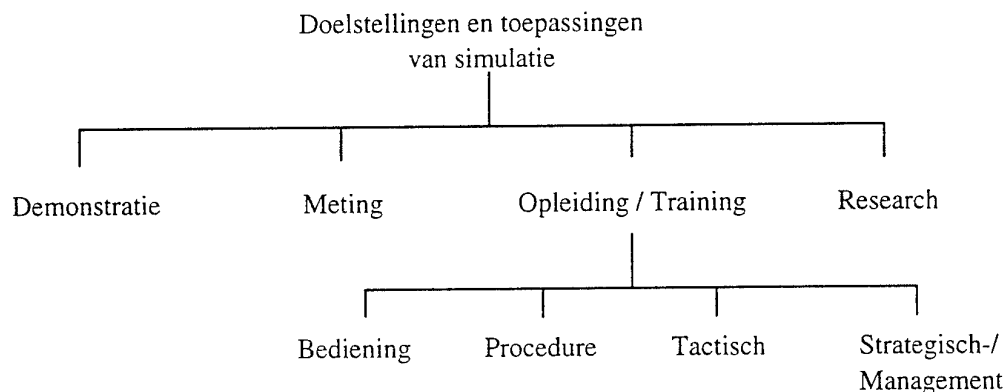
Procedurele simulatoren - wanneer leerlingen een bepaald systeem kunnen bedienen, is de volgende fase het aanleren van procedures. Dit kan gefaseerd verlopen van individueel (elke leerling heeft dan zijn eigen bedieningsomgeving) tot later in teamverband waarbij bemanningen van een bepaald systeem met elkaar leren samenwerken. Binnen de Koninklijke Marine vallen de meeste trainers in deze categorie. Voorbeelden zijn de DWADO (dwarsdoorsnede trainer t.b.v. foutzoeken in een automatiek van het Geïntegreerd Bedienings- en Bewakings-systeem), de NAVTRAINER (aanleren van navigatieprocedures m.b.v. radar), de Lynx Full Mission Flight Trainer en de S-fregatten TC/NBCD trainer (aanleren van MachineKamer-noodmaatregelen en schadebeheersingsprocedures).

Tactische simulatoren - hierbij gaat het om het leren samenwerken tussen eenheden. Bij de Koninklijke Landmacht betreft dit trainers waarin het samenwerken op pelotons- en compagniesniveau centraal staat.

Een trainer bestaat dan veelal uit meerdere mock-ups of cubicles. Hoewel de systemen volledig kunnen zijn bemand (bijv. chauffeur, lader, schutter en commandant) heeft deze training met name waarde voor de beslissers (bijv. commandanten en schutters).

Aangezien de schaalgrootte van wapensystemen bij de Koninklijke Marine groter is dan bij de andere krijgsmachtdelen (bijv. een fregat t.o.v. een tank), zijn er vooralsnog niet veel tactische trainers binnen de KM en worden tactieken veelal in de praktijk getraind. De mijnenbestrijdingssimulator in Eguermin die het samenwerken van verschillende MCMV's (Mine Counter Measure Vessel) kan trainen is een voorbeeld van een tactische trainer.

Strategische-/management simulatoren - dit zijn management trainers, bedoeld voor de opleiding van commandanten en staffunctionarissen op hogere niveaus (voor de Koninklijke Landmacht betreft dit bataljonsniveau en hoger). Hierin draait het om het nemen van beslissingen m.b.t. (grote) groepen eenheden (bijv. wargames). De simulatie richt zich dan ook op het nabootsen van het gedrag van groepen van onderliggende eenheden, het optreden van een enkel wapensysteem is minder relevant. Aangezien de taak van de managers het commanderen is, is er veelal personeel om de onderliggende eenheden aan te sturen, de zogenaamde 'lower control' (dit kunnen personen zijn die behoren tot de instructiestaf, maar ook commandanten van de onderliggende eenheden die op deze wijze deels getraind worden). De Action Speed Tactical Trainer (ASTT) kan in dit verband beschouwd worden als een strategische simulator. De wargame KIBOWI is een trainer die bij de Koninklijke Landmacht wordt ingezet voor commandopost oefeningen.

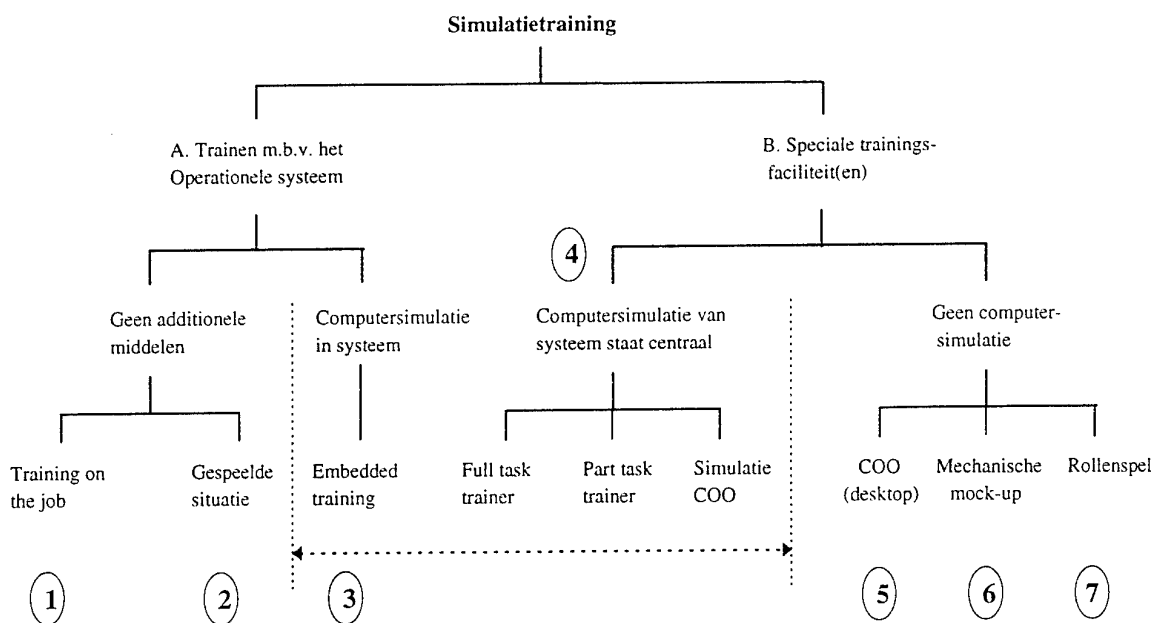


Figuur 1 Doelstellingen en toepassingen binnen trainings- opleidings-simulatie

Bovenstaande indeling is een indicatie, het is zeer wel mogelijk dat een simulator voor meer doelen wordt ingezet. Als we ons richten tot trainen en opleiden, dan kunnen we een aantal (fysieke) kenmerken van simulatie onderscheiden. In eerste instantie kan een onderscheid worden gemaakt in:

- A. opleiding/training vindt plaats binnen het operationele systeem (training aan boord) en
- B. opleiding/training vindt niet plaats binnen het operationele systeem, er wordt gebruik gemaakt van speciale trainings-faciliteiten (aan de wal training).

Deze tweedeling kan als volgt verder verdeeld worden (zie Figuur 2):



Figuur 2 Fysieke kenmerken van simulatietraining

A. Training met behulp van het operationele systeem (training aan boord)

1. Het object of systeem zelf onder operationele omstandigheden. Voor zover hier nog van simulatie kan worden gesproken, wordt de term 'identity simulation' gebruikt. In geval van training kan dan worden gesproken van 'training on-the-job'. Een leerling wordt dan begeleid bij het uitvoeren van zijn taken of loopt mee met een ervaren functionaris.
2. Het object of systeem onder gespeelde omstandigheden, in de vorm van rollenspelen, bijvoorbeeld het oefenen van MachineKamer-noodmaatregelen, oefeningen in eskaderverband of NOST (Netherlands Operational Sea Training).

3. Simulatie in (een deel van) het operationele systeem onder gecontroleerde omstandigheden, ook wel 'embedded training' genoemd. Het operationele systeem is aangepast om te kunnen trainen. Voorbeelden hiervan zijn: OPPAS (Operationele PAP Simulator) en TARSIM (Target Simulator).

Speciale gevallen

Speciale gevallen in de categorie van training met het operationele systeem zijn:

- Duelsimulatoren en
- Geïnstrumenteerde oefenterreinen.

Duelsimulatoren

Duelsimulatoren zijn 'embedded' systemen om gevechtscontacten in het veld te simuleren zonder dat menselijk ingrijpen nodig is (zoals bijvoorbeeld door scheidsrechters). Duelsimulatoren zijn leverbaar voor vrijwel alle wapensystemen, variërend van aanvalsgeweer, mitrailleur, tank tot antitank wapen. Alle duelsimulatoren werken met behulp van lasertechnologie, waarbij sprake is van een wapen dat een lasersignaal uitzend ('schiet') en een ontvanger met randapparatuur die dat signaal ontvangt en verwerkt. Zo'n ontvanger kan zijn ondergebracht in een door een man te dragen harnas of een op een voertuig aangebrachte reeks sensoren. Er kunnen momenteel twee implementaties worden onderscheiden:

- de one-way laser, waarbij de ontvangende sensor op basis van het binnenkomende lasersignaal bepaalt of de ontvanger schade heeft opgelopen of is uitgeschakeld. Een voorbeeld hiervan zijn de MILES systemen die door de Koninklijke Landmacht worden gebruikt;
- de two-way laser, waarbij de ontvangende sensor het binnenkomende lasersignaal interpreteert en verwerkt, maar ook reflecteert naar de zender. Hierdoor zijn deze systemen ook zeer geschikt voor schietopleidingen.

Geïnstrumenteerd oefenterrein

Een geïnstrumenteerd oefenterrein is een oefenterrein waarin gebruik wordt gemaakt van instrumentatie ter ondersteuning van oefeningen met duelsimulatoren.

Deze instrumentatie kan bestaan uit:

- middelen voor geautomatiseerde registratie, controle en evaluatie van de oefeningen, zoals bijvoorbeeld automatische melding van locatie en status van de deelnemers en het uitvoeren van evaluaties met ondersteuning van beeld en geluid;
- middelen voor het weergeven van de effecten van gebiedsdekkende wapensystemen zoals artillerie, mortieren, (verschiepbare) mijnevelden, elektronische oorlogvoering (EOV) en nucleaire, biologische en chemische strijdmiddelen (NBC). Dit wordt Area Weapons Effects Simulation (AWES) genoemd.

Op het geïnstrumenteerd oefenterrein (IOT) in Hohenfels, Duitsland wordt het 'high intensity' conflict beoefend. Op het OSKLM (Lauwersmeer) wordt het 'low intensity' conflict beoefend. Het belangrijkste voordeel van het oefenen op een

oefenterrein is de natuurgetrouwheid. Dit voordeel kent echter zijn beperkingen. Zo kan op den duur de natuurgetrouwheid van oefeningen afnemen doordat terreinherkenning ontstaat (in het verleden werd, voor wat betreft de noordduitse laagvlakte althans, deze 'beperking' juist als een belangrijk voordeel gezien omdat dit terreintype ook het beoogde terreintype was waar zich een eventueel groot-schalig conflict met het Warschau Pact zou afspelen). Het oefenen op een oefenterrein betekent verder dat men gebonden is aan een beperkt aantal terreintypen en dat men geen controle heeft over de weersomstandigheden. Gegeven de grotere verscheidenheid aan (toekomstige) leerdoelen verliest dit voordeel van de natuurgetrouwheid verder aan gewicht.

B. Speciale trainingsfaciliteit(en) (aan de wal training)

4. Een grote groep simulatiemiddelen bestaat uit een speciale faciliteit, geheel onafhankelijk van het operationele systeem, waarbij het benodigde systeemgedrag door een computer wordt nagebootst. Afhankelijk van de mate van fysieke nabootsing en de mate van instructie ondersteunde componenten kunnen grofweg drie soorten simulatoren onderscheiden worden:
 - *Full-Task Trainer*: een simulator die tot doel heeft een persoon of een team op te leiden voor een bepaalde taak (functie). Deze simulatoren zijn over het algemeen technologisch zeer geavanceerd. De operationele situatie wordt vaak zeer natuurgetrouw nagebootst. Voorbeelden zijn vlieg- en scheepssimulatoren die qua afmeting, dynamische eigenschappen, operationele procedures, omgevingskenmerken, taakeisen e.d. in hoge mate aan de werkelijke situatie gelijk zijn gemaakt, denk bijvoorbeeld aan de Lynx Full Mission Flight Trainer.
 - *Part-Task trainer*: een simulator die tot doel heeft een persoon of een team op te leiden voor slechts een deel van een bepaalde functie, bijvoorbeeld bepaalde procedures. Deze simulatoren kunnen een meer of minder getrouwe afspiegeling zijn van een deel van het operationele systeem, zowel qua apparatuur (mock-up, bedieningspanelen, etc.) als qua simulatie. Centraal staat de geschiktheid van de simulator m.b.t. de te behalen leerdoelen. Een sprekend voorbeeld is de DWADO.
 - *Simulatie COO*: Soms echter is de aansturing van de in- en output van het systeemmodel sterk symbolisch (b.v. door knoppen die de functie van een actor (pedaal, handel, etc.) representeren. Dan wordt meestal gesproken van 'simulatie-COO'. Het onderscheid is dus niet principieel, maar betreft het medium waarmee de representatie van de taakomgeving wordt weergegeven. Met andere woorden: wanneer de mens-machine interface van de simulator is vereenvoudigd tot een

desktop computer, spreken we van simulatie Computer Ondersteund Onderwijs. Het simuleren van het gedrag van het operationele systeem staat echter nog steeds centraal. In de huidige situatie is de simulatie COO veelal in de vorm van Computer Ondersteunde Instructie, dat wil zeggen dat het onderwijsleerproces in handen blijft van de instructeur, het computersysteem ondersteunt het didactisch handelen van de instructeur. Nog zelden is het in de vorm van Computer Gestuurde Instructie, waarbij het didactisch handelen van de instructeur (deels) wordt overgenomen door de simulator zodat de leerstofoverdracht door interactie tussen simulator en leerling plaatsvindt en dat er in principe (gedeeltelijk) zonder instructeur gewerkt kan worden (denk hierbij o.a. aan (extrinsieke) feedback na bepaalde handeling en aan evaluatie aan het einde van de oefening (Review of After Action Review).

5. Sterk gerelateerd aan simulatie COO is de 'gewone' COO. Computer Ondersteund Onderwijs is een methode waarbij de leerling direct interacteert met een leerprogramma, dat gebruik kan maken van velerlei media. De leerling kan reageren op diverse manieren: toetsenbord, muis of andere aanwijsmogelijkheden en krijgt meestal onmiddellijk feedback over de juistheid van responses of gerichte aanvullende instructie. COO is dus een methode waarbij de computer wordt gebruikt als medium om informatie over te dragen. Simulatie van het gedrag van het operationele systeem is hierbij niet van primair belang. Er kan gebruik worden gemaakt van multimedia-technieken als gedigitaliseerde teksten, video, audio en animaties. Deze vorm van computer ondersteuning wordt ook wel aangeduid met termen als Computer Based Training (CBT), Computer Assisted Instruction (CAI) of Computer Aided Learning (CAL).
6. Er zijn ook simulatoren waarbij computers nauwelijks een rol spelen om systeemgedrag te simuleren of om lesstof over te dragen. De simulator bestaat hoofdzakelijk uit een mechanische mock-up. Een zeer eenvoudig voorbeeld is een schommel om vliegers en astronauten te leren omgaan met allerlei g-krachten. Een geavanceerd voorbeeld is de BEVER van de NBCD-school, deze constructie traint leerlingen in het uitvoeren van noodreparaties (zoals het aanbrengen van stutten en schorren, het 'smarten' van leidingen), en leiding geven onder realistische omstandigheden (instromend water, bewegingen van het platform, e.d.). Een ander voorbeeld is de brandmoot van de NBCD-school waarin brandbestrijdingsmethoden worden getraind.
7. Tenslotte is er het rollenspel. Een rollenspel kunnen we omschrijven als een methode waarbij concrete situaties, gebeurtenissen en handelingen worden nagespeeld en geanalyseerd om beter inzicht te krijgen in

gedragswijzen en interacties, zodat het rollenspel kan dienen als een basis voor verdere leerprocessen over eigen en andermans (rol)gedrag. Het enige verschil met de onder 2 genoemde 'gespeelde situatie' is dat het rollenspel, zich niet afspeelt in de operationele situatie, maar bijvoorbeeld in een klaslokaal.

We zullen ons met betrekking tot de studie 'Toepassingsmogelijkheden van simulatie binnen opleidingen van de KM' richten op het gedeelte binnen de gestippelde lijnen van Figuur 2, dus waarbij *computer-simulatie in en van het operationele systeem* een centrale rol speelt. Voor wat betreft de *desktop COO* wordt verwezen naar het TNO-rapport Computer Ondersteund Onderwijs (COO).

2.3 Voor- en nadelen van simulatietraining t.o.v. conventioneel onderwijs

Simulators kunnen worden ingezet bij het trainen van vaardigheden, bij het leren oplossen van problemen en bij kennisverwerving, bij het aanleren van complete taken en bij het aanleren van deeltaken daaruit. In de praktijk blijkt dat bij de juiste inzet van simulators ten opzichte van conventioneel onderwijs één of meer van de volgende voordelen kunnen gelden:

Veiligheid

Bij het leren op een simulator zijn de gevolgen van een 'foute' handeling niet fataal. Foute beslissingen hebben geen desastreuze gevolgen voor mensen, materieel en milieu (denk bijv. aan verkeerde manoeuvres met mammoettankers).

Herhaalbaarheid en beschikbaarheid

Elke gebeurtenis kan bij simulatietraining herhaald worden zodat door analyse van het handelen inzicht in het (beslis)gedrag verkregen wordt. Tevens is de mogelijkheid tot 'intrainen' door veelvuldig herhalen mogelijk. In de praktijk sporadisch voorkomende extreme situaties kunnen met behulp van simulatie op elk moment opgeroepen worden zodat een handelingsrepertoire, van belang in die situaties, geleerd kan worden.

Flexibel opleidingsproces

Bij simulatietraining kan de taaksituatie qua moeilijkheid aangepast worden aan de bekwaamheidsgraad van de cursist en kan de moeilijkheidsgraad gedoseerd verhoogd en verlaagd worden, afhankelijk van de intentie van het leerproces.

Tijdwinst (efficiëntie)

Meerdere onderzoeken wijzen uit dat in vergelijking met andere didactische werkvormen en training on-the-job leren op een simulator tijdwinst geeft. Zo kunnen bij simulatietraining in relatief korte tijd de noodzakelijke vaardigheden uit (in de werkelijkheid) langdurige processen worden getraind. Er kan bijvoorbeeld ook

getraind worden op het effectief handelen bij - in de praktijk minder vaak voorkomende - situaties, zoals bij calamiteiten.

Leerrendement (effectiviteit)

Complexe vaardigheden kunnen op een simulator effectiever getraind worden dan in de praktijk. Informatie wordt met alle menselijke waarnemingssystemen (zien, horen en voelen) opgenomen. Door de mogelijkheden van manipulatie van de moeilijkheidsgraad en complexiteit van taken en de voortdurende feedback kan een geleidelijke en effectieve opbouw van bekwaamheden plaatsvinden.

Testen (examineren)

Op een simulator kunnen ook testen worden uitgevoerd met betrekking tot het niveau van handelingsbekwaamheid van zowel cursisten (in een bepaalde fase van hun opleiding) als van ervaren beroepsbeoefenaren. Met een simulator kunnen begingedrag, vorderingen en eindgedrag getest worden. Met behulp van de simulator kunnen ook diagnostische toetsen afgenomen worden. Wanneer vastgesteld wordt dat bepaalde taken niet voldoende worden beheerst kan met de simulator een programma ontwikkeld en uitgevoerd worden om vaardigheden te trainen of om handelingen met grotere zekerheid uit te (durven) voeren. Ook het 'bijhouden' van bepaalde vaardigheden (recurrent training), met name die in de praktijk sporadisch uitgevoerd worden, kan op de simulator plaatsvinden. Vooral de mogelijkheid tot regelmatige, diagnostische toetsing wordt een belangrijk aspect gevonden bij het inzetten van simulatoren. Er kunnen trainingsprogramma's 'op maat' ontwikkeld worden ter verbetering van een zwakke uitvoering van taken.

Milieu

Voordeel van simulatoren is dat het milieu er niet door wordt verstoord. Iets wat in een klein land als Nederland zwaar telt. Simulatoren zijn ook in dat opzicht een ideale oplossing.

Kostenbesparing

Hoewel de aanschafkosten van simulatoren vaak soms hoog kunnen zijn bespaart het gebruik ervan de schaarse bronnen (brandstof, munitie, onderhoud, inzetbaarheid van het operationele systeem, etc.). De bedrijfskosten zijn over het algemeen lager dan die van het operationele uitrustingsstuk. We gebruiken als voorbeeld de reductie in kosten gerelateerd aan het vliegen van een vliegtuig. Eén uur vliegen op een Marine patrouille vliegtuig, de P3C ORION kost ongeveer fl. 8000,- terwijl een uur vliegen in de simulator slechts fl. 800,- kost. Met andere woorden een kostenreductie van een factor 10 is bereikt (Armex, februari 1992). Het is wel duidelijk dat het ook goedkoper is om iemand stuurmanskunst bij te brengen op een simulator dan door hem enkele achtjes met een fregat te laten varen. Ook hoeft er met de verschillende wapensystemen geen echte munitie meer te worden verschoten. Dat levert bij elkaar een flinke besparing in de kosten. Doordat materieel minder hoeft te worden ingezet verminderen ook de onderhoudskosten.

Als nadelen kunnen gelden:

Aanschafkosten

Simulatietraining is meestal goedkoper dan opleiding in de praktijk, waar brandstof, slijtage, onderhoud en beschadiging van apparatuur, milieu e.d. kostenposten (kunnen) zijn. De aanschafkosten kunnen echter hoog uitvallen waardoor de kostenverhouding (kosteneffectiviteit) niet zo gunstig kan uitpakken. Er zijn namelijk simulatoren die twee à drie keer zo duur zijn als het echte apparaat waarin of waarmee gewerkt wordt. Een goede kostenbaten analyse is noodzakelijk om tot een verantwoorde investeringsbesteding te komen (zie hoofdstuk 5).

Aanpassingen

Als er in de operationele praktijk veranderingen in het systeem plaatsvinden, dan zal in de meeste gevallen de simulator ook aangepast moeten worden. Veelal is dit een extra kostenpost waarmee rekening gehouden dient te worden.

Nadelen van een oefenterrein

De belangrijkste nadelen van een oefenterrein zijn het gebrek aan inzicht- en controle-mogelijkheden m.b.t. de voortgang van een oefening en het gebrek aan evaluatiemogelijkheden. Van oudsher is naar wegen gezocht deze nadelen te ondervangen, o.a. door verbeteringen in de voorbereiding van een oefening zodat een oefening meer volgens plan verloopt, door de inzet van meer toezichthoudend personeel en/of verbetering van procedures, en, meer recentelijk, door instrumentatie van de wapensystemen en het oefenterrein. Een ander gevaar is de didactische inzet van het oefenterrein. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt tussen oefenen en testen. Oefeningen zijn bedoeld om iets te leren. Tests zijn bedoeld om te bepalen of het vaardigheidsniveau voldoet aan de criteria. In de huidige oefenpraktijk wordt dit onderscheid niet altijd aangehouden en ziet men veldoefeningen veelal als beproeving van het vaardigheidsniveau van de eenheid onder 'operationele' omstandigheden. Zo wordt een oefening vaak geëvalueerd als een operationele opdracht waarbij alleen het resultaat telt terwijl, vanuit didactisch oogpunt, het proces dat tot dat resultaat geleid heeft veel belangrijker is. Ook wordt soms het gebrek aan mogelijkheden tot bijsturing van een oefening niet als een nadeel beschouwd maar als een omstandigheid die bijdraagt aan de natuurgetrouwheid van een oefening. In de praktijk worden immers ook fouten gemaakt en in de praktijk worden fouten ook niet altijd gesignaleerd en is er ook geen mogelijkheid voor de commandant hier (tijdig) op in te springen. Hierbij wordt echter voorbij gegaan aan het feit dat de opleiding erop gericht dient te zijn fouten te voorkomen en dat, als er fouten worden gemaakt deze tijdig teruggekoppeld dienen te worden zodat de betrokkenen van hun fouten kunnen leren.

2.4 Samenvattend

Geconcludeerd kan worden dat simulaties in aanmerking komen als:

- de werkelijkheid (operationele systeem) niet kan voldoen met betrekking tot de inzet ten behoeve van een opleiding vanwege o.a.:
 - te hoge kosten;
 - te risicovolle trainingssituatie;
 - milieu-overwegingen;
 - geen ruimte door vereiste operationele inzetbaarheid;
 - relevante trainingssituaties komen weinig frequent voor;
- voor het bereiken van goede leersituaties het toch nodig is de werkelijkheid te representeren;
- interactie tussen leerling en onderwijsleermiddel gewenst/vereist is;
- ingespeeld moet worden op individuele verschillen tussen leerlingen (tempo, niveau, aanleg);
- nauwkeurig bijhouden en bijsturen van leerlingprestaties van belang is.

3. Een onderwijskundige kijk op simulatietraining

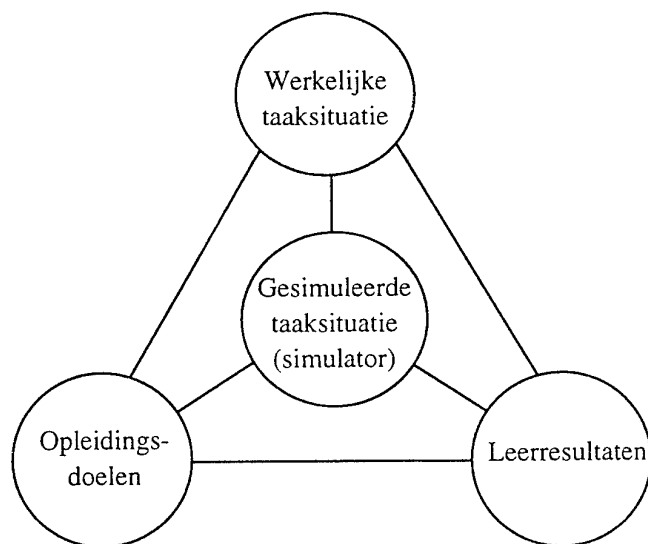
3.1 Inleiding

Paragraaf 3.2 geeft een overzicht van taken die getraind kunnen worden met behulp van simulatietraining. In paragraaf 3.3 worden enkele aspecten aangegeven die karakteristiek zijn voor het opleiden en leren op simulatoren. Een aantal voorbeelden van simulatietraining als didactische werkvorm zullen worden opgesomd. In paragraaf 3.5 wordt de rol van de opleider besproken. Tenslotte wordt in paragraaf 3.4 nader ingegaan op de vergelijking tussen simulatietraining en training op de werkplek (training on-the-job).

3.2 Typen taken die getraind kunnen worden m.b.v. simulatietraining

Aan de hand van Figuur 3 zullen een aantal relevante componenten en relaties tussen componenten met betrekking tot simulatietraining besproken worden. Deze figuur bevat de volgende vier componenten:

1. de werkelijke taaksituatie;
2. de opleidingsdoelen;
3. de gesimuleerde taaksituatie (simulator);
4. de leerresultaten.



Figuur 3 Relevante componenten en relaties tussen de componenten bij simulatietraining

Ad 1. De werkelijke taaksituatie

Een beroeps- of functiegerichte opleiding rust een cursist toe met bekwaamheden die in een werkelijke taaksituatie noodzakelijk zijn. Deze werkelijke taaksituatie is de omgeving, inclusief de middelen en de functionarissen, waarmee de cursist na (of tijdens) de opleiding op een adequaat niveau moet kunnen functioneren. De haalbaarheid of het gemak waarmee de werkelijkheid kan worden nagebootst verschilt sterk tussen taken. Het is daarom van belang deze taken te onderscheiden waarbij we nadrukkelijk moeten letten op de taakomgeving (die moet worden gesimuleerd). Er zijn vier typen taken te onderscheiden: procedurele-/bedienings-taken, cognitieve taken, perceptief-motorische taken en interactieve taken.

1. *Procedurele-/bedieningstaken.* Bij taken of taakonderdelen waarbij het vooral om bedieningshandelingen of procedures gaat (het afwerken van een checklist in een vliegtuig, het vaargereed maken van een fregat) valt de taakomgeving grotendeels samen met de directe bedieningsomgeving, dat is de werkplek waar de taak wordt uitgevoerd (bijv. de cockpit of de brug). Visuele interactie met de buitenwereld is er niet of nauwelijks zodat het simuleren zich hier beperkt tot het namaken van de werkplek.
2. *Cognitieve taken.* Een tweede type taak, qua taakinhoud veelal cognitief van aard, treffen we aan in luchtverkeersleidingscentra, procesregelkamers en technische en commando centrales. Het opvallende hier is dat de visuele interactie in de simulator niet direct plaats hoeft te vinden met de buitenwereld, maar kan volstaan met symbolische weergave van die buitenwereld in de vorm van radars, schematische tekeningen van het systeem of proces op beeldschermen. De problematiek van het simuleren betreft hier, behalve het namaken van de bedieningsomgeving, het modelleren van de buitenwereld (het gedrag van vliegtuigen, de dynamica van een proces of van een voortstuwingssysteem of de (tactische) bewegingen van vliegtuigen, schepen en onderzeeboten). Deze modellering van de buitenwereld, vaak in de vorm van scenario's vormt de ingang voor een dynamische en symbolische representatie van wat er zich buiten het directe gezichtsveld van de operators afspeelt. Opgemerkt moet worden dat een dergelijke (wiskundige) modellering ongetwijfeld niet in alle details een perfecte beschrijving is van de werkelijke dynamica. Maar in de regel kan wel een perfecte gedragsovereenkomst worden bereikt. Dit betekent dat er voor de operator geen verschil te merken is tussen het modelgedrag en de werkelijke systeemdynamica.
3. *Perceptief-motorische taken.* De taakomgeving van de derde type taak vormt het struikelblok ten aanzien van simuleren. De taken waar het hier om gaat zijn voor een groot gedeelte perceptief-motorisch van aard (rijden, varen, vliegen, schieten, etc.) en de taakomgeving valt voor een groot gedeelte samen met (een deel van) de buitenwereld zelf. De stimuli waarvan bij de taakuitvoering gebruik wordt gemaakt vormen zelf onderdeel van de buitenwereld (objecten,

geluiden, opdrachten, etc.). De problematiek van het simuleren betreft hier behalve het namaken van de bedieningsomgeving en het modelleren van de dynamica van het te simuleren systeem (met de daarop werkende verstoringen van buitenaf) vooral het imiteren van de buitenwereld. Het gaat hierbij dan om het teweegbrengen van dezelfde zintuiglijke sensaties die interactie met de buitenwereld zou hebben opgeleverd (het beeld van het landschap waarin wordt gereden, diverse gewaarwordingen die spelen bij het nemen van een bocht e.d.). Het imiteren is aan grenzen gebonden, bijvoorbeeld de resolutie, bijwerkfrequentie (volledige beeldinhoud vervangen) en opfrisfrequentie (frequentie waarmee de electronenstraal elk punt op het beeldscherm doet oplichten) van het gesimuleerde omgevingsbeeld.

4. *Interactieve taken.* Hieronder worden de sociale en communicatieve vaardigheden verstaan die bedoeld zijn om beter met elkaar om te kunnen gaan en samen te kunnen werken. Bedoeld worden zowel de vaardigheden in de zin van interacteren, zoals het hoort, naar beleefdheidsnormen en volgens etiquette als vaardigheden in de zin van creatieve interactie en een eigen stijl van optreden en persoonskenmerken.

De vraag wat nu de consequenties zijn voor de leeroverdracht indien de simulator op een aantal aspecten verschilt met de werkelijkheid, is het meest kritisch bij perceptief-motorische taken. Het imiteren van de natuurlijke omgeving vormt namelijk het grote struikelblok ten aanzien van simuleren.

Ad 2. Van werkelijke taaksituatie naar opleidingsdoelen

Om de eisen, die de praktijk aan het functioneren van mensen stelt, grondig te kunnen opsporen, inventariseren en analyseren kunnen verscheidene methodieken - zoals situatie- en kwalificatieanalyses - gebruikt worden. Enkele in deze context toepasbare methoden zijn: opleidingskundige taakanalyses en leer- en opleidingsbehoeften onderzoek. Onder een opleidingskundige taakanalyse wordt het onderzoek verstaan naar de vaardigheden, kennis attitudes en samenwerkingsrelaties die van belang zijn om de betreffende taak uit te kunnen voeren. Leer- en opleidingsbehoeften omvatten de ervaren en vastgestelde tekorten aan specifieke kennis, vaardigheden, houdingen, inzichten of visies van individuen en groepen, met betrekking tot de beroepstechnische bekwaamheden en persoonlijke effectiviteit. Deze informatie levert een betrouwbaar beeld van de gewenste opleidingsdoelen en leerinhouden.

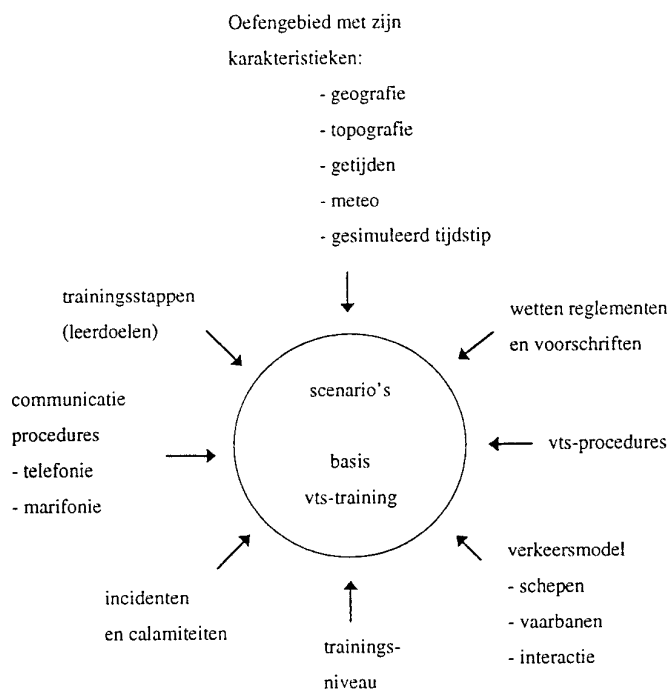
Ad 3. De gesimuleerde taaksituatie

Bij het ontwerpen en ontwikkelen van een simulator wordt uitgegaan van een analyse van de werkelijke situatie. Alle relevante variabelen die de werkelijke

taaksituatie bepalen, worden gedefinieerd. Bij een manoeuvreersimulator zijn dit bijv. de stroom, het getijde, manoeuvreercharacteristieken, diepgang en snelheid van het schip, de windrichting en -sterkte, lengte en ligging van de aanlegsteiger, etc. Verder dienen scenario's ontworpen te worden. Dit zijn beschrijvingen van een (variabele) toestand met reeksen gebeurtenissen (oefensituaties) die van een eerste tot volgende oefensituaties kunnen leiden. In een scenario is de achtergrond, de context of situatie uitgewerkt. Een scenario bestaat uit meerdere ingrediënten (parameters). Om de moeilijkheidsgraad van het scenario te kunnen variëren en om gewijzigde oefensituaties te kunnen creëren is bij een simulator de mogelijkheid aanwezig om een aantal parameters van buitenaf (bijv. door de instructeur) te wijzigen. Afhankelijk van het soort scenario kunnen twee scenario-modes onderscheiden worden:

- instructeur die vooraf aan de les het scenario bepaalt (lespreparatie);
- instructeur die on-line het scenario bepaalt/aanpast;

Als voorbeeld geven we een hieronder de ingrediënten die relevant zijn voor het scenario bij de initiële simulatietraining voor (scheepvaart) verkeersbegeleiding (VTS: Vessel Traffic Services), zie Figuur 4.



Figuur 4 Relevante ingrediënten voor het scenario bij de initiële simulatietraining voor (scheepvaart) verkeersbegeleiding (VTS: Vessel Traffic Services)

De wijze waarop taak en taakomgeving in een simulatie gepresenteerd moet worden hangt sterk af van het type leerdoel en de fase van vaardigheidsontwikkeling. De cognitieve psychologie onderscheidt vaak drie fasen in de ontwikkeling van vaardigheden: de kennisfase, de procedurefase en de autonome-fase.

1. In de *kennisfase* gaat het om het aanleren van informatie die nodig is voor taakuitvoering; een beschrijving van de handelingen en het vertrouwd raken met de bedieningsomgeving en de terminologie. In deze fase kan de taakomgeving voldoende worden gepresenteerd met plaatjes, diagrammen en simpele (deel)simulaties. Er worden geen hoge eisen gesteld aan de natuurgetrouwheid. In de kennisfase is informatie nodig over de functies en opbouw van het systeem, de termen en een beschrijving van de handelingen.
2. In de *procedurefase* staat niet zo zeer kennis over de taakverrichting centraal, maar het leren uitvoeren ervan. De geleerde kennis moet door toepassing meer taakuitvoeringsgericht worden. Daarvoor moeten de effecten van taakhandelingen op een functioneel juiste en geloofwaardige manier worden gesimuleerd, maar een complete en in alle opzichten waarheidsgetrouwe simulatie is daarvoor niet wezenlijk. In de procedurefase staat het taakgericht leren toepassen van kennis centraal. De didactische principes die hierbij gelden zijn:
 - 'geleidelijkheid', van simpele naar complexe oefeningen (scenario's),
 - de uitgebreidheid waarmee hints en terugkoppeling worden gegeven af laten nemen naarmate de leerling vordert in het leerproces;
 - 'gevarieerde' oefeningen, door middel van opzettelijk aangebrachte variatie in de taakomstandigheden ervoor te zorgen dat de geleverde taakprestatie een reflectie is van de werkelijke taakcompetentie en niet het resultaat van een rigide uitvoering van een reeks handelingen.Simulatoren zijn zeer geschikte hulpmiddelen om deze principes te realiseren, vaak beter dan training op het werkelijke systeem.
3. In de *autonome-fase* tenslotte worden bepaalde deeltaken, door veelvuldig oefenen, geautomatiseerd. Dat betekent dat uitvoering van de betreffende deeltaak snel is, weinig verwerkingscapaciteit kost en geen bewuste aandacht vraagt zodat tegelijkertijd andere, meer gecompliceerde, deeltaken kunnen worden verricht. Om dit niveau van taakbeheersing door training te bereiken is in het algemeen voor taken van perceptueel motorische aard een trainingsomgeving met hoge mate van natuurgetrouwheid nodig, voor cognitieve vaardigheden is dit minder van belang).

Ad 4. De leerresultaten

Wanneer we simulatietraining vergelijken met andere didactische werkvormen bijvoorbeeld doceren, demonstreren, opdrachtvormen, spelvormen, zelfstudie, etc. dan kunnen we in het algemeen vaststellen dat met simulatietrainingen

verschillende leerresultaten bereikt kunnen worden. De basis van deze leerresultaten zijn de vooraf gestelde opleidingsdoelen. Bij het leren op een simulator kunnen de volgende algemene opleidingsdoelen worden nagestreefd:

- *Cognitieve doelen*; betreffen het verstandelijk functioneren, deze kan men bereiken door het verwerven van kennis en deze vervolgens toepassen gedurende de simulatietraining.
 - Beslissingen kunnen nemen: Door oefening wordt ervaring opgebouwd. Een plaats waar ervaring opgedaan kan worden in het nemen van beslissingen zonder dat foute beslissingen tot desastreuze gevolgen leiden, is een simulator.
 - Verhogen van probleemoplossend vermogen: Het (extrinsiek/intrinsiek) feedback-principe van een simulator maakt bespreking van voor- en nadelen van gekozen oplossingen mogelijk.

- *Perceptief-motorische doelen*; hebben betrekking op handelingen met een bewuste of onbewuste spierbeweging. Deze kan men bereiken door praktijktraining en in een aantal gevallen met behulp van een simulatietraining.
 - Beheersen van complexe perceptuele vaardigheden: Bijv. op grond van waargenomen signalen een vereiste situatie laten ontstaan door het doen van een (ingewikkelde) reeks noodzakelijke handelingen.
 - Procedures: Met name procedures die in de praktijk zelden voorkomen (bijv. bij calamiteiten e.d.) en procedures die weinig 'bedenktijd' toestaan, kunnen op een simulator getraind worden.

- *Interactieve doelen*; Interactieve doelen hebben betrekking op sociaal gedrag, samenwerking (teamwork), communicatie en leidinggeven.
 - Samenwerking (teamwork): Door het oefenen van vastgelegde communicatiepatronen kan door middel van een simulatietraining een eventueel aanwezige drempelvrees overwonnen worden en kan samenwerking productiever worden.

- *Affectieve doelen*; hebben betrekking op houding, belangstelling, motivatie en waarden. Deze kan men bereiken door het geraakt, getroffen worden of geconfronteerd worden met die informatie die een affectieve of motivationele betrokkenheid van de cursist tot gevolg heeft. Tijdens de training op een simulator zal de cursist en vaak ook de opleider een bepaalde rol moeten vervullen, door dit rolgedrag kan attitudevorming plaatsvinden.
 - Vorming c.q. verandering van attitudes: De sterk motiverende werking van een simulator, doordat de leerling de relevantie van zijn handelen voor de werkelijkheid ervaart, biedt een unieke mogelijkheid tot attitudevorming en daarmee het verwerven van een beroepsinstelling.
 - Stress-bestendigheid bevorderen: De betrokkenheid bij het gebeuren in een gesimuleerde taaksituatie is vaak even groot als in een werkelijke situatie.

Door steeds complexer wordende oefeningen kan de stressbestendigheid opgevoerd worden.

3.3 Leren op simulatoren

Kenmerkend voor het leren op een simulator zijn: de grote (psychische en ook lichamelijke) activiteit, de sterke betrokkenheid en de hoge motivatie. Met een goede begeleiding, duidelijke doelstellingen en adequate feedback leiden leerprocessen op een simulator tot een hoog rendement in een korte (leer)tijd. Wat betreft de aard van de leerprocessen zien we dat in de opleiding van vliegers het leren uitvoeren van manoeuvres en noodprocedures voorop staat. Bij de opleiding van stuurlieden op simulatoren wordt gesteld dat in tegenstelling tot de opleiding van vliegers, de nadruk in de eerste plaats moet liggen op het leren waarnemen en daaraan gekoppeld het vormen van een oordeel en het nemen van een beslissing (proceduretraining van secundair belang op de simulator). Het proces dat plaatsvindt bij het leren nemen van een beslissing kent de volgende fasen:

1. In een classesituatie (dus niet op de simulator) wordt informatie verzameld en wordt een mentaal model opgebouwd van het systeem dat beheerst moet worden.
2. Vervolgens wordt op een simulator geoefend in het hanteren van het mentale model onder leiding van een opleider die adequate feedback geeft, zodat het model bijgesteld, uitgebreid en aangepast aan de praktijk kan worden.
3. Een verdere aanpassing en uitbreiding van het mentale model vindt plaats door achtereenvolgens weer informatie aangeboden te krijgen in een classesituatie en dit daarna toepasbaar te maken op de simulator.
4. In een volgende fase wordt de cursist op een (andere) simulator een oefening gegeven waarbij hij volledig zelfstandig op grond van eigen oordeelsvorming beslissingen moet nemen. De oefeningen worden geregistreerd en vervolgens nabesproken. Eventuele aanvullende informatie wordt verstrekt en een volgende oefening - met een hogere moeilijkheidsgraad - kan uitgevoerd worden.

Gedurende de gehele opleiding wordt de cyclus: vergaren van informatie, opbouwen van het mentale model, oefenen en toepassen van het model en nabespreking, meerdere malen herhaald.

3.4 De rol van de opleider

Bij het leren op een simulator ligt de nadruk op de cursist. De opleider is verwijzer, begeleider en stimulator. Naast de rol van (leerproces) begeleider heeft de opleider vaak ook een taak bij de besturing en injectering van (bijzondere) situaties. Ook vervult de opleider in veel situaties een specifieke (gedrags)rol die

relevant is voor het stimuleren van de juiste taakomgeving, bijvoorbeeld bij manoeuvreersimulatie kan de opleider de rol van loods of gezagvoerder vervullen. Opdrachten en handelingen van de opleider bepalen dan mede de oefensituatie. De rol van de opleider kan bij simulatietraining worden verdeeld in drie componenten, te weten (zie ook paragraaf 4.4):

1. *Briefing* (instructie, voorlichting), waarbij voorafgaand aan de simulatietraining de opleider de cursisten informeert over de simulatie en over de handelingen en de onderwerpen die verondersteld worden bekend te zijn (doelstellingen en het scenario worden geschetst);
2. *Begeleiding* gedurende de daadwerkelijke training op de simulator als:
 - monitor (degene die gedurende het simulatieproces het leerlinggedrag in de gaten houdt);
 - degene die de simulator aanstuurt (controleert en beheerst);
 - degene die een bepaalde rol inneemt gedurende het simulatieproces (rollenspel).
3. *Debriefing* (evaluatie) of After Action Review (A.A.R.). Na de training zullen belangrijke kenmerken die gedurende de training gesignaleerd zijn worden besproken (en zal verslag worden uitgebracht).

Een adequaat opleidingsprogramma voor opleiders bij simulatietraining is noodzakelijk. Hierin moeten de trainingstechnieken geoefend worden die noodzakelijk zijn voor de realisatie van opleidingsdoelen door middel van een simulator. De mogelijkheden en beperkingen van de simulator moeten bij de opleider bekend zijn. In grote simulatoren zal het vaak nodig zijn dat meerdere opleiders meerdere rollen vervullen (instructieteam). Het werken in een team is dan een belangrijke eis die aan de opleider gesteld wordt (bijvoorbeeld TC/NBCD-trainer).

3.5 Vergelijking tussen simulatietraining en training on-the-job

Gedurende simulatietraining kunnen tijdens de 'normale gang van zaken' probleemsituaties worden opgeroepen. De cursist krijgt hierdoor een mogelijkheid om met het handelen in deze situaties te experimenteren. Gericht feedback en gerichte herhalingsmogelijkheden kunnen gegeven worden om het adequaat reageren op deze probleemsituaties optimaal te leren. Bij simulatietrainingen kunnen in vergelijking met praktijksituaties in een veilige omgeving handelingen geleerd en inzicht verkregen worden. Veilig zowel voor mensen als materieel. Deze veiligheid vormt een 'psychische veiligheid' voor de cursist waardoor een gunstig leerklimaat ontstaat. Mogelijkheden tot experimenteren zijn aanwezig waardoor een handelingenrepertoire geleidelijk opgebouwd kan worden. Meerdere (creatieve) strategieën tot het oplossen van een probleem kunnen uitgeprobeerd worden (i.t.t. een sturende opdracht).

Simulatietraining biedt een omgeving waarin door 'herhaling' ervaring opgebouwd kan worden waar toe in de praktijk vaak minder mogelijkheden zijn. Ook het mani-

puleren van het tijdsaspect en daarmee samenhangende veranderde situaties levert winst op bij simulatietraining. Er hoeft niet - zoals in de praktijk - gewacht te worden op een (toevallig) voorkomen van een bepaalde (oefen)situatie, deze kan wanneer nodig opgeroepen worden. Ervaring leert dat (zeker in de scheepvaart) training on-the-job en simulatietraining naast elkaar noodzakelijk zijn; het is zinvol om (opleidingskundig) onderzoek te richten op de probleemstelling: wat is de optimale verhouding? (Luchters en Dijkhuizen, in Handboek Opleiders in organisaties, 1991).

De noodzaak tot training on-the-job naast simulatietraining wordt toegeschreven aan onder meer het nog te kort schieten van: visuele representatiesystemen, bewegende beelden, bewegingsuitvoering en mathematische modellen, werken in teamverband (fungeren als eenheid). Praktijkoefening aan boord van een echt schip, op een echte zee onder echte levensomstandigheden blijft echter naast simulatietraining noodzakelijk.

4. Voorwaarden voor effectieve inzet van simulatoren

4.1 Inleiding

Al eerder werd simulatietraining omschreven als een didactische werkvorm waarbij het leren plaatsvindt in interactie met een simulator. In paragraaf 4.2 wordt de ontwikkeling beschreven van opleidingen in het algemeen en trainingssimulatoren in het bijzonder, hierbij komen verschillende fasen binnen het opleidingsontwikkelproces aan de orde. In paragraaf 4.3 worden instructieve functies met betrekking tot trainingssimulatoren besproken (te weten uitleg, demonstratie, oefening, terugkoppeling en hulp). Tenslotte wordt in paragraaf 4.4 aan de hand van een overzicht diverse instructieve functies bekeken ten opzichte van een embedded trainer, een Full-Task Trainingssimulator, een Part Task Trainingssimulator en Simulatie-COO.

4.2 Ontwikkeling van opleidingen

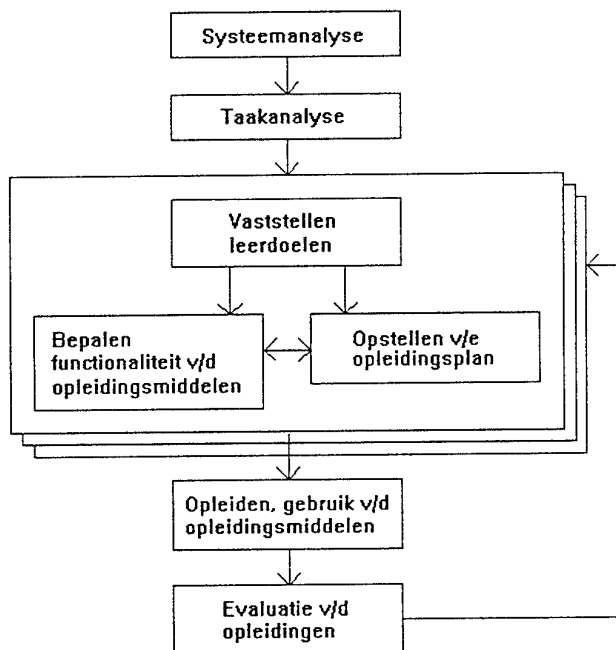
In het voorgaande werd nadrukkelijk vermeld dat de voordelen van simulatorgebruik gelden bij een juiste opleidingskundig verantwoorde inzet. Wat wordt hiermee bedoeld? Het is in het verleden regelmatig gebleken dat het van het grootste belang is om, voordat er besloten wordt tot de specificatie, aanschaf of ontwikkeling van een simulator, een duidelijk beeld te hebben van de leerdoelstellingen en het (ingangs)niveau van de leerlingen. Zonder goed gespecificeerde gebruikerseisen geen goede simulator.

Leerdoelen beschrijven *wat* een functionaris uiteindelijk moet kunnen uitvoeren. Op basis hiervan moet worden besloten *hoe* een leerling de noodzakelijke vaardigheden opdoet. De functionele specificatie van opleidingsmiddelen legt vast wat het opleidingsmiddel hiertoe kan bijdragen en wat de gebruikers, zowel leerling als instructeur, kunnen doen. Leerdoelen vormen ook het uitgangspunt voor de definitie van een curriculum. Het curriculum is de kern van een opleidingsstelsel, het is een plan dat aangeeft met welke middelen en methoden de opleidingsdoelen optimaal gerealiseerd moeten worden. Globaal geeft het curriculum aan op welke wijze het verschil tussen beginsituatie van een cursist en in de praktijk vereiste kennis, inzicht, vaardigheden en attitudes overbrugd kunnen worden. Het ontwikkelen van een curriculum met bijbehorende opleidingsmiddelen is geen eenvoudige taak. Steeds moeten keuzen worden gemaakt in het iteratieve besluitvormingsproces van vaststellen van leerdoelen, opstellen van een opleidingsplan en bepalen van functionaliteit van de opleidingsmiddelen door middel van oefenen en test scenario's (zie Figuur 5).

Steeds als keuzen ten aanzien van opleidingsplan en opleidingsmiddelen zijn gemaakt, worden de leerdoelen verder uitgewerkt en worden het opleidingsplan en de functionaliteit van de opleidingsmiddelen in meer detail ingevuld. Bij het nemen

van beslissingen spelen aspecten een rol zoals bijvoorbeeld didactische expertise en kosten en baten in de ruimste zin van het woord (zie hoofdstuk 5)

In het verleden werd nog wel eens gedacht dat als een simulator nu maar alles kan wat het operationele systeem kan, dat het dan ook vanzelfsprekend mogelijk is om met die simulator alle noodzakelijke dingen aan te leren. Via deze redenering kunnen leerdoelen tijdens of zelfs na de ontwikkeling van de simulator worden ingevuld. Dan kan echter blijken dat de simulator toch niet optimaal is afgestemd voor het bedoelde gebruik. Tegenwoordig is men zich steeds vaker bewust van het feit dat eerst een duidelijk beeld vereist is van de leerdoelen, die de basis vormen voor het nemen van gefundeerde kosten/baten beslissingen en op deze wijze te komen tot een (kosten)effectieve simulator en verantwoorde inzet daarvan. Binnen de Koninklijke Marine is duidelijk een positieve trend waar te nemen met betrekking tot de ontwikkeling van opleidingsmiddelen en van simulatoren in het bijzonder. Bij de ontwikkeling van curricula voor simulatietraining is het werken in teamverband een 'must'. In een team mogen de volgende deskundigen niet ontbreken: materiedeskundige, opleidingsdeskundige, instructeur, software deskundige en hardware deskundige, uiteraard kunnen meerdere deskundigheden in één persoon verenigd zijn. Deze samenstelling van het ontwikkelteam is noodzakelijk om een optimale afstemming te krijgen op de eisen van de praktijk, de haalbaarheid van de opleidingsdoelen te bewaken, de mogelijkheden van de techniek te benutten en de implementatie van de simulator in de opleiding van meet af aan te stroomlijnen.



Figuur 5 Verschillende fasen binnen het ontwikkeling van opleidingen, met hierin iteratief verlopende processen

4.3 Instructieve functies m.b.t. simulatietraining

Instructie in het leren bedienen van een systeem kan worden onderscheiden in drie fasen:

1. verwerving van de voorwaardelijke kennis en vaardigheden voor de taak-uitvoering (weten welke stappen op welk moment nodig zijn),
2. het toepassen van de kennis en vaardigheden in (standaard) taakscenario's en
3. toetsing van de vraag of de leerling de kennis en vaardigheden beheerst.

Er zijn geen inhoudelijke redenen om alle fasen noodzakelijkerwijs in een gesimuleerde taakomgeving plaats te laten vinden, maar als voor een opleiding simulatie (simulatie-COO) wordt ontwikkeld, dan is het vaak efficiënt om alle drie onderscheiden functies in de applicatie in te bouwen. Voor optimaal rendement behoort simulatie (simulatie-COO) over de volgende instructiefaciliteiten te beschikken (zie Tabel 1):

- uitleg ('instructie-tutorial'),
- demonstratie,
- oefening,
- terugkoppeling ('feedback-tutorial') en
- hulp.

Een instructie-tutorial heeft betrekking op de voorwaardelijke theoretische kennis die relevant is voor het betreffende oefenscenario. Het volgen van die instructie-tutorial kan voorgeschreven zijn of facultatief door de leerlingen worden opgevraagd. Bij een demonstratie ziet de leerling hoe een (deel)procedure moet worden uitgevoerd. Oefeningen dienen om de leerling zelfstandig de geleerde kennis toe te laten passen op een wijze die overeenstemt met de gestelde leerdoelen.

Om de leerling te informeren over de kwaliteit van zijn handeling(en) worden twee typen feedback onderscheiden: 'intrinsieke' en 'extrinsieke'. Intrinsieke feedback betreft informatie over de taakuitvoering die ook in de werkelijkheid beschikbaar is (bijv. na bepaalde handeling uitslag van metertje, e.d.). Extrinsieke feedback is aanvullende informatie over de taakprestatie. Als er fouten worden gemaakt die mogelijk het gevolg zijn van kennishiaten of misconcepties, dan is het verstandig om extrinsieke feedback te geven (bijv. in de vorm van extra informatie, vragen, e.d.).

Hulp ('guidance') verschilt met feedback met betrekking tot het tijdstip waarop de informatie wordt gegeven. Feedback wordt, per definitie, na uitvoering van de (deel)taak gegeven, hulp gaat daar aan vooraf en kan ofwel automatisch door het systeem worden afgegeven of door de leerling worden opgevraagd. Vaak toegepaste vormen van hulp zijn het richten van de aandacht (door 'hints' of 'cues') en het geven van specifieke (extra) achtergrondinformatie die op dat moment in taakuitvoering van belang is.

Een analyse van de rol van instructeur/opleidingsontwerper is nodig om precies vast te stellen welke sturingsmogelijkheden in het simulatie-programma moeten

worden ingebouwd, maar duidelijk is dat de opleidingsontwerper invloed moet kunnen uitoefenen op:

- de inhoud van de taakscenario's (leertraject),
- de vorm van de taakscenario's,
- de prestatiemetingen die tijdens de taakuitvoering verricht worden (prestatie beoordeling, bijv. in de vorm van checklists),
- de terugkoppeling die op taakverrichting moet volgen (feedback) en
- leerlinggegevens die op een overzichtelijke wijze geraadpleegd moeten kunnen worden. Dit is enerzijds nodig om het leerproces van individuele leerlingen te kunnen volgen en te beoordelen, maar ook om de kwaliteit van de trainings-scenario's te kunnen evalueren.

Afhankelijk van de graad van automatisering van het simulatie- (simulatie-COO)-programma verandert de rol van de instructeur van het actief zelf geven van instructie tot die van manager van leer- en trainingsprocessen. Veel van zijn werk verhuist dan van de lessen zelf naar de voorbereiding ervan (zie Tabel 1).

4.4 Full Task Trainer, Part Task Trainer of Simulatie COO

De simulator moet op de juiste manier in het hele leerprogramma worden ingezet. Vaak zal een heel nieuw leerprogramma moeten worden ontworpen om de mogelijkheden van simulatie optimaal te benutten. Dat brengt ons bij de vraag of de gestelde leerdoelen wel goed gekozen zijn. Dikwijls wordt gestreefd naar integrale simulatie voor een bepaald pakket van taken als geheel (Full Task Trainer = FTT), met als gevolg hoge en dure eisen aan de benadering van de werkelijkheid. Dit resulteert niet altijd in een optimale leeroverdracht omdat sommige taken beter onafhankelijk van elkaar (niet geïntegreerd met andere taken) aangeleerd kunnen worden. Men kan echter in zo'n geval vaak betere resultaten bereiken met eenvoudige deelsimulatoren (Part Task Trainers = PTT, Simulatie COO), ieder met een beperkt leerdoel (bijv. Navigation Trainer), en daarbij de integratie voltooien op een goedkopere simulator of zelfs in het werkelijke systeem. Het belang is tweërlei.

In de eerste plaats is het uit kostenoverweging lang niet altijd mogelijk om zogenaamde Full Task Trainingssimulatoren (FTT) in te zetten voor alle trainings-/opleidingsdoeleinden. Een alternatief is het inzetten van een of meer Part Task Trainers (PTT) of simulatie COO waarin enkele onderdelen wel maar andere zeker niet kunnen worden beoefend. In de tweede plaats is het uit het kenmerk van trainingsefficiëntie soms gewenst een taak in stukken te knippen en die afzonderlijk te trainen. Zeker is dit het geval indien er taakonderdelen zijn die vrij snel kunnen worden geleerd terwijl andere veel meer tijd vergen. Part Task Trainers (en simulatie COO) spitsen zich dus met name toe op een specifiek gedeelte van een taak/systeem (bijv. een procedure) zonder dat de simulator de complexe werkelijke taaksituatie compleet nabootst. Bij de ontwikkeling van Full Task trainers, Part

Task trainers en simulatie COO hebben we te maken vier kernvragen die naar aanleiding van de gestelde leerdoelen beantwoord moeten worden:

- Welke delen van het echte systeem moeten gesimuleerd worden?
- Welke mate van natuurgetrouwheid (fysiek, functioneel) is wenselijk voor de trainingssimulator?
- Welke instructiecomponenten moet de trainingssimulator hebben?
- Welke mate van instructeur ondersteuning is bij de computersimulatie wenselijk?

Het is van groot belang deze vragen optimaal te beantwoorden omdat deze elk hun neerslag hebben op de leeroverdracht en de kosten. Elke afzonderlijke vraag kan worden verdeeld in een aantal componenten (zie ook Tabel 1). Afhankelijk van de leerdoelen wordt bekeken welke delen van het echte systeem gesimuleerd worden.

Tabel 1 *Instructiecomponenten binnen de vier soorten simulatie*

	Embedded trainer	Full Task trainer	Part Task trainer	Simulatie COO
Uitleg ('Instructie-tutorial')	-	-	-	+
Demonstratie	-	-	-	+
Hulp	-	-	+/-	+
Extrinsieke feedback	-	+/-	+/-	+
Intrinsieke feedback	+	+	+/-	+
Instructeurs ondersteuning (o.a. Briefing, A.A.R.)	+/-	+	+/-	-

+ = wordt veelal toegepast +/- = wordt soms toegepast - = wordt vrijwel niet toegepast

Uit de tabel kan worden afgeleid dat naarmate de natuurgetrouwheid van het systeem afneemt, de instructie-ondersteuning toeneemt (van linksonder naar rechtsboven). Dit is een verklaarbaar verschijnsel omdat dit samenhangt met de plaats van het leermiddel in het opleidingstraject. COO/simulatieCOO wordt veelal gehanteerd als verlevendiging van het theoretisch onderwijs, hierbij zijn instructiecomponenten wenselijk of zelfs noodzakelijk. Bij een Full Task trainingssimulator of een embedded trainer worden basiskennis en -vaardigheden als bekend veronderstelt, hierbij zijn instructiecomponenten als uitleg, demonstratie en hulp minder van belang.

Natuurgetrouwheid (fidelity)

Een onderscheid op basis van natuurgetrouwheid (en daarmee vaak samenhangend de kosten) kan als volgt worden gemaakt:

1. Type-specifieke trainer: een onderwijsleermiddel waarin de operationele taak-omgeving zowel qua vormgeving als dynamisch gedrag nauwkeurig is nabootst. Met een dergelijke trainer worden over het algemeen vaardigheden getraind waarvoor interactie met specifieke operationele systemen van groot belang is (bijvoorbeeld bedienings- en onderhoudstaken, tijdkritische procedures).

Een speciale vorm van type-specifieke trainer is een embedded trainer die gebruik maakt van de operationele systemen aan boord.

2. Universele trainer: een onderwijsleermiddel waarvan de bediening en/of het dynamisch systeemgedrag in meer of mindere mate afwijkt van het operationele systeem. Vereenvoudiging heeft zijn effect op de te behalen leerdoelen, waardoor een dergelijke trainer vaak wordt ingezet voor het ontwikkelen van algemene vaardigheden waarvoor interactie met specifieke operationele systemen niet van groot belang is (bijvoorbeeld procedures, tactieken).

De onderstaande factoren bieden een bijdrage ten aanzien van de (*fysieke*) *natuurgetrouwheid*:

- Mock-up: de fysieke bedieningsomgeving waarin de leerling zich bevindt, bijv. scheepsbrug, cockpit;
- Visualisatie: de generatie van beelden, veelal wordt hier een (real-time) optische buitenbeeld mee bedoeld, maar ook complexe visualisaties als radar- en sonarbeelden kunnen hieronder vallen. Gangbare technieken zijn projectie van dia/film en Computer Generated Images (CGI);
- Audio: generatie van relevante geluiden, bijv. communicatie, motoren, wapens;
- Control-loading: simulatie van het fysieke gedrag van de gebruikersinterface, hoe het aanvoelt, bijv. tegendruk van gas/rempedaal;
- Motion: simulatie van de versnellingen en vertragingen die de leerling ondergaat door middel van een bewegingsplatform. Hierbij zijn 6 graden van vrijheid te onderscheiden, 3 rotaties en 3 translaties:
 - roll (rotatie om de lengte-as, rollen);
 - pitch (rotatie om de dwars-as, stampen);
 - yaw (rotatie om de verticale as, gieren);
 - surge (translatie over de lengte-as);
 - sway (translatie over de dwars-as);
 - heave (translatie over de verticale as);

De onderstaande factoren bieden een bijdrage ten aanzien van de (*functionele*) *natuurgetrouwheid*:

- Simulatie van het gedrag van het eigen systeem - dit is een belangrijk deel van de intrinsieke feedback;
- Simulatie van het gedrag van anderen - bijv. doelen, andere schepen in de directe omgeving, ook dit kan onderdeel zijn van de intrinsieke feedback;

Instructie ondersteuning

Didactische ondersteuning die door het trainingssysteem aan de leerling wordt geboden, in de vorm van:

- de intrinsieke feedback (bijv. na bepaalde handeling uitslag van metertje) en
- extrinsieke feedback (bijv. uitleg, demonstratie, terugkoppeling) en
- hulp (on- of off-line hulpmogelijkheden).

Instructeur ondersteuning

Ondersteuning die door het trainingssysteem aan de instructeur(s) wordt geboden om een trainingssessie te kunnen:

- voorbereiden (briefen),
- begeleiden en
- evalueren (debriefen, after action review).

Vaak neemt de instructeur hiervoor plaats in de 'keuken'. De 'keuken' is dat deel van een simulator van waaruit een simulatoroefening door een oefenstaf wordt aangestuurd en gemonitord. De keuken is daartoe uitgerust met scenario-management faciliteiten die de instructeurs ondersteunen bij de voorbereiding, het verloop en het analyseren van een oefening. Bij het ontwerp van simulatoren krijgen we dus te maken met meerdere (of alle) bovenstaande componenten. De mate waarin elke component bijdraagt de werkelijkheid na te bootsen (natuurgetrouwheid) hangt onder meer af van het soort simulator dat we voor ogen hebben.

Over het algemeen kan met de huidige stand van zaken gesteld worden dat een Full Task trainingssimulator meer natuurgetrouw is dan een Part Task Trainer en een Part Task Trainer weer meer natuurgetrouw is dan simulatie COO (zie Figuur 6). In Figuur 6 kunnen we tevens zien dat bij simulatie COO over het algemeen meer aandacht voor instructieve ondersteuning is ten opzichte van bijvoorbeeld een Full Task trainer. Een Full Task Trainer zal ten opzichte van simulatie COO geen of minder aandacht geven aan uitleg, hulp en extrinsieke feedback. Bij een Full Task Trainer zal juist meer aandacht worden besteed aan de (specifieke) bespreking vóór (briefing) en ná de training (After Action Review door het instructieteam). Bovenstaande sluit niet uit dat het mogelijk is dat een Full Task Trainings-simulator (of Part Task Trainer) toch uitgebreide instructiecomponenten bevat. In de huidige praktijk (binnen de KM) komt dit echter (vrijwel) niet voor (m.a.w.: eenvoud van instructieondersteuning).

5. Kosten en baten

5.1 Inleiding

Kosten-batenanalyse is een techniek of methode voor het beoordelen van de samenhang tussen resultaten en de benodigde kosten voor het bereiken van deze resultaten. Onder normale omstandigheden zal gestreefd worden naar maximaal resultaat tegen zo laag mogelijke kosten. Over het algemeen zullen, naarmate de resultaten toenemen, ook de kosten stijgen. Er zijn drie factoren welke een rol spelen in de beoordeling in hoeverre het lukt kosten en resultaten in evenwicht te brengen, namelijk leeroverdracht (doeltreffendheid), efficiëntie (doelmatigheid) en natuurgetrouwheid.

5.2 Leeroverdracht

De term leeroverdracht, ook wel transfer, effectiviteit of doeltreffendheid genoemd, is een maatstaf voor de bruikbaarheid van vaardigheden geleerd in de ene context (de simulator) daadwerkelijk te kunnen toepassen in een substantieel andere context (het operationele systeem). Met andere woorden: leeroverdracht kan worden uitgedrukt in het aantal leerdoelen dat daadwerkelijk met de simulator kan worden behaald ten opzichte van het aantal leerdoelen waarvoor de simulator is bedoeld.

Kwantitatief kan leeroverdracht, behorende bij een bepaald oefeningsprogramma op de simulator, worden gedefinieerd als het aandeel/percentage van het takenpakket van een functionaris die met behulp van de simulator kunnen worden aangeleerd. In lijn met deze definitie is een alternatieve invalshoek, die kijkt naar de oefentijd op het operationele systeem dat door gebruik van de simulator kan worden bespaard. Heeft een leerling na oefening op de simulator nog maar een geringe aanvullende training nodig op het werkelijke systeem, dan is er sprake van een goede leeroverdracht.

De leeroverdracht kan echter ook laag of zelfs negatief zijn. Positieve leeroverdracht ontstaat als leren in de ene situatie leren in een andere situatie bevordert, negatieve leeroverdracht ontstaat als leren in de ene situatie een schadelijk effect heeft in een andere situatie (en er dus dingen in de praktijk moeten worden afgeleerd). Er werden bijvoorbeeld in de jaren '60 stuurlieden van supertankers getraind met behulp van een schaalmodel 1:25. De uiterlijke nabootsing van het model was prima, maar de schaal waarmee de manoeuvres met het scheepje werden uitgevoerd had een verhouding van 5:1 met de werkelijkheid: alle manoeuvres verliepen vijfmaal zo snel. De desbetreffende stuurlieden leerden op deze manier juist niet hoe ze moesten omgaan met de extreem trage supertankers.

5.3 Efficiëntie

De term efficiëntie, ook wel doelmatigheid genoemd, is een maatstaf voor de relatieve kosten van de simulatietraining en kan worden uitgedrukt in de kosten die gemoeid zijn met het behalen van de leerdoelen op de simulator t.o.v. andere opleidingsmiddelen of zelfs het niet trainen. Deze definitie richt zich met name op de kostenefficiëntie, maar leertijd is ook uit te drukken in kosten en zit hier dus impliciet in verwerkt.

Een andere uitdrukking in dit verband is 'het rendement op geïnvesteerd kapitaal'. Rendement is de verhouding tussen opbrengst en kosten. Als een trainingsprogramma (simulator) f 100.000 kost, maar de winst met f 1.000.000 doet toenemen dan bedraagt het rendement van deze investering $1.000.000 : 100.000 =$ een factor 10. Op dezelfde wijze zal een veiligheidskursus die f 25.000 kost, maar de ongevallenuitkeringen met een bedrag van f 100.000 reduceert, een rendement hebben van $100.000 : 25.000 =$ een factor 4. Het spreekt vanzelf dat ieder rendement dat groter is dan 1, een nader onderzoek waard is.

Effectiviteit en efficiëntie zijn aldus twee onafhankelijke meetcriteria. Het is best mogelijk dat een simulator wel effectief is (hij doet wat ervan wordt verwacht), maar niet efficiënt is (er zijn bijvoorbeeld andere opleidingsmogelijkheden die sneller/goedkoper zijn). Het mag duidelijk zijn dat een simulator goed wordt ingezet als hij zowel effectief als efficiënt is.

Nuancering

Hoewel bovenstaande definitie de essentie van leeroverdracht goed weergeeft, werd voorbijgegaan aan het feit dat de leerdoelen die door de simulator worden ondersteund niet altijd van gelijke orde zijn. In werkelijkheid kunnen bepaalde leerdoelen een hogere prioriteit hebben of kritieker zijn dan andere. Een leerdoel dat alleen met behulp van de simulator kan worden getraind zal een zwaarder belang hebben dan een leerdoel dat op verschillende wijzen kan worden aangeleerd. Evenzo zal een leerdoel dat cruciaal is voor de gehele taakuitvoering van een functionaris belangrijker zijn dan een leerdoel dat in mindere mate bijdraagt aan het goed optreden van een functionaris. Door het toepassen van weegfactoren voor (groepen van) leerdoelen, wordt een waarde-oordeel toegevoegd aan de bepaling van de leeroverdracht en de effectiviteit. Zo kan bijvoorbeeld de leeroverdracht van een simulator die slechts 50% van de taken van een functionaris ondersteunt, maar wel alle cruciale taken omvat, hoger worden ingeschat dan een simulator die 80% van de taken ondersteunt, maar enkele cruciale taken niet of onvoldoende ondersteunt.

5.4 Natuurgetrouwheid (fidelity)

Voor ontwerpers en gebruikers van simulatoren kan de problematiek van leeroverdracht worden verengd tot één kernprobleem: hoe natuurgetrouw moet de simulator zijn, hoeveel moet de gesimuleerde taakomgeving lijken op de

werkelijke taakomgeving wil er van een behoorlijke leeroverdracht sprake zijn? Soms is het nodig dat een simulator de fysieke werkelijkheid erg dicht benaderd, soms kan volstaan worden met een meer abstracte benadering waarin slechts die elementen zijn opgenomen die voor het bereiken van de leerdoelen nodig zijn. Laten we daarom nu even kort stil blijven staan bij de vraag: wat en hoe simuleren we met de simulator? Dit is de vraag naar de natuurgetrouwheid. In dit verband wordt een onderscheid gemaakt tussen fysieke en functionele natuurgetrouwheid. Fysieke natuurgetrouwheid van een simulator is de mate waarin de mens-machine-interface en de 'look-and-feel' van de simulator overeenstemmen met de werkelijkheid. Een simulator is fysiek natuurgetrouw als deze een tot in details natuurgetrouwe weergave van het uiterlijk en de bedieningswijze van het operationele systeem heeft.

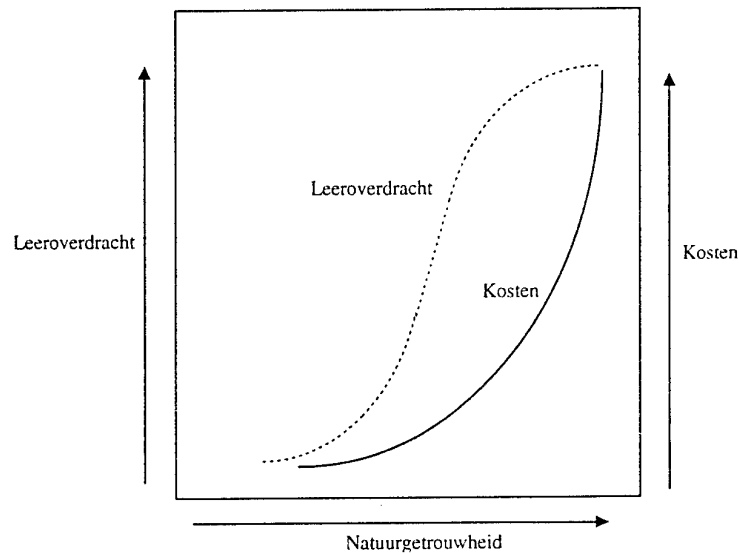
Functionele natuurgetrouwheid van een simulator is de mate waarin het systeemgedrag van de simulator overeenstemt met het operationele systeem in termen van input en output. Een functioneel natuurgetrouwe simulator bevat alle taakrelevante informatie, maar de wijze waarop deze informatie wordt verstrekt hoeft niet noodzakelijkerwijs identiek te zijn aan die in de werkelijkheid.

Voor een goede leeroverdracht is een functioneel natuurgetrouwe simulatie altijd een vereiste, maar het belang van fysieke natuurgetrouwheid wordt bepaald door het type taak (b.v. cognitief, perceptief-motorische, procedureel) en het vaardigheidsniveau van de op te leiden leerling (beginner, expert). Uit onderzoek blijkt dat fysieke natuurgetrouwheid vooral geboden is voor het trainen van gevorderde leerlingen in psychomotorische taken. Voor training van cognitieve en procedurele taken is fysieke natuurgetrouwheid van ondergeschikt belang. De vraag is welke afwijkingen wel en welke niet aanvaardbaar zijn, natuurlijk weer met de leeroverdracht als criterium. Het is in dit verband, mede met het oog op de kosten-batenanalyse, goed te bedenken dat de natuurgetrouwheid niet beter hoeft te zijn dan nodig is voor het bereiken van een bepaalde aanvaardbare leeroverdracht.

5.5 Samenhang

De geschiktheid van simulatoren wordt gemeten aan de hand van de mate van natuurgetrouwheid, kosten en leeroverdracht van training naar de operationele werkelijkheid.

In pogingen om maximale (positieve) transfer te creëren zijn simulatoren gebouwd met een hoge mate van (fysieke) natuurgetrouwheid (bijv. Full Task Trainers). Toename van de fysieke natuurgetrouwheid houdt echter gewoonlijk een toename van de kosten in. Een indicatieve relatie tussen leeroverdracht, (simulatie)kosten en mate van natuurgetrouwheid wordt weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7 Relatie tussen natuurgetrouwheid, kosten en leeroverdracht (R.B. Miller)

Figuur 7 suggereert aan de ene kant dat simulatiekosten snel stijgen bij een relatief kleine natuurgetrouwheidstoename in de hogere natuurgetrouwheids-‘range’. Aan de andere kant zien we dat leeroverdracht tamelijk snel stijgt bij toename van natuurgetrouwheid en vervolgens stabiliseert. De plaats waar de curven het verst van elkaar zijn verwijderd - bekend als het punt van de verminderde meeropbrengsten - kenmerkt de hoogste leeroverdracht/kosten ratio. Voorbij dit punt zal verdere investering verminderde toename van leeroverdracht met zich meebrengen. Beslissingen ten aanzien van kosten en natuurgetrouwheid zullen afhangen van de omvang waarin minder dan volmaakte uitvoering van de (simulatie)taak toelaatbaar is. Voor sommige taken is een volmaakte transfer noodzakelijk, terwijl voor andere taken een minder volledige uitvoering acceptabel kan zijn.

Een natuurgetrouwheidsonderzoek probeert een antwoord op de vraag te vinden welke afwijkingen wel en welke niet aanvaardbaar zijn, natuurlijk weer met de leerdoelen en leeroverdracht als criterium. Allereerst zal daarbij worden nagegaan of de simulator de juiste natuurgetrouwheid bezit (zowel in termen van fysieke als functionele natuurgetrouwheid). De technische uitdagingen liggen op het gebied van bewegingsplatformen, waarbij de dynamiek natuurgetrouw moet worden nabootst en meestal bovendien een eveneens dynamisch en realistisch ‘buitenbeeld’ moet worden gerepresenteerd. Het is in dit verband, mede met het oog op de

kosten-batenanalyse, goed te bedenken dat de natuurgetrouwheid niet beter hoeft te zijn dan nodig is voor het bereiken van een bepaalde aanvaardbare leeroverdracht.

Natuurgetrouwe nabootsing is niet het enige punt waarop in het natuurgetrouwheidsonderzoek moet worden gelet. De simulator moet ook op een onderwijskundig verantwoorde manier in het hele leerprogramma worden ingezet en vaak is het ontwerpen van scenario's van groot belang. Vaak zal een heel nieuw leerprogramma moeten worden ontworpen om de mogelijkheden van simulatie optimaal te benutten. Dat brengt ons tevens bij de vraag of de gestelde leerdoelen wel goed gekozen zijn. Dikwijls wordt gestreefd naar integrale simulatie voor een bepaalde taak als geheel, met als gevolg hoge en dure eisen aan de benadering van de werkelijkheid en betrekkelijke lage leeroverdracht. Men kan echter in zo'n geval soms betere resultaten bereiken met de inzet van deelsimulatoren (Part Task Trainers), ieder met een beperkte set leerdoelen).

6. Nieuwe ontwikkelingen

6.1 Inleiding

In dit laatste hoofdstuk worden nog enkele recente ontwikkelingen van simulatie-applicaties behandeld. Ten eerste wordt in paragraaf 6.2 Virtual Reality (VR) besproken. VR wordt in de huidige stand van zaken (vrijwel) niet gebruikt als onderwijsleermiddel, maar meer als hulpmiddel bij het maken van ontwerp-systemen. Ten tweede wordt in paragraaf 6.3 'Distributed Interactive Simulation (DIS)' en 'Electronic Battle Field (EBF)' behandeld. Door middel van het koppelen van simulatoren kunnen gevechtssituaties gesimuleerd worden.

6.2 Virtual Reality (VR)

Een kenmerk van Virtual Reality (VR) - tevens een belangrijk verschil met trainingssimulatoren zoals we die in hoofdstuk 1 hebben afgebakend - is dat de omgeving zo goed als volledig door de computer wordt gesimuleerd met gebruikmaking van universele I/O devices (input / output). Een ander belangrijk verschil tussen simulatie en VR is dat de gebruiker bij VR een 'onderdompeling' in de virtuele omgeving ondergaat.

Door vele mensen wordt in plaats van VR de term Virtual Environment (VE) gehanteerd. In de volksmond wordt met beide begrippen het zelfde bedoeld. Virtual Environment echter omvat een breder kader dan VR, hierin vallen namelijk ook de Part Task Trainers en Full Task Trainers. In dit rapport beperken we ons tot VR (waarbij gedacht kan worden aan een head mounted display, gloves etc.), waarbij in tegenstelling tot de Part Task Simulatietrainer en de Full Task Simulatietrainer geen uitgebreide mock-ups noodzakelijk zijn.

6.2.1 Algemene kenmerken van VR

De VR technologie is geen nieuwe technologie zoals soms wordt gezegd. Het is een nieuwe naam voor een combinatie van bestaande technologieën. Beeldverwerking, sensorische input en 3D geluid spelen hierin een zeer belangrijke rol. De kracht van VR ligt voornamelijk in de mogelijkheid om die informatie aan onze zintuigen aan te bieden die op dat moment van belang zijn. Op dit moment wordt dit nog beperkt door de hardware technologie. Visualisatie en audio spelen op dit moment een grote rol omdat een groot deel van onze waarnemingen via de ogen en oren plaatsvindt. Zoals reeds in de inleiding vermeld ondergaat de gebruiker bij VR een 'onderdompeling' in de virtuele omgeving. De onderdompeling kan volledig zijn, de gebruiker is dan geheel afgesloten van de omgeving waarin hij zich op dat moment fysiek bevindt (bijv. een klaslokaal). Of de gebruiker wordt in mindere mate ondergedompeld, de gebruiker kan nog zaken waarnemen uit zijn directe omgeving ('doorzicht'). De onderdompeling is afhankelijk van het

gebruikte visualisatiesysteem. Een head mounted display (HMD) biedt de 'meeste onderdompeling'. De gebruiker draagt een helm met daarin een hoofdtelefoon en voor ieder oog een display. Op deze wijze kan de gebruiker zien en horen in de virtuele omgeving. In VR wordt getracht de natuurlijke omstandigheden die belangrijk zijn, binnen een bepaalde toepassing via computersimulatie zo dicht mogelijk te benaderen. Het gaat erom dat de deelnemer de sensatie van de werkelijkheid beleeft. Virtual Reality maakt het mogelijk om driedimensionale beelden ook op deze wijze te presenteren. Hierdoor is het mogelijk, met gebruikmaking van een aantal hulpmiddelen een persoon de illusie te geven dat hij zich in een andere omgeving bevindt. Het creëren van omgevingen en ervaringen die nog niet in het echt bestaan, biedt tal van mogelijkheden en toepassingen.

Bij TNO loopt sinds drie jaar een actief research programma op het gebied van VE technologie en toepassingen. In samenwerking met partners uit de industrie en vanuit de overheid zijn er een aantal demonstratie prototypes ontwikkeld.

Voorbeelden hiervan zijn:

- VE ten behoeve van de Forward Air Controller
- Ruimtetwandelsimulator voor opleiding van astronauten
- Trainingsstelsysteem voor de Stinger luchtdoelraket
- Toepassingen in het scheepsontwerpproces, ten behoeve van ergonomie studies

6.2.2 Het Virtual Reality systeem

De zintuigen van de mens registreren de omgeving waarin wij ons bevinden. Met behulp van VR kan er een andere omgeving gecreëerd worden. VR kan gedefinieerd worden als:

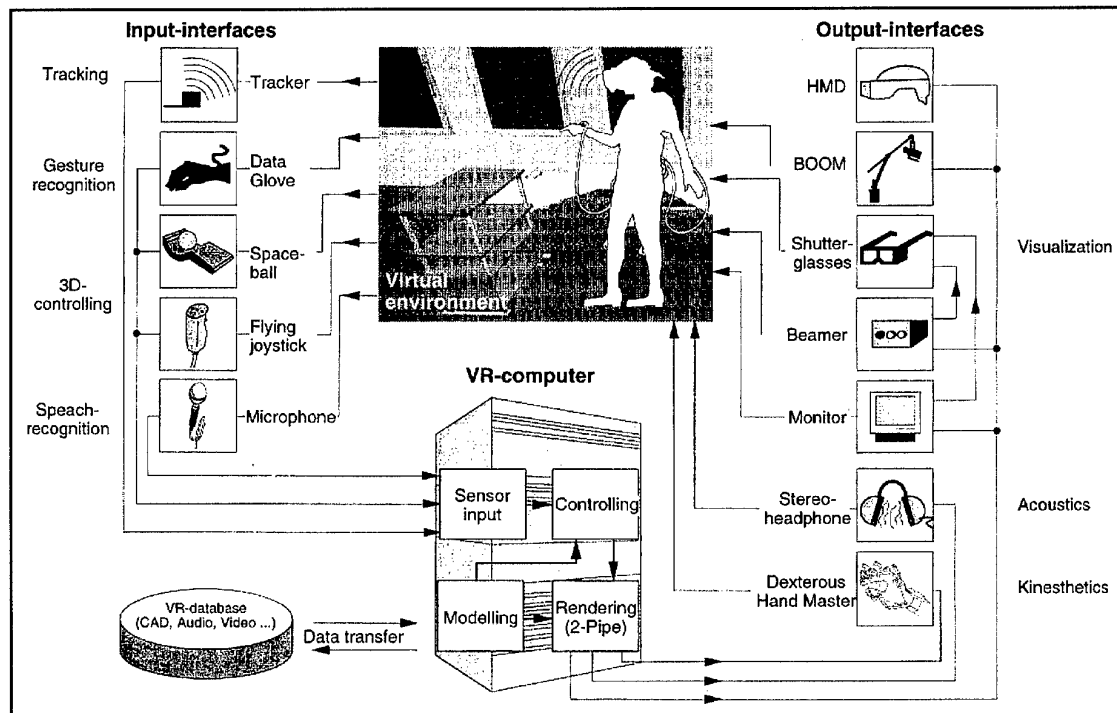
A multidimensional experience which is totally or partly computer generated and can be accepted by the participant as cognitively valid.

Hieruit kan opgemaakt worden dat meerdere zintuigen beïnvloedt worden door een gedeeltelijk of geheel door de computer gegenereerde omgeving en dat de participant dit ervaart als cognitief correct. De virtuele omgeving is in de meeste gevallen samengesteld uit stimuli van *computer generated environment*; de omgeving die door de computer gegenereerd wordt. Eigenschappen binnen een virtuele omgeving zijn:

- *Interactie* met de omgeving, de omgeving reageert op de participant en de participant kan objecten in de omgeving manipuleren.
- *Actief waarnemen*, de participant exploreert de omgeving actief door er doorheen te bewegen of door de omgeving te laten bewegen.
- *Real-time*, de bovengenoemde kenmerken dienen zoveel mogelijk real-time te geschieden om de werkelijkheid, onze huidige manier van waarnemen, zo dicht mogelijk te benaderen.
- *Intuitief*, elke handeling die in de VR omgeving wordt uitgevoerd moet overeenkomen met zoals de mens deze op een natuurlijke wijze zal uitvoeren.

- *Verbeelding*; de omgeving moet tot de verbeelding van de participant spreken. Dit is afhankelijk van de toepassing, elke toepassing stelt zijn eigen eisen aan de virtuele omgeving.

Het bewegen in de Virtuele ruimte is een moeizame bezigheid. Het verplaatsen kan nog niet op een natuurlijke manier vanwege de beperkingen van de huidige sensoren en moet via een druk op de knop van de muis of met behulp van de dataglove (Figuur 8). Daarbij komt ook nog dat de resolutie van de beelden in de head mounted display (HMD) te laag is, dit geeft een vervormd beeld van de gepresenteerde objecten en dus omgeving. Enerzijds zal de technologische vooruitgang deze beperking verkleinen, anderzijds zal de nieuwe generatie gebruikers meer ervaring hebben met computertoepassingen. Zij groeien op met computers en zullen sneller bepaalde handelingen, die gerelateerd zijn aan de computer, als intuïtief ervaren, dan personen die uit eerdere generaties komen. Om de door de computer gegenereerde omgeving te laten aansluiten op de andere omgevingen en te laten functioneren wordt er in het VR systeem gebruik gemaakt van een tweetal interfaces, inputinterface en outputinterface. Figuur 8 toont het VR systeem.



Figuur 8 Het VR systeem

Het hart van het gehele systeem is de VR computer. Deze zorgt ervoor dat alle verrichtingen van de persoon op een juiste manier worden teruggekoppeld. De inputinterface zorgt ervoor dat de persoon de omgeving actief kan exploreren. Het verricht de volgende functies:

- Tracking, het doorgeven van de positie en kijkrichting van het hoofd en de positie van de hand
- Gebaarherkenning, het waarnemen van handgebaren door middel van de dataglove
- 3D-beheersing, het doorgeven van verplaatsingen, spaceball en joystick
- Spraakherkenning, het vertalen van gesproken taal

Het outputsysteem geeft een terugkoppeling aan de participant door middel van:

- Visualisatie, door middel van de HMD of beeldscherm wordt de omgeving afgebeeld
- Acoustisch, omgevingsgeluiden kunnen worden waargenomen door middel van de hoofdtelefoon
- Kinematica, terugkoppeling van reactiekrachten als gevolg van interactie met voorwerpen in VR

De VR computer verwerkt de inputsignalen en berekent de bijbehorende outputsignalen. Het aantal beelden dat gegenereerd moet worden om als real-time over te komen, moet groter zijn dan 24 beelden per seconde. Is dit niet het geval dan zal het beeld houderig (schokkerig) overkomen. Als gevolg van discrepantie tussen visuele informatie en vestibulaire feedback kan simulatorziekte optreden, de bewegingen van de participant komen dan niet overeen met datgene wat hij ziet.

6.2.3 De voordelen en nadelen van VR

In het algemeen wordt bij VR gedacht aan spectaculaire realistische beelden die door de computer gegenereerd worden. Voor een deel is dit waar, de beelden kunnen realistisch gegenereerd worden maar niet tegelijkertijd real-time (in één oogopslag, zonder vertraging, de omgeving waarnemen). Met andere woorden, de beelden kunnen óf gedetailleerd (natuurgetrouw), óf real-time gegenereerd worden, maar beide tegelijkertijd is voor dit moment nog niet kosteneffectief mogelijk, de ontwikkelingen gaan echter zeer snel. Het visualiseren van deze beelden kost op dit moment nog te veel rekentijd om dit real-time te kunnen doen, vanwege de complexiteit van de beelden (rekensnelheid). Het ontwikkelen van snellere computersystemen is nagenoeg een continu proces en dit zal in de loop van de tijd leiden tot de mogelijkheid om ook complexere omgevingen real-time te simuleren. Met betrekking tot de interface heeft VR een aantal beperkingen:

- de fysieke aanwezigheid van de hardware, inclusief HMD, verbindingdraden, etc.;
- niet gestimuleerde zintuigwaarnemingen als warmte, reuk, smaak, tast (tactile displays);
- omgevingsinvloeden zoals luchtverplaatsing, druk, temperatuur, etc.;

- rotatie, gravitatie, acceleratie, trillingen, etc.;
- zeer geringe bewegingsvrijheid (slechts beperkte hand- en lichaamsbewegingen mogelijk).

Door de beperkingen die VR (nog) heeft zijn er een aantal ongeschikte training domeinen, namelijk die domeinen die te maken hebben met:

- aan-/uittrekken en werken in beschermende kleding (bijv. NBC-kleding);
- direct contact met vloeistoffen (bijv. onder water zwemmen);
- interacteren met het eigen lichaam (bijv. contactlenzen indoen);
- snelle en grootschalige bewegingen (bijv. diverse sporten);
- forse motorische handelingen (bijv. hamer op spijker slaan);
- teamtraining waarbij nauwe contacten noodzakelijk zijn (bijv. piloot en copiloot);
- hanteren van hulpmiddelen die in nauw contact staan met het lichaam kan (bijv. bij de Stingertrainer komt het HMD tegen de stinger die op de schouder ligt).

De kracht van VR ligt voornamelijk in de mogelijkheid om die informatie aan onze zintuigen aan te bieden die op dat moment van belang zijn. De informatie wordt driedimensionaal weergegeven, waardoor de gebruiker in de omgeving een onderdompeling ondergaat. Visualisatie en audio spelen op dit moment een grote rol omdat een groot deel van onze waarnemingen via de ogen en oren plaatsvindt. Op een dergelijke manier wordt een goedkope en oplossing verkregen voor rondom kijken (in vergelijking met andere zichtsystemen). In VR wordt getracht de natuurlijke omstandigheden die belangrijk zijn, binnen een bepaalde toepassing, zo dicht mogelijk te benaderen. Het gaat erom dat de deelnemer de sensatie van de werkelijkheid beleeft. Tenslotte is een bijkomend voordeel van VR de portabiliteit. Het is zonder moeite te hanteren zowel aan boord als op de wal.

6.3 Distributed Interactive Simulation (DIS) en Synthetic Battlefield

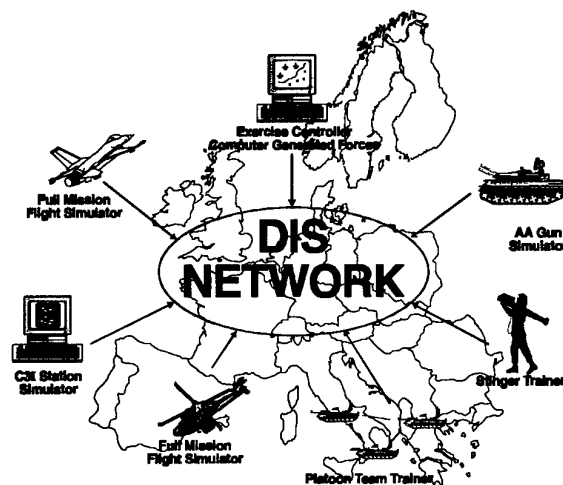
6.3.1 Introductie

Van oudsher speelt simulatie een belangrijke rol ten behoeve van militaire operaties. Met de komst van digitale computers in de zestiger jaren werden deze al snel gebruikt voor de simulatie van wapensystemen voor opleidingsdoeleinden. Onder invloed van meer recente ontwikkelingen in data-communicatie, beeldgeneratie en computertechnologie is het thans kosteneffectief mogelijk om simulatoren en simulaties met elkaar te laten communiceren (interactie met elkaar te hebben) en op deze manier een volledig synthetische omgeving te creëren met een hoge mate van realisme. Het resultaat wordt ook wel een Synthetic Battlefield genoemd.

Het koppelen van simulaties op zich is niet nieuw, er bestaan sinds begin jaren tachtig trainers die zijn opgebouwd uit gekoppelde simulatoren. Echter het betreft

hier steeds simulatoren van hetzelfde type en dezelfde fabrikant, die zijn gekoppeld over relatief korte afstand (Local Area Networks) en veelal toegespitst op één bepaalde applicatie. Hierdoor is de interactie tussen de simulatoren vaak zeer specifiek voor de betreffende implementatie.

Met de komst van het gestandaardiseerde DIS-protocol (Distributed Interactive Simulation) is het mogelijk om simulatoren van verschillende typen en van verschillende fabrikanten te koppelen, letterlijk wereldwijd (zie Figuur 9).



Figuur 9 De basis van SBF: een netwerk van interactieve simulatoren

In grote trekken bestaat DIS uit het in een netwerk koppelen van simulatoren, waarin de essentiële functies van (wapen)systemplatformen en eigenschappen van de omgeving nagebootst worden, welke in een gezamenlijk virtueel/synthetisch gevechtveld opereren. Het aspect van de man-in-the-loop en menselijke perceptie speelt een belangrijke rol bij DIS. De technische mogelijkheden en de gebruiksmogelijkheden van DIS zijn reeds enkele malen succesvol aangetoond op grote internationale demonstraties (bijvoorbeeld tijdens de International Training Equipment Conference and exhibition (ITEC) in 1994 en 1995 in het Congresgebouw te Den Haag). Hoewel bij deze demonstraties de nadruk vooral lag op landmacht scenario's, zijn de principes ook van toepassing voor andere domeinen.

Een Synthetic Battlefield heeft een aantal hoofdcomponenten, te weten:

- de deelnemers aan de simulatie, die verder zijn onder te verdelen in:
 - leerlingen in bemande simulatoren;
 - instructiepersoneel dat bepaalde rollen speelt;
 - Computer Generated Forces (CGF): dit zijn door de computer gesimuleerde eenheden die een bepaald interactief en intelligent gedrag vertonen, vergelijkbaar met het gedrag van mensen en/of machines. Een CGF kan

bijvoorbeeld een individuele soldaat zijn, een enkel wapenplatform, een wapensysteem met bemanning of een samenstelling van eenheden in manoeuvre-formaties. CGF maken het mogelijk in synthetische omgevingen de effecten van (groepen) mensen en materieel mee te nemen terwijl de hiervoor benodigde resources (personeel en materieel) zeer beperkt blijven. Om die reden zijn CGF essentieel om een werkelijk Synthetic Battlefield te creëren.

- de gesimuleerde natuurlijke omgeving: het terrein (land, lucht, water), het weer, e.d. waarin de trainingsscenario's plaatsvinden. In een op DIS gebaseerd Synthetic Battlefield, is elke simulator verantwoordelijk voor het representeren van zijn eigen omgeving. Voordeel hiervan is dat elke simulator van zijn eigen (database)formaten gebruik kan maken. Er moet dan echter wel voor gezorgd worden dat de data van de verschillende simulatoren met elkaar correleren.
- scenario management tools. Scenario management omvat zowel de voorbereiding als het verloop en de analyse van een oefening. Verder is de presentatie van de scenario's en de resultaten een relevant onderdeel. Er zijn diverse soorten geavanceerde tools om de scenario-manager (bijv. een leider der oefening of een instructeur) te ondersteunen in zijn taken, te weten:
 - *preparatie tools*: optimalisatie van de voorbereiding (instellen wapensystemen, weersituatie)
 - *management tools*: overzicht geven voor besturing, controle en monitoring
 - *analysetools*: inzichtelijk maken van de resultaten (op verschillende detailniveaus) om tot goede analyses te komen
 - *presentatiemiddelen*: tactische kaarten, bird's eye view, audio, etc.

Het koppelen van simulatoren volgens een gestandaardiseerd protocol verhoogt niet alleen het inzetbereik van individuele simulatoren en opent nieuwe mogelijkheden voor interactieve (tactische) training, maar resulteert ook in een hogere graad van hergebruik van modules door de standaardisering van interfaces. Zo kunnen dezelfde Computer Generated Forces voor diverse applicaties worden ingezet.

Veel NATO landen, waaronder Nederland, hebben de standaard voor interoperabiliteit met betrekking tot tactische trainers, STANAG 4482 'On Standardised Information Technology Protocols for Distributed Interactive Simulation (DIS)', geratificeerd. Dit betekent dat de huidige trend is dat nieuwe simulatoren (met name proceduretrainers en tactische trainers) DIS-compatible moeten zijn, hetzij voor direct gebruik, hetzij voor toekomstige toepassingen.

6.3.2 Wat betekent DIS voor de KM?

Ook binnen de KM zijn al wel simulatoren op part-task niveau of op hun eigen niveau koppelbaar. Denk hierbij aan de koppeling tussen de Orion Tactical Trainer (OTT) en de Orion Flight Trainer (OFT), het al dan niet aankoppelen van de

sensorstations aan de Lynx Full Mission Flight Trainer, het koppelen van de twee brugsimulatoren op het KIM, het koppelen van de drie Commando Centrale Trainers op de OPS. Elk van deze koppelingen heeft zijn nut maar is technisch gezien een unieke/specifieke oplossing en zeker niet gebaseerd op een gestandaardiseerd protocol. Andere koppelingen zijn daarom op voorhand niet mogelijk.

Tijdens de interviews op de scholen hebben wij gemerkt dat het koppelen van simulatoren (buiten de reeds bestaande mogelijkheden) niet echt leeft, grotendeels omdat men het operationele nut hiervan in het huidige opleidingstraject niet onderkent (bijv. een onderzeeboottrainer koppelen met een Orion trainer en een Commando Centrale trainer om zo gezamenlijk een scenario te oefenen).

Maar het implementeren van een gestandaardiseerde koppelingsinterface (zoals bijvoorbeeld DIS, HLA) heeft ook andere voordelen dan alleen t.b.v. uitgebreide trainingsmogelijkheden. Alle genoemde trainers maken gebruik van modules die op de een of andere wijze ook in de andere trainers zijn geïmplementeerd, denk hierbij aan simulatiemodules t.b.v. andere entiteiten (Computer Generated Forces, bestaande uit geallieerde, vijandelijke of neutrale vaar-, voer- of vliegtuigen), omgevingsdatabases (vliegvelden, havens, e.d.), scenario management faciliteiten (data- en voice loggers, controle en monitoring van het scenario). Als alle trainers een standaard interface hebben, dan kunnen (delen van) modules ook in andere trainers gebruikt worden.

Een andere trend die hierbij aansluit is het feit dat nieuwe schepen steeds meer worden uitgerust met faciliteiten waarmee ook aan boord simulaties kunnen worden gedraaid (embedded trainers). Hierdoor worden realistische onboard trainingssessies mogelijk. Verder redenerend (en in de Verenigde Staten en Canada ook al reeds aangetoond) wordt het mogelijk om een aantal schepen gezamenlijk in één simulatie-oefening te laten deelnemen. De stap om hierbij ook waltrainers in te zetten is dan niet zo groot meer. Het is dan mogelijk om de schepen in een trainingssessie aan te sturen, van data te voorzien en te beoordelen vanuit één oefencentrum op de wal. Op deze wijze kunnen de voordelen van onboard training (het aanwezig zijn in de echte taakomgeving) worden gecombineerd met de voordelen van waltraining (het ter beschikking hebben van een gekwalificeerde oefenstaff en toegesneden instructiefaciliteiten). Hierbij is zeker een groeipad mogelijk, waarbij in de eerste fase de schepen in de haven liggend via een vaste verbinding met elkaar en het oefencentrum worden verbonden tot de ultieme fase, waarin de schepen vanuit hun operationele inzetgebied draadloos met elkaar en met het oefencentrum communiceren.

Het implementeren van een standaard protocol ten behoeve van interactieve simulatie in de nieuwe generatie van simulatoren, zowel waltrainers als embedded trainers, betekent voor de Koninklijke Marine op het gebied van procedure training en tactische training een verhoging van het inzetbereik van simulatoren, hergebruik van modules (kostenbesparing) en flexibilisering van het onderwijs (het is immers

mogelijk om aan boord te trainen met begeleiding vanaf de wal). Het is een kwestie van tijd wanneer de eerste proefnemingen met gedistribueerde interactieve simulatie binnen de KM van start zullen gaan.

7. Lijst van afkortingen

AAR	After Action Review
CGF	Computer Generated Forces
COO	Computer Ondersteund Onderwijs
DIS	Distributed Interactive Simulation
DWADO	Dwarsdoorsnede
FEL	Fysisch en Electronisch Laboratorium
FTT	Full Task Trainer
HMD	Head Mounted Display
KM	Koninklijke Marine
NAVTRAINER	Navigatie Trainer
NBCD	Nuclear, Biological, Chemical and Damage control
PTT	Part Task Trainer
SBF	Synthetic Battle Field
Simulatie-COO	Op simulatie gebaseerd Computer Ondersteund Onderwijs
TC	Technische Centrale
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VE	Virtual Environments
VR	Virtual Reality

8. Referenties

Andrews, Dee H. (1988). Relationships Among Simulators, Training Devices, and Training: A Behavioral view. *J. Educational Technology*, January 1988 48-54

Arends, ing. Bernard C. (1996). Zien, horen en voelen, Weg met de muis en het toetsenbord. Een rapport over Virtual Environments. TNO-FEL Den Haag.

Boer, J.P.A. (1991). Het gebruik van simulatoren voor opleiding en training I; een stappenplan voor aanschaf. Rapport IZF 1991 A-48, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

Boer, J.P.A. (1991). Het gebruik van simulatoren voor opleiding en training I; bepalende factoren voor de waarde van een simulator als leermiddel. Rapport IZF 1991 A-48, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

Bosch, K. van der (1995). Haalbaarheid simulatie COO voor de opleiding tot Weapon Controller M-fregat. TNO Technische Menskunde TNO-TM 1995 A61

Dijke, ir. J. van, ir. L.P. Booman en ing. J.H.J. Roosenboom (1994). Wapen(systeem)simulatoren; enkele ontwikkelingen. *Militaire Spectator* 1994 (7) 312-318

Duchastel, Philippe (1991). Instructional strategies for simulation-based learning. *J. Educational Technology Systems*, Vol. 19(3) 265-276 1990-91

Euro NATO Training Working Group on Training Technology (1986). *Simulation in Training*

Gastel, drs. L.M. van. Simulatie in opleidingsperspectief (1993). *Marineblad* juli - augustus 1994 266-272

Kessels, J.W.M. en C.A. Smit (1991). *Handboek opleiders in organisaties*. Kluwer bedrijfswetenschappen, Deventer, ISBN 90 267 1391 6

Koopal, W. (1993). *Instructional Design for Computer Simualtions; a review of the literature*. Faculty of Educational Science and Technology of the University of Twente, Enschede.

Moraal J. en A. van Meteren (1990). Validatie van trainingssimulatoren. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg (1990). *Militaire Spectator* 1990 (2) 75-80

Thomson, Douglas R. (1989). Transfer of training from simulators to operational equipment - are simulators effective? J. Educational Technology systems, Vol. 17(3) 213-218

Toremans, Guy (1995). All Mine, The NATO-funded Minewarfare Trainingsimulator in Ostend. MS&T 2/95 12-19

Wager, Walter W. and Stuart Polkinghorne and Roger Powley (1992). Simulations: Selection and Development. Performance Improvement Quarterly, 5(2) pp. 47-64

Warwick, Kevin and John Gray and David Roberts (1993). Virtual Reality in Engineering. Run Press Ltd., Exeter, ISBN 0 85296 803 5

Zwet, Hans van (1992). Simulare necesse est, krijgsmacht oefent op breed scala simulatoren. Armex februari 1992 18-21

Deel B

Uitwerkingen van Interviews op KM-scholen

9. Het onderzoek

9.1 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is het in kaart brengen van de huidige stand van zaken en de toekomstverwachtingen in KM opleidingen en schetsen wat de rol van geavanceerde leermiddelen (bijv. COO, multimedia, generieke/specifieke simulatoren) hierin kan zijn.

9.2 Het interview/vragenlijst

Doel van het interview is het vergaren van informatie over behoeften en knelpunten die zich kunnen (gaan) voordoen in de opleidingen verzorgd binnen de scholen van de KM.

De vragenlijst bestaat uit de volgende onderdelen:

- 'Opleidingen in beweging'. Hierin worden vragen gesteld over de wijze waarop scholen inspelen op politieke en beleidsmatige ontwikkelingen (§ 4.1);
- 'Het opleidingstraject bij de KM'. Hierin wordt het 'standaard' opleidingstraject voor KM-opleidingen gespecificeerd en wordt gevraagd welke knelpunten zich daarin (mogelijk gaan) voordoen (§ 4.2);
- 'Ervaringen, knelpunten en behoeften t.a.v. leermiddelen'. Hierin worden vragen gesteld over de inzet van geavanceerde onderwijsleermiddelen (§ 4.3 t/m 4.8).

9.3 Geïnterviewde functionarissen

De geïnterviewde functionarissen werden door TNO op de hoogte gesteld van het lopende onderzoek, tevens werd een interviewdatum afgesproken. In totaal werden er in de periode van medio april tot begin juli 12 interviews afgenomen met hoofdzakelijk de hoofden van de KM-scholen. Zij duurden tussen de 1 en 2,5 uur. De interviews werden afgenomen door twee medewerkers van TNO-defensie-onderzoek (één van FEL en één van TM). Van elk interview werd een verslag gemaakt.

10. Resultaten

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de interviews samengevat.

De verslaggeving van de resultaten van de interviews wordt door middel van de volgende indeling weergegeven:

- Inleiding (vetgedrukt): De inleiding geeft in een korte schets weer wat er in de betreffende paragraaf (onderdeel) aan bod komt. Hierover worden vragen gesteld.

- Vraag (cursiefgedrukt): Per onderdeel worden een aantal vragen gesteld (dit zijn de vragen zoals gesteld aan de functionarissen).

- Uitkomst (normale weergave): Over het algemeen gelden de uitspraken voor alle scholen tenzij dit anders is vermeld.

10.2 Opleidingen in beweging

Allerlei nationale en internationale ontwikkelingen beïnvloeden het takenpakket van de KM. Na het einde van de koude oorlog is de krijgsmacht zich bijvoorbeeld meer dan voorheen gaan toeleggen op vreedstaken en crisisbeheersing.

Op welke manier worden opleidingen daaraan aangepast?

Over het algemeen zullen de takenpakketten van functionarissen niet veranderen als gevolg van missieveranderingen (crisisbeheersing). Sommige opleidingen zullen worden uitgebreid en aangepast welke leiden tot accentverschuivingen in het totaalpakket. De inhoud van de lesstof wordt actueel gehouden. Waar vroeger de nadruk lag op het oostblok, worden de huidige internationale ontwikkelingen doorgevoerd in cases (bijv. mission rehearsal). Als voorbeeld kan ten gevolge van de internationale ontwikkelingen de opzet van een nieuwe cursus 'boarding teams' bij de Operationele school genoemd worden.

Ontstaan er nieuwe opleidingen, bijvoorbeeld door een veranderde functieverdeling?

Het in dienst nemen van nieuwe schepen en het plaatsen van nieuwe apparatuur aan boord stelt eisen aan de functionarissen en dus ook aan de benodigde opleidingen. Als er een nieuwe functie ontstaat of nieuwe apparatuur wordt geplaatst, moet er ook een passende opleiding voor worden gemaakt. Doordat er binnen een aantal afdelingen binnen de KM sprake is van een veranderde functieverdeling is er steeds meer behoefte aan 'opleiding op maat'. Het gebruik van methodologieën (o.a. Onderwijs Ontwikkel Model ofwel OOM) en elektronische opleidingsontwikkeltools (bijv. OT2) zijn gericht op standaardisatie van opleidingen en onderwijsontwikkeling.

Door de bezuinigingen op defensie-uitgaven staat ook het budget van de scholen onder druk. Er is soms minder personeel en materieel beschikbaar voor de opleidingen, maar ook de onderwijs-niet-beschikbaarheid van de leerlingen moet worden teruggebracht.

Kunt u enkel voorbeelden noemen van knelpunten binnen opleidingen door bezuinigingen?

In een eerste bezuinigingsronde werd een reductie van de opleidingsduur bereikt van 20-25%, door het modulair opzetten van opleidingen, het verwijderen van overlappingsen in modules, het schrappen van 'nice to know' elementen en het verschuiven van enkele taken naar de takenboeken. In een volgende bezuinigingsronde waarin het doel een additionele besparing van 20% is, zonder dat het ten koste gaat van de veiligheid en het leveren van gevechtskracht, voorspelden vrijwel alle scholen dat leertijdreductie op den duur negatieve gevolgen zullen hebben voor de kwaliteit van de opleidingen bij de handhaving van het huidige pakket opleidingsdoelen. De NBCD-school vormt een uitzondering op de bezuinigingsmaatregelen omdat de KM immers niet wil en kan bezuinigen op veiligheid aan boord.

Bij het uitvoeren van de 20% reductie-operatie op leerstof, moet in overleg met de behoeftensteller (CZM) zorgvuldig worden nagegaan welke (sub)taken alsnog kunnen vervallen en welke niet. Ondanks het feit dat de (vak)scholen uit praktische overwegingen zelf hun opleidingen ontwikkelen - daarom zijn onderwijs-technologen bij de scholen geplaatst - ligt de eindverantwoordelijkheid voor de inhoud ervan bij CZM.

Voorziet u verschuivingen van het opleiden aan de wal naar opleiden aan boord? Zijn hier risico's aan verbonden?

Ook in de toekomst zal het echte opleiden (theorie-onderwijs en oefeningen) waarschijnlijk grotendeels aan wal plaatsvinden. De praktijkoefeningen aan de hand van takenboeken of afoefenboeken zijn de verantwoordelijkheid van de vloot. Deze verdeling van opleiden aan de wal en praktijkoefeningen aan boord leidt tot een aantal onzekerheden:

De leerlingen moeten voldoende tijd en gelegenheid krijgen om aan takenboeken te werken. Daarvoor zijn zij afhankelijk van hun superieuren en missies waarvoor hun schip wordt ingezet.

De begeleiding van takenboekers is zeer belangrijk. De begeleiders aan boord (veelal sergeants) zijn echter doorgaans niet didactisch geschoold. Omdat hun capaciteiten, ervaring en motivatie verschillend zijn, is ook de mate en kwaliteit van de begeleiding erg verschillend.

Aan het afwerken van het afoefenboek zijn geen sancties verbonden. Daardoor hangt het van de motivatie van de leerling en zijn begeleiders aan boord af of dit gebeurt.

Het opleiden aan boord is duur, het plaatsen van leerlingen als extra bemanning is vaak bijna onmogelijk. Daarnaast blijkt dat de opleidingstijd aan boord vaak ondergeschikt wordt gemaakt aan de operationele taakuitvoering. In de opwerkperiode wordt daarom vaak een beroep gedaan op de scholen (in dit verband is bijvoorbeeld een stafeis Computer Based Training (CBT) ingediend met betrekking tot motoronderhoud).

Vanuit onderwijskundig oogpunt zijn er echter wel mogelijkheden om bepaalde opleidingen te verzorgen aan boord. De consequenties zullen dan wel goed moeten worden aangegeven (het moet operationeel te verantwoorden zijn). Met andere woorden: onderzocht zou moeten worden in hoeverre het mogelijk danwel onmogelijk is om leerlingen in te zetten binnen de operationele vloot.

Er is voortdurende vernieuwing binnen de krijgsmacht: er wordt nieuwe apparatuur aangeschaft en er wordt momenteel veel geïnvesteerd in samenwerking in internationaal verband, naast b.v. NATO-verband, komt ook de samenwerking met Oost-Europese landen komt op gang.

Op welke manier veranderen de opleidingen op uw school door aanschaf van nieuwe apparatuur?

Het in dienst nemen van nieuwe schepen en het plaatsen van nieuwe apparatuur aan boord stelt eisen aan de functionarissen en dus ook aan de benodigde opleidingen. Als er een nieuwe functie ontstaat of nieuwe apparatuur wordt geplaatst, moet er ook een passende opleiding voor worden gemaakt. Opleidingen worden ook

aangepast als er bij de KM nieuw materieel wordt aangeschaft om calamiteiten te bestrijden, bijvoorbeeld nieuwe blusapparatuur op de NBCD-school.

Op welke manier veranderen de opleidingen op uw school doorsamenwerking in internationaal verband?

Er vinden wel uitwisselingen plaats met andere NATO-landen (bijv. Amerikanen, Noren en Britten) en Polen (Partnership for peace = PFP), maar hierdoor veranderen de opleidingen niet. Druppelsgewijs komen er jaarlijks ook mensen uit de Verenigde Arabische Emiraten (VAE) en Kuwait om opgeleid te worden. Het basisniveau is echter (veel) lager dan het vereiste niveau. Hierdoor ontstaan er aansluitingsproblemen die een extra belasting voor de docenten vormen. Individuele begeleiding (bijvoorbeeld met gebruik van COO) zou een manier kunnen zijn om de achterstand enigszins te verkleinen.

10.3 Het opleidingstraject bij de KM

Opleidingen binnen de KM bestaan doorgaans uit drie hoofdonderdelen. In Tabel 2 staan die aangeduid met 'instructie', 'trainen' en 'oefenen'.

Tabel 2 'standaard' stramien van de KM-opleiding

Instructie		Trainen		Oefenen (in operationele praktijk)	
Theorie (in de klas)	Practica (schriftelijk, COO etc.)	Generieke simulator	Type-specifieke simulator	Stage aan boord (takenboek)	Vlootoefeningen, opwerken

Het eerste gedeelte van de opleiding vindt aan wal plaats en bestaat vaak uit een instructiegedeelte in de klas, eventueel uitgebreid met oefeningen in de klas of met behulp van een computerprogramma (COO). Daarna gaan de leerlingen vaak trainen met generieke en type-specifieke simulatoren. Na de opleiding is er meestal een stageperiode aan boord, waarbij de leerling begeleid wordt vanuit de school, bijvoorbeeld met een takenboek. De geleerde kennis en vaardigheden worden daarna regelmatig herhaald tijdens bijvoorbeeld vlootoefeningen of opwerkperiodes. Meest duidelijk hierin is het opwerken van een bemanning.

Het schema in Tabel 2 geeft géén noodzakelijke volgorde in de tijd aan. Voor operationele bemanningen geldt namelijk dat ze hun vaardigheden moeten behouden, en dit kan door weer terug te gaan naar de theorie, de simulatoren enzovoort.

Worden op uw school de meeste opleidingen op deze manier opgezet?

De opleidingen bij de KM bestaan doorgaans uit theorie-onderwijs in de klas, practica, training m.b.v. simulatoren en oefenen op de echte apparatuur. Sommige scholen (bijvoorbeeld TFO) beschikken over type-specifieke trainers, die echter vaak worden ingezet als generieke trainer. Van een aantal systemen is een exemplaar aan de wal beschikbaar, speciaal bedoeld voor opleidingen. Indien mogelijk wordt er geoefend aan boord (in de haven), dit lukt lang niet altijd in verband met het vaarschema. Er wordt echter niet bij alle scholen getraind met behulp van simulatoren, dat komt doordat de opleidingen gericht zijn op algemene (bijvoorbeeld) technische kennis. De echte functiegerichte, scheepsspecifieke opleidingen worden verzorgd door de TFO.

10.4 Afstemming van opleidingsonderdelen en leeroverdracht

Vorbereidende instructie en oefeningen moeten goed aansluiten op meer geïntegreerde trainingen, die later in de opleiding worden gegeven. Tevens moet de opleiding in zijn geheel goed aansluiten op de operationele praktijk. De problemen die zich hierbij kunnen voordoen kunnen van verschillende aard zijn.

Bijvoorbeeld: in een eerdere fase van de opleiding kan er inhoudelijk iets niet kloppen of kan de inhoud onvolledig zijn. Maar het kan bijvoorbeeld ook haperen aan de controle (tussentijdse toetsing) of leerlingen door kunnen gaan naar een volgende module van de opleiding.

Een goede afstemming binnen en tussen de verschillende opleidingsonderdelen is belangrijk, maar is soms moeilijk te realiseren. De geïnterviewde werd gevraagd om één of meer opleidingen op school in gedachten te nemen waarbij problemen zich (zullen gaan) voordoen. Om meer te weten te komen over de aard van die problemen werden een aantal vragen gesteld.

Worden er knelpunten ondervonden t.a.v. de aansluitingen tussen theorie-onderwijs, practica, simulator-trainingen, vaarpraktijk, etc.? Hoe wordt deze vaarpraktijk zo nodig verbeterd?

Het KIM leidt studenten op voor het hele loopbaantraject (dus niet functiegericht i.t.t. TFO). Mede daarom is er sprake van een structureel afstemmingsprobleem met betrekking tot het inzicht in de functie en de werkzaamheden tussen de afnemer (commandant van het schip) en de aanbieder (het KIM).

De opleidingen bij de NBCD-school bestaan daarentegen uit theorie onderwijs en praktijkoefeningen. De aansluiting daartussen vormt geen probleem. Theorie en praktijk worden op de NBCD-school regelmatig afgewisseld: als een onderdeel in de klas is behandeld, wordt het daarna meteen in de praktijk geoefend. Dit komt

mede doordat dezelfde instructeur zowel theorie als praktijk aan een bepaalde klas geeft.

Verder is op een aantal scholen een Bureau Opleidings-Ondersteuning (BOO) gelokaliseerd. Dit bureau waarborgt het opleidingsniveau door onder andere aan de hand van evaluaties (vragen in het veld) te kijken of een bepaald onderwerp aansluit bij de operationele praktijk. De aansluiting tussen de opleidingen op scholen en de praktijk aan boord wordt echter niet formeel bij elke school geëvalueerd. Incidenteel krijgt de betreffende school daar wel informatie over, bijv. door informele contacten, gesprekken met de commandant van een schip of ervaringen tijdens examendagen van opwerkperiodes. Als er incidenten of ongelukken voorvallen, is men verplicht om te inventariseren waar dat aan gelegen zou kunnen hebben. Als blijkt dat dit een gevolg is door tekortkomingen van opleiding, wordt dat formeel teruggedokkeld naar de school. Dat gebeurt echter zelden. Bij gebrek aan nauwkeuriger informatie gaat men ervan uit dat de aansluiting van de opleiding naar de vaarpraktijk goed is. Een formelere evaluatie wordt opgezet door CZMNED/ OAOPL.

Welke rol heeft (tussentijdse) toetsing in de opleidingen?

Tussentijdse toetsing wordt bij de meeste scholen zeer belangrijk gevonden. Na elke theoriefase volgt een schriftelijke toets en na elke praktijkfase wordt een praktische test gehouden. Doelstelling van deze toetsen is te controleren of het veilig en verantwoord is om door te gaan met de opleiding. Tijdens de training met simulatoren of met echte apparatuur worden de prestaties van de leerlingen beoordeeld door de instructeur(s).

Is er voor elke fase (Instructie-, trainings- en oefenfase) voldoende tijd en zijn er voldoende oefenmogelijkheden?

Er is bij de meeste opleidingen wel behoefte aan meer oefenmogelijkheden, maar daarvoor is niet voldoende geld (spanningsveld). Wanneer er nieuwe apparatuur is aangeschaft, duurt het vaak nog lang, voordat daar ook instructiefaciliteiten voor worden aangeschaft. De simulator van de Technische Centrale van het M-fregat zal bijvoorbeeld pas volgend jaar beschikbaar zijn, terwijl het schip al jaren vaart. Bij andere opleidingen zijn wel oefenmogelijkheden beschikbaar, maar is er geen tijd om te oefenen, zeker nu de opleidingen ook nog korter moeten worden; er moeten dus prioriteiten gesteld worden. Als er dus behoefte is om meer te oefenen dan zullen bijv. de contacturen (hoorcolleges) moeten worden teruggebracht (of het aantal tussentijdse toetsen). Bij de NBCD-school wordt voor sommige oefeningen gebruik gemaakt van een mock-up van een S-fregat. De opleidingen zijn echter in principe niet type-specifiek, dat wil zeggen niet gericht op de situatie aan boord van een bepaald schip.

Wanneer bepaalde apparatuur maar op één of enkele schepen gebruikt wordt, is het niet altijd kosteneffectief om hiervoor een simulator te ontwikkelen of een extra exemplaar aan te schaffen ten behoeve van opleidingen (te weinig leerlingen). Bovendien kunnen sommige aspecten niet met behulp van een simulator geoefend worden. In deze gevallen wordt er geoefend aan boord van de schepen die in de haven liggen. Daarvoor is de school echter geheel afhankelijk van het vaarschema van de schepen.

10.5 Mogelijke knelpunten binnen een onderdeel van de opleiding

Het kan ook zijn dat knelpunten zich voordoen binnen een onderdeel van de opleiding, bijvoorbeeld als inhoud (leerdoelen), onderwijsvorm, middelen en instructeursondersteuning onvoldoende op elkaar zijn afgestemd.

Zijn er op deze punten problemen in de huidige opleidingen?

Bij de aanschaf van simulatiemiddelen wordt niet altijd gestructureerd van bovenaf bekeken wat nodig is, wat men wil, voor wie en op welke manier. Dit is een van de redenen waarom simulatiepakketten in sommige gevallen sterk persoonsgebonden zijn en niet altijd aansluiten op de beoogde (leer)doelen.

Doordat er bij de KM veel verschillende soorten schepen met verschillende apparatuur worden gebruikt is het moeilijk om met een beperkt aantal instructeurs al die verschillende systemen af te dekken. Dat is met name een probleem bij apparatuur die maar bij één of een paar schepen worden gebruikt. Het aantal leerlingen dat daarvoor moet worden opgeleid is zo klein dat het niet altijd zinnig is om een instructeur in te zetten. In zulke gevallen moet de leerling zich de lesstof eigen maken door middel van zelfstudie.

Is de ondersteuning van de instructeur voldoende?

Op een aantal scholen is een Bureau Opleidings-Ondersteuning (BOO) gelokaliseerd. Dit bureau waarborgt het opleidingsniveau (onder andere aan de hand van evaluaties (vragen in het veld). De instructeur zou ondersteund moeten worden door het BOO, dit gebeurt echter niet omdat enerzijds BOO-ers niet op de bemanningslijst (van de school) staan en er dus niet voldoende consequent wordt geëvalueerd en feedback gegeven wordt naar de instructeur, anderzijds is er geen specifieke opleiding voor BOO-ers.

De instructeurs zijn inhoudelijk gezien experts door hun jarenlange ervaring. Zij zijn echter nauwelijks didactisch geschoold. Het is niet altijd mogelijk om hen voldoende in te werken en/of te begeleiden. Er zijn vaak geen instructeurs-handboeken. Daardoor staat de lesmethodiek niet vast en verdwijnt de opgebouwde didactische kennis als een instructeur de school verlaat.

Aan boord is niet voldoende ondersteuning voor begeleiders/mentoren, er is niet zoiets als een mentorboek of ondersteuning/begeleiding. Er wordt voornamelijk gesteund op de eigen ervaring van de begeleider.

Hoe groot is de werklast van de instructeur?

Praktijksituaties (bijv. simulatiesessie) zorgen in de meeste gevallen voor een zware instructeursbelasting (briefing, debriefing/after action review). De MLS heeft nog een ander bijkomstig probleem welk zijn uitwerkingen heeft op instructeursbelasting, namelijk de niet beschikbaarheid van middelen. Instructeurs hebben behalve het geven van onderwijs ook nog een aantal secundaire taken, bijvoorbeeld het ontwikkelen van nieuwe opleidingen, het aanpassen van bestaande opleidingen en in een enkel geval het ontwikkelen van instructeurshandboeken. De werklast is daardoor meestal erg hoog.

10.6 Organisatie

Voor opleidingen moeten voldoende 'resources' (tijd, middelen en personeel) beschikbaar zijn, en deze moeten ook op het meest gewenste moment kunnen worden ingezet. Daarnaast moeten er ook resources zijn voor het onderhouden van opleidingen en scenario's.

Zijn de voor de opleidingen benodigde resources altijd voldoende beschikbaar?

Over het algemeen beschikken de scholen over voldoende middelen. Qua mankracht wordt er nogal eens tekort geschoten. Een instructeur is namelijk niet direct inzetbaar als hij op een school komt. Eerst moet een cursus 'opleidingsontwikkeling' worden gevolgd bij de SVBO, die 13 weken duurt. Het voortijdig of onverwacht overplaatsen van personeel betekent voor het onderwijs van de KM een extra onderwijsinspanning. Verlenging van de plaatsingsduur van de instructeurs zal in de praktijk betekenen dat er minder instructeurs hoeven worden opgeleid.

Zijn er voldoende resources voor het ontwikkelen en onderhouden van opleidingen en scenario's?

Het ontwikkelen en bijsturen van opleidingen wordt gedaan door de instructeurs in samenwerking met het Bureau Onderwijs-Ontwikkeling (BOO). Dit vormt soms een knelpunt omdat instructeurs daar weinig tijd voor hebben.

Hoe flexibel kan op nieuwe opleidingsbehoeften (bijv. na veranderde functieverdeling) worden ingespeeld?

Behoeftte aan nieuwe opleidingen ontstaat voornamelijk door de aanschaf van nieuwe apparatuur. Het opzetten van nieuwe opleidingen kost tijd. Voor het ontwikkelen van opleidingen voor de bemanning van de Technische Centrale van het M-fregat werd extra personeel aangesteld. Een probleem bij het opzetten van nieuwe opleidingen is dat de benodigde informatie, bijvoorbeeld technische documentatie, vaak veel te laat beschikbaar komt.

Inhoudelijk veranderen de meeste opleidingen echter weinig, zeker niet op korte termijn. Het is over het algemeen niet moeilijk om een opleiding voor een nieuwe doelgroep op te zetten omdat het meeste onderwijs modulair is opgezet. Een nieuwe opleidingsbehoefte kan daarom worden ingevuld met een rangschikking van modules met hier en daar benodigde aanpassingen. Daardoor kon bijvoorbeeld op vrij korte termijn NBCD-opleidingen worden opgezet voor personeel uit de VAE. Indien nodig worden de docenten bijgeschoold (cursus, post academische opleiding).

10.7 Instroom en uitstroom

Door beleidsveranderingen kan het ingangsniveau van toekomstige cursisten anders zijn dan die van de huidige cursisten. Hier zal de opleiding op moeten worden aangepast.

Kent u opleidingen die door verandering van ingangsniveau (of door excessieve uitval of vertragingen bij het doorlopen) problematisch zijn of worden?

Het wordt steeds moeilijker om mensen binnen te krijgen (bijv. op KIM) met de gewenste combinatie van vakken op Vwo-niveau. Er wordt een bredere inzetbaarheid verwacht van mensen afkomstig uit het VWO. Eisen zullen daarom moeten worden aangepast of er zal moeten worden bijgespijkerd (bijscholing). Ten aanzien van de opleiding waarnemer (wachtofficier Mijnendienst) wordt de instroom steeds minder. Er is een slechte aansluiting tussen de officieren afkomstig van het KIM (nautische opleiding) en de opleiding waarnemer, er zou daarom t.b.v. KIM-officieren een eigen opleiding waarnemer moeten worden opgezet. Voor sommige opleidingen doet het ingangsniveau niet echt ter zake omdat de lesstof voor iedereen nieuw is.

Soms zijn er grote niveauverschillen tussen cursisten bij de start van een opleiding (bijv. door meer of minder ervaring bij de marine, of door verschillen in vooropleiding). Als niveau en tempo worden afgestemd op de

gemiddelde cursist dan dreigt het gevaar dat goede leerlingen zich vervelen, terwijl trage leerlingen achtterraken of zelfs moeten afhaken.

Kent u opleidingen waar dit probleem speelt, welke maatregelen worden ondernomen?

Niveaoverschillen binnen één klas zijn met name bij klassikaal theorie-onderwijs een probleem, bij practica veel minder. Als experiment heeft men binnen de TVO in het verleden een keer geprobeerd om leerlingen in te delen naar niveau: één klas met LTS-B leerlingen en één klas met LTS-C en Mavo-leerlingen. Toen bleek dat met een goede begeleiding en iets meer tijd LTS-B leerlingen dezelfde resultaten kunnen behalen. Helaas is deze oplossing niet altijd mogelijk omdat het selectiecentrum bepaalt welke leerlingen wanneer komen. Dus hoewel in sommige gevallen individuele begeleiding beter zou zijn, blijven de cursussen klassikaal en groepsgewijs (ongedifferentieerd). De instructeurs worden daardoor extra belast.

10.8 Onderhoud van kennis en vaardigheden

In het algemeen gaan kennis en vaardigheden achteruit als ze niet meer regelmatig onderhouden worden. Voor kritische kennis en vaardigheden wordt vaak een periodieke test gehouden, bijvoorbeeld de Sail Safety test.

Kent u andere periodieke tests?

Na drie jaar initiële opleiding en de stageperiode heeft het KIM als periodieke test de Zeewacht standaard A. Tevens worden vaardigheden bijgehouden in de brug-simulator. De NBCD-school (afdeling opwerken) verzorgt NBCD-oefeningen gedurende de opwerkperiode van een schip. Bepaalde gedeeltes van de bemanning komen voor speciale herhalingsoefeningen naar de school (m.n. gericht op team-optreden). Bovendien worden aan boord (in de haven) verrassingsoefeningen georganiseerd (bijv. kleine brandjes). Aan het eind van de opwerkcyclus moet de scheepsbemanning de AVEX (Averij EXercise) afleggen. Het schip mag niet gaan varen voordat deze oefening goed is volbracht. Toen bleek dat het slagingspercentage niet hoog genoeg was, is een pre-AVEX ingesteld. Ook na de opwerkperiode organiseert de school oefeningen aan boord van het schip in de haven of op zee, bijvoorbeeld op verzoek van de commandant of als onderdeel van een grotere oefening. Een korte herhalingscursus op de NDCD-school is verplicht voor iedere KM-functionaris die na vijf jaar aan de wal weer een varende functie krijgt.

Zijn er voldoende resources en controle op het bijhouden van kritische kennis en vaardigheden?

Geleerde kennis en vaardigheden worden meestal regelmatig toegepast en kort herhaald gedurende vervolgoopleidingen. Bovendien worden aan boord oefeningen gehouden waarbij de geleerde kennis en vaardigheden worden toegepast. Voor TD Functionarissen gaat het bijvoorbeeld om de MK-noodoefeningen, waarbij met opzet technische storingen in het echte systeem worden aangebracht (vanuit de Technische Centrale). De WD-functionarissen moeten bijvoorbeeld ook oefenen met dummy-targets. HAKOG (Handleiding Kwantificeren Operationele Gereedheid) beschrijft een aantal verplichte oefeningen en hun frequentie voor een bepaald schip. Er moet worden gerapporteerd welke oefeningen er zijn uitgevoerd en hoe vaak, maar niet hoe die oefeningen zijn verlopen. Daardoor is er geen controle op de resultaten. Het voorbereiden, de briefing, feedback en debriefing zijn de verantwoordelijkheid van het betreffende personeel aan boord. Er zijn geen mentorboeken beschikbaar. Daardoor kan de kwaliteit van bijvoorbeeld de feedback erg verschillend zijn. Externe beoordeling vindt met name plaats tijdens de FOST (Flag Officer Sea Training). Dit is een vijf weken durende internationale oefening. Een schip moet op alle onderdelen een voldoende halen voordat het operationeel gereed wordt verklaard.

Officieel moet een instructeur na vijf jaar een (verkorte) herhalingsopleiding volgen. Dat gebeurt echter niet altijd. De SVBO organiseert ook studiedagen die bijvoorbeeld inspelen op nieuwe ontwikkelingen. Er wordt met CZM overleg gepleegd om scholen verantwoordelijk te stellen voor een gedeelte van de opwerkperiode. Tevens zou CZM moeten controleren of functionarissen de benodigde opleidingen gevolgd hebben en vaak genoeg 'op herhaling' gaan.

10.9 Opleidingsmiddelen

Welke rol spelen geavanceerde leermiddelen (bijv. Computer Ondersteund Onderwijs, multimedia, generieke/specifieke simulatoren, etc.) binnen uw school?

Bij de meeste KM-scholen spelen (generieke en type specifieke) simulatoren een zeer belangrijke rol. Veel van de lesstof draait om vaardigheden, attitudes en tactieken, hiertoe worden zoveel mogelijk simulatoren ingezet. COO wordt nog weinig toegepast. Bij alle scholen zijn multimedia machines beschikbaar. Binnen het klassikale theorie-onderwijs worden deze computers op kleine schaal gebruikt om gemakkelijk lesstof te presenteren, bijv. ingewikkelde grafieken en bewerkingen daarvan die anders met de hand getekend zouden moeten worden. Er zijn over het algemeen geen concrete plannen ten aanzien van COO-ontwikkeling omdat men niet of slechts weinig op de hoogte is over de (on)mogelijkheden van COO (er bestaan wel wensen).

Tabel 3 Inventarisatie Simulatoren (sim) en Computer Ondersteund Onderwijs (COO) per KM-school

KM-school	sim	coo	Naam	Beschrijving
KIM	x		Brugsimulator	
	x		Voortstuwing, hydrauliek, etc.	Simulatoren binnen diverse vakken
		x		Programmeren in Pascal, t.b.v. Z, E en T
Technische Vak Opleiding		x	FESTO	Programma voor pneumatiek
	x		S-fregat trainer	Procedurele trainer Technische Centrale S-fregat
	x		DWADO	Dwarsdoorsnede (procedurele en onderhoudstrainer)
	x		Tyne Fuel Simulator	Procedurele- en onderhoudstrainer t.b.v. Tyne brandstofsysteem
	x		Spey Fuel Simulator	Procedurele- en onderhoudstrainer t.b.v. Spey brandstofsysteem
	x		Kruisvaart Diesel Simulator	
	x		Statische omzetter	
	x		ADS	
	x		Afstand besturings-systeem	Procedurele- en onderhoudstrainer met de nadruk op onderhoudstrainingen
	x		HIV-simulator	
	x		KWM	Koud Water Maker-simulator
		x	Electronic workbench	Illustreer van de theorie, leerlingen een aantal dingen laten uitproberen
Marine Luchtvaart School	x		Operational Flight Trainer	P-3C Orion procedurele vliegsimulator
	x		Operational Tactics Trainer	P-3C Orion tactische simulator t.b.v. de TACCO (tactical Coordinator), NAV/COM (Navigation/Communication), SS1&2 (Sensor station 1 en 2 voor akoestische operators) en SS# (voor niet-akoestische operators). N.B. Deze kan gekoppeld worden aan de OFT
	x		Lynx-trainer	procedurele Lynx-simulator
Instituut Defensie Leergangen	x		BOSDA	Besluitvorming Ondersteunend Systeem voor Discrete Alternatieven (ministerie van financiën)
	x		Furnimas	Management game
Logistieke School	x			Modules uit operationele administratie systemen
		x	DAVILEX	Typevaardigheid
Operationele School	x		SFFT	S-fregatten Commandocentrale Trainer
	x		MFFT	M-fregatten Commandocentrale Trainer
	x		GIPSY-T	Walrus Commandocentrale Trainer
	x		RNAVt	Radar Navigatie Trainer
	x			Instructievaartuig
			TAT	Tactische Aanvals Tafels (plot tafel)
	x		ASTT	Action Speed Tactical Trainer
	x		Tactische vloer	
	x		TAT (CWE)	Sonar Trainer; Deze zal worden vervangen door de Universele Onderzeebootbestrijdings Trainer (UNOT)

KM-school	sim	coo	Naam	Beschrijving
	x		RBOT	Radar Beeldopbouw Trainer
	x		ACT	Air Control Trainer
	x		JMCIS-T	Joint Maritieme Command Info Strategy Trainer
	x		SATCOM-T	Satellite Communication Trainer
	x		MHS	Message Handling System
	x			Geruisanalyse trainer
	x			Verbindingsapparatuur
	x			Optische verbindingsapparatuur (seinlampen, -vlaggen)
	x			Crypto tape relay
	x			Telex/type Trainer
	x		POWCT	Platform Onderwater Centrale, deze valt administratief onder de OPS
NBCD-school	x		Piromaans	Brand oefenplaat voor oefeningen t.a.v. brandblussen
	x		Bever	Bewegende mock-up gebruikt voor oefeningen Damage Control (stutten, leidingen smarten, etc.)
	x			Faciliteiten om te oefenen met NBC-masker (kleding) en perslucht
	x		NBCD TC-simulator	Technische centrale simulator S-fregat
		x	Radio-activiteit meter	Op het apparaat dat gebruikt wordt om radio-activiteit te meten, kunnen ook oefenscenario's gedraaid worden

Verwacht u dat de rol van geavanceerde leermiddelen in de (nabije) toekomst zal veranderen?

De rol van geavanceerde leermiddelen zal op zijn minst gelijk blijven, maar zal waarschijnlijk groeien. Ook het aantal generieke trainers zal naar alle waarschijnlijkheid toenemen. Voor type-specifieke trainers geldt dat zij vaak een kopie zijn van de apparatuur aan boord en dat is duur (deels veroorzaakt door de zware operationele eisen aan de apparatuur, milspec.). Aan boord is een trend waar te nemen dat er steeds meer gebruik wordt gemaakt van (standaard) civiele apparatuur, dit zal ook tot gevolg hebben dat type specifieke trainers goedkoper kunnen worden.

Tevens biedt teleleren mogelijkheden voor de KM. Standpunt is dat als dergelijke mogelijkheden commercieel verkrijgbaar zijn, dan eventueel toepassen en niet als marine zelf (laten) ontwikkelen.

Klassikaal lesgeven blijft gehandhaafd, want leerlingen moeten op een zelfde moment op een bepaald niveau komen. Er wordt dan ook geen grootschalige overgang verwacht naar individuele lessen. Wel worden mogelijkheden gezien voor individuele computerondersteunde lessen voor opleidingen met slechts weinig leerlingen, zoals bijvoorbeeld enkele functieopleidingen voor het amfibisch transportschip.

11. Bevinding

De effectiviteit van de trainers op de Operationele school is naar het oordeel van de geïnterviewden over het algemeen hoog, dit komt mede doordat de OPS betrokken is bij het aanschafproces, zo wordt dus verzekerd dat de trainers aan de gebruikerseisen voldoen. Met betrekking tot de instructeursondersteuning kan worden gesteld dat de bediening van de oude trainers erg bewerkelijk is, bij de nieuwe trainers is dat aanmerkelijk beter. Bij de huidige generatie simulatoren ligt de instructeursondersteuning veelal op het gebied van het starten/stoppen, besturen van de simulatie en het loggen en replayen van een trainingssessie. Er is (nog) geen sprake van deels of gehele automatische beoordeling van de leerling. Dit is ook niet eenvoudig, omdat bepaalde aspecten niet eenduidig zijn vast te leggen (zoals intermenselijk contact). De instructeur gebruikt nu in de meeste gevallen een checklist. Bovendien geeft een op het operationele systeem gebaseerde trainer feedback naar de leerling: bijvoorbeeld als de leerling een fout in de procedure maakt, dan werkt het systeem niet of niet goed, de leerling bereikt zijn doel niet. De instructeur blijft de leerling altijd begeleiden.

Veel van de simulatoren die nu (nog) bij de TVO staan zijn bedieningssimulatoren, waarbij weinig behoefte is aan instructeursondersteuning: de instructeur kan (hardwarematig) storingen aanbrengen en begeleidt de leerling in het analyse en begeleidingsproces.

Deel C

Conclusies en Aanbevelingen

12. Conclusies

Algemene zaken

Takenpakketten van functionarissen zijn niet wezenlijk veranderd als gevolg van missieveranderingen (crisisbeheersing). Binnen opleidingen vinden hier en daar uitbreidingen en aanpassingen plaats, over het algemeen is er slechts sprake van accentverschuivingen.

Het in dienst nemen van nieuwe schepen en het plaatsen van nieuwe apparatuur aan boord stelt eisen aan de functionarissen en dus ook aan de benodigde opleidingen. Onder andere als gevolg van voortschrijdende technologische ontwikkelingen is er steeds meer behoefte aan 'training-op-maat'.

Door bezuinigingen op defensie-uitgaven staat ook het budget van de scholen onder druk. Er is soms minder personeel en materieel beschikbaar voor de opleidingen. Leertijdreductie zal op den duur negatieve gevolgen hebben voor de kwaliteit van het onderwijs bij de handhaving van het huidige pakket opleidingsdoelen.

In de operationele systemen worden steeds meer commercieel verkrijgbare computers toegepast in plaats van speciale milspec apparatuur, hierdoor worden ook de type-specifieke simulatoren goedkoper.

Opleiden en trainen

Docenten worden extra belast doordat leerlingen - afkomstig uit PFP-landen (uitwisselingsprogramma's) en leerlingen uit VAE en Kuwait - vaak over een lager basisniveau beschikken en daardoor te kampen hebben met aansluitingsproblemen.

Praktijksituaties (bijvoorbeeld simulatiesessies) zorgen in de meeste gevallen voor een zware instructeursbelasting (briefing, debriefing, after action review).

Het voortijdig of onverwacht overplaatsen van personeel betekent voor het onderwijs een extra inspanning.

Computer Ondersteund Onderwijs (COO) wordt nog weinig toegepast binnen de KM. De term COO, zeker in relatie met de term multimedia, is niet voor iedereen scherp afgebakend. Sommige personen rekenen het gebruik van de computer als puur presentatiemiddel (bijvoorbeeld slideshows) ook tot COO en stellen het daarmee gelijk aan multimedia (zoals overheadprojectoren, film, video en dia's); dit kan discussies verwarren.

De invoering en ontwikkeling van COO is vooralsnog de verantwoordelijkheid van de scholen zelf en moet worden uitgevoerd door het huidige instructiepersoneel. De scholen hebben wel de beschikking gekregen over apparatuur, maar zijn op zichzelf aangewezen voor een verantwoorde inzet daarvan. De ontwikkeling en het gebruik van COO vereist de inbreng van expertise (zo is niet iedereen geschikt voor COO-ontwikkelaar) dan wel onderwijskundige begeleiding.

Momenteel is er in de praktijk nauwelijks sprake van dergelijke begeleiding en het ontbreken hiervan wordt ook door de scholen als een groot gemis onderkend.

Binnen de KM zijn er verschillende opvattingen over de relatie tussen 'opleiden' (per definitie aan de wal) en 'training' (aan boord). Belangrijkste argumenten vóór het trainen aan boord zijn de realistische omgeving en de geringere (aanschaf-) kosten t.o.v. een type-specifieke trainer op de wal. Trainen aan boord (en in het verlengde daarvan ook opleiden aan boord) brengt onder de huidige omstandigheden risico's met zich mee, namelijk de tijd en gelegenheid om aan boord te trainen zal altijd ondergeschikt zijn aan de operationele taakuitvoering van het schip, dus er kan niet gegarandeerd worden dat er voldoende getraind wordt (kwantitatief risico).

Een nadeel is de beschikbaarheid van de operationele systemen t.b.v. training en de beperkte mogelijkheden die er aan boord zijn voor instructiefaciliteiten.

Opleiden/trainen aan boord - aan de wal

Ook in de toekomst zal het echte opleiden (theorie-onderwijs en oefeningen) aan de wal plaatsvinden.

De leerlingen beschikken veelal over onvoldoende tijd en onvoldoende begeleiding om aan takenboeken te werken. Leerlingen zijn afhankelijk van hun superieuren en missies waarvoor hun schip wordt ingezet. Opleidingstijd aan boord wordt vaak ondergeschikt gemaakt aan de operationele taakuitvoering. Bovendien zijn de begeleiders aan boord doorgaans niet didactisch geschoold.

Inzet simulatiemiddelen

Bij de meeste opleidingen heerst een discrepantie tussen behoefte aan meer oefenmogelijkheden en het beschikbare budget. Wanneer er nieuwe operationele apparatuur is aangeschaft, duurt het namelijk vaak nog lang voordat ook de instructiefaciliteiten worden aangeschaft. Bij andere opleidingen zijn wel oefenmogelijkheden beschikbaar, maar er is geen tijd om te oefenen, zeker nu de opleidingen nog korter moeten worden (prioriteiten stellen!).

In het verwervingstraject van COO en simulatiemiddelen wordt niet altijd op een gestructureerde manier gecommuniceerd tussen de staforganen en de scholen (wie wil wat en waarom). Simulatiepakketten zijn daarom in sommige gevallen sterk persoonsgebonden en sluiten niet altijd aan op de beoogde (leer)doelen.

Het gebruik van nieuwe technologieën en instructiemiddelen kan gevolgen hebben voor de organisatie van de opleiding.

De software-component in veel operationele systemen neemt een steeds groter aandeel in, hierdoor worden de mogelijkheden van simulatie (ook m.b.v. het echte systeem) groter.

De KM realiseert zich steeds beter dat het ontwikkelen van opleidingen en het verwerven van (geavanceerde) opleidingsmiddelen tijdrovend is. In het verleden is het vaak genoeg voorgekomen dat opleidingen pas goed van start konden gaan als het operationele systeem al lang in gebruik is. De KM speelt hierop in door reeds vroeg in een materieelsproject rekening te houden met opleidingsbehoefte en -middelen en moet dit ook blijven doen.

De waarde van training is mede afhankelijk van de onderwijskundige en domein-expertise van de instructeur/mentor. Als de bemanningsleden die instructeurstaken moeten uitvoeren hier niet expliciet op worden geselecteerd of voorbereid, dan kan de kwaliteit van de training niet worden gegarandeerd (kwalitatief risico).

Hoewel vanuit onderwijskundig oogpunt in de huidige stand van zaken een trainingssimulator met een gespecialiseerd instructieteam de voorkeur geniet, betekent dit niet dat een keuze voor trainen aan boord per definitie verkeerd is. Sommige taken kunnen wel degelijk goed aan boord worden getraind, zolang de voor- en nadelen maar in kaart zijn gebracht en eventuele consequenties worden geaccepteerd.

13. Aanbevelingen

Onderzoek moet uitmaken in hoeverre het mogelijk danwel onmogelijk is om leerlingen in te zetten binnen de operationele vloot. Er zijn bijvoorbeeld vanuit onderwijskundig oogpunt wel mogelijkheden om bepaalde opleidingen te verzorgen aan boord, de consequenties zouden dan wel goed moeten worden aangegeven (operationeel te verantwoorden).

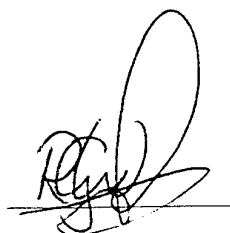
De werkdruk van instructeurs gedurende een simulatiesessie is in veel gevallen erg hoog. Ontlasten van werkzaamheden van de instructeur gedurende een sessie bijvoorbeeld door automatische beoordeling, loggings, checklisten etc. zou een oplossing kunnen bieden.

Het verlengen van de plaatsingsduur van instructeurs zal in de praktijk betekenen dat er minder instructeurs hoeven worden opgeleid (onderwijsinspanning kan hiermee worden verlaagd). Dit zal echter consequenties hebben voor de vaar/wal verhouding.

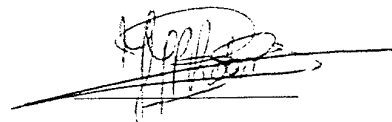
Expertise op het gebied van Computer Ondersteund Onderwijs (COO) zal op school moeten worden toegevoegd of centraal moeten worden begeleid op een zodanige manier dat het toegankelijk is voor de scholen.

De ontwikkelingen op het gebied van gedistribueerde interactieve simulatie (DIS) volgen en de mogelijkheden van DIS in relatie tot nieuw aan te schaffen operationele systemen en simulatoren evalueren.

14. Ondertekening

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop at the top and several smaller loops and strokes below it, all resting on a horizontal line.

Drs. R.G.W. Gouweleeuw
Projectleider

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized loop at the top and several smaller loops and strokes below it, all resting on a horizontal line.

Drs. J.J.P.R. de Bock
Auteur

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD97-0102	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO FEL-97-A053
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 6025490	5. CONTRACT NO A95KM763	6. REPORT DATE August 1997
7. NUMBER OF PAGES 74 (excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 17	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Toepassingsmogelijkheden van simulatiemiddelen binnen opleidingen van de Koninklijke Marine (Application of simulation within training courses of the Royal Netherlands Navy)		
11. AUTHOR(S) J.J.P.R. de Bock, R.G.W. Gouweleeuw		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Physics and Electronics Laboratory, PO Box 96864, 2509 JG The Hague, The Netherlands Oude Waalsdorperweg 63, The Hague, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Royal Netherlands Navy KM/DPKM/OND, PO Box 20702, 2500 ES The Hague, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) <p>This report answers the questions 'what are the applications for simulators in general and for the Royal Netherlands Navy in particular?' and 'how can a simulator be incorporated as a sound decision in the training trajectory?'. A distinction is made between simulator training, training with operational systems and conventional training.</p> <p>Furthermore, the report contains results of interviews with the schools of the RNIN to sketch the current situation and the future expectations with respect to education and training.</p>		
16. DESCRIPTORS Military trainers Personnel training Simulators	IDENTIFIERS Simulator Simulatie-training Simulatie Geavanceerde onderwijsleermiddelen	
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution	17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd	

Distributielijst

1. Bureau TNO Defensieonderzoek
2. Directeur Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling*)
3. HWO-KL*)
4. HWO-KLu*)
5. HWO-KM
6. HWO-CO*)
- 7 t/m 9. KMA, Bibliotheek
- 10 t/m 14. DPKM/OND, t.a.v. KLTZ drs. P.J. van Meel
15. DPKM/IOZ, t.a.v. CDR A. Vos
16. DPKM/HOND, t.a.v. KOLMARN S H. Dukers
17. MARSTAF/SCPL, t.a.v. CDR R. Klaver
18. MARSTAF/HOBS, t.a.v. KTZ P. Bedet
19. MARSTAF/OZBT, t.a.v. LTZ1 J. van Zaalen
20. DMKM/WCS/HSYST, t.a.v. Ir. C. Th. Koole
21. C-OPSCHOOL, t.a.v. KTZ Ir. B.M. van der Hulst
22. H-TOKM, t.a.v. KLTZT J.T.G.M. Bisschops
23. VOKIM, t.a.v. CDR F. 't Hart
24. H-SNBCD&BV, t.a.v. KLTZT R. Beiler
25. H-SVBO, t.a.v. KLTZ J. van Loo
26. H-MLS, t.a.v. KLTZ J. Groenbos
27. D-IDL/opl. KM, t.a.v. KTZ D. Weekenstro
28. H-KMTS, t.a.v. KLTZ M. Hendriks Vettehen
29. HOND/HKKM, t.a.v. LKOLMARN S J. Severs
30. H-MOC, t.a.v. LKOLMARN S G. Vollema
31. D-BENL MBS, t.a.v. KTZ J. van Ittersen
32. CZMNED/HOAOPL, t.a.v. KLTZ P. de Boer
33. D-CAWCS, t.a.v. KTZE D. Hummel
34. DMKM/HMIV/LCF, t.a.v. KLTZT J. Meyer
35. DMKM/MEV/PAM, t.a.v. KLTZE Ing. C.I.A. de Kock
36. DMKM/HMIV/NHYO, t.a.v. KLTZT D. van Deventer
37. TNO-TM, t.a.v. Dr. J.B.J. Riemersma
38. TNO-TM, t.a.v. Dr. K. van den Bosch
39. TNO-TM, t.a.v. Mw. Drs. D.M.L. Verstegen
40. Directie TNO-FEL, t.a.v. Dr. J.W. Maas
41. Directie TNO-FEL, t.a.v. Ir. J.A. Vogel, daarna reserve
42. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan M&P*)
43. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. M.J. van de Scheur
44. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. R.C. van Rijnsoever
45. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Drs. R.G.W. Gouweleeuw
46. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Drs. J.J.P.R. de Bock
47. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Mw. Dr. A. H. van der Hulst
48. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Dr.ir. H. Kuiper
49. Documentatie TNO-FEL
- 50 t/m 58. Reserve

TNO-PML, Bibliotheek**)

TNO-TM, Bibliotheek**)

TNO-FEL, Bibliotheek**)

Indien binnen de krijgsmacht extra exemplaren van dit rapport worden gewenst door personen of instanties die niet op de verzendlijst voorkomen, dan dienen deze aangevraagd te worden bij het betreffende Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek of, indien het een K-opdracht betreft, bij de Directeur Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling.

*) Beperkt rapport (titelblad, managementuittreksel, RDP en distributielijst).

**) RDP.