

IZF 1990 A-3
J.E. Korteling
P. Padmos

DE LEOPARD II RIJSIMULATOR ALS
LEERHULPMIDDEL

Aantal bladzijden: 39

INHOUD

Blz.

SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 VALIDITEIT EN TRAININGSPROCEDURES	8
2.1 Validiteit	8
2.2 Trainingsprocedures	10
2.3 Conclusies	11
3 MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN DE LEOPARD II RIJSIMULATOR	12
3.1 Inleiding	12
3.2 De bedieningsomgeving	13
3.3 De beeldpresentatie	14
3.4 Het visuele omgevingmodel	15
3.5 Het mechanisch voertuig-omgeving model	18
3.6 Het bewegingssysteem	19
3.7 Geluid en trillingen	21
3.8 De instructieconsole	22
3.9 Overige	22
4 CONSEQUENTIES VOOR DE TRAINING	23
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	26
5.1 Conclusies	26
5.2 Aanbevelingen	28
REFERENTIES	29
APPENDIX 1 Inventarisatie van trainingsmogelijkheden per taakonderdeel	30

De Leopard II rijnsimulator als leerhulpmiddel

J.E. Korteling en P. Padmos

SAMENVATTING

De trainingssimulator voor Leopard II chauffeurs (Singer Link Miles) vertoont bij de uitvoering van een groot aantal taakonderdelen verschillen ten opzichte van het echte pantservoertuig. Verwacht wordt daarom dat de gebruiksmogelijkheden van deze simulator als leerhulpmiddel beperkter zullen zijn dan die van een Leopard II leestank. Voor de opzet van een aangepaste opleiding betekent dit dat de mogelijkheden van deze simulator voor de toekomstige rijopleiding in kaart moeten worden gebracht.

In dit verband wordt allereerst een beschrijving gegeven van een aantal factoren die bepalend zijn voor de effectiviteit van trainings-simulators als leerhulpmiddel.

Vervolgens wordt per onderdeel van de simulator een beschrijving gegeven van de huidige beperkingen en worden mogelijkheden voor verbetering aangegeven. Onderscheid wordt gemaakt tussen beperkingen die in principe kunnen worden opgelost en beperkingen die binnen het huidige concept een meer structureel karakter hebben. Van deze beperkingen worden de verwachte consequenties voor de opleiding besproken, zowel in de huidige staat als na herstel. Geconcludeerd wordt dat met de simulator in zijn huidige vorm alleen het behalen van de leerdoelen die een beroep doen op kennis van procedures mogelijk is. Perceptief-motorische leerdoelen, zoals het kunnen uitvoeren van manoeuvres, kunnen momenteel waarschijnlijk slechts in bescheiden mate worden gerealiseerd. De trainingsmogelijkheden van de simulator ten aanzien van deze leerdoelen kunnen in principe echter aanzienlijk worden verbeterd. Na het aanbrengen van deze verbeteringen zullen de meeste manoeuvres op verharde ondergrond met een behoorlijke effectiviteit kunnen worden getraind. Deze manoeuvres vormen een belangrijk onderdeel van het totale lesprogramma. Blijvende problemen zijn te verwachten bij het geven van voldoende gedetailleerde ruimtelijke en mechanische informatie over de natuurlijke omgeving. Dit zal de leeropbrengst bij training van terreinrijden fors beperken. Een ander belangrijk onderdeel dat naar verwachting, ook na verbetering, slechts een geringe leeropbrengst zal hebben is rijden in het verkeer. Validatieonderzoek is nodig om de uiteindelijke waarde van de simulator als leerhulpmiddel te objectiveren.

Leopard II driving simulator as a training device

J.E. Korteling and P. Padmos

SUMMARY

The training simulator for Leopard II drivers (Singer Link Miles) shows for many subtasks differences with operational tracking vehicles. Therefore it is expected that the training possibilities of this simulator will be more limited than those of operational Leopard II tanks. In order to set up an adapted training course this implies that the possibilities of the Leopard II simulator will have to be specified.

In this connection first a description is given of factors determining the effectiveness of a simulator as an educational device. In the first place this effectiveness is determined by the validity of the simulator for different subtasks. Besides, the training effectiveness is determined by the use and quality of subsidiary training devices, the manner in which feedback is presented, and the nature of supplementary education.

Next, for every component of the simulator the present deficiencies are described and possibilities for improvement are suggested. Solvable deficiencies and deficiencies with a more structural character within the present concept are discriminated. Based on this analysis expected consequences for the (future) training possibilities are discussed. It is concluded that the simulator with its present deficiencies only enables effective training of subtasks depending on knowledge of procedures. The attainment of the perceptuomotor training objectives, like performing manoeuvres, is at present only possible to a very limited extent. However, the possibilities with reference to these training objectives may be remarkably improved. After the execution of these improvements most manoeuvres on metalloid subsoil may be trained with substantial effectiveness. These manoeuvres make up an important part of the total training program. Remaining problems are expected with regard to the presentation of sufficiently detailed spatial and mechanical information about the environment. This will substantially limit the training transfer of terrain driving. Also driving in traffic may show lasting limitations in training effectiveness.

Validation studies will be necessary in order to determine the ultimate value of the simulator as a training device.

1 INLEIDING

Ten behoeve van de training van chauffeurs is door Singer Link Miles (SLM) een Leopard II rijsimulator ontwikkeld. Dit is een "full scale" simulator met, naast een volledige weergave van bedieningsmiddelen en afleesinstrumenten, een computer-gegenereerd beeld, een bewegingsplatform en een geluidssysteem. Het voornaamste doel van simulatoren is het beperken van de leertijd op operationele systemen op een kosten-efficiënte manier. Dit betekent dat met een beperkt aantal trainingsuren een zo hoog mogelijk trainingsrendement moet worden bereikt. Hoe dit aangepakt moet worden is afhankelijk van de mogelijkheden en beperkingen van simulatoren. Deze verschillen aanzienlijk van die van de leermiddelen in de klassieke rijopleiding. Met een simulator kunnen taakonderdelen bijvoorbeeld afzonderlijk worden geoefend, in welgekozen volgorde en met een moeilijkheidsgraad die systematisch kan worden gevarieerd. Ook bieden simulatoren de mogelijkheid prestaties nauwkeurig, gericht en objectief terug te koppelen. Anderzijds zijn simulatoren beperkt in de mogelijkheid de taakomgeving volledig en natuurgetroouw te representeren. Dit heeft in de regel een nadelig effect op de mate waarin op een simulator geleerde vaardigheden overdraagbaar zijn naar het operationele systeem.

De Leopard II simulator voldoet momenteel (nog) niet aan minimale eisen ten aanzien van overeenkomst met de operationele tank (Padmos, 1989) en trainingseffectiviteit (Van Breda en Boer, 1988). Daarom wordt gewerkt aan verbetering van de simulator. Om de trainingsmogelijkheden van de verbeterde versie van de simulator te optimaliseren dient zoveel mogelijk rekening gehouden te worden met haar mogelijkheden en beperkingen. Aan het IZF-TNO is daarom door de Koninklijke Landmacht opdracht gegeven om door middel van onderzoek en advies bijstand te verlenen bij het optimaal inzetten van deze simulator. Dit behelst het volgende: specificatie en modellering van de database, het ontwikkelen van een leerplan en van slaagcriteria, optimalisatie van trainingsprocedures, specificatie van een nieuw Performance and Marking systeem, verbetering van de instructie-console en meting van het trainingsrendement.

Dit rapport geeft allereerst een beschouwing over de validiteit van trainingssimulatoren en de effectiviteit van trainingsprocedures, voorzover deze onderwerpen relevant zijn voor de training van tankchauffeurs. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van de huidige beperkingen van de simulator. Onderscheid wordt gemaakt tussen beperkingen die in principe kunnen worden opgelost en beperkingen die binnen het huidige concept een meer structureel karakter hebben. Van

deze beperkingen worden de verwachte consequenties voor de opleiding besproken, zowel in de huidige staat als na herstel. Hiermee zal terdege rekening gehouden moet worden bij de opzet van een aangepaste opleiding. Daarom worden in termen van al of niet trainbare taakonderdelen implicaties aangegeven voor de toekomstige rijopleiding.

Deze informatie vormt de basis voor een optimaal aangepaste training met een bijbehorend leerplan en een leersyllabus. Daarnaast zal dit rapport worden gebruikt bij de selectie van variabelen en criteria voor het Performance and Marking systeem en bij het door het IZF uit te voeren validatieonderzoek.

2 VALIDITEIT EN TRAININGSPROCEDURES

De efficiëntie van een simulator wordt meestal uitgedrukt in termen van leeroverdracht. Dit is de mate waarin er na training op een simulator nog extra training in de praktijk nodig is om het gewenste prestatieniveau te bereiken. De hoogte van de leeroverdracht wordt bepaald door twee belangrijke factoren: de validiteit van de simulator en de kwaliteit van de gehanteerde trainingsprocedures.

2.1 Validiteit

De validiteit van een trainingssimulator is de mate waarin deze hetzelfde gedrag uitlokt als in werkelijkheid ("gedragsovereenkomst"). Met andere woorden: in hoeverre kan de leerling de perceptief-motorische vaardigheden die hij op de simulator geleerd heeft in de praktijk toepassen.

Omdat mensen zelden alle beschikbare informatie bij een taak nodig hebben, of kunnen verwerken, is het niet per definitie noodzakelijk dat simulator en operationeel systeem volledig identiek zijn (Flexman & Stark, 1987), sterker nog: onder bepaalde omstandigheden is het zelfs mogelijk dat opzettelijke afwijking van de werkelijkheid (bijv. door het geven van extra informatie) effectiever is dan identieke training- en praktijkcondities (bijv. Wightman & Sistrunk, 1985; Lintern, 1980). Gesteld kan dus worden dat de effecten van verschillen tussen de simulator en de werkelijkheid bepaald worden door de *relevantie* ervan voor de taak.

Met betrekking tot praktijktaken, zoals tankrijden, weten we hierover betrekkelijk weinig. Ten eerste is maar ten dele bekend welke aspecten van een taak wel en welke niet relevant zijn. Zo zou de aanwezigheid

van "irrelevante" of "overbodige" informatie bij bepaalde taken in principe nuttig kunnen zijn om leerlingen te trainen in het *selecteren* van de belangrijke informatie uit het geheel aan beschikbare informatie. Ten tweede is het niet bekend in welke mate relevante taakonderdelen op de simulator mogen verschillen van die van het operationele systeem zonder de validiteit al te fors aan te tasten. Met andere woorden: hoe specifiek zijn vaardigheden? Uit onderzoek van Schmidt (1982) blijkt dat vaardigheden zeer specifiek kunnen zijn. Dat betekent dat prestatieverhoging na uitgebreide training op een laboratoriumtaak soms vrijwel volledig kan verdwijnen als er slechts een ogenschijnlijk klein onderdeel van de taak veranderd wordt. Over de mate waarin iets dergelijks ook opgaat voor de besturing van rupsvoertuigen is niet veel bekend. Uit een onderzoek van Moraal en Poll (1979) bleek dat de leeroverdracht van een Leopard I simulator naar het operationele systeem redelijk was, terwijl Van Breda en Boer (1988) bij de Leopard II geen leeroverdracht tussen simulator en de operationele tank vonden. Dergelijke bevindingen hangen sterk af van de taakonderdelen waarbij de leeroverdracht onderzocht wordt. Sommige taakonderdelen, zoals het bedienen van knoppen en schakelaars zijn eenvoudiger te simuleren en vertonen een hogere leeroverdracht dan de meer perceptief-motorische taakonderdelen. Omdat training van de perceptief-motorische taakonderdelen de hoofdmoot vormt van de Leopard II rijopleiding, wordt er in het vervolg min of meer vanuit gegaan dat verschillen tussen de simulator en het operationele voertuig in het algemeen een nadelig effect zullen hebben op de leeroverdracht.

Behalve met betrekking tot de relevantie van taakonderdelen kan ook een tweedeling worden gemaakt ten aanzien van de *omgeving* waarop taakonderdelen betrekking hebben. Deze is te verdelen in een "buiten-omgeving" (natuurlijke begroeiing, bebouwing en wegaankleding) en een "bedieningsomgeving" (instrumenten, bedieningsmiddelen, hendels en displays). De validiteit van simulatoren is vaak beperkt omdat de buitenomgeving aanzienlijk moeilijker na te bootsen is dan de bedieningsomgeving. De laatste is immers al een door mensenhanden gewrocht produkt dat, om valide te zijn, slechts nagebouwd behoeft te worden. De validiteit per taakonderdeel wordt dus voor een belangrijk deel bepaald door de mate waarin de taakomgeving van het taakonderdeel betrekking heeft op de buitenomgeving dan wel op de bedieningsomgeving. Bij tankrijden speelt de buitenomgeving een belangrijke rol. Het zal daarom weinig verbazing wekken dat vooral problemen bij de nabootsing van de buitenomgeving bij tanksimulatoren de leeroverdracht zullen beperken.

2.2 Trainingsprocedures

De leeroverdracht van een opleiding met behulp van een simulator wordt niet alleen bepaald door de validiteit van de simulator, maar ook door de kwaliteit van de gehanteerde trainingsprocedures. De trainingsprocedure heeft betrekking op de leertechnische aspecten van de opleiding zoals de vorm en inhoud van instructies en oefeningen en de wijze waarop fouten in de prestatie worden teruggekoppeld. Opleidingen met behulp van een simulator kunnen aanmerkelijk verbeterd worden als meer aandacht wordt besteed aan deze leertechnische aspecten. In het volgende wordt hier kort op ingegaan.

Mensen kunnen alleen iets leren als ze ondervinden wat ze goed en fout hebben gedaan. In het algemeen dient deze *feedback* snel en duidelijk te zijn. Flexman & Stark (1987) stellen dat veel van de mogelijkheden van de simulator bepaald worden door het vermogen de prestatie onmiddellijk en goed gedefinieerd naar de leerling terug te koppelen.

Bij gebruik van een trainingssimulator is het mogelijk de prestatie objectief vast te leggen om deze achteraf, samen met de leerling, nog eens door te nemen en te evalueren. Hiertoe dient het Performance and Marking (PAM) systeem van de Leopard II simulator. Hiermee kan de prestatie aan de hand van objectieve criteria kwantitatief worden beoordeeld. Dit systeem fungeert in combinatie met een Record and Replay (RR) systeem, waarmee het rijgedrag wordt opgeslagen en achteraf weer kan worden afgedraaid. Voor een zinvolle implementatie van dergelijke systemen dient men zich aan een aantal principes te houden, zoals: gebruik van inzichtelijke ("face valid") prestatiematen die met betrekking tot de leerdoelen relevant zijn zodat implicaties voor gedragsaanpassing er vanzelfsprekend uit voortvloeien. Ook moeten prestatiecriteria zoveel mogelijk gebaseerd zijn op taakanalyse en moet het geheel gebruikersvriendelijk zijn (zie Korteling, rapport in voorbereiding).

Naast de mogelijkheden voor feedback beschikt de simulator over een grote mate van *flexibiliteit*. Dit geldt zowel voor de wijze waarop hij in het trainingsprogramma kan worden ingepast als voor het vermogen van simulatoren om naar wens omstandigheden te creëren die in de praktijk niet mogelijk of zelfs gevaarlijk zijn. Voor het terreinrijden kunnen bijvoorbeeld in principe scènes gecreëerd worden die zoveel mogelijk representatief zijn voor de Westduitse laagvlakte.

Door de goede feedback-mogelijkheden en flexibiliteit kan de simulator dus een krachtig stuk gereedschap zijn in de opleiding. Daarbij zal altijd beoordeeld moeten worden welke taakonderdelen bij voorkeur op de simulator worden getraind en wanneer de simulatortraining dient te

worden aangevuld met andere, goedkopere, leerhulpmiddelen (syllabus, bedieningssimulator) of met training op het operationele systeem. Het antwoord op deze vragen hangt af van de leeroverdracht, de beschikbare trainingstijd en de kosten met betrekking tot de training van verschillende taakonderdelen.

Hoe een trainingssimulator optimaal kan worden ingezet wordt ook bepaald door de steeds veranderende aard van het leerproces tijdens de training (Fitts & Posner, 1974). Soms is deze primair gericht op verbaal-cognitieve instructie van procedures (drill). De nadruk ligt dan op het geven van vastomlijnde mondelinge of schriftelijke informatie over doel, inhoud en prioriteiten van de taak. De te leren taakonderdelen bestaan vooral uit het ontwikkelen van kennis met betrekking tot uit te voeren procedures (bijv. veiligheidsmaatregelen). Soms is deze meer gericht op het aanleren of verder ontwikkelen en automatiseren van perceptief-motorische vaardigheden. Niet zozeer verbaal-cognitieve instructie, maar het feitelijk (onder toezicht) uitvoeren van de taak staat dan meer op de voorgrond. Met deze veranderingen in de aard van de training zullen ook de toepassingsmogelijkheden van de simulator variëren.

Tot slot dient de training ook kennis over het systeem zelf te verschaffen. Dit *systeeminzicht* helpt de leerling informatie beter te begrijpen en te onthouden. Hierdoor worden regels en procedures sneller opgepikt en minder snel vergeten. Fouten worden daarbij makkelijker afgeleerd en bij storingen of onverwachte gebeurtenissen begrijpt de leerling eerder wat er aan de hand is.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat bij introductie van een simulator als leerhulpmiddel de opleidingsaspecten bijzondere aandacht vereisen.

2.3 Conclusies

In het voorgaande werd opgemerkt dat de validiteit van een simulator voor taakonderdelen die betrekking hebben op de bedieningsomgeving doorgaans hoger kan zijn dan bij taakonderdelen die te maken hebben met de natuurlijke omgeving. Vervolgens werd beschreven hoe op verschillende momenten van het leerproces verschillende taakonderdelen centraal staan, en hoe de aard van de training en instructie hierbij eveneens verandert. Met name bij de opleiding tot tankchauffeurs geldt dat in de verbaal-cognitieve trainingsmomenten de bedieningsomgeving van de simulator het belangrijkste is. Bij de training van de meer perceptief-motorische vaardigheden staat daarentegen de verwer-

king van informatie vanuit de natuurlijke taakomgeving centraal. Dit betekent dus dat de validiteit van de simulator tussen opeenvolgende lesonderdelen sterk kan variëren. Beperkingen zullen zich vooral voordoen bij de training van perceptief-motorische vaardigheden in samenspel met de natuurlijke omgeving.

De effectiviteit waarmee voertuigsimulatoren, gegeven hun beperkingen, kunnen worden ingezet wordt in belangrijke mate mede bepaald door de opbouw van de training. Dit betekent bijvoorbeeld dat er een optimaal moment gekozen moet worden voor overschakeling naar training op het operationele systeem. Hiermee wordt tevens de beschikbare trainings-tijd van belang omdat simulatortraining (door welhaast onvermijdelijke beperkingen in de validiteit) in de regel meer tijd in beslag neemt dan praktijktraining. Ook is het voor een effectieve rijopleiding van doorslaggevend belang dat aanvullende leerhulpmiddelen goed worden toegepast (PAM systeem en syllabi), dat feedback snel en specifiek is, en dat het onderwijs systeeminzicht geeft.

3 MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN DE LEOPARD II RIJSIMULATOR

3.1 Inleiding

Er wordt bij het besturen van de huidige Leopard II rijsimulator en het besturen van een operationele tank een aantal duidelijke verschillen ervaren, bijvoorbeeld in voertuigreacties bij sturen of vertragen. Deze verschillen hebben betrekking op de bedieningsomgeving, de beeldpresentatie, de visuele en mechanische taakomgeving, de bewegings-, geluid- en trillingsinformatie en de feedbackmogelijkheden. De verschillen zijn grotendeels in kaart gebracht door Padmos (1989), waarbij vooral de visuele aspecten aan de orde kwamen. Meer uitgebreide metingen aan bedieningsmiddelen, bewegings- en geluidssysteem worden thans uitgevoerd door het IZF in samenwerking met het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en het Fysisch Electronisch Laboratorium TNO. Met het oog op deze operationele verschillen zal een groot aantal taakonderdelen niet goed te trainen zijn. Van Breda en Boer (1988) toonden aan dat bij training van rijden door de pilonenfuik en over het hobbelspoor de leeroverdracht van simulator naar echte tank nul tot negatief was. Het dient dus duidelijk te zijn in hoeverre operationele verschillen tussen simulator en echte tank nog verholpen kunnen en zullen worden op basis van toekomstige herstelwerkzaamheden. Indien er belangrijke operationele verschillen blijven bestaan heeft dit consequenties voor de toekomstige trainingsprocedures.

In dit hoofdstuk worden daarom de verschillen tussen de simulator en de operationele Leopard II tank geïnventariseerd en besproken. Aangegeven wordt op welke punten, naar aanleiding van huidige herstelwerkzaamheden, verbeteringen te verwachten zijn. Tevens wordt een aantal nieuwe suggesties voor verbetering gedaan.

Om de in dit hoofdstuk gegeven informatie goed te kunnen interpreteren is het van belang een beeld te hebben van de doelen waarvoor de simulator is aangeschaft. Daarom geeft het onderstaande overzicht een samenvatting van de door de Koninklijke Landmacht (ROC KL) opgestelde leerdoelen die in principe met behulp van een simulator zouden kunnen worden bereikt.

Procedurele leerdoelen

Het zelfstandig onder de vereiste omstandigheden kunnen bedienen, c.q. in werking stellen, van alle bedieningsmiddelen, hendels, schakelaars en knoppen, inclusief die van specifieke installaties binnen de cabine, zoals de HV installatie.

Perceptief-motorische leerdoelen

Het voertuig vlot, koersvast en soepel kunnen besturen met in acht-neming van geldende verkeersregels en met het nemen van evt noodzakelijke voorzorgsmaatregelen:

- over verharde, onverharde, bochtige en rechte wegen en in terrein (al of niet geaccidenteerd).
- onder alle weers- en zichtomstandigheden (daglicht vs duisternis, mist, gladheid, open vs gesloten luik e.d.) en met gebruikmaking van ondersteunende installaties.
- over hellingen (max. 60%), op dwarshellingen (max. 30%), over een opstap (max. 1,1 m), over een inzinking (max. 3 m breed), door een waterhindernis (max diepte 2,35 m).
- op aanwijzing (op een wagon, een tankoplegger) tussen ander verkeer.

3.2 De bedieningsomgeving

Inventarisatie

De meest opvallende gebreken van de bedieningsomgeving betreffen het rempedaal en het stuurwiel. Beperkingen in de overeenkomst tussen

simulator en werkelijkheid liggen bij deze bedieningsmiddelen vooral in de krachten die gevoeld worden bij het bedienen. Dit geldt in het bijzonder voor het rempedaal, waarvan bediening te veel kracht kost en het stuurwiel, waarbij het gevoel voor de middenpositie niet duidelijk is. Bij loslaten keert het stuurwiel niet in de middenpositie terug. Een ander probleem vormt gevormd door de afwijkingen in de kijkrichting van de rechter en linker episcop. Beide staan ongeveer 8° teveel naar buiten gericht. Hierdoor zijn de twee dode hoeken tussen de drie episcopen ongeveer 2.5 keer zo groot als in de praktijk. Tot slot ontbreekt een mogelijkheid de leerlingen te trainen in het gebruik van de spiegels.

Evaluatie

Gebreken van het rempedaal en het stuurwiel zijn zeer essentieel omdat deze bedieningsmiddelen veelvuldig gebruikt worden. Het aantal vaardigheden waarbij deze bedieningsmiddelen een rol spelen is derhalve nogal groot. Verbeteringen zijn hier echter goed te realiseren. Ditzelfde geldt voor het verschoven uitzicht door de twee buitenste episcopen. Het ontbreken van de mogelijkheid tot spiegelen lijkt evenmin een onoverkomelijk probleem. De spiegels op de Leopard II tank zijn belangrijk bij het uitvoeren van inhaal- en uitwijk- manoeuvres. Niet de commandant, maar de chauffeur draagt hierbij de eindverantwoordelijkheid. Een goede chauffeur zal daarom altijd zijn spiegels gebruiken wanneer commando's in bepaalde situaties hiertoe aanleiding geven. Ook worden de spiegels gebruikt bij de nacontrole van de dwarspositie op de weg. Het is daarom zinvol om hiervoor een kunstmatige aanpassing te maken, zoals dat bij de M 113 simulator gedaan is. Hier kan in de spiegels een lampje gezien worden dat aangeeft of de toestand veilig (groen) dan wel onveilig (rood) is. De instructeur kan deze lampjes naar willekeur bedienen. Hiermee blijft echter de mogelijkheid tot koerscontrole en het waarnemen van het uitbreken via de spiegels onmogelijk. Deze taakonderdelen zullen in ieder geval op een echte tank moeten worden getraind.

3.3 Beeldpresentatie

Inventarisatie

De door Padmos (1989) beschreven illusoire ooghoogte van 3-5 meter boven het terrein (ten gevolge van de gecollimeerde beeldpresentatie), zorgt voor dubbelzinnige informatie over afstanden in de visuele omgeving. Daarnaast lijkt het voertuig zelf, door de twee naar binnen gekeerde laterale spiegels, te smal.

Voorts vertoont het beeldsysteem nog een aantal technische gebreken zoals z.g. soundlines in het beeld en kleurverschillen tussen de centrale en buitenkanalen.

Evaluatie

De beperkingen van de beeldpresentatie leiden vooral tot desoriëntatie en het verkeerd schatten van afstanden en mogelijk ook snelheden. De schijnbare versmalling van de voorkant van de tank door de naar binnen gekeerde laterale spiegels kan problemen opleveren bij het leren sturen en manoeuvreren, omdat het ruimtelijk beeld van de tank ten opzichte van de omgeving enigszins vervormd is. Beperkingen van het visuele veld op de simulator verhinderen een volledig beeld opzij van het voertuig zodat niet precies beoordeeld kan worden wanneer het kruisingsvlak wordt opgereden. Dit is het moment waarop bij linksafslaan normaliter moet worden ingestuurd. Ook bij scherpe en overhaakse bochten wordt bepaling van het moment van insturen bemoeilijkt. Voor het overige lijken de beperkingen in het visuele veld geen problemen op te leveren.

De diepte-illusie kan mogelijk enigszins bestreden worden door een realistische weergave van vormen en afmetingen van bekende objecten. Het zou wenselijk zijn om door middel van onderzoek meer inzicht in deze problematiek te krijgen.

De schijnbare versmalling van de voorkant van de tank kan worden opgelost met het aanbrengen van een aanpasbare ooghoogte in de cabine.

3.4 Het visuele omgevingmodel

Inventarisatie

De vorm en afmetingen van wegen, verkeerstekens, obstakels, ander verkeer (voor zover dit aanwezig is), en van de bebakening, en markering van wegen en banen is voor het merendeel onjuist. Door deze slechte vormgeving van het landschap kan de bestuurder geen goed ruimtelijk beeld (afstanden, afmetingen en vormen) krijgen van zichzelf ten opzichte van de verschillende onderdelen van de visuele omgeving. Dit wordt nog versterkt door het ontbreken van details (grassprietjes, kluitten, bladeren, stenen, tegels, schaduw enz.) en de hoogte-illusie van het gecollimeerde beeld. Hierdoor treedt tijdens het rijden nogal eens een gevoel van desoriëntatie op. Ook verhindert de gebrekkige aankleding van het landschap het goed kunnen waarnemen van de rijdsnelheid. Problemen in de waarneming van afstanden en afmetingen worden nog versterkt doordat objecten plotseling dichtbij opduiken en doordat objecten nogal eens door elkaar heen te zien zijn.

Door de gebrekkige mogelijkheden van het Image III T systeem (250 polygonen per beeldscène zonder textuur op schuine vlakken) is het niet goed mogelijk visuele scènes te presenteren met voldoende textuur, helderheidsgradiënten en optische structuur. Deze gebrekkige *ecologische* validiteit komt vooral naar voren bij terreinrijden. Voor dit onderdeel is een goede aankleding van het landschap met de nodige hellingen, bulten, kuilen, greppels en kreupelhout zeer relevant. Op basis van dit soort informatie leert de chauffeur een optimaal traject te kiezen en dit, afhankelijk van de specifieke terreincondities, met een goede snelheid af te leggen. Op de simulator ontbreekt deze terreinaankleding echter waardoor de een aantal essentiële vaardigheden voor het terreinrijden niet te trainen zijn.

Verder is een aantal elementen van de database niet goed gemodelleerd, met als gevolg dat het leren omgaan hiermee niet getraind kan worden. Zo zijn afrondingen bij kruisingen en splitsingen van wegen te hoekig, wat het leren maken van bochten belemmert. Ten aanzien van terreinrijden zijn hobbels, glooiingen of heuvels niet alleen moeilijk te onderscheiden, maar ook te hoekig gemodelleerd. Sporen houden plotse-ling op, zijn te smal en te vierkant en is er nauwelijks variatie aangebracht in diepte en vormen van sporen, steilheid van hellingen en scherpte van toppen en knikken. De afstanden tussen het linker en rechter spoor zijn nu eens te breed en dan weer te smal.

Oefening in het rijden op visuele signalen met een dieplader is niet zinvol. Enerzijds komt dit doordat het voertuiggedrag niet correspondeert met de laterale positie van het voertuig op basis van de richtpunten (zie de volgende paragraaf). Anderzijds worden correctietekens te laat gegeven, terwijl de gids bij de spoorwagon in zijn geheel niet functioneert. Bij nachtrijden is de lantaarn van de gids slecht te zien.

Er is geen schietbuis te zien. Hierdoor wordt de leerling in de simulator netzomin als in de praktijk getraind in het rekening houden met de vooruitstekende schietbuis.

De lichtbundels van de koplampen zijn maar armzalige benaderingen van de werkelijkheid. Ze zijn niet op het terrein voor het voertuig gericht en verticaal georiënteerde objecten worden niet door de schijnwerpers opgelicht.

Tot slot is ook de simulatie van mist maar gedeeltelijk geslaagd omdat de vervaging van het beeld in alle omstandigheden naar de horizon toeneemt. Dit is alleen realistisch op grote vlakten, als er geen verticale objecten in de buurt zijn. Bij meer gevulde scènes bevindt zich voor alle objecten in de onmiddellijke omgeving op ooghoogte (horizon) een waas.

Evaluatie

De visuele omgeving kan op een aantal punten aanzienlijk verbeterd worden. Dit geldt in ieder geval voor een meer realistische weergave van vormen en afmetingen. Dit zal vooral vruchten afwerpen voor rijden op verharde wegen en in het verkeer en bij het op- en afrijden van een dieplader en een spoorwagon.

Correctie van vormen en afmetingen zal ook de ruimtelijke oriëntatie (afstanden en snelheden schatten) aanzienlijk verbeteren. Dit is vooral van belang voor het oefenen van gascontrole en stuurgedrag bij bochten en afslagen. Ook is een accurate waarneming van snelheid en afstand noodzakelijk voor het op de juiste wijze benaderen van de obstakels (opstap, 60% hellingen, greppels) en het uitvoeren van bijzondere verrichtingen (rijden op tekens, slalom, koersoefenbaan, opstelling, fuik, diepwaden, dieplader, spoorwagon). Het is in dit verband verstandig ernaar te streven scènes te verrijken met bekende objecten die we normaal ook in het landschap aantreffen (huizen, dieren, hekken, greppels enz.). Met een betere vormgeving en aankleding van het landschap kan de door de gecollimeerde beeldpresentatie ontstane diepte-illusie wellicht enigszins worden ondervangen.

Met name voor het terreinrijden blijft het echter de vraag of een betere vormgeving en aankleding van scènes in voldoende mate kunnen worden toegepast om de oriëntatieproblemen te verhelpen. Ten eerste zijn in het terrein de vormen en afmetingen van objecten slechts zeer ten dele "bekend" zodat de hieruit af te leiden ruimtelijke informatie beperkt zal blijven. Het is daarom wenselijk in het terrein min of meer bekende objecten aan te brengen zoals huizen, schuurtjes of hekken. Dit is niet onrealistisch omdat dit soort objecten ook op het echte terrein (Westduitse laagvlakte) worden aangetroffen. Het aanbrengen van objecten levert tevens op basis van bewegingsparallax ruimtelijke informatie op. Ten tweede wordt de kans op succesvolle verbetering van de terreinomgeving begrensd door de beperkte mogelijkheden van het Image III T systeem. Dit betreft vooral de gebrekkige presentatie van informatie die *betekenis* geeft aan datgene wat visueel wordt waargenomen (Gibson, 1978). Er is nauwelijks informatie die iets zegt over de kwaliteit (zwaarte, hardheid, vochtigheid) en de vorm (hobbels, kuilen, hellingen, knikken) van het voorliggende terrein.

Ook de andere problemen die verbonden zijn met de beperkingen van het Image III T systeem, zoals het door elkaar zien en plotseling dichtbij opduiken van objecten, zijn moeilijk te vermijden. Dit geldt tevens voor de gebrekkige simulatie van nachtelijke scènes met al of niet verduisterde lichtbundels en mist. Bij het modernere Image IV systeem van SLM lijken deze problemen, inclusief die van detaillering en aankleding van scènes, te kunnen worden gereduceerd.

De werkgroep "Database Specificaties", waarin ROC-instructeurs en TNO medewerkers deelnemen) werkt momenteel aan het opstellen van specificaties voor de database. Hierbij wordt naar twee dingen gestreefd:

- 1 Het zo realistisch en natuurgetrouw mogelijk weergeven van de omgeving, waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van de beperkte mogelijkheden van het systeem.
- 2 Het zodanig inrichten van databases dat de benodigde taakvaardigheden zo effectief mogelijk kunnen worden getraind.

Dit laatste betekent dat bestaande oefenterreinen, zoals de Vlasakkers en de Leusderheide, niet naar de simulator gekopieerd zullen worden.

Simulatie van een schietbuis lijkt praktisch gezien momenteel niet haalbaar. Omdat dit onderdeel bij de huidige lestanks eveneens ontbreekt zal de chauffeur slechts via verbale instructie hiermee moeten "leren" omgaan. Na het verbeteren van het functioneren van de gidsen zal het rijden op visuele signalen waarschijnlijk goed met de simulator te trainen zijn.

3.5 Het mechanische voertuig-omgeving model

Inventarisatie

Het vertragings- of versnellingstraject als functie van de mate waarin het rem- en gaspedaal worden ingetrapt of losgelaten lijkt te verschillen van dat van de praktijk.

In het algemeen merkt de bestuurder weinig van veranderende rolweerstand ten gevolge van het rijden in bochten, onder variërende terreincondities en tegen langshellingen. Bij dwarshellingen is geen tegenstuur nodig.

De lage (ecologische) validiteit van visuele scènes bij terreinrijden komt op en navenante manier in mechanisch opzicht tot uiting. Het terreinoppervlak biedt weinig variatie in vorm (hobbels e.d.) en in kwaliteit (zwaarte e.d.). Bovendien reageert het voertuig niet correct bij het berijden van sporen en heuvels.

Er is weinig gevoel van contact met de ondergrond. Dit houdt in dat het slippen bij hogere snelheden in bochten ontbreekt en mechanische verschillen tussen verschillende gesteldheden van de ondergrond niet goed kunnen worden waargenomen. Ook voelt de vering (onafhankelijke ophanging van de loopwielen) anders aan dan op de echte tank; het voertuig gedraagt zich te star. Hobbels in het terrein worden als "steenachtig" ervaren.

Het gedrag van het voertuig correspondeert niet met de laterale positie op basis van de richtpunten. Dit heeft enerzijds te maken met de onjuist gemodelleerde oogpositie in het voertuig, anderzijds met

een verschuiving van de mechanische terreinonderdelen ten opzichte van de visuele. De resulterende afwijkingen zijn afhankelijk van positie en oriëntatie van het voertuig. Bovendien ontbreken systematische indicaties voor botsingen met objecten.

Tot slot een aantal kleinere puntjes. Bij het diepwaden zijn de wanden van het waterbassin onwaarschijnlijk glad, waardoor de tank meer glijdt dan rijdt en de bestuurder niet meer in staat is met het voertuig uit het basin te komen. Het voertuiggedrag correspondeert niet met de toestand van het wegdek. Bij sneeuw vertoont het voertuig onrealistisch slipgedrag. Het uitbreken van de achterkant bij het maken van bochten wordt niet gevoeld. Het voertuig blijft a.h.w. loodrecht op de kromtestraal van de bocht rijden. De snelheid op de snelheidsmeter in de simulator is ongeveer 10 % lager dan de rijsnelheid op het buitenbeeld.

Evaluatie

De problemen met betrekking tot het vertragings- en versnellingsstraject en de rolweerstand zijn vooral nadelig voor het trainen van de gascontrole in het terrein en in bochten. De discrepantie tussen mechanische en visuele informatie en het onjuiste voertuiggedrag onder verschillende omstandigheden is vooral nadelig bij het ontwikkelen van een intern beeld van de voertuigdimensies. Vaardigheden in het sturen en het manoeuvreren worden hierdoor niet, of foutief aangeleerd. Dit beperkt vooral de trainingsopbrengst van specifieke manoeuvreeronderdelen zoals de fuik, de slalom, de koersoefenbaan en de opstelling. De problemen van het voertuig-omgeving model kunnen softwarematig worden aangepakt en daarom grotendeels verholpen worden zodra de hiervoor benodigde voertuiggegevens bekend zijn. Een deel van deze gegevens zal door het IZF worden geleverd. Wat de overige gegevens betreft bestaat nog onduidelijkheid. Ook voor wat betreft het ontwikkelen van een realistisch mechanisch model van de sporen in het terrein bestaat nog enige onzekerheid.

3.6 Het bewegingssysteem

Inventarisatie

Op dit moment valt nog niet precies uit te maken in hoeverre incorrecte bewegingen van het bewegingssysteem veroorzaakt worden door fouten in het voertuig-omgeving model of in het bewegingssysteem zelf. Daarom worden in het volgende problemen besproken waarbij het bewegingssysteem waarschijnlijk een rol speelt, maar waarbij andere factoren niet zijn uitgesloten.

Bij horizontale, longitudinale en dwarsrotaties (resp. yaw, roll en pitch) heeft de bestuurder het gevoel dat hij te dicht bij het rotatiecentrum zit. Bij langshellingen wordt te weinig stijging of daling (heave) gevoeld (schommelstoeleffect), bij bochten te weinig zijdelingse beweging (sway) en bij hard remmen (noodstop), worden te weinig longitudinale bewegingskrachten gevoeld (surge). Vanwege hun frequentie zijn vooral de eerste twee tekorten van belang (terreinrijden, bochtige wegen). dit soort problemen wordt vermoedelijk veroorzaakt door zowel een niet-optimale aansturing van het bewegingssysteem als door de mechanische beperkingen daarvan.

De mechanische beperkingen van het bewegingssysteem worden nog versterkt doordat de constructie van de mockup op het platform onnodig zwaar is. Dit is nadelig voor zowel het genereren van hoge versnellingen, als voor de tijdvertraging waarmee het systeem bewegingen maakt. Dit heeft twee mogelijke gevolgen:

- 1 Te zwakke feedback bij bruusk rijden. Bij het te snel nemen van hindernissen is de voertuigreactie bijvoorbeeld te zwak.
- 2 De bewegingsfeedback van manoeuvres komt te laat en loopt daardoor mogelijk niet geheel synchroon met de visuele feedback. Bij verandering in helling is er bijvoorbeeld een vertraging van 0.5 s.

Evaluatie

Foutieve bewegingen van de simulator leiden tot kleine discrepanties tussen de visuele bewegingsinformatie en de mechanische bewegingsinformatie zoals die met het haptische en het vestibulaire systeem wordt geregistreerd. Op zich behoeft dit nog niet nadelig te zijn voor het aanleren van perceptief-motorische vaardigheden omdat deze voornamelijk visueel gestuurd worden. Nadelig is wel dat hierdoor bewegingsziekte kan ontstaan. Dit is uiterst onplezierig en belemmert bovendien de ontvankelijkheid van de leerlingen voor de training.

De beperkingen bij het optreden van voldoende lineaire en rotatie bewegingen zijn structureel voorzover de oorzaken hiervan terug te voeren zijn op mechanische beperkingen van het bewegingssysteem. Dit impliceert dat problemen, zoals het optreden van bewegingsziekte, wellicht van blijvende aard zijn.

De problemen bij simulatie van versnellingen in bochten kunnen mogelijk voor een deel ondervangen worden door gebruik te maken van overgangsbogen, en door onmiddellijke opeenvolgingen van bochten te vermijden. Bij overgangsbogen verlopen de overgangen tussen bocht en rechte weg geleidelijker en wordt de kromtestraal van een bocht groter zodat de grootte van discrepanties tussen de gesimuleerde beweging en de werkelijke beweging afnemen. Bij de overgangsboog aan het eind van een bocht wordt de washout enigszins gecamoufleerd. Overgangsbogen

hebben een complexere vorm dan normale bochten zodat ze moeilijker te modelleren zijn. Daarom is nader onderzoek naar de voor- en nadelen van overgangsbogen gewenst. Het achterwege laten van scherpe bochten en hoge snelheden zou ook een oplossing zijn. Dit is echter strijdig met een aantal leerdoelen.

Een lichtere constructie van de mockup zou de mogelijkheden van het bewegingssysteem om snelle en accurate feedback te geven vergroten.

3.7 Geluid en trillingen

Inventarisatie

Van Breda en Boer (1988) lieten al zien dat de geluidspectra van tank en simulator sterk verschillen. De verhouding tussen de geluidsterkte van de rupsbanden ten opzichte van dat van de motor is niet correct. ook is het geluid niet goed aangepast aan de rijsnelheid. In het algemeen zorgen dit soort verschillen ervoor dat het rijden met een bepaalde snelheid en in een bepaalde versnelling in de simulator anders klinkt dan op de operationele tank. Hierdoor worden systematisch bepaalde toerentallen, snelheden en mechanische gesteldheden van de ondergrond geassocieerd met een verkeerd geluid.

Trillingen zijn onvoldoende aangepast aan motortoerental, snelheid en terreinomstandigheden. Bij lage snelheden ontbreken de bewegingen (vooral trillingen) die normaliter aangeven dat het voertuig zich voortbeweegt. Deze informatie is vooral essentieel bij het langzaam naderen van objecten en hindernissen (temeer daar de visuele bewegingsinformatie bij langzaam rijden en bij het voorzichtig benaderen, op- en afrijden van hindernissen nogal beperkt is).

Evaluatie

Hoewel de huidige afwijkingen van het geluid en de trillingen bij veel taakonderdelen een rol kunnen spelen zijn deze effecten vanuit trainingsoogpunt wellicht niet bijzonder groot. Riemersma (1984) toonde bijvoorbeeld aan dat informatie in het geluid weinig bijdraagt aan de waarneming van de rijsnelheid (via het visuele, haptische en vestibulaire systeem). Dit wil zeggen dat de rijsnelheid onder normale rijsituaties met een hoge mate aan duidelijkheid ook uit andere waarnemingsbronnen te putten is (gegeven dat deze informatie correct is). Aan de andere kant zal men in de simulator, waar de snelheidsinformatie via andere zintuiglijke modaliteiten niet optimaal gepresenteerd wordt, systematisch leren bepaalde toerentallen, snelheden en mechanische eigenschappen van de ondergrond met verkeerde geluiden en trillingen associëren. Daarom wordt er vooralsnog vanuit gegaan dat de

effecten van de huidige tekorten in de presentatie van geluid en trillingen nadelig zullen zijn voor het leren van een goede gas- en snelheidscontrole. Bijgevolg lijkt het wenselijk dat de overeenkomst met het werkelijke tankgeluid aanzienlijk wordt verbeterd.

3.8 De instructieconsole

Inventarisatie

De ergonomische vormgeving van de instructieconsole voldoet niet. Dit betreft vooral de afwezigheid van een linker en een rechter monitor, waardoor instructeurs slechts een van de drie kanalen tegelijkertijd kunnen zien. Daarnaast is er bij kijken naar de monitor onvoldoende zicht op een aantal informatiemiddelen. Ook beschikt de console niet over een zoom-monitor met een voldoende refresh rate waarop de positie van het voertuig nauwkeurig in vogelvlucht gevolgd kan worden. Tot slot kan de instructeur alleen visueel waarnemen wat voor bewegingen het voertuig maakt; mechanische bewegingsinformatie ontbreekt.

Evaluatie

Het beperkte effectieve gezichtsveld bemoeilijkt beoordeling van het stuurgedrag in bochten en op kruisingen.

Door de beperkingen van de overzichtsmonitor kan de instructeur geen goed overzicht krijgen van het voertuig in zijn onmiddellijke omgeving. Dit is van belang bij achteruitrijden en bij het goed kunnen beoordelen van de kwaliteit van het stuurgedrag in bochten en op kruisingen.

Door de afwezigheid van hulpmiddelen voor controle op bruusk rijden kan de soepelheid waarmee bijvoorbeeld over hindernissen wordt gereden slechts op basis van de ter beschikking staande visuele informatie via de monitor(en) plaatsvinden. Of dit voldoende is zou door nader onderzoek moeten worden uitgewezen.

De problemen ten aanzien van de instructieconsole lijken niet onoverkomelijk en zullen in een volgende fase van het IZF onderzoek nader in kaart worden gebracht. Hierbij zullen tevens voorstellen voor oplossingen worden gedaan.

3.9 Overige

Inventarisatie

Het PAM systeem, waarmee de Leopard II simulator is uitgerust, is ontworpen om de prestatie achteraf aan de hand van objectieve presta-

tiecriteria kwantitatief te kunnen beoordelen. Dit systeem voldoet op dit moment echter niet aan een aantal minimale eisen die op grond van leerpsychologische principes aan een dergelijk systeem gesteld kunnen worden. De gebruikte prestatiematen zijn meestal weinig relevant met betrekking tot de te leren taak onderdelen, en niet inzichtelijk. Dit betekent dat implicaties voor gedragsaanpassing slechts met zeer veel moeite uit de output van het systeem te achterhalen zijn. De gehanteerde prestatienormen zijn niet gebaseerd op een goede analyse van de taak en zeer onbetrouwbaar. Bovendien is het systeem als geheel uiterst gebruikersonvriendelijk.

Er heerst binnen de cabine vaak een hoge temperatuur en een onfrisse geur. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt doordat de gesimuleerde wind in feite opgewarmde koellucht is vanuit elektronische onderdelen van de simulatorcabine.

Het RR systeem kan tot nu toe niet worden toegepast wegens een technisch mankement.

Evaluatie

Door de uiterst gebrekkige opzet van het PAM systeem mag verwacht worden dat extra opbrengst van gebruik van het systeem door tijdconsumptie eerder negatief dan positief zal uitvallen. Deze punten worden verder uitgewerkt in een nog te verschijnen IZF rapport over het PAM systeem.

In combinatie met de verschijnselen van bewegingsziekte zullen sommige leerlingen zich in het bedompte klimaat van de simulator niet prettig voelen.

4 CONSEQUENTIES VOOR DE TRAINING

Refererend naar het voorgaande mag verwacht worden dat een aantal taakonderdelen niet effectief op de simulator kan worden getraind. Teneinde deze uitspraak verder te specificeren wordt in Bijlage 1 een gedetailleerd overzicht gegeven van de vaardigheden of taakonderdelen die uiteindelijk beheerst moeten worden om de gestelde leerdoelen te bereiken. Daarbij wordt op basis van de bovenstaande probleeminventarisatie aangegeven bij welke taakonderdelen geen problemen te verwachten zijn wanneer ze op de simulator getraind worden, en bij welke dit wel het geval is. Van de laatste wordt tevens aangegeven op welke onderdelen van de simulator de beperkingen zijn terug te voeren. Vanwege het structurele karakter is het van een aantal problemen uiterst onwaarschijnlijk dat ze zullen worden opgelost. Hieronder

vallen met name de problemen ten gevolge van de beperkte rekencapaciteit, problemen die inherent zijn aan de wijze van gecollimeerde beeldpresentatie en (gedeeltelijk) de beperkingen van het bewegingssysteem. Deze componenten vormen als het ware het hart van de simulator.

Dit betekent dat een aantal eisen die gesteld kunnen worden aan de visuele en bewegingsinformatie niet zullen worden ingewilligd. Om alvast een realistisch idee te krijgen van de toekomstige mogelijkheden van de simulator nadat de haalbare verbeteringen zijn aangebracht wordt in Bijlage 1 tevens aangegeven welke taakonderdelen waarschijnlijk niet (volledig) voor verbetering vatbaar zijn. De wijze waarop per taakonderdeel wordt aangegeven of er (on)oplosbare problemen te verwachten zijn en op welke onderdelen van de simulator dit wordt teruggevoerd wordt in de bijlage beschreven.

Wat bij algemene beschouwing van Bijlage 1 direct opvalt is dat kennis en vaardigheden met betrekking tot standaardprocedures op de simulator in zijn huidige vorm goed te leren zijn. Het bereiken van de procedure-leerdoelen zal derhalve weinig problemen opleveren. Bij deze conclusie dient te worden opgemerkt dat vrijwel hetzelfde resultaat vermoedelijk ook behaald wordt met de eenvoudige en goedkope bedieningssimulator die thans bij de opleiding in gebruik is. De meerwaarde van de huidige Leopard II simulator zal vooral tot uiting moeten komen bij de training van de benodigde perceptief-motorische vaardigheden. Uit het grote aantal probleempunten dat in deze inventarisatie gegeven is blijkt dat die meerwaarde momenteel nog nauwelijks aanwezig is.

Daar staat echter tegenover dat de mogelijkheden te vergroten zijn als de mogelijke verbeteringen worden aangebracht. Gegeven het huidige concept van de simulator moet hierbij vooral gedacht worden aan verbetering van de bedieningsomgeving, de vormen en afmetingen in de visuele (en mechanische) database, het voertuig-omgevingmodel, het geluidssysteem en het PAM systeem. Na deze verbeteringen zal een groot aantal perceptief-motorische taakonderdelen waarschijnlijk met een behoorlijke leeropbrengst kunnen worden getraind. Dit geldt in ieder geval voor: rechtuitrijden, halthouden, rijden in de verschillende versnellingen, wenden, achteruitrijden, rijden over hindernissen, open afrijden van een dieplader en een spoorwegwagon, diepwaden, rijden op visuele signalen en rijden met helderheidsversterker (zie Bijlage 1).

Verbeteringen van verkeerssignalen, bebakening en wegmarkeringen in de visuele database zullen daarbij tevens een uitbreiding van de mogelijkheden bij het rijden in het verkeer betekenen. Simulatie van een realistische verkeersdrukke, wat bijvoorbeeld nodig is voor het leren

rijden op verkeerspleinen, zal vanwege capaciteitsbeperkingen niet mogelijk zijn. Juist met het rijden in druk verkeer komen veel problemen naar voren die voor een tank specifiek zijn en die bij tankrijden op verharde ondergrond, met weinig of geen verkeer, niet aan bod komen. De consequentie hiervan is dat rijden in het verkeer op de simulator weinig extra zal opleveren boven hetgeen al geleerd was op grond van bestaande rijervaring, zowel in de simulator als in de praktijk (alle leerlingen beschikken over een rijbewijs B).

De voornaamste problemen van blijvende aard worden veroorzaakt door de beperkte mogelijkheden van het Image III T systeem, het gecollimeerde beeld en de aard van het moving base systeem. Deze problemen betreffen de ruimtelijke oriëntatie (waaronder het visueel, vestibulair en haptisch waarnemen van zelfbeweging), en het kunnen ontlenen van betekenis aan de beschikbare informatie over de ondergrond (vorm en kwaliteit). Bij terreinrijden zijn de voertuigbewegingen het meest complex, kan ruimtelijke informatie moeilijk ontleend worden aan de grootte van objecten en is duidelijke informatie over de aard van de ondergrond essentieel. Hierdoor zal voldoende verbetering van het onderdeel terreinrijden waarschijnlijk niet mogelijk zijn. Het zal dan ook vermoedelijk nodig blijken dit onderdeel voor het grootste deel op de operationele Leopard II te blijven trainen. Wat betreft het terreinrijden kunnen de min of meer vastliggende basis vaardigheden natuurlijk wel worden getraind. Hieronder vallen: een aantal voorbereidende maatregelen, achterwaarts rijden, en een aantal taakonderdelen, het rijden op (steile) hellingen, het in en uitrijden van (diepe) sporen, en het maken van bochten. Omdat de ervaring leert dat terreinrijden het gemakkelijkst bewegingsziekte induceert dient dit onderdeel, voor zover het op de simulator getraind wordt, zo laat mogelijk in het leertraject gegeven te worden.

Een ander onderdeel dat wellicht moeilijk te vermijden problemen zal opleveren is het rijden in bochten. Dit geldt met name voor leren aanpassen van de snelheid en de versnelling voor de bocht en het gebruiken van mechanische en bewegingsinformatie in de bocht. Bij overhaakse bochten vormt het beperkte zicht in de periferie een probleem. Na de voorgestelde verbeteringen zal wel getraind kunnen worden op het (in)sturen, het op toeren houden van de motor en het spiegelen. Aanbevolen wordt om direct opeenvolgende bochten zoveel mogelijk te vermijden en, indien mogelijk, overgangsbogen te gebruiken.

Ook het rijden met (verduisterde) verlichting (zonder helderheidsversterkers) en bij mist levert blijvende problemen op. Echter, omdat de specifieke kenmerken van deze omstandigheden niet afwijken van autorijden onder deze omstandigheden mag getwijfeld worden aan de meer-

waarde van dit soort training. Het zal daarom weinig nadeel opleveren het trainen van deze onderdelen (op de simulator) te beperken tot de procedurele taakonderdelen.

Het schatten van afstanden zal moeilijk blijven. Dit speelt vooral een rol bij het aanpassen van de rijsnelheid, terreinrijden en bijzondere verrichtingen (slalom, koersoefenbaan, fuik, opstelling). Momenteel wordt onderzoek gedaan naar de variabelen die de afstandsschatting bij het remmen beïnvloeden, zowel in de praktijk als in een simulator (Brown & van der Horst, 1989; van der Horst & Brown, 1989). Nacontrole van de dwarspositie op de weg door de spiegels levert onmiddellijke feedback op en is daarom een zeer effectief middel om nauwkeurig te leren sturen. Omdat deze nacontrole niet mogelijk is en omdat het schatten van afstanden moeilijk is zal de specifieke leeropbrengst van de bijzondere verrichtingen vermoedelijk beperkt blijven.

Tot slot zal het niet mogelijk zijn om leerlingen daadwerkelijk te trainen in het rekening houden met de schietbuis.

Onzekerheid bestaat nog over de consequenties van verkeerde geluid- en trillingsinformatie, en van het ontbreken van ondersteunende bewegingsinformatie op de instructieconsole. Hierover zijn op dit moment geen duidelijke conclusies te trekken.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

Met de huidige Leopard II simulator kunnen de leerdoelen die een beroep doen op kennis van procedures goed behaald worden. Dit kan echter ook met een goedkope bedieningssimulator worden bereikt. Het behalen van de leerdoelen waarvoor de simulator is geïnstalleerd, nl. die een beroep doen op perceptief-motorische vaardigheden, is daarentegen op dit moment slechts in beperkte mate mogelijk. Dit wordt veroorzaakt door een groot aantal tekortkomingen. Een deel hiervan is structureel van aard, en derhalve moeilijk voor verbetering vatbaar. Daarnaast zijn echter veel verbeteringen in principe goed te realiseren. Wanneer deze verbeteringen worden aangebracht zullen de volgende perceptief-motorische taakonderdelen in de toekomst waarschijnlijk met een behoorlijke leeropbrengst kunnen worden getraind: rechtritrijden, halthouden, rijden in de verschillende versnellingen, wenden, achteruitrijden, rijden over hindernissen, op- en afrijden van een dieplader en een spoorwegwagon, diepwaden, rijden op visuele signalen

en rijden met helderheidsversterker. Tesaamen vormen deze taakonderdelen een belangrijk deel van het lesprogramma.

Rijden in een realistische verkeersdrukte zal niet getraind kunnen worden. Bijgevolg zal de training van "rijden in het verkeer" weinig extra vaardigheid opleveren boven reeds verworven vaardigheden bij het auto- of tankrijden.

Andere problemen van blijvende aard worden veroorzaakt door de beperkte mogelijkheden van beeldpresentatie, het moving base systeem en het gecollimeerde beeld. Deze problemen liggen op het gebied van de ruimtelijke oriëntatie en het adequaat leren waarnemen van en reageren op taakrelevante informatie over het voorliggende terrein. Hierdoor zal een substantiële verbetering van het onderdeel terreinrijden waarschijnlijk niet mogelijk zijn. Daarom zal het vermoedelijk nodig zijn dit onderdeel, ook na het aanbrengen van de noodzakelijke verbeteringen, grotendeels op de operationele Leopard II te blijven trainen. De simulatortraining van het terreinrijden zou dan bij voorkeur beperkt moeten worden tot de procedurele taakonderdelen en een eerste kennismaking met de problematiek van het rijden over een onverharde ondergrond. Omdat de ervaring leert dat terreinrijden het gemakkelijkst bewegingsziekte induceert dient dit onderdeel bovendien zo laat mogelijk in het leertraject gegeven te worden.

Overige onderdelen met moeilijk te vermijden problemen zijn het rijden van (overhaakse) bochten en het rijden bij duisternis en bij mist. Met betrekking tot het onderdeel bochten wordt aanbevolen om direct opeenvolgende bochten zoveel mogelijk te vermijden en, indien mogelijk, overgangsbogen te gebruiken. Wat dit laatste betreft is nader onderzoek gewenst. Het (in)sturen, het op toeren houden van de motor en spiegelen zal, bij het rijden van bochten, vermoedelijk wel getraind kunnen worden. Met betrekking tot het rijden met (verduisterde) verlichting en bij mist wordt aanbevolen slechts aandacht te besteden aan training van de noodzakelijke procedures.

Voorts zal de extra leeropbrengst van de bijzondere verrichtingen (slalom, koers oefenbaan, fuik, opstelling) beperkt blijven omdat het schatten van afstand problematisch blijft en omdat nacontrole van de koers via de spiegels niet mogelijk is.

De uiterst gebrekkige opzet van het PAM systeem zal er waarschijnlijk toe leiden dat de meeropbrengst van het systeem negatief zal zijn. Aan een betere opzet van het systeem wordt momenteel gewerkt.

5.2 Aanbevelingen

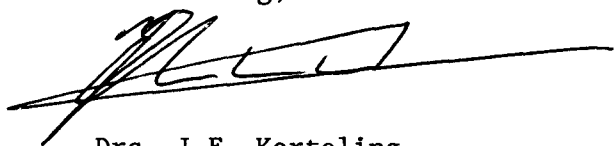
Refererend naar het voorgaande wordt het volgende aanbevolen:

- De objectieve vergelijkingen tussen de simulator en de operationele Leopard II tank met betrekking tot het voertuigmodel, het bewegingssysteem, en geluid en trillingen dienen te worden voortgezet.
- SLM dient de bestaande problemen zo spoedig mogelijk te herstellen.
- Acceptatie dient te geschieden op basis van gestructureerde subjectieve oordelen van ervaren rijders, aangevuld met de resultaten van objectieve metingen.
- Nader onderzoek dient te worden uitgevoerd naar de noodzaak van ondersteunende bewegingsinformatie op de instructieconsole, de precieze oorzaken en gevolgen van de diepte-illusie, de mate waarin verschillende factoren bewegingsziekte veroorzaken, het effect van overgangsbogen en het relatieve belang van correcte geluidinformatie.
- Met betrekking tot de vormgeving van de instructieconsole dient ergonomisch advies te worden uitgebracht.
- Het PAM systeem dient grondig te worden herzien. Een rapport hierover is reeds in voorbereiding.
- Na het aanbrengen van de voorgestelde verbeteringen dienen hypothesen over haalbare leerdoelen te worden geformuleerd. Aan de hand hiervan kunnen leerprocedures worden opgesteld.
- Tot slot zal het effect van de voorgestelde verbeteringen geëvalueerd moeten worden door validatieonderzoek waarin voor een aantal taakonderdelen de leeroverdracht wordt gemeten. Op deze manier kunnen de eerder genoemde veronderstellingen worden geobjectiveerd. De resultaten hiervan kunnen gebruikt worden voor aanpassing van opgestelde leerprocedures en verbreding van de kennis met betrekking tot trainingssimulators in het algemeen.

REFERENTIES

- Breda, L. van, en Boer, J.B.A. (1988). Validatiestudie rijsimulator Leopard II. Memo IZF 1988-M7, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Brown, G.R., and Horst, A.R.A. van der (1989). Proposal for driving simulator experiment: time to collision in braking. Memo IZF in preparation, TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- Flexman, R.E., and Stark, E.A. (1987). Training simulators. In: G. Salvendy (Ed.), Handbook of Human Factors. New York, Wiley & Sons (pp. 1012-1038).
- Gibson, J.J. (1978). The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin Comp.
- Gibson, E.J. (1969). Principles of perceptual learning and development. New York: Appleton Century Crofts.
- Horst, A.R.A. van der, and Brown, G.R. (1989). Time-to-collision and driver decision-making in braking. TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- Korteling, J.E. (1989). The Leopard II Performance and Marking system. Rapport in voorbereiding. TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- Lintern, G.D.C. (1980). Transfer of landing skill after training with supplementary visual cues. Human Factors, 22, 81-88.
- Lintern, G.D.C. (1985). A perceptual learning approach to skill transfer for manual control. Symposium on the transfer of training to military operational systems, Brussel: NATO.
- Moraal, J., en Poll, K.J. (1979). De Link-Miles rijsimulator voor pantservoertuigen; verslag van een validatie-onderzoek. Rapport IZF 1979-23, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Padmos, P. (1989). Visual modelling errors in the Leopard II driving simulator. Report IZF 1989-6, TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- Riemersma, J.B.J. (1984). The perception of speed during car driving. Report IZF 1984 C-11, TNO Institute for Perception, Soesterberg.
- ROC KL (ongedateerd). Syllabus gevechtstank, rups, Leopard II-A2 met kanon 120 mm. Rij Opleidingscentrum Koninklijke Landmacht.
- Schmidt, R.A. (1982). Motor control and learning; a behavioral emphasis. Champaign, Ill, Kinetics Publishers.
- Wightman, D.C., and Sistrunk, F. (1985). Part task training strategies in simulated carrier landing final approach training. Human Factors, 28.

Soesterberg, 6 februari 1990



Drs. J.E. Korteling

BIJLAGE 1

INVENTARISATIE VAN TRAININGSMOGELIJKHEDEN PER TAAKONDERDEEL

In deze bijlage wordt per taakonderdeel aangegeven of er (on)oplosbare problemen te verwachten zijn en op welke component(en) van de simulator deze zijn terug te voeren. Hierbij worden de volgende codes voor de verschillende componenten van de simulator gehanteerd:

- + - geen problemen te verwachten
- b - bedieningsomgeving (het "tank" gedeelte van de hardware)
- m - mechanisch voertuig-omgevingmodel
- v - visueel omgevingmodel
- p - beeldpresentatie (*picture*)
- k - bewegingssysteem (*kinesis*)
- g - geluid en trillingen
- i - instructieconsole

Het is in verband met de ontwikkeling van een leerplan met leersyllabus en trainingsprocedures van groot belang een realistisch idee te krijgen van de toekomstige mogelijkheden van de simulator. Daarom zullen de coderingen voor componenten, waarvan verwacht wordt dat ze niet voldoende verbeterd zullen worden, door vetprint en onderstreping worden geaccentueerd. Accentuering van een code geeft dus aan dat het bijbehorende taakonderdeel in de toekomst naar verwachting niet goed op de simulator zal kunnen worden getraind.

Teneinde voorlopig aansluiting te behouden bij de bestaande training-documentatie wordt deze inventarisatie ingedeeld volgens de huidige syllabus van de training op operationele Leopard II tanks (ROC-KL, ongedateerd).

In/uitstappen, bediening van stoelen en luiken motor starten en afzetten

Deze onderdelen worden op een stilstaande Leopard II tank gegeven. Ten eerste omdat kostenbesparing van simulatortraining van deze elementaire kennis en vaardigheden nihil is. Ten tweede omdat de te leren handelingen op deze manier aan een aantal leerlingen tegelijk gedemonstreerd kunnen worden, wat op de simulator niet mogelijk is.

Wegrijden, sturen en halthouden in de eerste versnelling ("1")

Gereed voor voorwaarts in "1"

- + procedures
- b bedrijfsrem intrappen met rechter voet

Voorwaarts in "1"

- b spiegelen
- b rempedaal ontlasten
- + als het voertuig rolt het gaspedaal intrappen

Gereed voor halthouden

- b spiegelen
- b,m bijremmen met de bedrijfsrem
- m,g in "1" rijden met het toerental dat nodig is om de tank rijdende te houden

Halthouden

- b spiegelen
- b stuur in middenstand
- b,m afremmen met de bedrijfsrem tot stilstand
- indien geen andere commando's:
- b bedrijfsrem ontlasten
- + keuzeschakelaar op "n" en parkeerrem hefboom op "fest"

Rechts-links sturen op commando

- + de tank vloeiend in opgedragen richting sturen
- g toerental naar behoefte regelen

Algemeen

- + de bedrijfsrem uitsluitend met de rechtervoet bedienen
- v,p bij remmen en halthouden moet de afstand tot een ander obstakel minimaal 5 meter zijn
- + tegelijkertijd sturen en remmen voorkomen
- m,i rechts en links kunnen houden m.b.v. richtpunten (koplamp, trackblok)

Rijden in "A", "A-2" en "1", "2", "3", een noodstop maken, wenden en achteruitrijden

Opschakelen van "1" naar "2", van "2" naar "3" en van "3" naar "A", en weer terug

- + commando's opvolgen
- + wegrijden in "1"
- + op commando versnellen door gaspedaal volledig in te trappen
- g bij juiste toerental opschakelen
- b vertragen door remmen of gas los
- m,g op het juiste moment gaspedaal volledig intrappen
- + terugschakelen

Opschakelen van "1" naar "A" en terugschakelen van "A" naar "1"

- + op commando versnellen door gaspedaal volledig in te trappen
- g bij juiste toerental opschakelen naar "A"
- v,m gewenste snelheid aanhouden
- b,m gas los of bijremmen tot onder de 10 km/h (stapvoets)
- m,g gaspedaal volledig intrappen
- g terug naar "1"

Rijden in "A"

- + op commando versnellen en voertuig automatisch op laten schakelen
- + op commando vertragen en voertuig automatisch terug laten schakelen
- g waarnemen in welke versnelling gereden wordt
- b bijremmen tot commando "voldoende"
- + in "2" blijven rijden

Sturen in "A"

- + op commando voertuig in een vloeiende beweging links/rechts sturen
- + op commando scherp links/rechts sturen
- v,m,g minimum snelheid van 20 km/h handhaven

Op commando "gereed voor wenden"

- b stuurwiel in neutraalstand
- b bedrijfsrem intrappen
- + procedures
- b bedrijfsrem ontlasten
- b spiegelen

Op commando "bestuurder rechts/links wenden"

- + procedures
- b stuurwiel in neutraalstand

Op commando "bestuurder gereed voor achterwaarts"

- b met rechter voet bedrijfsrem intrappen
- g motortoerental stationair
- + evt. terug naar "1"
- + procedures

Op commando bestuurder achterwaarts

b bedrijfsrem ontlasten
 + als voertuig rolt gaspedaal intrappen
 + op commando opschakelen naar "2" of "A"
 b,m,g op commando versnellen en vertragen
 b,m op commando links/rechts sturen
 + bij uitvallen intercom onmiddellijk halthouden

"Noodstop"

b op commando het rempedaal volledig intrappen
 m,k waarnemen hoe het voertuig hierop reageert

Algemeen

m,i bij scherpe bochten rechtshouden
 b,v,i letten op de schietbuis (11,40 m) bij wenden

Bochten, kruisingen, splitsingen

Bochten in het wegverloop

+ versnellingshefboom in "A"
 v,m,g snelheid aanpassen aan bocht
 m,g bij insturen gelijktijdig toeren handhaven
 m,i bij bochten naar links, referentiepunt rechts van de kantstreek; bij bochten naar rechts, referentiepunt links van de kantstreek
 m,i doorsturen totdat het referentiepunt weer op de juiste plaats is

Rechts/links afslaan in "1" en "A-2"

v,m,g tijdig snelheid aanpassen
 i bij rechtsafslaan insturen als de berm van het referentiepunt naar rechts wegloopt
 i bij linksafslaan insturen wanneer het kruisingsvlak wordt opgereden
 m,g bij insturen gelijktijdig toeren handhaven; extra gas afhankelijk van bochtscherpte
 v,m,k,i netjes door de bocht sturen
 + recht op de ingeslagen weg uitkomen en deze vervolgen

Overhaakse bocht naar rechts of naar links

+ terugschakelen naar "1"
 p,i bij rechtsaf, 5 tellen na passeren van het snijpunt op het kruisingsvlak insturen
 p,i bij linksaf, op het kruisingsvlak insturen
 p,i bij linksaf, doorrijden tot de bestuurder zich ter hoogte van de rand van de ingeslagen weg bevindt
 p,i doorsturen tot het voertuig loodrecht op de weg staat
 b,m stuur recht
 + procedures
 m,g wenden naar rechts/links (ongeveer 1500 toeren)
 + bij linksaf: referentiepunt weer bij de rechter zijlijn brengen

Algemeen

m	onderkennen dat bij hogere snelheid ook de draaicirkel wordt vergroot
<u>b</u>	letten op het uitzwenken van de achterzijde van het voertuig bij bochten
<u>b,v,i</u>	letten op de schietbuis (11,40 m) bij doorrijden in overhaakse bochten
b	spiegelen voor uitvoeren van manoeuvres
+	tijdig in- en uitschakelen van de richtingaanwijzer
<u>p</u>	bij onvoldoende zicht vragen of de weg vrij is
i	bij scherpe bochten rechtshouden

Terreinrijden**Algemene voorbereidende maatregelen**

+	controle van de wis-installatie
+	bestuurdersluik sluiten

Rijden in gebaad terrein

v,m	tank in spoor plaatsen
<u>v</u>	eigen spoor bekijken voor bepaling referentiepunt
v,m	zoveel mogelijk de sporen volgen
<u>v,m,g</u>	snelheid aanpassen aan terreingesteldheid (hobbels, zwaarte, natheid)
v,m	spoor verlaten bij afvlakking van het spoor
v,m	half spoor rijden

Rijden in ongebaand terrein

<u>v,b,m,g</u>	snelheid van het voertuig aanpassen aan terreingesteldheid (hobbels, begroeiing, besporing, zwaarte, natheid)*
<u>v,m</u>	bij rijden in extreem zwaar ongebaand terrein overgaan op handschakeling

Gascontrole bij berijden van opeenvolgende hellingen

<u>v</u>	vooruitkijken om toppen op scherpste van de knik en hellingen op steilheid te beoordelen
m,k	voertuig rustig laten kantelen
<u>v,m,g</u>	na kantelmoment afhankelijk van de terreincondities gas opvoeren zodanig dat de top van de volgende helling gehaald kan worden
<u>v,m,k</u>	bij raken van volgende helling gas terugnemen
<u>v,m,k</u>	bij een scherpe top gaspedaal eerder terugnemen dan bij een stompe of afgevlakte top

Bochten en afslagen in "A" en in "1"

<u>v,m,g</u>	tijdig snelheid aanpassen
m,g	bij insturen toeren handhaven
	moment van insturen afhankelijk van:
v,m,g	snelheid,
<u>p,v,m</u>	terreinomstandigheden,
m	weerstand ondergrond
<u>p,v,i</u>	ruimte

- + bij berm: insturen wanneer de bermrand van het richtpunt wegloopt
- v,m blijven sturen totdat voertuig recht in het spoor staat
- v,m met behulp van het richtpunt spoor vervolgen

Rijden tegen een helling van max. 60%

- p,v,g helling beoordelen en snelheid aanpassen
- v,m,k haaks naderen totdat de tank de helling raakt; wanneer nog niet in "1" gereden wordt terugschakelen naar "1"
- m voelen weerstand van de helling
- m,k,g met verhoogd toerental voertuig omhoog laten klimmen totdat deze kantelt
- v controle via li/re episcoop of er nog gereden wordt
- b,m,k op kantelmoment gas terugnemen en gelijktijdig remmen, tank uit laten schommelen
- b,m,k voertuig rustig laten kantelen
- p,v na het kantelmoment het landschap na de helling direct beoordelen (alleen bij terrein)
- p,v,m in "1" of "A" naar beneden, snelheid afhankelijk van terreingesteldheid
- m,b eventueel bijremmen
- + tijdens deze handelingen niet sturen

Stoppen en wegrijden tegen een helling van max. 60%

- + commando's opvolgen
- b,m gas los en met beide voeten het rempedaal intrappen
- b,g met de rechter voet toeren verhogen (1200-1500)
- b,m met de linker voet het rempedaal langzaam ontlasten en terugplaatsen op voetsteun
- + wegrijden
- v controle via li/re episcoop of er al gereden wordt

Haaks, c.q. schuin, doorschrijden van glooiingen

- v,m,g onderkennen dat bij stijgen haaks meer snelheidsverlaging geeft dan schuin
- v,m,g onderkennen dat bij dalen haaks meer snelheidsverhoging geeft dan schuin
- v,m onderkennen dat dwarshellingen max. 30% mogen zijn; daarom weten hoe dit eruit ziet en voelt
- v,m eenmaal schuin ingezet niet scherp sturen en geen snelheid verminderen

Verandering van richting in de glooiing

- v,m schuin de glooiing in/uit rijden
- b,g voor het sturen toeren verhogen
- v bij voldoende aanvangssnelheid in "A", anders terug naar "1"
- v een zo vlak mogelijk stuk kiezen voor de manoeuvre

In/uitrijden van diepe sporen

- + in "1"
- v hiervoor de meest gunstige (ondiepe) plaats zoeken
- m,g gas geven om op toeren te blijven
- v,m rustig insturen en het spoor in/uitrijden
- m maximum stuuruitslag vermijden

Op commando "gereed voor achterwaarts"
zie eerdere sectie

Op commando "bestuurder achterwaarts"
zie eerdere sectie

g gaspedaal intrappen tot ongeveer 1500 toeren

Scherpe bochten die niet in een keer te nemen zijn

p,v bocht zo ver mogelijk nemen
b,m,i stuur recht en stoppen
g,m,i recht achteruitrijden en stoppen
b de weg insturen die gewenst is

Algemeen

v,m meerdere routes in opklimmende moeilijkheidsgraad
m,k,i bruusk rijden voorkomen

Verkeersdeelname

Rijden op de weg

b,m van richting veranderen
v,m inhalen
b,v ingehaald worden
v rijden binnen de bebouwde kom
v rijden op kruisingen met ander verkeer
v rijden op verkeerspleinen met ander verkeer
v rijden op landwegen
v rijden op autowegen
v rijden op snelwegen
v,m kunnen in- en uitvoegen bij ander verkeer op alle soorten wegen
v,m kunnen voorsorteren naar links en naar rechts
v over bruggen en viaducten rijden met of zonder classificatie
v,m onder viaducten en in tunnels rijden
v,m obstakels, wegopbrekingen en voertuigen kunnen passeren

Algemeen

v aanpassen aan overig verkeer en anticiperen
b,v extra op de schietbuis letten, vooral bij stoppen voor een kruising
b extra letten op uitzwaaien, spiegelen

Rijden op visuele signalen

Het kunnen opvolgen van signalen met arm en hand of met zaklantaarn

v lichten aan/uit
+ overige signalen

Demonstratie slepen en gesleept worden

Deze les bestaat in zijn geheel uit een demonstratie in het veld. Hierbij wordt een niet rijklare Leo II met behulp van 2 sleepkabels door twee andere Leopard II tanks gesleept/geremd over een kunstmatig verharde ondergrond

Het rijden van hindernissen

De opstap van max. 1,10 m

- m langzaam recht naderen in "1" totdat de tank de opstap raakt
- m,g,v met verhoogd toerental voertuig omhoog laten klimmen totdat deze kantelt
- v controle via li/re episcoop of er nog gereden wordt
- b,m,k op kantelmoment gas terugnemen en gelijktijdig remmen tank laten uitschommelen
- b,m,i,p m.b.v. de rem het voertuig rustig laten zakken zodanig dat de voorkant en daarna de achterkant niet met een klap de grond raakt
- + tijdens deze handelingen niet sturen

De helling van max 60%

zie sectie "terreinrijden"

- b,m,i,p m.b.v. de rem het voertuig rustig laten zakken zodanig dat de voorkant en daarna de achterkant niet met een klap de grond raakt

Greppels van 1, 2, 3 meter langzaam

- + stapvoets in "1" recht naar de gracht rijden
- b,m,p,i bij 2 en 3 meter rustig zakken m.b.v. rem
- b,m voor het raken van de overkant zonodig rem gebruiken
- b,v,m,k als overzijde geraakt wordt rem loslaten en rustig toeren verhogen
- m letten op wegzakken achterkant

Greppels van 1, 2, 3 meter op volle snelheid

- p,v beoordelen of het optrektraject voldoende is
- m,g optrekken tot min 60 km/h
- + recht over de grachten rijden

Berijden van wegen die beurtelings naar links en rechts aflopen

- v het aflopen van de wegen onderkennen en hierop anticiperen
- m,b tegensturen

Algemeen

- + erop letten dat de luiken geborgd zijn

Op en afrijden van een dieplader en van een spoorwegwagon

Oprijden van een dieplader

- v opvolgen van de aanwijzingen van een gids
- m in "1" recht benaderen tot de rupsbanden de oprijblokken raken
- m,g oprijden met verhoogd toerental tot de tank kantelt
- m,g,b bij oprijden tijdens kantelmoment toerental terugnemen en bijremmen
- v aanwijzingen van de gids verder opvolgen totdat de tank recht op de oplegger staat
- + tijdens het rijden op de dieplader niet sturen

Afrijden van een dieplader

- v opvolgen van de aanwijzingen van een gids
- v in "1" afrijden tot de tank achterover begint te kantelen
- b,m wanneer de tank achterover kantelt rustig remmen
- b,m,i het voertuig rustig naar beneden laten zakken zodat deze niet met een klap tegen de grond slaat
- + tijdens het rijden op de dieplader niet sturen

Op- en afrijden van een spoorwagon

zie dieplader

Diepwaden

- + voorbereidende handelingen en veiligheidsprocedures
- + naderen in "1"
- m langzaam voertuig laten kantelen
- b,m,i rustig afrijden totdat het voertuig de bodem raakt
- m,i stapvoets recht doorschrijden totdat de overkant geraakt wordt
- m,g rustig gas bijgeven
- m langzaam, zonder schokkende bewegingen overzijde oprijden

Rijden met een helderheidsversterker en met (verduisterde) verlichting

Rijden met helderheidsversterker (het buitenbeeld op schemer)

- + standaardprocedures en veiligheidsmaatregelen
- + middelste episcoop verwijderen en HV plaatsen
- + blindelings vinden van schakelhefboom, parkeerrem, gaspedaal en rempedaal

Rijden met verlichting

- v rijden bij stand 1
- v rijden bij stand 2 dimlicht
- v,i rijden bij stand 2 grootlicht

Rijden met verduisterde verlichting

- v** rijden bij stand "S1"
- v** rijden bij stand "S2"
- v** rijden bij stand "S3"
- v** rekening houden met smalle lichtbundels

Bijzondere verrichtingen**Slalom**

- m** bij insturen motor op toeren houden (1500-2000)
- v,m,k,i,p** niet te ruim en niet te krap rond de paaltjes rijden
- b** marges nacontroleren met spiegels

Koersoefenbaan

- m** het midden tussen de pilonen houden
- m** bij insturen motor op toeren houden
- b** marges nacontroleren met spiegels

Fuik

- v,m** recht op de fuik aanrijden
- v,m** de muren niet raken
- b** marges nacontroleren met spiegels

Opstelling

- v,m** recht op de opstelling aanrijden
- v,p** niet te ver van de achterkant halthouden

Bijzondere omstandigheden**Mist**

- v** rijsnelheid handhaven op basis van de kwaliteit van de zichtcondities

Glad/nat wegdek

- m,v** rijsnelheid handhaven op basis van de wegcondities
- b,m,g,e** goede voertuigbeheersing met gas, stuur en rem

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD 90-0015	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER IZF 1990 A-3
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 735.3	5. CONTRACT NUMBER A89/KL/325	6. REPORT DATE February 6, 1990
7. NUMBER OF PAGES 39	8. NUMBER OF REFERENCES 15	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Leopard II driving simulator as a training device		
11. AUTHOR(S) J.E. Korteling and P. Padmos		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Institute for Perception Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Chief Scientific Research Royal Netherlands Army Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) The training simulator for Leopard II drivers (Singer Link Miles) shows for many subtasks differences with operational tracking vehicles. Therefore it is expected that the training possibilities of this simulator will be more limited than those of operational Leopard II tanks. In order to set up an adapted training course this implies that the possibilities of the Leopard II simulator will have to be specified. In this connection the present deficiencies are described and possibilities for improvement are suggested. Solvable deficiencies and deficiencies with a more structural character within the present concept are discriminated. Based on this analysis expected consequences for the (future) training possibilities are discussed. It is concluded that the simulator with its present deficiencies only enables effective training of subtasks depending on knowledge of procedures. The attainment of the perceptuomotor training objectives, like performing manoeuvres, is at present only possible to a very limited extent. However, the possibilities with reference to these training objectives may be remarkably improved. After the execution of these improvements most manoeuvres on metalloid subsoil may be trained with substantial effectiveness. These manoeuvres make up an important part of the total training program. Remaining problems are expected with regard to the presentation of sufficiently detailed spatial and mechanical information about the environment. This will substantially limit the training transfer of terrain driving. Also driving in traffic may show lasting limitations in training effectiveness.		
16. DESCRIPTORS Main Battle Tanks Tracked Vehicles Training Transfer of Training Simulators		IDENTIFIERS Validity Training Procedures
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) -	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) -	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) -
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Mailing list only		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) -

VERZENDLIJST

1. Hoofddirecteur van de Hoofdgroep Defensieonderzoek TNO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
3. {
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
- 4, 5. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
6. {
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
7. Wnd. Hoofd Afd. Militair Geneeskundig Beleid
8. Inspecteur Geneeskundige Dienst KL
Brig.Gen.-arts B.C. Mels
9. Inspecteur Geneeskundige Dienst KLu
Cdre J.Th. Versteeg
10. Inspecteur Geneeskundige Dienst Zeemacht
Cdr-arts A.J. Noordhoek
- 11, 12, 13. Hoofd van het Wetensch. en Techn. Doc.- en Inform.
Centrum voor de Krijgsmacht

LEDEN WAARNEMINGS CONTACT COMMISSIE

14. Maj.Ir. W.C.M. Bouwmans
15. LTZAR1 F.D.J.R. Feunekes
16. Dr. N. Guns
17. Drs. C.W. Lamberts
18. Ir. P.H. van Overbeek
19. Drs. W. Pelt
20. Maj. dierenarts H.W. Poen
21. Drs. F.H.J.I. Rameckers
22. LTZSD20C KV Drs. M.B.A.M. Scheffers
23. Prof.Ir. C. van Schooneveld
24. LKol.Drs. H.W. de Swart
25. Ir. M. Vertregt
26. Kol. vliegerarts B. Voorsluijs
27. Beheerder Rijsimulator Leopard II, OWI T. van de Wetering, RIET
28. Beheerder Rijsimulator YPR 765, SMI S. van Vugt
29. H Sie Opleidingsprojecten COKL, Afd. Plannen,
Maj. J. van der Brug
31. Ing. P.J. de Haas, DMKL/OMAT
32. Ritm. H. Reinders, DMKL/OMAT
- 33, 34. Maj. P. van der Burgt, ROC
35. Ir. H. van Kan, FEL-TNO

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aan-
gevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWOO.
