

IZF 1992 A-23
J.E. Korteling
P. Padmos

**EVALUATIE VAN DE LEOPARD 2
RIJSIMULATOR EN VOORSTEL VOOR
EEN AANGEPAST LEERTRAJECT**

Aantal bladzijden: 36

INHOUD

	Blz.
SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
1 INLEIDING	7
2 METHODE	8
3 RESULTATEN	9
3.1 Evaluatie vóór herstel	9
3.2 Evaluatie na herstel	10
4 CONCLUSIES	13
5 OPLEIDINGSTRAJECT	16
6 SLOTOPMERKINGEN	18
REFERENTIES	20
BIJLAGE 1: Checklist validatie Leopard 2 rijsimulator	21
BIJLAGE 2: Opleidingstraject Leopard 2 rijsimulator	29

Evaluatie van de Leopard 2 rijnsimulator en voorstel voor een aangepast leertraject

J.E. Korteling en P. Padmos

SAMENVATTING

De nieuwe full-scale traingssimulator voor Leopard 2 chauffeurs, opgesteld bij het Rij Instructie Esquadron Tanks van de Koninklijke Landmacht, vertoonde bij de uitvoering van een groot aantal taakonderdelen verschillen ten opzichte van het operationele voertuig. Omdat verwacht werd dat de trainingsmogelijkheden hierdoor beperkter zouden zijn dan aanvankelijk was beoogd, werd deze simulator door de fabrikant aan een herstelprogramma onderworpen. Dit programma was vooral gericht op verbetering van de bedieningsomgeving, de visuele en mechanische bewegingsinformatie, het geluid en de trillingen. Tevens werd door de KL, in samenwerking met het IZF-TNO, een nieuwe visuele en mechanisch omgeving gemodelleerd. In het huidige rapport worden de resultaten van deze onderneming geëvalueerd en wordt geïnventariseerd wat de resterende tekortkomingen zijn. Er bleek veel verbeterd, maar de simulator vertoont nog steeds een aantal beperkingen in de visuele informatie (diepte-illusie, beperkt uitzicht naar opzij en afwezigheid van spiegels), in de mechanische bewegings-feedback en in de geluid- en trillingsinformatie. Voorts zijn er frequent technische mankementen, is het op een zinvolle manier inbrengen van ander verkeer vrijwel onmogelijk en is de crash-feedback inadequaet. Geconcludeerd wordt dat van het rijden op verharde ondergrond een behoorlijk aantal taakonderdelen waarschijnlijk met een redelijk tot hoge leereffectiviteit kunnen worden getraind. Dat zijn: alle procedures, rechthuitrijden, halthouden, rijden in verschillende versnellingen, noodstop, nemen van bochten in het wegverloop, wenden, rijden over obstakels, rijden met helderheidsversterker, rijden op visuele signalen, rijden met gesloten bestuurdersluik. Minder zekerheid bestaat er omtrent bijzondere verrichtingen en het rijden in scherpe bochten en op kruisingen. Ten aanzien van het rijden onder bijzondere omstandigheden, verkeersdeelname en vooral terreinrijden zijn de trainingsmogelijkheden zeer beperkt. Op basis van deze conclusies wordt een opleidingstraject gepresenteerd dat zoveel mogelijk is toegesneden op de mogelijkheden en beperkingen van de Leopard 2 rijnsimulator.

Evaluation of the Leopard 2 driving simulator and proposal for an adapted training program

J.E. Korteling and P. Padmos

SUMMARY

The new full-scale training simulator for Leopard 2 drivers, installed at the Driving Instruction Squadron Tanks (RIET) of the Royal Dutch Army, showed for many subtasks differences with the operational vehicle. Because it was expected that this would limit the training potentialities more than formerly was aimed at, this simulator was subjected to an update program. This program primarily involved improvement of the control environment, the visual and mechanical movement information, sound, and vibrations. In addition, a new visual and mechanical database was modelled by the Royal Dutch Army in cooperation with the IZF-TNO. The present report evaluates the results of this operation and provides an inventory of the remaining problems. The simulator appeared to be improved in many respects. Serious limitations still exist in the visual information ("eye height illusion", limited side and vertical view, absence of mirrors), in the mechanical movement feedback, in the auditive information, and in the vibrations. Moreover, the simulator frequently shows technical defects, adequately bringing in other traffic is almost impossible, and the crash-feedback is inadequate. It is concluded that the present simulator enables effective training of a substantial part of driving on metalloid subsoil. This entails: all procedures, driving on straight roads, stopping, driving in different gears, driving on curved roads, driving backwards, obstacles, driving with an image amplifier, driving on visual signals, driving with closed hatch. Due to limitations in the visual information ("eye height illusion", limited side and vertical view, absence of mirrors), in the mechanical movement feedback, in the auditive information, and in the vibrations, there is more uncertainty with respect to special actions and driving on sharp curves and intersections. Training possibilities with reference to unusual circumstances, driving in traffic, and especially terrain driving are expected to be limited. Based on these conclusions, a training program is presented that takes into account the possibilities and limitations of the Leopard 2 driving simulator as much as possible.

1 INLEIDING

Teneinde de efficiëntie van de opleiding van Leopard 2 en YPR-765 bestuurders te verhogen zijn door Singer Link Miles (tegenwoordig Link Miles Limited, LML) twee full-scale rijsimulatoren ontwikkeld. De Leopard 2 rijsimulator is geïnstalleerd bij het Rij Instructie Eskadron Tanks (RIET) te Amersfoort en de YPR-765 rijsimulator staat bij het Pantser Infanterie Rijopleidingscentrum (PIROC) te Veldhoven. De wijze waarop deze simulatoren optimaal kunnen worden benut is afhankelijk van de mogelijkheden en beperkingen ervan. 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 systematisch gevarieerde moeilijkheidsgraad. Ook bieden simulatoren de mogelijkheid prestaties nauwkeurig, gericht en objectief terug te koppelen. Anderzijds zijn simulatoren beperkt in de mogelijkheid de visuele en mechanische taakomgeving volledig en zonder discrepanties met de werkelijkheid te representeren. Dit kan een nadelig effect hebben op de mate waarin op een simulator geleerde vaardigheden overdraagbaar zijn naar het operationele systeem. Dit laatste bleek ook het geval bij de Leopard 2 simulator zoals door LML afgeleverd (Breda & Boer, 1988). Zoals bij ieder leerhulpmiddel, kan een trainingssimulator alleen effectief zijn als rekening wordt gehouden met zijn specifieke mogelijkheden en beperkingen.

In dit verband is door het Commando Opleidingen van de Koninklijke Landmacht (COKL) aan het IZF-TNO opdracht gegeven om, door middel van onderzoek en advies, bijstand te verlenen bij het optimaal inzetten van deze simulatoren. Dit behelst: 1) rapportage van tekortkomingen, 2) specificatie en modellering van een nieuwe visuele en mechanische omgeving, 3) specificatie nieuwe systemen voor de beoordeling van rijprestaties, 4) specificatie van nieuwe ergonomisch verantwoorde instructieconsoles 5) evaluatie van herstelwerkzaamheden, 6) ontwikkeling van een aangepast leertraject en 7) meting van de uiteindelijke trainingsopbrengst, op basis waarvan het leertraject (inclusief de praktijkopleiding) verder kan worden bijgesteld.

ad 1) De tekortkomingen van de Leopard 2 rijsimulator zijn, ook in opdracht van de Directie Materieel van de Koninklijke Landmacht (DMKL), recentelijk uitvoerig geïnventariseerd en aan de fabrikant gerapporteerd (Padmos, 1989; Korteling & Padmos, 1990; Padmos, Van Breda, Houtgast & Jansen, 1991, 1992). De belangrijkste conclusies in dit verband worden in § 3.1 nog eens kort samengevat.

ad 2-4) Met betrekking tot de Leopard 2 rijsimulator zijn de specificaties van nieuwe databases, prestatiebeoordelingssystemen en instructieconsoles, inmiddels vrijwel voltooid in de vorm van een concept Handboek Database Specificaties (inclusief handleiding), een checklist (Korteling, 1990a), een IZF-rapport met functionele specificaties en één met technische specificaties voor een prestatiebeoordeling systeem (Korteling, 1990b; Korteling & Padmos, 1992) en een

rapport met functionele en technische specificaties voor een instructieconsole (Korteling, 1991a).

ad 5) Voorts is ten aanzien van de simulatoren zelf gewerkt aan het aanbrengen van de noodzakelijk geachte verbeteringen. Problemen inzake de bedieningsomgeving, het dynamisch voertuig-model, het beeldsysteem, het geluidssysteem en het bewegingssysteem werden hoofdzakelijk door de fabrikant aangepakt. De modellering van visuele en mechanische databases werd door de werkgroep Database Specificaties verzorgd.

In hoofdstuk 2, 3 en 4 van het onderhavige rapport wordt ten aanzien van de Leopard 2 simulator verslag gedaan van de evaluatie van het resultaat van deze herstelwerkzaamheden. Deze evaluatie is gebaseerd op gestructureerde subjectieve oordelen van de instructeurs op het RIET (Bijlage 1). Op basis van een beperkt aantal objectieve metingen, uitgevoerd in het kader van de acceptatieprocedure van de herstelwerkzaamheden, werd tevens een technische validatie uitgevoerd (Padmos, Van Breda, Houtgast & Jansen, 1992). De resultaten hiervan zullen, voorzover relevant, in het onderhavige rapport worden meegenomen.

ad 6) Op basis van de evaluatie van de herstellende Leopard 2 simulator wordt in hoofdstuk 5 een opleidingstraject voorgesteld, waarin wordt aangegeven welke taakonderdelen, en in welke volgorde deze, met behulp van de rijsimulator zullen worden getraind (Bijlage 2).

ad 7) Momenteel wordt een studie uitgevoerd naar het voorlopige trainingsrendement. Meting van het uiteindelijke trainingsrendement is pas mogelijk als de herstelwerkzaamheden zijn afgerond.

2 METHODE

De kwaliteit van simulatoren kan op verschillende manieren worden vastgesteld. Bepaling van de functionele overeenkomst door middel van leeroverdrachtstudies of de fysische overeenkomst door middel van technische metingen is een kostbare en tijdrovende aangelegenheid. Daarom zullen evaluaties in de meeste gevallen vergezeld moeten gaan van subjectieve validatie, bij voorkeur door experts. In dit rapport vormen dit soort subjectieve evaluaties de belangrijkste bron van informatie over de kwaliteit van de Leopard 2 simulator.

Teneinde het subjectieve beoordelingsproces zo betrouwbaar en volledig mogelijk te maken, werden de oordelen op systematische wijze, en over het volledige scala aan terzake relevante aspecten, gegeven. De hiervoor benodigde structuur werd geleverd door een voor dit doel ontwikkelde checklist (Korteling, 1990c). Deze checklist is opgenomen als Bijlage 1. De checklist werd door de instructeurs uit de werkgroep Database Specificaties ingevuld. Deze instructeurs

zijn het meest bekend met de rijnsimulator en beschikken tevens over een ruime ervaring op het operationele systeem.

Teneinde de effecten van het herstelprogramma vast te kunnen stellen, werd de checklist tweemaal ingevuld. Eerst werden kwaliteitsoordelen gegeven over de rijnsimulator voordat de herstelwerkzaamheden waren uitgevoerd. Na de herstelwerkzaamheden werd de checklist nogmaals ingevuld. Hierbij werd als volgt te werk gegaan. De instructeurs werkten in drie paren die ieder een checklist afwerkten. Per paar werden de oordelen daarbij op één lijn gebracht. Voor het geval men onzeker was, stond er een echte tank klaar om het werkelijke voertuiggedrag nog eens na te gaan. Per aspect werd een gezamenlijk oordeel (slecht, matig, goed) gegeven, waarbij "goed" de betekenis had van (net) acceptabel voor de training. Wanneer een aspect als matig of slecht werd beoordeeld, werd vermeld wat er nog niet goed aan was. Vervolgens werden de commentaren van de beoordelingsparen verenigd in een vergadering met alle instructeurs en medewerkers van het IZF.

Naar aanleiding van evidente problemen werden er soms tussentijds reeds veranderingen in de simulator aangebracht. Daarbij assisteerde het IZF bij de "vertaling" van problemen, zoals door de instructeurs geconstateerd, naar de LML technici.

De aldus verkregen oordelen geven samen met de technische controles, een vrij volledig beeld van de kwaliteit van de simulator. Een probleem bij deze evaluaties was dat de nieuwe databases nog niet helemaal gereed waren. Dit heeft met name consequenties voor de beoordeling van de simulator bij bijzondere verrichtingen, terreinrijden en rijden in het verkeer. Hierbij konden dus nog geen definitieve kwaliteitsoordelen worden geleverd. Dit werd in de checklist vermeld. Hiermee diende, bij de uiteindelijke interpretatie van het materiaal, rekening te worden gehouden.

Om het effect van de nieuwe, beter aangeklede, databases op de illusie van grote ooghoogte (diepte-illusie, Padmos, 1988, 1989) te objectiveren, is een experimentje met 15 proefpersonen uitgevoerd ("naïeve" Leopard 1 leerlingen). Deze proefpersonen moesten op twee willekeurige punten in de oude database van LML en twee willekeurige punten in de nieuwe databases, terwijl gereden werd, een schatting geven van de ooghoogte boven de grond.

3 RESULTATEN

3.1 Evaluatie vóór herstel

Bijlage 1 toont de expert oordelen over de simulator, zowel voorafgaand aan de herstelwerkzaamheden (oordeel 1) als erna (oordeel 2). De eerste serie laat een forse hoeveelheid aspecten zien waarop de simulator als matig tot slecht wordt beoordeeld. Deze aspecten zijn uitvoerig belicht in twee eerdere rapporten (Padmos, 1989; Korteling & Padmos, 1990), zodat hier volstaan kan worden met een globale opsomming van de belangrijkste probleemgebieden. Dit betrof de

krachten die gevoeld werden bij het bedienen van de bedieningsmiddelen, de diepte-illusie veroorzaakt door het gecollimeerde buitenbeeld, de discrepantie tussen de visuele en mechanische database, de vormen en afmetingen en de aankleding van de visuele omgeving, het voertuiggedrag en/of de mechanische bewegingscues (wegcontact, contactschokken, versnellingen en rotaties), en de kwaliteit van geluid- en trillingsinformatie¹.

Op basis van deze problematiek concludeerden Korteling en Padmos (1990), dat met de simulator in zijn toenmalige vorm alleen het behalen van de leerdoelen die een beroep doen op kennis van procedures mogelijk was. Perceptief-motorische leerdoelen, zoals het kunnen uitvoeren van manoeuvres, zouden slechts in bescheiden mate kunnen worden gerealiseerd. Verwacht werd dat na het herstelprogramma de meeste manoeuvres op verharde ondergrond met een behoorlijke effectiviteit zouden kunnen worden getraind. Deze manoeuvres vormen een belangrijk onderdeel van het totale lesprogramma. Blijvende problemen werden verwacht bij het geven van voldoende gedetailleerde ruimtelijke en mechanische informatie over de natuurlijke omgeving, hetgeen de leeropbrengst bij training van terreinrijden fors zou beperken. Een ander belangrijk onderdeel dat naar verwachting, ook na verbetering, slechts een geringe leeropbrengst zou hebben was rijden in het verkeer. Vandaar dat bij het ontwikkelen van nieuwe databases het terreinrijden en het rijden in het verkeer een lage prioriteit hebben gekregen.

3.2 Evaluatie na herstel

De tweede serie oordelen van Bijlage 1, gegeven na de herstelwerkzaamheden, laten op een groot aantal punten verbetering zien. Desondanks resteert nog een fors aantal wezenlijke punten waarop de simulator als "matig" of "slecht" wordt beoordeeld met het oog op het behalen van de relevante leerdoelen. Deze worden hieronder per hoofdstuk van de checklist weergegeven:

- 1 *Bedieningsomgeving*
Alle wezenlijke problemen zijn opgelost.
- 2 *Statische (visuele) informatie*
 - 2.1 De ooghoogte boven de grond neemt af van 3,3 m in de oude LML database tot 2,5 m in de nieuwe databases [$F(1,14) = 8,6; p < 0.05$]. Deze gegevens tonen een duidelijke (en statistisch significante) daling van de geschatte ooghoogte boven de grond. De werkelijke ooghoogte is ca 1,62 m. Ook door de experts wordt de diepte-illusie als wat minder storend ervaren. Desondanks blijft deze illusie, evenals het daaraan gekoppelde

¹ Problemen ten aanzien van de instructieconsole en het prestatie meting en feedback (PMF) systeem vallen buiten het bestek van de onderhavige herstelwerkzaamheden. Deze problemen vereisen een aparte benadering, waarbij de aanschaf van compleet nieuwe systemen het meest voor de hand ligt (zie rapporten Korteling, 1990b; Korteling 1991a; Korteling & Padmos, 1992).

- probleem van het schatten van korte afstanden (scherpe bochten en kruisingen, obstakels, bijzondere verrichtingen) een serieus probleem.
- 2.2 Het voertuig wordt als te smal gezien ("doos-effect").
 - 2.3 Soms komt op onvoorspelbare momenten nog incorrecte occulting voor.
 - 2.4 Tussen monitoren zijn kleurverschillen te groot (onderhoud? veroudering?)
 - 2.5 Vooral bij overhaakse bochten en bij de slalom en koersoefenbaan is het zicht naar opzij te beperkt door de te kleine beeldhoek.
 - 2.6 Af en toe wordt, op onvoorspelbare momenten, het beeld gedurende enkele seconden zwart. In het middenkanaal aan de rechterkant zijn onrustige lijnen te zien. Soms oscilleert of verspringt het buitenbeeld.
 - 2.7 De spiegels lijken te klein (gevolg beeldafstand) en de bediening van de lampjes in de spiegels vanaf de instructieconsole (softkeys) is omslachtig. Op korte termijn is dit voorlopig te verbeteren door een blokje hiervoor in het vaste kader van de controlemonitor aan te brengen.
 - 2.8 De afwezigheid van achteruitzicht via spiegels blijft een probleem i.v.m. de nacontrole bij koershouden en bijzondere verrichtingen.
 - 2.9 Alhoewel de afmetingen van objecten in de nieuwe databases kloppen met de werkelijkheid, blijven de vormen abstract en is er weinig detail te zien. Dit probleem geldt vooral in het terrein.
 - 2.10 De gids geeft onjuiste tekens bij het afrijden van de spoorwagon. Op de dieplader ontbreekt de gids. De zaklantaarn van de gids is bij duisternis niet te zien. Als de tracks met de buitenkant over de rand komen is een "lichte crash" nodig (zie 6.3 en 6.4) en als ze er met de binnenkant over komen moet een "zwarte crash" plaatsvinden.
 - 2.11 De claxon is bij oorlogsverlichting ten onrechte bedienbaar.
 - 2.12 Mist bij nacht is te doorschijnend als de koplampen aan zijn.
 - 2.13 De schietbuis ontbreekt in het beeld.
 - 2.14 Kleur/intensiteitsstappen zijn nog te grof.
 - 2.15 Het in- en uitladen van objecten in het beeld gebeurt onnauwkeurig; te vroeg of te laat.

3 *Bewegingsinformatie*

- 3.1 De bestuurder voelt te weinig wegcontact; het wegcontact, zoals dat door het aanbrengen van trillingen is aangebracht is nogal stereotiep (zie 5.3). De amplitude van trillingen op de weg is iets te hoog, zodat het verschil met terrein, naast de weg, niet te voelen is.
- 3.2 Acceleraties en deceleraties worden over het algemeen weinig duidelijk waargenomen. Objectief gemeten versnellingen en vertragingen bleken niet te zwak. Dit betekent waarschijnlijk dat de mechanische cues (moving-base) te zwak zijn.
- 3.3 Bij remmen trekt het voertuig scheef na stilstand. Het is onvoorspelbaar of het optreedt. De richting waarin het gebeurt lijkt te worden bepaald door de richting van gemaakte stuurbewegingen kort voor het tot stilstand komen (tegenovergestelde richting).
- 3.4 Bij de noodstop is de wash-out te veel merkbaar.

- 3.5 Bij bochten in A2, bij constant gas, ontwikkelt de snelheidsvermindering van het voertuig zich te traag.
- 3.6 Bij bochten worden de centrifugaalkracht en gierbewegingen te weinig gevoeld.
- 3.7 Bij (scherpe) bochten is het gevoel van uitbreken van het achterdeel te gering.
- 3.8 Bij slippen wordt men niets gewaar van weerstand en massa (vooral in zacht terrein).
- 3.9 Bij obstakels en bij de dieplader en spoorwagon worden contactschokken te weinig gevoeld. Te hard rijden resulteert in een zware crash waarbij geen duidelijke mechanische feedback (harde stoot) wordt gegeven.
- 3.10 Bij de doorschrijding wordt te snel gecrashed. Bij de greppels mag bij snelheden boven de 55 km/h niet gecrashed worden. Dat gebeurt soms wel.
- 3.11 Bij het niet goed sturen over objecten vindt altijd iets te laat een crash plaats omdat dit gebeurt op basis van de detectiepunten aan de binnenzijde van de tracks.
- 3.12 Bewegingen in het terrein zijn te regelmatig en "steenachtig".
- 3.13 In het terrein is het niet mogelijk de rupsen eraf te rijden.
- 3.14 Bij dwarshellingen in het terrein is de zijwaartse drift te gering.
- 3.15 Het in- en uit sporen rijden (zou moeten zijn verbeterd door aanbrengen van terreindetectoren aan de binnenzijde van de rupsen) is niet adequaat getest omdat correct gemodelleerde sporen ontbreken.

4 *Geluid*

- 4.1 De geluiden van de motor (en van de romp) zijn te dof en hebben te weinig structuur; de ritmes en toonhoogte veranderen niet met de snelheid; het rompgeluid lijkt totaal afwezig.
- 4.2 De luidheid van het motorgeluid varieert te weinig met snelheid.
- 4.3 Het geluid van de rupsbanden verdwijnt bij hogere snelheid en wordt bovendien sterk gedempt door de headset.
- 4.4 Het geluid van starten is niet herkenbaar
- 4.5 De geluidverandering in bochten (knarsen van tandwielen) is te gering (volgens IZF-metingen is dit ook in het echte voertuig gering)

5 *Trillingen*

- 5.1 Motortrillingen bij "neutraal" zijn te stoterig.
- 5.2 De trillingen variëren te weinig met toerental en snelheid.
- 5.3 Trillingen veroorzaakt door de ondergrond zijn te regelmatig. Bij scherper sturen bijvoorbeeld, verandert de amplitude en niet de frequentie.

6 *Overig*

- 6.1 De temperatuur in de cabine is iets te hoog, er hangt een wat muffe oliegeur
- 6.2 Het windeffect gaat na snelle stop te lang door; de luchtstroom is te gericht
- 6.3 Bij zware crashes mag het beeld niet zwart worden. Een zware schok gecombineerd met een realistisch crash-geluid zou beter zijn. Vervolgens

zou de leerling een stukje achteruit moeten rijden om het opnieuw te proberen. Alleen bij obstakels en bij de dieplader en spoorwagon is een reset-procedure nodig. Het systeem moet dan automatisch, en met minder tijdverlies, gereset worden, waarbij het voertuig over 15 meter moet worden teruggezet; indien terugzetten over 15 meter technisch te moeilijk is, dan terugzetten over 30 i.p.v. de huidige 15 seconden. De aparte reset-handeling als zodanig is overbodig en de procedure als geheel kost teveel tijd.

- 6.4 Er ontbreekt een goede extra signalering van "lichte crashes" d.m.v. passende feedback (geluidsignaal, hobbels kan d.m.v. SPRITE worden gemodelleerd, verbale specificatie in beeld). Lichte crashes moeten gegeven worden bij raken van bermpaaltjes, hoekstenen, pilonnen, bakens en stoepranden.
- 6.5 Het inbrengen van verkeer moet eenvoudiger kunnen (default settings van voertuigtype en route, afhankelijk van de plaats van het eigen voertuig). Eigenlijk zouden bij het passeren van bepaalde punten, automatisch voorgeprogrammeerde voertuigen moeten worden geactiveerd.
- 6.6 De simulator vertoont te frequent technische mankementen. Een voldoende operationele inzetbaarheid van het systeem kan hierdoor in het geding komen.
- 6.7 Er treden nog regelmatig verschijnselen van bewegingsziekte op, vooral bij het rijden in bochten.
- 6.8 Spraak via de headsets is vaak slecht verstaanbaar. Voor de instructeurs is een reserve-headset nodig.
- 6.9 De instructeursstoel is versleten.
- 6.10 De bedieningsmiddelen op de instructieconsole werken te soepel.
- 6.11 De muis werkt niet altijd goed, waarschijnlijk ten gevolge van slijtage.

4 CONCLUSIES

Op grond van de huidige lijst met tekortkomingen kan worden geconcludeerd dat de problemen inzake de *bedieningsomgeving* en de krachten die gevoeld worden bij het hanteren van de bedieningsmiddelen zijn opgelost.

Met betrekking tot de *statische (visuele) informatie* bestaat de diepte-illusie, veroorzaakt door het gecollimeerde buitenbeeld, nog steeds, al is deze door de verbeterde databases verminderd. Aanbevolen wordt om de afstand tussen de collimatorspiegels en de beeldschermen te verkleinen.

Het "doos-effect", het beperkte uitzicht naar opzij, en de afwezigheid zicht naar achteren door de spiegels blijven een belemmering vormen voor de oriëntatie van het voertuig ten opzichte van zijn onmiddellijke omgeving. Deze problemen spelen vooral een rol bij koershouden in bochten, overhaakse bochten en bijzondere verrichtingen.

De vormen en afmetingen en de aankleding van de visuele omgeving zijn verbeterd, maar worden op een aantal aspecten toch nog als onvoldoende beschouwd. Dit geldt vooral voor ander verkeer en terreinrijden, waar nog niet

aan gewerkt is omdat de betreffende leerdoelen waarschijnlijk slechts minimaal zullen kunnen worden behaald (Korteling & Padmos, 1990). Ook geldt dit voor de aankleding en detaillering, een probleem dat voortkomt uit de structurele beperkingen van het beeldgeneratiesysteem. Vanwege de beperkte rekencapaciteit van het systeem zal vooral de oefenomgeving voor kruisingen en bijzondere verrichtingen slechts zeer beperkt kunnen worden aangekleed.

De overige statische problemen (occluding, kleurverschillen, grove kleur/helderheidsstappen, beeldstoringen, gids, claxon, mist, schietbuis) zijn, op de gids na, van minder zwaarwegend belang, maar kunnen in principe nog voor een belangrijk deel worden verholpen.

Met betrekking tot de *bewegingsinformatie* (het voertuiggedrag en de bewegingscues) is veel verbeterd, maar toch resteert er nog steeds een fors aantal problemen. Deze problemen hebben vrijwel allemaal te maken met het leren "aanvoelen" van het voertuig. De bestuurder krijgt in het algemeen te weinig mechanische feedback bij versnellen en vertragen, bochten maken (rotaties, weerstand) en in mindere mate ook bij het nemen van hindernissen (contactschokken). Verwacht wordt dat de effecten hiervan met betrekking tot het rijden op de rechte weg, bochten in het wegverloop en bijzondere verrichtingen geringer zullen zijn dan bij scherpe bochten en terreinrijden, waarbij mechanische bewegingsinformatie een meer belangrijke rol speelt.

Met betrekking tot *geluid* is er weinig verbeterd. De geluiden beperken zich tot een nogal stereotiep en dof geluid, dat alleen in sterkte met de rijsnelheid varieert. De belangrijkste problemen betreffen het onvoldoende variëren van toonhoogten, ritmes en sterkte-verhoudingen (geluiden zijn überhaupt slecht onderscheidbaar) bij veranderingen in motortoerental, rijsnelheid en bij veranderingen in motorbelasting. Nadelige consequenties hiervan kunnen vooral verwacht worden bij het leren van gascontrole, met name in scherpe bochten en mogelijk bij het nemen van obstakels.

Ook ten aanzien van de *trillingen* werd weinig verandering bespeurd. Trillingen in de tank ondersteunen de geluidinformatie over motortoerental, rijsnelheid en wegcontact (bochten). De trillingen variëren te weinig met toerental, snelheid en op basis van de wrijving van de rupsbanden over het wegdek. Net als bij het geluid is dit nadelig voor de gascontrole. De belangrijkste verbetering betrof de trillingen die nu bij het sturen worden gegenereerd, hetgeen een zeker gevoel van wegcontact teweeg brengt.

Op de eerste twee punten na zijn alle punten genoemd in Hoofdstuk 3 onder *Overig* belangrijk. Ten aanzien van de crashes wordt nog steeds niet onderkend dat het belang hiervan gelegen is in de *feedback* functie ervan. Als een leerling een fout maakt dan gaat het erom dat hij merkt wat voor fout hij heeft gemaakt (b.v. "pilon links geraakt", "hoeksteen geraakt" "muur geraakt", "berm" enz..5.). Dat kan door grafische informatie in het beeld te presenteren, maar ook door een duidelijk geluidsignaal (b.v. bij bermrijden). Vervolgens moet de leerling

leren hierop adequaat te reageren door te remmen (en eventueel een stukje achteruit te rijden) of door middel van stuurcorrecties. De zware crash met reset is eigenlijk alleen relevant bij fouten die niet meer te corrigeren zijn (afrijden van obstakels).

Het belang van het adequaat kunnen inbrengen van ander verkeer is evident, maar betreft alleen het onderdeel verkeersdeelname. Technische mankementen, bewegingsziekte, de bediening van de muis en spraakverstaanbaarheid, daarentegen, zijn belangrijk voor de effectiviteit van de simulatoropleiding als geheel. Hiervan zijn alleen de spraakverstaanbaarheid en de muis goed aan te pakken. De instructeursstoel kan voorlopig het beste provisorisch worden aangepast totdat er een volledig vernieuwde instructieconsole (inclusief instructeursstoel) wordt aangeschaft.

Consequenties voor de leerdoelen

Het bovenstaande betekent dat van het "rijden op verharde ondergrond" (i.e. alles behalve terreinrijden) de volgende taakonderdelen waarschijnlijk met een hoge leereffectiviteit kunnen worden getraind: alle procedures, rechtuitrijden, halthouden, schakelen en rijden in verschillende versnellingen, linksrijden, noodstop, bochten in het wegverloop, wenden, rijden over obstakels, rijden met een helderheidsversterker, rijden op visuele signalen, rijden met gesloten bestuurdersluik. Het leertraject dient voor deze taakonderdelen zoveel simulatortraining te bevatten dat de leerdoelen bij overgang naar het operationele voertuig volledig of vrijwel volledig zijn behaald.

Ten aanzien van het rijden in scherpe bochten en op kruisingen ("1" en "A2"), bijzondere verrichtingen en bijzondere omstandigheden zullen de leerdoelen minder volledig kunnen worden behaald. Dit wordt veroorzaakt door de beperkingen in de visuele informatie (afstand schatten, uitzicht naar opzij en afwezigheid van spiegels), geluid en trillingen. De trainingsmogelijkheden ten aanzien van het rijden in scherpe bochten en op kruisingen en bijzondere omstandigheden worden bovendien nog beperkt door gebreken in de mechanische bewegingsfeedback. Met het oog op verbetering van de mogelijkheden ten aanzien van bijzondere verrichtingen zal alles gedaan moeten worden om de diepte-illusie te beperken. Het trainen van rijden onder bijzondere omstandigheden zal, afgezien van enkele relevante procedures, weinig extra opleveren boven reeds verworven vaardigheden op dit gebied (alle chauffeurs hebben een rijbewijs). Hieraan dient dus slechts in beperkte mate aandacht te worden besteed.

Ook aan het rijden in verkeerssituaties, waarbij het leren interacteren met andere weggebruikers nauwelijks mogelijk is, dient slechts in beperkte mate aandacht te worden besteed. Dit komt vooral doordat het adequaat inbrengen van ander verkeer voorlopig nog te moeilijk is. Wat dit betreft kan alleen een aantal elementaire manoeuvres (in- en uitvoegen, voorsorteren, uitwijken, inhalen) worden getraind.

Beperkingen in de leeropbrengst gelden in nog sterker mate voor training van taakonderdelen die specifiek zijn voor terreinrijden. De betreffende leerdoelen kunnen slechts tot een zeer beperkt niveau worden behaald (Korteling &

Padmos, 1990), hetgeen betekent dat tijdsbesteding hieraan al snel ineffectief zal zijn. Terreinrijden dient voorlopig niet in het lesprogramma te worden opgenomen.

Aanpak

Wat het belang en de aanpak van de hierboven geïnventariseerde problematiek betreft kan het volgende worden opgemerkt. Een aantal problemen betreft slechts de geloofwaardigheid van het systeem (is in principe dus vrij onbelangrijk voor het kunnen behalen van de leerdoelen), terwijl een aanpak op korte termijn goed mogelijk lijkt. Dit geldt voor de volgende punten: 2.3, 2.6, 2.11, 2.12.

Daarnaast is er een aantal, met het oog op het behalen van de leerdoelen in het voorgestelde leertraject (hoofdstuk 5), vrij belangrijke problemen die nog steeds volledig, of gedeeltelijk, op korte termijn voor verbetering vatbaar zijn: 2.1, 2.10, 3.1, 3.3, 3.5, 3.6, 3.9, 3.10, 4.1, 4.2, 5.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.8, 6.11.

Ook zijn er problemen die, gegeven het voorgestelde leertraject, weinig relevant zijn of relatief grote investeringen in tijd en geld vereisen en daarom geaccepteerd zullen moeten worden, of beter op langere termijn kunnen worden aangepakt: 2.3, 2.4, 2.7, 2.14, 3.2, 3.13, 3.14, 3.15, 4.3, 4.4, 4.5, 5.1, 5.3, 6.2, 6.6, 6.9, 6.10.

Tot slot is een aantal van de bovengenoemde problemen inherent aan het systeem en zal niet, of slechts gedeeltelijk, kunnen worden verholpen (zie ook Korteling & Padmos, 1990). Dit geldt voor: 2.2, 2.5, 2.8, 2.9, 2.13, 2.15, 3.4, 3.7, 3.11, 3.12, 6.1, 6.7.

5 OPLEIDINGSTRAJECT

De huidige beperkingen van de simulator zullen ongetwijfeld leiden tot beperkingen in de leeroverdracht. Anderzijds zijn de databases van de simulator nu zodanig ingedeeld dat de taakonderdelen op een optimale manier kunnen worden getraind. Dit betekent dat taakonderdelen, waar nodig, afzonderlijk kunnen worden geoefend, in een welgekozen volgorde en met een systematisch gevarieerde moeilijkheidsgraad.

Zoals al eerder werd gesteld (Korteling & Padmos, 1990), kunnen met betrekking tot het "rijden op verharde ondergrond" en het "rijden over obstakels" de meeste leerdoelen vermoedelijk tot op een behoorlijk niveau worden behaald. Ten aanzien van scherpe bochten en bijzondere verrichtingen wordt bij het opstellen van een opleidingstraject ervan uitgegaan dat de diepte-illusie nog verder zal worden verholpen. Daarom is ervoor gekozen het hele scala aan procedures en perceptief-motorische taakonderdelen van "rijden op verharde ondergrond" op de simulator te gaan trainen, inclusief een aantal elementaire

"verkeerssituaties, zoals voorsorteren en in- en uitvoegen. Ook kan op een beperkt aantal plaatsen ander verkeer worden ingebracht. Aanbevolen wordt daarom om de procedures aan de instructieconsole terzake aanzienlijk te vereenvoudigen (bijvoorbeeld door defaults voor voertuigtype en route en automatische activering). Tot slot zullen in beperkte mate de bijzondere omstandigheden (mist, gladheid, duisternis) worden getraind. Hierbij zal cognitief onderwijs, gericht op procedures en algemene principes, op de voorgrond moeten staan. Ten aanzien van terreinrijden zou eventueel één kennismakingsles kunnen worden gegeven, waarin het rijden in en uit sporen en over een hobbeltraject wordt geoefend. Verder zouden deze lessen primair moeten bestaan uit kennismaking met de betreffende problematiek en de algemene principes en het correct leren uitvoeren van de relevante procedures. Voorlopig laat de logistiek dit echter niet toe².

Bovenstaande overwegingen hebben geleid tot een voorlopig leertraject voor het simulator gedeelte van de totale opleiding. Dit leertraject is opgenomen als Bijlage 2. Het leertraject heeft de vorm gekregen van een beknopte taakanalyse. Dat betekent dat per deeltaak ook de basisonderdelen hiervan zijn genoemd. Dit is gedaan om het schrijven van een bijbehorende syllabus door het ROC te vergemakkelijken³.

De lessen duren een klokuur waarin één instructeur aan 3 leerlingen lesgeeft. Iedere leerling zit daarbij ca. 20 minuten in de simulator. Les 1 blijft beperkt tot algemene informatie over de simulator, de instructieruimte en geldende veiligheidsprocedures. De lessen 2-12 worden met behulp van de rijnsimulator gegeven. De volgorde waarin de verschillende deeltaken en taakonderdelen aan bod komen is te vinden in Bijlage 2. Het "rijden op verharde ondergrond" is ruwweg in zes clusters op te splitsen: sturen, rechtuit, schakelen, wenden, achteruitrijden en flauwe bochten (les 2-4), scherpe bochten en kruisingen (les 5-7), obstakels (les 8-9), bijzondere verrichtingen (les 10), bijzondere omstandigheden (les 11), elementaire verkeerssituaties (les 12).

Hoe hoger de leeroverdracht binnen een cluster, des te meer simulatortijd er aan vergelijkbare taakonderdelen dient te worden besteed. Sturen, rechtuit rijden en bochten in het wegverloop zal waarschijnlijk de hoogste leeroverdracht opleveren. Hieraan wordt dan ook relatief veel aandacht besteed, de lessen 2, 3 en 4 zijn volledig op deze categorie gericht en vervolgens komen de belangrijkste van deze taakonderdelen in iedere latere les voortdurend, meer impliciet, aan bod. Aan de overige clusters wordt relatief minder tijd besteed dan aan het

² Afgezien van de leerdoelen en de mogelijkheden en beperkingen van de simulator werd het op te stellen leertraject mede bepaald door een aantal logistieke randvoorwaarden, waarop in het onderhavige rapport niet wordt ingegaan.

³ Dit opleidingstraject is opgesteld op basis van de eerder uitgevoerde taakanalyse van Korteling en Padmos (1990) en in nauw overleg met het Bureau Opleidings Ontwikkeling van Staf ROC en de instructeurs van het RIET.

eerste kluster. het onderdeel overhaakse bochten wordt op de simulator alleen op procedure-niveau behandeld. Rijden op tekens zal voorlopig in de praktijk worden getraind. Ook verkeerssituaties kunnen op dit moment nog niet op de simulator worden behandeld omdat de databases hiervoor nog niet gereed zijn. Deze laatste les wordt voorlopig gereserveerd als inhaalles, waarin zwakke punten van leerlingen kunnen worden bijgetraind en waar lesonderdelen, die door technische storingen van de simulator zijn uitgevallen, kunnen worden ingehaald.

Na de simulatorlessen worden eerst alle onderdelen die op de simulator zijn getraind (i.e. rijden verhard, obstakels, bijzondere verrichtingen) nog eens op het verkeersoefenterrein doorgenomen en worden het globale niveau en de tekortkomingen van de leerlingen ingeschat. Na een aantal van deze praktijklessen wordt dit gedeelte, samen met het verder geleerde, zoals rijden op tekens, op basis van een examen afgerond.

Na dit examen gaat de leerling het terrein in waar, na een aantal lessen, ook een examen voor dit specifieke onderdeel plaatsvindt.

6 SLOTOPMERKINGEN

Met betrekking tot de statische (visuele) informatie bestaat de diepte-illusie, veroorzaakt door het gecollimeerde buitenbeeld nog steeds. Door de verbeterde databases is deze echter voor een deel verminderd. Theoretisch zou de diepte-illusie moeten verminderen als de afstand tussen de collimatorlenzen en de beeldschermen wordt verkleind. Het is daarom nuttig het effect van een dergelijke aanpassing nader te onderzoeken en, indien de resultaten gunstig zijn, deze aanpassing te implementeren.

Een aantal relatief eenvoudige zaken dient op korte termijn te worden aangepakt: de werking van de gids, de variatie van geluid en trillingen met snelheid, een aantal tekortkomingen in de mechanische bewegingsinformatie, de signalering van fouten ("lichte crashes" en "zware crashes"), het inbrengen van ander verkeer en de spraakverstaanbaarheid via de headsets. Voorts is de hoge frequentie van technische mankementen een punt van zorg. De uiteindelijke effectiviteit van het systeem voor de rijopleiding kan hierdoor fors worden verminderd. Omdat technische mankementen vooral bij het opstarten optreden, wordt aanbevolen het systeem continu aan te laten staan.

Met de huidige simulator wordt momenteel empirisch onderzocht hoeveel extra praktijktraining na simulatortraining nog nodig is om de leerdoelen te behalen. Om tot een optimaal leertraject te komen wordt deze studie gefaseerd, met tussentijdse bijstellingen van het leertraject, uitgevoerd. Aan de hand van de resultaten zal het huidige, voorlopige, leertraject worden vastgesteld en zal een definitieve syllabus—in overleg met het IZF en de instructeurs van het

RIET—door het Bureau Opleidings Ontwikkeling van Staf ROC, worden opgesteld.

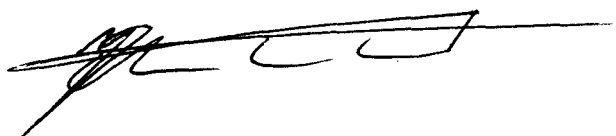
DANKWOORD

De auteurs danken Maj. P.J.H.M. van der Burgt, OWI T.I.M. van de Wetering, Kpl. I L.A. Jansen en Kpl. I W.M. Overmars voor hun medewerking bij de totstandkoming van het onderhavige rapport.

REFERENTIES

- Breda, L. van & Boer, J.P.A. (1988). Validatiestudie rijsimulator Leopard II. Memo IZF 1988-M7, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg
- Korteling, J.E. (1990a). Checklist visuele databases van CGI rijsimulatoren. Memo IZF 1990 M-28.
- Korteling, J.E. (1990b). Proposal for a new performance evaluation and feedback system for the Leopard 2 driving simulator. Rapport IZF 1990 A-40, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Korteling, J.E. (1990c). Subjectieve validatie Leopard 2 rijsimulator. Memo IZF 1990 M 32 Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Korteling, J.E. (1991a). Ergonomic design of the instruction consoles for the Leopard 2 and YPR-765 driving simulators. Rapport IZF 1991 A-42 Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Korteling, J.E. (1991b). Visuele informatie in rijsimulatoren: literatuurstudie en een onderzoeksvoorstel Rapport IZF 1991 B-5. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Korteling, J.E. & Padmos, P. (1990). De Leopard 2 rijsimulator als leerhulpmiddel. Rapport 1990 A-3, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Korteling, J.E. & Padmos, P. (1992). Technical specifications for the PMF systems of the Leopard 2 and YPR-765 driving simulators. Concept rapport, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Padmos, P. (1988). Visuele problemen van de Leopard 2 rijsimulator 1. Overschatting van ooghoogte. Memo IZF 1988-M39, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Padmos, P. (1989). Visual modelling errors in the Leopard II driving simulator. Rapport 1989-6, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Padmos, P., Breda, L. van, Houtgast, T. & Jansen, C.J. (1991). Dynamic performance, control loading, sound, and vibration of the Leopard 2 tank and simulator. Interim rapport, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Padmos, P., Breda, L. van, Houtgast, T. & Jansen, C.J. (1992). Technical validity of the Leopard 2 driving simulator, dynamic behaviour and cueing systems. Concept rapport, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

Soesterberg, 17 augustus 1992



Drs. J.E. Korteling

BIJLAGE 1

CHECKLIST VALIDATIE LEOPARD 2 RIJSIMULATOR

Expert oordelen vóór (1) en na (2) herstelwerkzaamheden door LML. De norm voor de beoordeling is: **acceptabel voorzover relevant voor de training**. Wanneer een aspect volledig onacceptabel is, wordt dit als **slecht (S)** gekwalificeerd. Net niet acceptabel wordt als **matig (M)** en acceptabel wordt als **goed (G)** gekwalificeerd.

1	BEDIENINGSOMGEVING (STATISCH)	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
1.1	Gevoel gaspedaal	M	G	iets te zwaar
1.2	Gevoel rempedaal	S	G	iets te zwaar bij snel instappen
1.3	Gevoel stuur	M	G	iets te soepel
1.4	Gevoel middenpositie stuur	M	G	
1.5	Terugkeer middenpositie stuur	M	G	
1.6	Zichtbaarheid bedieningsmiddelen, metertjes e.d.	G	G	
1.7	Design bedieningsmiddelen, metertjes e.d.	G	G	

2	STATISCHE (VISUELE) INFORMATIE			
2.1	<u>Algemeen</u>			
2.1.1	Ooghoogte boven grond ⁽¹⁾	S	S/M	te hoog, was ca. 3,3 m, is ca. 2,5 m
2.1.2	Afstand schatten dichtbij, < 10 m ⁽¹⁾	S	S	ooghoogte-illusie
2.1.3	Afstand schatten veraf, > 10 m ⁽¹⁾	M	M	overschatting bij zijwegen
2.1.4	Betrouwbaarheid richtpunten	S	G	
2.1.5	Breedte voertuig ("doos-effect")	S	S	zijkant komt naar je toe
2.1.6	Uitzicht door episcopen	G	G	
2.1.7	Spiegels	M	M	lijken te klein: M, bediening: S
2.1.8	Plotseling opduiken van objecten ⁽¹⁾	S	G	
2.1.9	Occulting ⁽¹⁾	S	M	teveel bij harder rijden
2.1.10	Kleurverschil monitoren	M	S	slijtage
2.1.11	Uitzicht naar opzij (i.v.m. beoordeling moment insturen, b.v. oprijden kruisingsvlak)	M	M	vooral bij overhaaks
2.1.12	Kwaliteit van het beeld	S	M	onrustige lijnen middenkanaal, soms zwart of "oscillerend"
2.1.13	Kleuren en contrasten		M	stappen nog te grof

⁽¹⁾ Oordeel 1 in oude database, oordeel 2 in nieuwe database.

	STATISCHE (VISUELE) INFORMATIE (vervolg)	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
2.2	<u>Verhard</u> ⁽²⁾			
2.2.1	Vormen en afmetingen wegen	S	G	
2.2.2	Vormen en afmetingen bochten	S	G	
2.2.3	Vormen en afmetingen ander verkeer ⁽³⁾	S	S	verhoudingen onjuist
2.2.4	Vormen en afmetingen kunstmatige objecten	S	M/G	
2.2.5	Vormen en afmetingen natuurlijke objecten	S	M	sommige bomen G
2.2.6	Bochten goed op afstand in te schatten	S	M/G	soms moeilijk
2.2.7	Bebakening en markering langs wegen	S	G	
2.2.8	Voldoende details te zien (steentjes, gras, textuur, takjes, bladeren)	S	S	erg weinig detail
2.2.9	Voldoende objecten in het landschap	S	M/G	omgeving soms te kaal
2.2.10	Algemene oriëntatie (overzicht, ruimtebeeld)	S	M	teveel leegte, soms te abstract
2.3	<u>Terrein (zacht)</u> ⁽³⁾			
2.3.1	Vormen en afmetingen sporen	S	S	hoekig, te breed
2.3.2	Vormen en afmetingen struiken, bomen	S	S	niet natuurlijk
2.3.3	Vormen en afmetingen hobbels, heuvels	S	S	moeilijk in te schatten
2.3.4	Voldoende details te zien (steentjes, gras, textuur, takjes, bladeren)	S	S	erg weinig detail
2.3.5	Voldoende objecten in het landschap	S	S	kale omgeving
2.3.6	Algemene oriëntatie (overzicht, ruimtebeeld, kunnen anticiperen)	S	S	teveel leegte
2.3.7	Terreineigenschappen			
2.3.7.1	Zwaarte (rolweerstand, zachtheid)	S	S	niet te zien
2.3.7.2	Steilheid van hellingen	S	S	niet te zien
2.3.7.3	Hobbeligheid	S	S	niet te zien
2.3.7.4	Diepte van sporen	S	S	niet te zien
2.4	<u>Hindernissen</u>			
2.4.1	Opstap/Helling 60%			
2.4.1.1	Schatten afstand tot opstap/helling	S	M	te late reactie vtg bij raken, lijkt alsof je in het object rijdt
2.4.1.2	Schatten dwarspositie	G	G	blok erg breed, niet kritisch
2.4.1.3	Schatten hoogte en neerkomen op de grond	S	S/M	diepte-illusie, verminderd door 1-1 streep patroon en boom naast/-achter object
2.4.2	Greppels			
2.4.2.1	Schatten dwarspositie	G	G	erg breed, niet kritisch
2.4.2.2	Schatten breedte greppels	S	S	diepte moeilijk in te schatten
2.4.2.3	Op tijd zichtbaar bij snel rijden	S	M/G	door betere database

⁽²⁾ Oordeel 1 in oude database, oordeel 2 in nieuwe database.

⁽³⁾ Oordeel 1 + 2 oude database.

	STATISCHE (VISUELE) INFORMATIE (vervolg)	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
2.5	Bijzondere verrichtingen ⁽⁴⁾			
2.5.1	Dieplader/Spoorwagon			
2.5.1.1	Schatten afstand tot object	M	M	redelijk goed zicht
2.5.1.2	Schatten dwarspositie	S	S	moeilijk, erg kritisch, vertekening dieplader
2.5.1.3	Aanwijzingen gids	S	S(?)	tekens op zich G; veraf te laat; op dieplader nog tekens (??)
2.5.1.4	Grootte van de gids	M	M	symptoom diepte-illusie
2.5.2	Slalom			
2.5.2.1	Schatten voorwaartse positie t.o.v. bakens	S	S	onvoldoende zicht (spiegels)
2.5.2.2	Schatten dwarspositie t.o.v. bakens	S	S	onvoldoende zicht (spiegels)
2.5.2.3	Kiezen van moment insturen	S	S	moeilijk ivm beperkt zijzicht
2.5.3	Koersoefenbaan			
2.5.3.1	Schatten voorwaartse positie	M	M/G	onvoldoende zicht (spiegels)
2.5.3.2	Schatten dwarspositie	S	M	onvoldoende zicht (spiegels)
2.5.3.3	Kiezen van moment insturen	S	M	beperkt uitzicht opzij
2.5.3.4	Kiezen van rijrichting	M	M	zie 2.5.3.3, verbeteren door grotere langsafstanden tussen segmenten
2.5.4	Opstelling (garage)			
2.5.4.1	Schatten voorwaartse positie	S	S	moeilijk diepte in te schatten
2.5.4.2	Schatten dwarspositie	S	G	
2.5.5	Fuik			
2.5.5.1	Schatten dwarspositie	S	G	
2.5.6	Overig			
2.5.6.1	Lichtbundels oorlogsverlichting	S	M/G	claxon niet buiten werking
2.5.6.2	Lichtbundels	S	M/G	horizon verlicht, niet helemaal realistisch
2.5.6.3	Mist	S	M	redelijk bij gevuld beeld, 's nachts te doorschijnend bij koplampen aan afwezig
2.5.6.4	Schietbuis	S	S	
2.5.6.5	Helderheidsversterker (beeld op schemer)	G(?)	G(?)	

⁽⁴⁾ Oordeel 1 en 2 in oude databases.

3	MECHANISCHE EN VISUELE BEWEGINGSINFORMATIE	OORDEEL		
		1	2	
3.1	Algemeen			
3.1.1	Tijdverschil van bewegingsgevoel tov beeldinformatie bij inzet manoeuvre	?	?	niet duidelijk, vaag merkbaar
3.1.2	Bewegingsgevoel klopt met visuele bewegingsinfo	S	M	mechanisch bewegingsgevoel is vaak te zwak
3.1.3	Realistische nabootsing lichte crash (vis/aud/gev)	S	M	geen extra geluidcues, geen verbale feedback
3.1.4	Realistische nabootsing zware crash(vis/aud/gev)	S	S/M	beeld zwart niet reëel, moet 15 m terug, kost tijd, mech. feedback ontbreekt
3.2	Verhard			
3.2.1	Rechtuit			
3.2.1.1	Gevoel van contact met de weg	S	M	te weinig contactgevoel; combinatie van trillingen, geluid en weerstand
3.2.1.2	Versnelling bij vol gasgeven: visueel ⁽⁵⁾	S	M/G	iets te weinig waarneming acceler.
3.2.1.3	Versnelling bij vol gasgeven: mechanisch	G	M	teveel achterover
3.2.1.4	Geleidelijk gasgeven	S	G	
3.2.1.5	Vertraging bij gas los: visueel ⁽⁵⁾	S	M	weinig waarneming deceleratie
3.2.1.6	Vertraging bij gas los: mechanisch	G	M	geen gevoel vertraging
3.2.1.7	Vertraging bij krachtig remmen: visueel ⁽⁵⁾	M	M/G	te weinig waarneembaar, duiken: G
3.2.1.8	Vertraging bij krachtig remmen: mechanisch	S	M	deceleratatie te weinig waarneembaar
3.2.1.9	Geleidelijk remmen	M	G	
3.2.1.10	Schakelschokken: visueel ⁽⁵⁾	G	G	
3.2.1.11	Schakelschokken: mechanisch	G	G	
3.2.1.12	Schakelmomenten	G	G	
3.2.1.13	Snelheidsschatting visueel ⁽⁵⁾	S	M	snelheid lijkt te hoog
3.2.1.14	Noodstop: duikbeweging tijdens remmen	S/M	M	duikbeweging verbeterd
3.2.1.15	Noodstop: na-beweging (eindstop en wash-out)	S/M	M	eindschok te zwak, wash-out M/G
3.2.1.16	Overgang remhydrauliek vloeistof-mechanisch	G	G	
3.2.1.17	Lichte crash bij snel rijden over hoeksteen	S	M/G	bij snel, te weinig reactie (??)
3.2.1.18	Voertuigreactie bij langzaam rijden over hoeksteen	M	M/G	hobbel te groot
3.2.2	Bochten			
3.2.2.1	Toenemende weerstand (extra gas nodig)	S	S/M	te weinig extra gas nodig
3.2.2.2	Rolbeweging (roeiboot-effect)	S	M	te weinig sway, roeiboot-effect verdwenen
3.2.2.3	Gierbeweging (richtingverandering)	S	M	fout draaift., te weinig sway, na-eff.
3.2.2.4	Uitbreken	S	M	te weinig
3.2.2.5	Terugschakelen naar "1" bij scherp draaien	G	G	
3.2.2.6	Scherper draaien bij lagere versnelling	S/M	G	
3.2.2.7	Goede draaireactie op sturen afhankelijk van versnelling	S/M	G	

⁽⁵⁾ Oordeel 1 in oude database, oordeel 2 in nieuwe database.

	MECHANISCHE EN VISUELE BEWEGINGSINFORMATIE (vervolg)	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
3.2.3	Helling (verhard)			
3.2.3.1	Dwarshelling 20-30% (tegenstuur nodig?)	?	G	
3.2.3.2	"In" de helling bij oprijden	S	M	visueel nog problematisch
3.2.3.3	"Vliegend" bij snel afdalen	S	G	in nieuwe databases niet meer relevant
3.2.3.4	Veranderende weerstand bij hellingen 30-60%	?	G	
3.2.4	Slippen ⁽⁶⁾			
3.2.4.1	Bij sturen glad	S	M	weinig contactgevoel wegdek
3.2.4.2	Bij sturen nat	S	M	weinig contactgevoel wegdek
3.2.4.3	Bij sturen droog	S	M	weinig contactgevoel wegdek
3.2.4.4	Bij bermrijden glad	?	?	
3.2.4.5	Bij bermrijden nat	?	?	
3.2.4.6	Bij bermrijden droog	M	G	trekt goed de berm in
3.2.4.7	Bij remmen glad	S	M	slipbaan te recht
3.2.4.8	Bij remmen nat	S	M	slipbaan te recht
3.2.4.9	Bij remmen droog	S	M	slipbaan te recht
3.3	Terrein (zacht) ⁽⁷⁾			
3.3.1	Algemeen			
3.3.1.1	Variatie terreingesteldheden (zwaar, hobbelig)			
	a. voldoende aanwezig	S	S	onvoldoende variatie
	b. te voelen	S	S	te weinig
3.3.1.2	Terreingevoel realistisch	S	S	te weinig voelbaar, steenachtig
3.3.1.3	Snelheidschatting	S	S	moeilijk
3.3.2	Rechtuit			
3.3.2.1	Gevoel voor contact met de ondergrond	S	S	te glad
3.3.2.2	Versnelling bij vol gasgeven	S	S/M	accelereert te snel, weinig weerst.
3.3.2.3	Vertraging bij gas los	M/G	M	deceleratie onvold. waarneembaar
3.3.2.4	Vertraging bij krachtig remmen	M	M	deceleratie onvold. waarneembaar
3.3.2.5	Voertuiggedrag bij in en uit sporen rijden	?	?	geen goede sporen, niet te testen
3.3.3	Bochten			
3.3.3.1	Toenemende weerstand (extra gas nodig)	M	S/M	te weinig extra gas nodig
3.3.3.2	Rolbeweging (roeiboot-effect)	S	M	te weinig sway, roeiboot-eff. verdw.
3.3.3.3	Gierbeweging (richtingverandering)	S	M	fout draaipt., te weinig sway, na-eff.
3.3.3.4	Uitbreken	S	M	te weinig
3.3.3.5	Terugschakelen naar "1" bij scherp draaien	M	M/G	vertragingsgevoel ontbreekt
3.3.3.6	Scherper draaien bij extra gas ("1","2")	M	M	dit fenomeen lijkt een illusie
3.3.3.7	Scherper draaien bij lagere versnelling	S/M	G	
3.3.3.8	Goede draaireactie op sturen afhankelijk van versnelling	S	M/G	
3.3.3.9	Crash, afrijden rupsen	S	S	niet merkbaar

⁽⁶⁾ Nog niet goed getest. In het algemeen ontbreekt een gevoel van wegcontact (trillingen).

⁽⁷⁾ Oordeel 1 en 2 in oude database.

	MECHANISCHE EN VISUELE BEWEGINGSINFORMATIE (vervolg)	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
3.3.4	Helling (terrein)			
3.3.4.1	Dwarshellingen (tegenstuur nodig?)	S	M	zijwaartse drift te gering
3.3.4.2	Verandering langshellingen (te weinig heave "schommelstoel-effect")	S	G	
3.3.4.3	Bemerken toenemende weerstand bij oprijden van langshellingen	M	M	voertuig schudt, weerstand neemt toe, vreemde trillingen
3.3.4.4	Correcte bewegingen bij snel inrijden	S	S	voertuig rijdt helling in
3.3.4.5	Correcte bewegingen bij bulten	S	S	te hoekig, rijdt niet de grond in
3.3.4.6	Correcte bewegingen bij kuilen	S	S	voertuig rijdt niet de grond in, weinig deceleratie
3.3.5	Slippen (terrein)			
3.3.5.1	Bij bochten	S	S	geen ondergrond contact
3.3.5.2	Bij remmen	S	S	geen ondergrond contact
3.4	<u>Hindernissen</u>			
3.4.1	Opstap/Hellingen 60%			
3.4.1.1	Correcte bewegingen bij stapvoets oprijden	M	M/G	te weinig contactschokken
3.4.1.2	Correcte bewegingen bij stapvoets afrijden	S	M	te weinig contactschokken
3.4.1.3	Correcte bewegingen bij sneller oprijden	S	S	zware crash
3.4.1.4	Correcte bewegingen bij sneller afrijden	S	S	zware crash
3.4.1.5	Crash-condities (snelheid) realistisch bij oprijden	S	G	zie 3.1.4
3.4.1.6	Crash-condities (snelheid) realistisch bij afrijden	S	G	zie 3.1.4
3.4.2	Greppels (langzaam)			
3.4.2.1	Correcte bewegingen bij inrijden	G	G	
3.4.2.2	Correcte bewegingen bij uitrijden (wegzakken achterkant)	G/M	G	
3.4.2.3	Crash-condities (snelheid) realistisch bij inrijden	S	G	zie 3.1.4
3.4.2.4	Crash-condities (snelheid) realistisch bij uitrijden	S	G	zie 3.1.4
3.4.3	Greppels (snel)			
3.4.3.1	Correcte bewegingen bij voldoende snelheid	S	M/G	te weinig contactschokken
3.4.3.2	Correcte bewegingen bij onvoldoende snelheid	S	M/G	te weinig contactschokken
3.4.3.3	Crash-condities (snelheid) realistisch	S	G	zie 3.1.4
3.4.4	Diepwaadbak ⁽⁸⁾			
3.4.4.1	Voldoende grip bij inrijden	S	G	
3.4.4.2	Voldoende grip bij uitrijden	S	G	
3.5	<u>Bijzondere verrichtingen</u>			
3.5.1	Dieplader/Spoorwagon			
3.5.1.1	Correcte bewegingen bij oprijden	M	M/G	weinig contactgevoel, beweging G
3.5.1.2	Correcte bewegingen bij afrijden	M	M/G	weinig contactgevoel, beweging G

⁽⁸⁾ Oordeel 1 in oude database, oordeel 2 in nieuwe database.

4	GELUID EN TRILLINGEN	OORDEEL		OPMERKINGEN
		1	2	
4.1	Geluid			
4.1.1	Rechtuit en stationair			
4.1.1.1	Klankkleur motor	M	M	dof
4.1.1.2	Klankkleur rups	M	G	
4.1.1.3	Klankkleur romp	S	M	niet herkenbaar
4.1.1.4	Geluidsterkteverhoudingen afhankelijk van snelheid ⁽⁹⁾			
4.1.1.4.1	Idem motor	M	M	varieert te weinig
4.1.1.4.2	Idem rups	S	M	goed bij langzaam, verdwijnt bij hoge snelheid, headset dempt rups-geluid
4.1.1.4.3	Idem romp	S	S	niet herkenbaar
4.1.1.5	Motor toonhoogte afhankelijk van toerental	S	S	relatie ontbreekt volledig, ventilatorgeluid ontbreekt
4.1.1.6	Rupsritme afhankelijk van snelheid	G	G	
4.1.1.7	Romp en motorgeluid overheersend op h-h en zacht	M	M	één soort geluid
4.1.1.8	Ritme van motor/romp verandert met snelheid	S	S	verandert niet
4.1.1.9	Start geluid	S	S	niet herkenbaar
4.1.2	Bochten 10-39 km/h			
4.1.2.1	Verandering rupsgeluid aanwezig	S	S	geen knarsend geluid
4.1.3	Rechtuit > 20 km/h			
4.1.3.1	Geluidsterkteverhouding (alleen rompgeluid)	S	S	niet als rompgeluid herkenbaar
4.1.4	Algemeen			
4.1.4.1	Geluid bij verklikkerlicht cabine	S	G	
4.1.4.2	Crash-geluid bij kleine obstakels	S	S	niet aanwezig
4.1.4.3	Crash-geluid bij grote obstakels	S	G	
4.1.4.4	Verandering motorgeluid bij toenemende belasting	M	S	te weinig
4.2	Trillingen			
4.2.1	Passend bij toerental en snelheid			
4.2.1.1	Stilstand "neutraal"	S	S	te stoterig
4.2.1.2	Rijgend verhard	S	M	varieert te weinig
4.2.1.3	Rijgend half-harde ondergrond	S	M	varieert te weinig
4.2.1.4	Rijgend zachte ondergrond	S	M	varieert te weinig
4.2.2	Passend bij ondergrond			
4.2.2.1	Verhard	S	S	te regelmatig
4.2.2.2	Half-hard	S	S	te regelmatig
4.2.2.3	Zacht	S	S	te regelmatig

5	OVERIG			
5.1	Temperatuur in de cabine	M/S	M	iets te hoog
5.2	Geur in de cabine	S	M	hydro-olie
5.3	Duizeligheid/misselijkheid	S	M	vooral bij bochten, mechanische bewegingen lijken verbeterd
5.4	Wind	S	M	begint bij 30 km/h, niet toenemend, gaat te lang door, te gericht

⁽⁹⁾ Er is maar één soort geluid.

6 ALGEMENE OPMERKINGEN

- Bij bochten treden verschijnselen van bewegingsziekte het eerst op.
- Onderluiks bestaan minder ooghoogte-problemen, mogelijk is hier ook minder sprake van bewegingsziekte.
- Inbrengen van ander verkeer is te moeilijk. Defaults zijn nodig voor voertuigtype en route.
- Door de slechte inbreng van trillingen is er weinig contact met de weg.
- Bij zware crashes mag het beeld niet zwart worden. Bij lichte crashes ontbreekt extra feedback (Korteling, 1990b).
- De simulator vertoont veel technische mankementen waardoor hij nogal frequent niet operationeel is.
- Doordat crash-detectiepunten aan de binnenzijde van de tracks zitten, wordt bij fout sturen over obstakels iets te laat gecrashed.
- Voor de instructeurs zijn reserve-headsets nodig.
- De instructeursstoel is versleten.
- De muis werkt niet goed meer, waarschijnlijk door slijtage.
- Het in- en uitladen van objecten in het beeld gebeurt onnauwkeurig ("boundaries").

BIJLAGE 2

OPLEIDINGSTRAJECT LEOPARD 2 RIJSIMULATOR**LES 1 Kennismaking simulator, simulatorhal en veiligheidsprocedures****LES 2 Wegrijden, sturen en halthouden, voertuigdimensies, rijden in A, wenden, achteruitrijden***Startpunt 1, "Plein"*

Starten en afzetten van de motor

Gereed voor voorwaarts in "1"

procedures

bedrijfsrem intrappen met rechter voet

Voorwaarts in "1"

spiegelen

gas los

rempedaal ontlasten

als het voertuig rolt het gaspedaal intrappen

Rechts-links sturen op commando in "1" en "A"

de tank vloeiend in opgedragen richting sturen

voertuig scherp naar links en naar rechts sturen

waarnemen toenemende weerstand

toerental regelen zodat voertuig op snelheid blijft, d.w.z. in "A" het voertuig minimaal op 20 km/h houden

Gereed voor halthouden

spiegelen

bijremmen met de bedrijfsrem

in "1" rijden met het toerental dat nodig is om de tank rijdende te houden

Halthouden

spiegelen

stuur in middenstand

afremmen met de bedrijfsrem tot stilstand

indien geen andere commando's:

keuzeschakelaar op "n" en parkeerrem hefboom op "fest"

bedrijfsrem ontlasten

Startpunt 2⁴

Eerste kennismaking met de ruimtelijke voertuigdimensies

waarnemen van een tekening op de weg die de buitenkant en het ondervlak van de tank representeert

zien overschrijding van middenmarkering

de gemarkeerde verhoging oprijden die het ondervlak van de tank representeert

waarnemen wanneer het voertuig de overgang met de voorste spanwielen raakt (dode hoek op de weg voor het voertuig)

richtpunt langs de rechter zijlijn houden

doorrijden tot richtpunt bij markering op de weg is; nu staat de tank precies op het aangegeven vlak

het vlak afrijden

waarnemen wanneer de tank met de achterste spanwielen het vlak afrijdt

⁴ Niet-cursieve startpunten mógen, wanneer de omstandigheden hiertoe aanleiding geven, worden gebruikt. Noodzakelijk is dit echter allerm minst.

Rijden in "A"

- op commando versnellen en voertuig automatisch op laten schakelen
- op commando vertragen en voertuig automatisch terug laten schakelen
- waarnemen in welke versnelling wordt gereden
- bijremmen tot commando "voldoende"

Startpunt "Plein"**Op commando "gereed voor wenden"**

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

Op commando "bestuurder rechts/links wenden" (idem)

- procedures
- stuurwiel in neutraalstand

Op commando "bestuurder gereed voor achterwaarts"

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

Op commando bestuurder achterwaarts

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

LES 3 Rechttuit rijden in verschillende versnellingen en in A, terugschakelen van A naar 1, linksrijden, noodstop**Startpunt "Plein"****Controle aanvangsniveau****Startpunt 2****Opschakelen van "1" naar "2", van "2" naar "3" en van "3" naar "A", en weer terug**

- commando's opvolgen
- wegrijden in "1"
- met behulp van richtpunten (koplamp) de juiste positie op de rechter weghelft kiezen
- op commando versnellen door gaspedaal volledig in te trappen
- bij juiste toerental opschakelen
- vertragen door remmen of gas los
- 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
- bij juiste toerental opschakelen naar "A"
- gewenste snelheid aanhouden
- gas los of bijremmen tot onder de 10 km/h (stapvoets)
- gaspedaal volledig intrappen
- terug naar "1"

Voertuigdimensies rechts

- voertuig rustig tegen de rechter stoeprand op laten rijden
- waarnemen wanneer de stoeprand wordt geraakt en hoe het voertuig hierop reageert

Linksrijden

- voertuig rustig in opgedragen richting sturen
- met behulp van richtpunten (trackblok) de juiste positie op de linker weghelft innemen

Voertuigdimensies links

- voertuig rustig tegen de linker stoeprand op laten rijden
- voelen wanneer de stoeprand wordt geraakt en hoe het voertuig hierop reageert

"Noodstop"

- op commando het rempedaal volledig intrappen
- waarnemen hoe het voertuig hierop reageert

LES 4 Bochten in het wegverloop, langshelling*Startpunt 3***Controle aanvangsniveau****Bochten in het wegverloop**

- versnellingshefboom in "A"
- snelheid aanpassen aan bocht
- bij insturen gelijktijdig toeren handhaven
- bij bochten naar links, referentiepunt rechts van de kantstreep; bij bochten naar rechts, referentiepunt links van de kantstreep
- hoe scherper de bocht naar links, des te verder referentiepunt in de berm, hoe scherper de bocht naar rechts, des te verder het referentiepunt op de weg.
- doorsturen totdat het referentiepunt weer op de juiste plaats is

Obstakel/wegbelemmering passeren

- spiegelen
- rustig snelheid verminderen
- richting aangeven
- op commando vlot langs het obstakel rijden

Langshellingen (brug over water en tunnel)

- helling inschatten
- gascontrole
- over een brug en in een tunnel rijden

LES 5 Kruisingen en splitsingen in "1"*Startpunt 1***Controle aanvangsniveau****Startpunt 2, "Circuit 1"****Rechts/links afslaan in "1"**

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

LES 6 Kruisingen en splitsingen in "A2"*Startpunt 3, "Circuit A2"***Rechts/links afslaan in "A2"**

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

LES 7 Kruisingen, splitsingen gecombineerd in "1" en "A2" en overhaaks*Startpunt 4, "Gecombineerd circuit"***Rechts/links afslaan in "A2"**

- tijdig snelheid aanpassen
- richting aangeven
- bij rechtsafslaan insturen als de berm van het referentiepunt naar rechts wegloopt
- bij linksafslaan insturen wanneer het kruisingsvlak wordt opgereden
- bij insturen gelijktijdig toeren handhaven; extra gas afhankelijk van bochtscherpte netjes door de bocht sturen
- recht op de ingeslagen weg uitkomen en deze vervolgen
- onderkennen dat bij hogere snelheid ook de draaicirkel wordt vergroot
- letten op het uitzwenken van de achterzijde van het voertuig bij bochten

Startpunt 5**Overhaakse bocht naar rechts of naar links**

- terugschakelen naar "1"
- bij rechtsaf, 5 tellen na passeren van het snijpunt op het kruisingsvlak insturen
- bij linksaf, op het kruisingsvlak insturen
- bij linksaf, doorrijden tot de bestuurder zich ter hoogte van de rand van de ingeslagen weg bevindt
- doorsturen tot het voertuig loodrecht op de weg staat
- stuur recht
- procedures
- wenden naar rechts/links (ongeveer 1500 toeren)
- bij linksaf: referentiepunt weer bij de rechter zijlijn brengen
- letten op de schietbuis (11,40 m) bij doorrijden en wenden in overhaakse bochten
- spiegelen voor uitvoeren van manoeuvres
- tijdig in- en uitschakelen van de richtingaanwijzer
- bij onvoldoende zicht vragen of de weg vrij is
- bij scherpe bochten rechtshouden

LES 8 Obstakels 1*Startpunt 1***Controle aanvangsniveau**

Startpunt 2

Rijden tegen een helling van 30%, 45% en 60% (max)

helling beoordelen en snelheid aanpassen

haaks naderen totdat de tank de helling raakt; wanneer nog niet in "1" gereden wordt terugschakelen naar "1"

voelen weerstand van de helling

met verhoogd toerental voertuig omhoog laten klimmen totdat deze kantelt

op kantelmoment gas terugnemen en gelijktijdig remmen, tank uit laten schommelen

voertuig rustig laten kantelen

in "1" of "A" naar beneden, snelheid afhankelijk van wegverloop

eventueel bijremmen

tijdens deze handelingen niet sturen

Stoppen en wegrijden tegen een helling van max. 60%

commando's opvolgen

gas los en met beide voeten het rempedaal intrappen

met de rechter voet toeren verhogen (1200-1500)

met de linker voet het rempedaal langzaam ontlasten en terugplaatsen op voetsteun

wegrijden

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

Opstappen, 90, 110 cm

langzaam recht naderen in "1" totdat de tank de opstap raakt

met verhoogd toerental voertuig omhoog laten klimmen totdat dit kantelt

op kantelmoment gas terugnemen en gelijktijdig remmen tank laten uitschommelen

m.b.v. de rem het voertuig heel rustig laten zakken zodanig dat de voorkant niet met een klap de grond raakt

bij wegrijden vermijden dat de achterkant op de grond klapt

tijdens deze handelingen niet sturen

Doorschrijding 180 cm diep

snelheid aanpassen

gascontrole

Greppels van 1, 2, 3 meter breed, langzaam

stapvoets in "1" recht naar de gracht rijden

bij 2 en 3 meter rustig zakken m.b.v. rem

voor het raken van de overkant zonodig rem gebruiken

als overzijde geraakt wordt rem loslaten en rustig toeren verhogen

letten op wegzakken achterkant

Greppels van 1, 2, 3 meter breed, op volle snelheid

beoordelen of het optrektraject voldoende is

bij 3 meter breed optrekken tot min 60 km/h

recht over de greppels rijden

Les 9 Obstakels 2*Startpunt 3*

Berijden van wegen die beurtelings naar links en rechts aflopen

het aflopen van de wegen onderkennen en hierop anticiperen

tegensturen

Startpunt 4

Kombocht

bocht beoordelen en snelheid aanpassen

stuur en gascontrole

Afhangende bocht

bocht beoordelen en snelheid aanpassen
 stuur en gascontrole

Startpunt 5**Diepwaden**

voorbereidende handelingen en veiligheidsprocedures
 naderen in "1"
 langzaam voertuig laten kantelen
 rustig afrijden totdat het voertuig de bodem raakt
 stapvoets recht doorschrijden totdat de overkant geraakt wordt
 rustig gas bijgeven
 langzaam, zonder schokkende bewegingen overzijde oprijden
 erop letten dat de luiken geborgd zijn

LES 10 Bijzondere verrichtingen**Startpunt 6****Controle aanvangsniveau**

langshelling 45%
 opstap 110 cm

Slalom

bij insturen motor op toeren houden (1500-2000)
 niet te ruim en niet te krap rond de paaltjes rijden

Startpunt 7**Fuik**

recht op de fuik aanrijden
 de muren niet raken

Koersoefenbaan

het midden tussen de pilonen houden
 bij insturen motor op toeren houden

Opstelling

recht op de opstelling aanrijden
 niet te ver van de achterkant halthouden

Startpunt 8**Het kunnen opvolgen van signalen met arm en hand of met zaklantaarn door een gids**

motor af- en aanzetten
 links-rechts sturen
 lichten aan/uit
 achteruitrijden
 overige signalen
 wenden

Oprijden van een spoorwagon

opvolgen van de aanwijzingen van een gids
 in "1" recht benaderen tot de rupsbanden het oprijblok raken
 oprijden met verhoogd toerental tot de tank kantelt
 bij oprijden tijdens kantelmoment toerental terugnemen en bijremmen
 aanwijzingen van de gids verder opvolgen totdat de tank recht op het transportvoertuig staat
 tijdens het rijden op het transportvoertuig niet sturen

Afrijden van een spoorwagon

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

Op- en afrijden van een dieplader (zie spoorwagon)

LES 11 Bijzondere omstandigheden*Startpunt 1***Glad/nat wegdek**

- rijdsnelheid kiezen op basis van de wegcondities
- goede voertuigbeheersing met gas, stuur en rem
- gewoon remmen
- fors remmen, let op slippen
- fors sturen, let op glijden

Mist

- rijdsnelheid kiezen op basis van de kwaliteit van het zicht

Rijden met verlichting

- rijden bij stand 1
- rijden bij stand 2 dimlicht
- rijden bij stand 2 grootlicht

Rijden met verduisterde verlichting

- rijden bij stand "S1"
- rijden bij stand "S2"
- rijden bij stand "S3"

Rijden met helderheidsversterker (het buitenbeeld op schemer)

- standaardprocedures en veiligheidsmaatregelen
- middelste episcoop verwijderen en HV plaatsen
- blindelings vinden van schakelhefboom, parkeerrem, gaspedaal en rempedaal
- rekening houden met smalle lichtbundels

Rijden met gesloten bestuurdersluik

- zithoogte en houding aanpassen
- bepalen van andere richtpunten
- letten op kijktechniek en veranderde ruimtelijke oriëntatie

LES 12 Verkeerssituaties*Startpunt 1***Controle aanvangsniveau**

- bochten, kruisingen en splitsingen gecombineerd op verschillende wegtypen
- overhaakse bocht

Obstakel/wegbelemmering passeren

- spiegelen
- rustig snelheid verminderen
- richting aangeven
- op commando vlot langs het obstakel rijden

Inhalen

- spiegelen
- vragen of de weg vrij is
- richting aangeven
- op commando vlot inhalen

Startpunt 2**Invoegen op de snelweg**

- snelheid verhogen
- spiegelen
- vragen of veilig kan worden ingevoegd
- richting aangeven
- op commando vlot en beheerst invoegen
- veilige wegpositie kiezen, d.w.z. ca. 1 trackbreedte over de rechter streep rijden

Uitvoegen van de snelweg

- spiegelen
- vragen of veilig kan worden uitgevoegd
- richting aangeven
- op commando vlot en beheerst uitvoegen
- snelheid aanpassen

Startpunt 3**Verkeersplein**

- procedures
- kunnen voorsorteren naar links en naar rechts
- aanpassen aan overig verkeer en anticiperen
- extra letten op uitzwaaien bij bochten naar rechts
- spiegelen i.v.m. inhalend verkeer

Kruising met verkeerslicht

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD 92-2284	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER IZF 1992 A-23
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A89/KL/325	6. REPORT DATE August 17, 1992
7. NUMBER OF PAGES 36	8. NUMBER OF REFERENCES 12	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Evaluation of the Leopard 2 driving simulator and proposal for an adapted training program		
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) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) The new full-scale training simulator for Leopard 2 drivers, installed at the Driving Instruction Squadron Tanks (RIET) of the Royal Dutch Army, showed for many subtasks differences with the operational vehicle. Because it was expected that this would limit the training potentialities more than formerly was aimed at, this simulator was subjected to an update program. This program primarily involved improvement of the control environment, the visual and mechanical movement information, sound, and vibrations. In addition, a new visual and mechanical database was modelled by the Royal Dutch Army in cooperation with the IZF-TNO. The present report evaluates the results of this operation and provides an inventory of the remaining problems. The simulator appeared to be improved in many respects. Serious limitations still exist in the visual information ("eye height illusion", limited side and vertical view, absence of mirrors), in the mechanical movement feedback, in the auditive information, and in the vibrations. Moreover, the simulator frequently shows technical defects, adequately bringing in other traffic is almost impossible, and the crash-feedback is inadequate. It is concluded that the present simulator enables effective training of a substantial part of driving on metalloid subsoil. This entails: all procedures, driving on straight roads, stopping, driving in different gears, driving on curved roads, driving backwards, obstacles, driving with an image amplifier, driving on visual signals, driving with closed hatch. Due to limitations in the visual information ("eye height illusion", limited side and vertical view, absence of mirrors), in the mechanical movement feedback, in the auditive information, and in the vibrations, there is more uncertainty with respect to special actions and driving on sharp curves and intersections. Training possibilities with reference to unusual circumstances, driving in traffic, and especially terrain driving are expected to be limited. Based on these conclusions, a training program is presented that takes into account the possibilities and limitations of the Leopard 2 driving simulator as much as possible.		
16. DESCRIPTORS Simulators Tracked Vehicles Training Transfer of Training		IDENTIFIERS Cues Driving Training Procedures Validity
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 TNO-Defensieonderzoek
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
- 4, 5. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
6. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 7, 8, 9. Hoofd van het Wetensch. en Techn. Doc.- en Inform.
Centrum voor de Krijgsmacht
- 10, 11. Kol. J. van der Brug, Hoofd Sie Opleidingsprojecten COKL,
Afd. Plannen
- 12, 13. Maj. P.J.H.M. van der Burgt, Hoofd Bureau Opleidings-
ontwikkeling ROC
- 14, 15. Ing. P.J. de Haas, DMKL/OMAT
16. OWI T.I.M. van de Wetering, Beheerder Rijsimulator Leopard 2
17. Ir. O. Hoogestein, Hoofd Sectie DMKL/OMAT

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