

TNO-rapport

TM-03-D005

**Certificering van trainingssimulatoren 3:
Computer-gebaseerd ONdersteuningsmiddel voor
CERTificering van Trainingssimulatoren
(CONCERT)**

Datum	3 maart 2003
Auteur(s)	M.L. van Emmerik, J.E. Korteling
Exemplaarnummer	
Oplage	11
Aantal pagina's	28
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Prof.dr. D. van Norren, Directeur TNO-TM
Projectnaam	Certificering Simulatoren
Projectnummer	013.82051

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 ONTWIKKELING VAN CONCERT	5
2.1 Het beoordelen van simulatoren	5
2.2 Relevante aspecten	6
2.3 Weegprofielen	7
2.4 Computerversie	7
3 ERVARINGEN	7
3.1 MPTE ERA simulator	8
3.1.1 Afname	8
3.1.2 Vragen	8
3.1.3 Structuur en volledigheid	8
3.1.4 Uitkomsten	8
3.2 ANWB - TNO low-cost rijnsimulator	9
3.2.1 Afname	9
3.2.2 Vragen	9
3.2.3 Structuur en volledigheid	9
3.2.4 Uitkomsten	9
3.3 Fregattentrainer	10
3.3.1 Afname	10
3.3.2 Vragen	10
3.3.3 Structuur en volledigheid	10
3.3.4 Uitkomsten	10
3.4 Leopard 2 tanksimulator	11
3.4.1 Afname	11
3.4.2 Vragen	11
3.4.3 Structuur en volledigheid	11
3.4.4 Uitkomsten	12
3.5 Resultaten	12
4 EVALUATIE	13
4.1 Wijzigingen	13
4.2 Vervolgtraject	14
5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	15
REFERENTIES	17
BIJLAGE A Beschrijving van TNO-TM CONCERT	18
BIJLAGE B Vernieuwde vragenlijst	23

Certificering van trainingssimulatoren 3: Computer-gebaseerd ONdersteuningsmiddel voor CERTificering van Trainingssimulatoren (CONCERT)

M.L. van Emmerik en J.E. Korteling

SAMENVATTING

Doelstelling: Het huidige project dat in opdracht van de directie van TNO-TM is uitgevoerd heeft als doel het ontwikkelen van een generieke methode die gebruikt moet kunnen worden voor het certificeren van man-in-the-loop trainingssimulatoren door middel van toekenning van een TNO productlabel.

Werkwijze: Na een kennisinventarisatie in de eerste fase van het project hebben we een vragenlijst opgesteld waarmee een zo compleet mogelijk beeld van een simulator verkregen kan worden. De vragen worden gescoord op een 5-puntsschaal. Afhankelijk van de kenmerken van de te trainen taken (en daarmee het soort simulator) en het niveau van de leerlingen krijgen de antwoorden een wegingsfactor uit een tabel. In de huidige fase van het project ontwikkelden we een computerversie van de vragenlijst: Computergebaseerd ONdersteuningsmiddel voor CERTificering van Trainingssimulatoren (CONCERT). Vervolgens hebben we vier verschillende simulatoren met deze methode geëvalueerd. Op basis van de resultaten en ervaringen hebben we de vragenlijst geoptimaliseerd, i.e., formuleringen aangepast en waar nodig vragen verwijderd of juist toegevoegd.

Resultaten: Met 'CONCERT' bleken we in staat op een gestructureerde wijze simulatoren te beoordelen. De uitgekende toepassing van wegingsfactoren en vragencategorieën stelde ons bovendien in staat om gericht de sterke en zwakke punten van een simulator aan het licht te brengen. De scores gaven een goed beeld van de simulator en konden goed vertaald worden in een algemene score die de validiteit van de simulator uitdrukt. Deze scores kwamen overeen met het oordeel van experts over de simulator.

Conclusie: 'CONCERT' kan een waardevol hulpmiddel zijn bij het valideren en certificeren van simulatoren. Vooropgesteld is dat voor het beantwoorden van de vragen iemand nodig is met goede kennis over de betreffende simulator. Hoewel de eerste uitkomsten positief zijn is er echter nog geen gelegenheid geweest om een trainingssimulator voor cognitieve taken te evalueren. Daartoe zou het project met een jaar verlengd dienen te worden.

Certification of training simulators 3: Computer-based support tool for certification of training simulators

M.L. van Emmerik and J.E. Korteling

SUMMARY

Purpose: The current project, carried out in order of the direction of TNO-HF, is aimed at the development of a generic method for certification of man-in-the-loop training simulators. Simulators are to be certified by means of accreditation with a TNO product label.

Methods: After a knowledge inventory in the first phase of the project we constructed a questionnaire. This tool enables a researcher to obtain a complete image of a simulator. The questions are scored on a five-point scale. Depending on the characteristics of the training tasks (and thus the type of simulator), and trainee level, a weight factor from a table influences the height of the scores.

In the current phase of the project we adapted the questionnaire into a version that is fit for administration per computer: “Computer based Support for Certification of Training simulators” (CONCERT).

Subsequently we used the tool to evaluate four different simulators. Based on the results and experiences, we optimized the questionnaire, i.e., we changed formulations and added or removed questions when necessary.

Results: ‘CONCERT’ helped us to assess a simulator in a structured way. The smart application of weights and categorization of questions enabled us to clearly identify the strong and weak aspects of the simulator. The scores for the different categories were easily translated into an overall judgement that expressed the validity of the simulator. These judgements corresponded to the judgements of experts rating the simulator.

Conclusions: ‘CONCERT’ can be a valuable tool for validation and certification of training simulators. A prerequisite is that a person with sufficient knowledge of the simulator in concern helps to answer the questions. The first results are positive. Yet, there has been no time to evaluate a training simulator for cognitive tasks. That would require a prolongation of this project with another year.

1 INLEIDING

De afdeling Training en Opleiding richt zich op het verbeteren van de kwaliteit van trainingsprocessen voor defensie en streeft onder meer naar het uitvoeren van onderzoeks- en adviesprojecten voor civiele instellingen op het gebied van simulatorvaliditeit. De groep Modelling en Simulatie (M&S) heeft binnen deze afdeling als kernexpertise het specificeren, en het valideren van simulaties en simulatoren. Vanuit deze tweede expertise is er behoefte aan een breed toepasbare methode voor het certificeren van trainingssimulatoren (Van Emmerik & Korteling, 2002).

Het onderhavige project heeft als doel de ontwikkeling van een dergelijke generieke methode die gebruikt moet kunnen worden voor het certificeren van man-in-the-loop trainingssimulatoren. In de eerste fase van dit project (2000) hebben we een rapport opgesteld dat informatie bevat en richtlijnen geeft met betrekking tot alle relevante aspecten van trainingssimulatoren (Korteling, Padmos, Sluimer & Helsdingen, 2001). In 2001 is er vervolgens een vragenlijst opgesteld aan de hand van deze richtlijnen. Op basis van de verzamelde kennis en principes werd de eerste versie van deze vragenlijst gereed gemaakt voor gebruik (Van Emmerik & Korteling, 2002). Dit betekent dat te scoren aspecten, maten, scoringscategorieën, criteria en weegfactoren, gedefinieerd zijn waarmee de certificering kan worden uitgevoerd. In het afgelopen jaar hebben we een eerste computerversie van de tool (Computergebaseerd ONdersteuningsmiddel voor CERtificering van Trainingssimulatoren; ‘CONCERT’) gemaakt en deze bij vier trainingssimulatoren afgenomen. De resultaten hiervan dienen als eerste slag voor de validatie en optimalisatie van de checklist. Dit rapport bevat een verslag van het ontwerp- en ontwikkelproces alsmede een beschrijving van deze eerste validatie.

2 ONTWIKKELING VAN CONCERT

2.1 Het beoordelen van simulatoren

Voordat een willekeurige simulator gecertificeerd kan worden dient deze aan een aantal eisen te voldoen. Als eerste is van belang dat het systeem functioneert zoals volgens de specificaties is opgegeven (verificatie). Dit is een *sine qua non* voor de volgende stap, de validatie. Omdat een formele (objectieve) validatie een zeer complexe zaak is (Korteling & Sluimer, 1999a) wordt deze vaak subjectief benaderd. Dit maakt het echter moeilijker om hier een betrouwbare kwaliteitsuitspraak aan verbinden. Des te meer omdat de validiteit van een trainingssimulator af te meten is aan de mate waarin het systeem het mogelijk maakt om specifieke leerdoelen te bereiken. De koppeling met leerdoelen betekent echter dat de validiteit van een dergelijk systeem niet los gezien kan worden van het trainingsprogramma waarin de simulator gebruikt wordt. Wanneer de wijze waarop de simulator ingezet wordt verandert, zal ook de validiteit veranderen.

Om desondanks tot een doordacht oordeel over een simulator te komen is gekozen voor een *integrale* benadering waarbij verschillende aspecten van de betreffende simulator worden

beoordeeld met een vragenlijst. De vragen van de lijst zijn afgeleid van het literatuuronderzoek dat in de eerste fase van dit project is uitgevoerd (Korteling, Padmos, Sluimer & Helsdingen, 2001). Het integrale van ‘CONCERT’ schuilt er in dat, behalve naar fidelity aspecten (natuurgetrouwheid) ook gekeken wordt naar de wijze waarop de simulator is gespecificeerd in relatie tot de missie, functies, taken en de leerdoelen, hoe hij (daadwerkelijk) wordt ingezet in het leertraject, en hoe gebruik wordt gemaakt van de specifieke mogelijkheden van simulatoren, met name op het gebied van scenariogebruik, cueing en feedback, prestatiemeting en evaluatie. Voor het beoordelen van een trainingssimulator wordt dus informatie ingewonnen over specificatie, didactiek, en natuurgetrouwheid.

2.2 Relevante aspecten

Informatie over het specificatieproces kan veel duidelijk maken over de rol die de simulator in het trainingsproces kan spelen. Wanneer vooraf niet goed geanalyseerd is hoe de simulator ingezet zal worden kan de gebruiker uiteindelijk een systeem krijgen waar niet alle leerdoelen mee bereikt kunnen worden. Het is dus mogelijk dat een simulator prima voldoet aan de eisen die vooraf gesteld zijn (verificatie). Wanneer deze echter niet vanuit de juiste optiek zijn opgesteld wordt het systeem mogelijk niet geschikt voor training bevonden (validatie). Bij de vragen over specificatie wordt ook gevraagd of er uit andere bronnen (eerder onderzoek) al gegevens over de validiteit van de simulator bekend zijn. Dat is dan een voor de hand liggende aanvullende bron van gegevens voor het beoordelen van de simulator.

In de categorie ‘didactische aspecten’ worden vragen gesteld over het trainingsprogramma, scenariomanagement, briefing en debriefing, automatische instructie, prestatiemeting en feedback, en de instructiefaciliteiten. De didactische waarde van een trainingssimulator is meestal niet eenvoudig objectief te bepalen. Enerzijds is deze sterk afhankelijk van de implementatie van bepaalde functionaliteit (bijv. de mogelijkheid om een scenario te pauzeren moet in de simulator zijn ‘ingebakken’). Dit hangt ook samen met de configuratie van het instructeursstation (bijv. de mogelijkheden die een instructeur heeft om prestatiegegevens te beoordelen). Anderzijds hangt de didactische kwaliteit van de simulator in sterke mate af van de instructeur die het systeem bedient of begeleidt (kan -en wil- de instructeur de mogelijkheden gebruiken die het systeem te bieden heeft), en van het trainingsprogramma. Deze factoren bepalen samen in hoeverre de simulator gebruikt kan worden op een manier die optimaal aansluit bij de kenmerken van de leerling.

Bij de natuurgetrouwheid wordt gekeken naar de bedieningsomgeving, het mathematisch model, de presentatie van (buiten)beeldinformatie, de visuele database, geluid, de mechanische database, en weergave van beweging. De natuurgetrouwheid van het systeem bestrijkt veelal de eenduidig meetbare waarden die concreet samenhangen met de betreffende simulator (bijv. kenmerken van de mock-up, compleetheid van de verschillende modellen, en beeldeigenschappen zoals resolutie en opfrisfrequentie). Al dit soort aspecten is onafhankelijk van het trainingsprogramma maar ze bepalen wel de grenzen waarbinnen training effectief kan plaatsvinden.

2.3 Weegprofielen

Met de vragenlijst zoals deze is gestructureerd op basis van de drie eerder genoemde aspecten zijn in de tweede fase van het project (2001) weegprofielen opgesteld om afhankelijk van de taken die getraind worden het belang van verschillende (deel)aspecten aan te passen. Deze profielen zijn opgesteld in een aantal (interne) sessies met experts op het gebied van simulator-training. Hierbij heeft een proces van verfijning plaatsgevonden in de zin dat verschillende taakcombinaties zijn onderscheiden ten opzichte van de zogenaamde “pure” taken (d.w.z. taken die alleen perceptief-motorisch, procedureel, of cognitief zijn). In de huidige weegtabel wordt niet alleen rekening gehouden met “gemengde” taken maar ook met het relatieve belang van de componenten onderling. Een taak kan dus bijv. zowel procedurele als cognitieve aspecten in zich verenigen (gemengd) waarbij de verhoudingen tussen deze taakaspecten ook nog kunnen variëren. Elk van de op deze manier ontstane taakcombinaties (dit zijn er 16) kan bovendien getraind worden op drie verschillende niveaus: beginner, enigszins ervaren (intermediate), en gevorderd. Op deze manier ontstaan er 48 weegprofielen (16 taakcombinaties \times 3 niveaus van training).

De weegprofielen zijn zo opgesteld dat naarmate de leerdoelen in sterkere mate perceptief-motorisch van aard zijn, het relatieve belang van fidelity toeneemt terwijl voor overwegend procedurele en cognitieve taken de didactische aspecten zwaarder wegen. Naarmate bovendien het niveau waarop getraind wordt met de simulator hoger is, wordt deze weging nog versterkt. In het rapport over deze fase (Van Emmerik & Korteling, 2002) kan een gedetailleerdere beschrijving over de weegprofielen worden nagelezen.

2.4 Computerversie

De resultaten van een op deze manier gewogen vragenlijst zijn niet meer eenvoudig met de hand te bepalen. Daarom is in deze derde en laatste fase van het onderzoek een computerversie van de vragenlijst ontwikkeld, i.e. CONCERT. Deze zet de antwoorden automatisch om in gewogen scores en genereert bovendien direct een eindoordeel. Hierbij geeft CONCERT tevens aan hoeveel vragen niet zijn ingevuld of hoe vaak “weet niet” is gescoord. Met deze informatie kan rekening gehouden worden bij het interpreteren van het oordeel over de simulator. Daarnaast biedt het een goede controle om na te gaan of alle vragen beantwoord zijn. Bijlage A bevat een aantal afbeeldingen waarmee een goed overzicht gekregen kan worden van de definitieve versie van CONCERT.

3 ERVARINGEN

In de huidige (derde) fase van het project zijn vier simulatoren geëvalueerd met behulp van CONCERT. Hieronder zijn twee rijssimulatoren, (personenauto en tankbestuurders), en twee proceduretrainers (Robotarm voor kosmonauten, commandocentrale van een fregat). Twee van deze simulatoren komen uit de militaire wereld en twee uit de civiele wereld. Met het aantal van

vier is het natuurlijk niet mogelijk om alle (48) weegprofielen te beoordelen. Dit is waarschijnlijk ook niet nodig. Voor een uiteindelijk oordeel over CONCERT zal echter in ieder geval nog een simulator die gebruikt wordt voor het trainen van cognitieve taken geëvalueerd moeten worden. Desondanks geeft deze exercitie een bruikbare eerste schatting van de waarde van CONCERT. Hieronder volgt een beschrijving van de ervaringen en resultaten. Hierbij moet wel in acht worden genomen dat de oordelen die in de tekst van §3.1–3.4 staan elk op iets andere wijze tot stand zijn gekomen omdat iedere volgende simulator steeds met een aangepaste/vernieuwde versie van de checklist is geëvalueerd. Om de verschillen tussen de simulatoren te illustreren worden de scores in §3.5 volgens het definitieve score-format weergegeven.

3.1 MPTE ERA simulator

3.1.1 Afname

De Mission Preparation and Training Equipment (MPTE) is ontwikkeld door Dutch Space en NLR in opdracht van de European Space Agency (ESA) en omvat onder meer de trainingsfaciliteiten voor de kosmonauten die de missies die met de European Robotic Arm (ERA) uitgevoerd worden begeleiden. CONCERT is primair gebruikt om het evaluatieproces van deze simulator te structureren, teneinde Dutch Space een indicatie van de validiteit van de simulator te geven. De evaluatie is bij TNO uitgevoerd op basis van de beschikbare kennis en documentatie.

3.1.2 Vragen

Het beantwoorden van de vragen was moeilijker dan bij de andere simulatoren omdat slechts beperkte kennis beschikbaar was over -met name- het specificatieproces en de didactische aspecten van de MPTE (Mission Preparation and Training Equipment). Ook speelt daarbij een rol dat de MPTE voor een veelvoud aan taken ingezet kan worden. Het is daarom essentieel je voortdurend bewust te zijn van de te trainen taak waarvoor de simulator wordt geëvalueerd.

3.1.3 Structuur en volledigheid

De lijst was compleet genoeg om een duidelijk beeld van de simulator te krijgen. Wat betreft fidelity waren veel vragen overbodig. Dit was echter niet storend bij het invullen van de checklist.

3.1.4 Uitkomsten

Tijdens de afname van de checklist bij de MPTE vond de (eind)beoordeling nog plaats op een 3-puntsschaal. Het specificatieproces krijgt hierin de beoordeling 'laag'. Er is duidelijk niet voldoende nagedacht over de training die met de simulator plaats zal vinden. Hiermee hangt ook de lage score op de didactiek samen. De fidelity daarentegen is goed te noemen (hoog) waardoor het totaal oordeel alsnog op matig uitkomt.

Bij deze uitkomsten moet opgemerkt worden dat de evaluatie betrekking had op de 'pre-flight' versie van de MPTE. In de periode volgend op de afname van de checklist is veel -met name

didactische functionaliteit- toegevoegd waardoor de scores geen goede afspiegeling meer van de uiteindelijke versie (MPTE-final) geven.

3.2 ANWB - TNO low-cost rij simulator

3.2.1 Afname

De ANWB - TNO low-cost rij simulator heeft verscheidene malen gediend om vragen voor de checklist uit te proberen. Tevens is de gehele checklist tweemaal afgenomen (eenmaal in begin augustus en eenmaal begin november). De betreffende rij simulator is een relatief goedkope opstelling die in gebruik is bij de ANWB rijopleiding. De simulator is geen ‘full-scale trainer’ maar dient ingezet te worden als aanvulling op de gewone lesauto’s. Met de simulator is het mogelijk om basis-voertuigbediening (schakelen, gas geven, remmen, sturen, etc...) toepassing van de verkeersregels en interactie met ander verkeer (verkeersinzicht) te trainen. De toegevoegde waarde van de simulator aan de echte auto blijkt uit het grotere aantal leermomenten dat aangeboden kan worden en de grotere controle over de lesinhoud en de trainingsscenario’s.

3.2.2 Vragen

Het beantwoorden van de vragen leverde geen grote problemen op. Wel werd het eindoordeel over de simulator als niet genoeg gedifferentieerd ervaren. Op basis van dit commentaar werd de 3-puntsschaal uitgebreid tot een 5-puntsschaal.¹

3.2.3 Structuur en volledigheid

De vragenlijst bleek volledig en had een logische structuur. Er werden geen vragen of categorieën gemist. Een interessante suggestie werd gegeven met betrekking tot de knoppen voor opslaan van de data en resetten van de vragenlijst. Deze waren niet op een logische plaats gezet. Dit is naar aanleiding van deze evaluatie veranderd.

3.2.4 Uitkomsten

De simulator kreeg over de gehele lijn een voldoende. In eerste instantie (op de 3-puntsschaal) was het oordeel “redelijk”. Bij de vernieuwde weergave van de resultaten werd heel goed zichtbaar hoe deze score tot stand was gekomen. Uit de resultaten van de checklist kwamen drie specifieke aandachtspunten naar voren: de validatie van de low-cost simulator, de instructie-faciliteiten, en het geluid. Op deze drie gebieden kan de simulator nog het meest verbeteren (ongeacht het belang/de wegingsfactor van deze aspecten). De punten die er positief uitsprongen waren het specificatieproces, het trainingsprogramma, en de natuurgetrouwheid van de bedieningsomgeving.

¹ Deze is later nog uitgebreid tot een 6-puntsschaal.

3.3 Fregattentrainer

3.3.1 Afname

Bij de Opschool te Den Helder werd ‘CONCERT’ gebruikt om de fregattentrainer te beoordelen. Het gaat hier om een trainingsfaciliteit die bestaat uit een mock-up van de commandocentrales van het M- en S-fregat. De trainer wordt gebruikt voor het aanleren van met name procedurele vaardigheden. Voor het beantwoorden van de vragen werd gesproken met het hoofd van de fregattentrainer die uitstekend op de hoogte was van alle facetten van de trainer. De afname van de vragen kon worden afgerond in ongeveer anderhalf uur.

3.3.2 Vragen

Een groot deel van de vragen met betrekking tot de natuurgetrouwheid van de simulator moest met ‘niet van toepassing’ beantwoord worden. Er hoeft in de trainer namelijk geen buitenbeeld² gesimuleerd te worden. Dit is inherent aan het werken in de commandocentrale van een fregat. Tijdens het afnemen van de vragenlijst bleek dat sommige vragen niet eenduidig waren geformuleerd, of uit meerdere delen bestonden (zogenaamde stapelvragen). Hierdoor moesten vragen soms in andere woorden gesteld worden, of moesten voorbeelden worden gezocht. Desondanks konden alle vragen uiteindelijk zonder veel problemen beantwoord worden.

3.3.3 Structuur en volledigheid

De verschillende onderdelen waar de lijst uit bestaat sloten goed op elkaar aan, waardoor het afnemen van de vragenlijst vloeiend verliep. Wanneer tijdens het gesprek dieper ingegaan werd op een bepaalde vraag, werd vaak al automatisch een volgende vraag aangesneden. Ondanks het feit dat het hier een gestructureerde vragenlijst betreft, kreeg het gesprek hierdoor een open karakter. Het doorspreken van de verschillende onderwerpen van de checklist gaf geen aanleiding tot opmerkingen over het ontbreken van bepaalde aspecten.

Buiten het feit dat er geen opmerkingen over het ontbreken van bepaalde aspecten waren, was er nog een tweede reden om aan te nemen dat de vragenlijst compleet was. De aanvullingen die gegeven werden op de antwoorden konden namelijk steeds als antwoord op een nog te stellen vraag gelden.

3.3.4 Uitkomsten

In eerste instantie scoorde de simulator laag op *specificatie*, redelijk op *didactiek*, en laag op *natuurgetrouwheid*. Dit resultaat viel negatiever uit dan verwacht. Inspectie van de scores op de subcategorieën van de drie onderdelen van de checklist wees uit wat de oorzaak hiervan was. De lage score op *specificatie* was te wijten aan het ontbreken van een objectieve validatie, en de lage score op *natuurgetrouwheid* werd veroorzaakt door een rekenfout in het model van de checklist. Na correctie van deze fout waren de scores wel overeenkomstig de verwachting.

² Vanuit de commandocentrale is geen direct zicht op de buitenwereld mogelijk. Wel wordt er informatie over de omgeving gepresenteerd in de vorm van radar- of sonarbeelden.

3.4 Leopard 2 tanksimulator

3.4.1 Afname

De laatste afname van CONCERT betrof de Rijsimulator Leopard 2 voor de training van chauffeurs. De tool is ingevuld in overleg met de beheerder. Daarnaast werden gegevens ontleend aan eerder door TNO-TM uitgebrachte rapporten waarin de simulator werd geëvalueerd (Padmos, 1989; Korteling & Padmos, 1992). De Leopard 2 (1987) is een full-scale rijsimulator die voor een deel van de rij-opleiding wordt gebruikt. De simulator beschikt over een PrestatieMeting en Feedback (PMF) systeem waarmee automatisch prestaties van leerlingen worden gemeten en geëvalueerd.

3.4.2 Vragen

Tijdens het beantwoorden van vragen bleek dat de formulering in enkele gevallen nog niet voldoende duidelijk was. Omdat het een full-scale simulator was die slechts voor een deel van de rij-opleiding werd gebruikt moest ervoor worden gewaakt dat er niet gescoord werd op taakonderdelen die in principe wel zouden kunnen worden getraind, maar waarvoor de simulator, vanwege haar beperkingen, niet werd gebruikt. De beoordeling betreft altijd de simulator én de manier waarop deze wordt gebruikt. Dit dient in de handleiding van CONCERT en tijdens de afname zeer goed te worden benadrukt. Bij veel vragen, met name betreffende fysische aspecten, moet de invuller zich dus steeds eerst afvragen of het betreffende aspect (bijv. dynamische databases) wel relevant is voor de vaardigheden waarvoor de simulator als trainer wordt gebruikt.

3.4.3 Structuur en volledigheid

Wat de presentatie van de uitkomsten betreft bleek dat deze nog wat beter gericht kan worden op die informatie die relevant is voor de simulator-gebruiker. Dat betekent dat de gemiddelde gewogen categoriescores (score tussen 0 en 1) gepresenteerd zouden moeten worden in plaats van gewogen subcategorie-scores, die arbitrair zijn en alleen interessant voor het controleren van de berekeningen van de tool. Daarnaast bleek dat de categorisering en presentatie van eindscores nog wat verbeterd kon worden. Uiteindelijk zijn de kwalificaties van de eindscores op de volgende schaal bepaald:

0.00–0.35	slecht
0.35–0.55	onvoldoende
0.55–0.65	matig
0.65–0.75	voldoende
0.75–0.85	goed
0.85–1.00	uitstekend.

Bij de deelcategorie scenario-management bleek een vraag te ontbreken over de kwaliteit van de beschikbare trainings-scenario's om de leerdoelen te behalen. Die vraag hebben we alsnog toegevoegd. Verder werd geconstateerd dat een vraag over bewegingsziekte ontbrak. Dat is in de laatste versie van 'CONCERT' rechtgezet. Vrijwel alle vragen (99%) konden worden

beantwoord. Fidelity vragen konden goed worden achterhaald uit eerdere validatierapporten (bijv. Korteling, 1993).

3.4.4 Uitkomsten

De Rijsimulator Leopard 2 scoorde Voldoende op alle hoofdcategorieën, i.e.: *Specificatie/Validatie*, *Didactiek* en *Fidelity*. De totaalscore was net Voldoende. De hoogste scores werden gegeven voor:

- Validatie (één van de weinige simulatoren waarbij een goed gestructureerde en grotendeels objectieve validatiestudie was uitgevoerd);
- Trainingsprogramma (toegesneden op de mogelijkheden en beperkingen van de simulator);
- Mock-up (uitstekend, replica van het orgineel).

Het betreft hier een dure, maar verouderde, full-scale rijsimulator. Het specificatie-proces voorafgaand aan de aanschaf ervan, eind jaren '80, was ver beneden de maat. Toen de simulator, na ingebruikname zeer slecht bleek te voldoen (negatieve leeroverdracht) zijn er in samenwerking met TNO-TM diverse updates en een belangrijke upgrade uitgevoerd. Hierbij is veel gewerkt aan het verbeteren van de natuurgetrouwheid en is het leertraject optimaal toegesneden op de inherente mogelijkheden en beperkingen van de simulator. Dit heeft er toe geleid dat de simulator voldoende natuurgetrouw is voor die taken die er nu mee worden getraind. Voorafgaand aan de upgradings heeft er onder leiding van TNO-TM een nieuw, en veel beter, specificatieproces plaatsgevonden (leerdoelen- en taakanalyse) en is de simulator gevalideerd (Veltman & Korteling, 1993). Hierdoor komt de score op *Specificatie/Validatie* toch nog uit op Voldoende. Ook voor wat betreft de *Didactiek* is er veel verbeterd, o.a. een nieuw PMF systeem, een geoptimaliseerd leertraject met uitgekende trainingsscenario's en een bird's eye view monitor voor de instructeur. Desondanks zijn er te veel beperkingen in die voortvloeien uit de verouderde basisconfiguratie, waardoor ook deze score niet verder komt dan net voldoende.

3.5 Resultaten

Geen van de onderzochte simulatoren werd met de tool over de gehele linie als slecht betiteld. Wel kwam duidelijk naar voren dat sommige aspecten van de betreffende simulatoren duidelijk voor verbetering vatbaar waren. In de tabel hieronder volgt een overzicht van de beoordeling op de verschillende simulatoren (aangepast voor de laatste versie van de checklist). De onderzochte simulatoren waren alle hoofdzakelijk uitgerust voor het trainen van perceptief-motorische of procedurele taken. Er was geen gelegenheid meer om een cognitieve taak trainer te evalueren.

Tabel 1 In deze tabel staan de scores die de simulatoren hebben behaald. De getallen met een ‘**’ geven aan dat deze aspecten als onvoldoende aangemerkt zijn. N.B. Om de beoordelingen onderling vergelijkbaar te maken zijn ze allemaal weergegeven in het format van de definitieve versie van de checklist

Simulator	Soort taak	Niveau van leerlingen	Specificatie / Validatie	Didactiek	Fidelity	Overall
ANWB / TNO	perceptief-motorisch (+ procedureel)	Beginner	0.72	0.73	0.75	0.74
MPTE ERA	procedureel	Gemiddeld	0.27 *	0.54 *	0.97	0.68
Fregattentrainer	procedureel (+perceptief-motorisch)	Gemiddeld	0.46 *	0.65	0.87	0.73
Leopard 2	perceptief-motorisch (+ procedureel)	Beginner	0.73	0.67	0.65	0.67

4 EVALUATIE

Op grond van de ervaringen met de validatie zijn een aantal wijzigingen verwerkt waardoor de methode in een algemeen bruikbaar format gereed is. Het maken van een complete handleiding was niet mogelijk binnen de beschikbare tijd. Er is echter wel gebruikersondersteuning in de vorm van specifieke hulpteksten bij de vragen. Bovendien geeft de achtergrondinformatie die in de eerder verschenen rapporten staat in feite alle noodzakelijke informatie.

4.1 Wijzigingen

De ervaringen tijdens het afnemen van de vragenlijst hebben geleid tot het herformuleren van een aantal vragen. Het doel hiervan was om de vragen een eenduidig karakter te geven, het stellen van stapelvragen te voorkomen, en de aansluiting van antwoordcategorieën op de vragen te verbeteren. Dit is aangepast in de definitieve versie van de vragenlijst die als Bijlage B³ aan dit document is toegevoegd.

Bij een aantal vragen is nog hulp toegevoegd. Bovendien verschijnt er bij een aantal vragen (m.n. in het algemene gedeelte van de checklist) een opmerking als iets verkeerd wordt ingevuld of wordt vergeten.

Bij de laatste revisie zijn nog twee vragen toegevoegd. Een vraag over het optreden van simulatorziekte, en een vraag over briefing en debriefing. Hiermee komt het totaal aantal vragen uit op 198. Overigens hoeft een groot gedeelte hiervan meestal niet ingevuld te worden omdat deze niet van toepassing zijn op de betreffende simulator.

Wat betreft de resultaten is de presentatie van de scores vereenvoudigd. De beoordeling bestaat uit twee delen (zie ook Bijlage B):

Score overzicht

Een gedetailleerd score overzicht met voor ieder onderdeel van de checklist een validiteitscore die intuïtief te beoordelen is (op een schaal van 0.00 tot 1.00). Daarnaast wordt aangegeven op

³ Bijlage B bevat niet de checklist zelf, alleen de vragen.

welke onderdelen de simulator nog ‘matig’ of minder scoort. Dit zijn zogenaamde aandachtspunten.

Samenvatting

Op het blad met de automatisch gegenereerde samenvatting verschijnen een aantal algemene gegevens over de simulator voor zover die ingevuld zijn (o.a. naam/type van de simulator, fabrikant, en soort trainingstaken). Vervolgens wordt informatie over de scoring en de interpretatie van de scores gepresenteerd en verschijnt behalve een oordeel per categorie een overall validiteitsoordeel. Ook worden de aandachtspunten nogmaals genoemd.

Vervolgens is er een knop waarmee de checklist opgeslagen kan worden op een vooraf gespecificeerde (computer)locatie. In de rechter benedenhoek tenslotte is een ruimte gereserveerd voor de presentatie van gegevens van een contactpersoon bij de onderzochte simulator.

4.2 Vervolgtraject

Gegeven het toenemend belang dat in het bedrijfsleven wordt gehecht aan kwaliteitscontrole en kwaliteitszorg zal ook in deze markt steeds meer behoefte bestaan aan certificeringsprocedures waarmee de kwaliteit van producten en processen wordt gehandhaafd en onderbouwd. Bij defensie (KL) is men wat dit betreft al wat verder en is er een proces opgestart waarmee, in navolging van de VS, gestreefd wordt naar een verhoogd niveau van integrale kwaliteitszorg van alle simulatiefaciliteiten (Beleidsdocument M&S KL, 2000, WG haalbaarheid Simulatie Expertise Centrum). De opgebouwde kennis inzake het te ontwikkelen product zal daarom nu al ten behoeve van de opleidingscentra van de KL te gebruiken zijn en later op de civiele markt, wanneer simulatoren daar op grotere schaal zullen gaan toetreden. Wij voorzien dus een groeiende behoefte op het gebied van certificering. Daarnaast verwachten we geen belangrijke concurrentie (zeker niet binnen Nederland), mocht die er wel zijn dan biedt de naam van TNO als certificeringsinstituut ons voordeel boven minder gerenommeerde instellingen. Bovendien beschikken wij over een voorsprong in kennis en ervaring op het gebied de specificatie en validatie van man-in-the-loop trainingssimulatoren, gebaseerd op de Europese projecten MASTER en ELSTAR (Farmer e.a., 1999; Korteling, Helsdingen & Von Bayer, 2000). Het succes van dit project wordt dus vooral bepaald door de niet geheel voorspelbare ontwikkelingen aan de vraagzijde van de markt. Mocht dit gunstig uitpakken dan zal (gegeven het niet erg hoge technologische risico) de return on investment hoog zijn omdat standaardmethodes per definitie worden gekenmerkt door een hoge multiplier (vermenigvuldigingsfactor).

Na 2002, en als de methode bevredigend werkt zal in overleg met TNO Certification de procedure moeten worden vastgesteld die nodig is om met behulp van de methode TNO Productlabels toe te kennen.

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

Met CONCERT beschikken we over een tool waarmee we binnen zeer korte tijd (een paar uur) een helder en volledig oordeel over de kwaliteit van een trainingssimulator in een bepaald leertraject kunnen krijgen. CONCERT geeft validiteitscores voor de verschillende onderdelen en onthult de zwakke plekken van de simulator. Behalve een oordeel over de algehele validiteit van de simulator is het dus mogelijk genuanceerder te kijken naar de drie aspecten die in CONCERT worden onderscheiden: het specificatieproces, de didactiek, en de natuurgetrouwheid. Dit is een sterk punt van de tool omdat het inzichtelijk maakt hoe de simulator functioneert in het trainingsprogramma en niet ‘slechts’ als een op zich zelf staand apparaat. Door ook het specificatieproces en de context van de operationele omgeving in beschouwing te nemen krijgt een relatief abstract begrip als ‘validiteit’ meer betekenis en is ook naar eventuele klanten beter te onderbouwen.

Een van de grootste voordelen van CONCERT is dat het goed mogelijk is om op basis van de automatisch gegenereerde resultaten te zien op welk(e) aspect(en) een simulator verbeterd zou moeten worden om de validiteit te verhogen. Dit biedt bijvoorbeeld ook de mogelijkheid tot het uitgeven van deelcertificaten voor een simulator.

De oordelen uit de resultatensectie worden nog niet automatisch in volgorde van relevantie geplaatst. Een prioritering kan eventueel bepaald worden door de grootte van de wegingsfactoren mee te nemen. Zo krijgt een ‘onvoldoende’ op een zwaar gewogen onderdeel meer prioriteit dan op een licht gewogen onderdeel. Het automatiseren hiervan is op dit moment geen noodzaak.

In principe is CONCERT in deze vorm goed toepasbaar. Vanwege de grote hoeveelheid kennis die in de vragen en bijbehorende normen is verwerkt is het niet de bedoeling dat de tool aan klanten wordt verstrekt om zelf een validatie uit te voeren. Een klant krijgt bij voorkeur alleen een rapportage met aanbevelingen en eventueel een (deel)certificaat. Omdat de lijst alleen door TNO medewerkers afgenomen wordt is een uitgebreide handleiding in dit stadium niet essentieel. Er zijn immers de rapporten die de totstandkoming van de tool beschrijven en motiveren. Vanuit het oogpunt van gebruiksvriendelijkheid zou het echter wel aan te raden zijn om de gebruikersdocumentatie nog wat uit te breiden.

Het principe van de vragenlijst met weegfactoren zoals deze checklist is nog voor andere toepassingsgebieden geschikt. Te denken valt bijvoorbeeld aan ondersteuningsmodellen voor rechtspraak, of het afwegen van voor en nadelen van bepaalde medicijnen. In een niet commerciële setting wordt iets dergelijks in sterk vereenvoudigde vorm al gebruikt voor het geven van (politiek) stemadvies (www.stemwijzer.nl). Ook op het gebied van voorlichting zijn toepassingen te bedenken (valt iemand in een risicogroep voor bepaalde ziekten). Dit geeft ook aan dat het idee op zich niet nieuw is. Het aantal mogelijkheden is echter zo groot dat er nog veel succesrijke initiatieven ontplooid kunnen worden. Momenteel peilen we de interesse van de sportwereld (NOC-NSF en sportbonden) voor het ontwikkelen van soortgelijke hulpmiddelen voor talentherkenning van (jonge) sporters (Korteling, 2002). Bij het modelleren van factoren die met (sportief) talent te maken hebben kan worden gedacht aan leeftijd, lengte, balcontrole,

spelinzicht, ambitie, etc... Menselijke beoordelaars hebben er moeite mee om verschillende factoren op een consequente manier met elkaar in verband te brengen tot een afgewogen oordeel (Klein, 1998). Een met CONCERT vergelijkbare tool zou daarom een grote waarde voor coaches en scouts vertegenwoordigen.

Naast de commerciële waarde die dit soort tools voor de klant heeft profiteren we van de samenwerking met experts in andere domeinen door verbreding van kennis en het vergroten van de grip op de markt.

REFERENTIES

- Emmerik, M.L. van & Korteling, J.E. (2002). *Certificering van trainingssimulatoren 2: De TNO-TM Checklist* (Rapport TM-02-D010). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Farmer, E., Rooij, J.C.G.M. van, Riemersma, J.B.J., Jorna, P. & Moraal, J. (1999). *Handbook of simulator-based training*. Cambridge: University Press.
- Klein, G.A. (1998). *The source of power: How people make decisions*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Korteling, J.E. (1993). *Evaluatie van de Leopard 2 rijnsimulator en voorstel voor een aangepast leertraject* (Rapport IZF 1992 A-23). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.
- Korteling, J.E. (2001). *Businessplan Modelling en Simulatie. Intern memorandum*. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Korteling, J.E. (2002). *Toptest, een hulpmiddel voor het selecteren en indelen van (jeugd) sporters*. Projectvoorstel. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Korteling, J.E., Helsdingen, A.S. & Baeyer, A. von (2000). *Handbook of low-cost simulators. ELSTAR EUCLID RTP 11.8 final deliverable, technical Report ELS-DEL/5-HB*, index 8.
- Korteling, J.E., Padmos, P., Sluimer, R.R & Helsdingen, A.S. (1999a). *Certificering van trainingssimulatoren 1: Kennisinventarisatie*. Rapport TM-01-D003. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Padmos, P. (1989). *Visual modelling errors in the Leopard 2 driving simulator* (Report IZF 1989-6). Soesterberg, The Netherlands: Institute for Perception TNO.
- Schneider, W. (1985). Training high-performance skills: fallacies and guidelines. *Human Factors*, 27 (3), 285-300.
- Veltman, J.A. & Korteling, J.E. (1993). *Validatiestudie rijnsimulatoren Leopard 2 en YPR-765* (Rapport IZF 1993 A-43). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO.

Soesterberg, 3 maart 2003

Drs. M.L. van Emmerik
(1e auteur, projectleider)

BIJLAGE A Beschrijving van TNO-TM CONCERT

Deze bijlage bevat een aantal screendumps van de verschillende delen van CONCERT. Deze zijn met behulp van tabbladen gescheiden. Zo zijn bijv. de drie dimensie van de vragenlijst (specificatie, didactiek, en natuurgetrouwheid) duidelijk terug te vinden in de lay-out.

De vragen in de checklist worden beantwoord door het invoeren van tekst (zie bijv. Fig. A.2 'Gegevens over de simulator') of het markeren van hokjes (zie bijv. Fig. A.5 'Didactiek'). Eventuele rode driehoekjes bij een vraag geven aan dat er aanvullende informatie is om het invullen te vergemakkelijken. Deze informatie wordt getoond in een box wanneer de cursor op of bij het driehoekje geplaatst wordt (zie Fig. A.3 'Algemeen').

Wanneer een vraag niet beantwoord is staat er een rood vraagteken in de rechterkantlijn (zie Fig. A.4 'Specificatie'). Dit verdwijnt na het invullen van een van de vakjes. Na foutieve invulling (bijv. twee vakjes selecteren) verschijnt een rood uitroepteken.



Fig. A.1 Startscherm

TNO-TM CONCERT


Simulator Gegevens

Datum (DD-MM-YY)

Locatie

Soort simulator

Naam

Fabrikant

Onderzocht door

Aanvullende info

Voor de beoordeling is tevens gebruik gemaakt van bestaande TNO rapporten waarin de simulator werd geëvalueerd.

Contactpersoon

Naam **Sgt. v. Deutecom**

Telefoon **033-4661999**


Email

Functie

Startscherm / Gegevens / Algemeen / Specificatie / Didactiek / Fidelity / Resultaten

Fig. A.2 Gegevens over de simulator.

TNO-TM CONCERT


Algemeen

Taak en Niveau

1. Welke aspecten zijn vertegenwoordigd in de taak die met de simulator getraind wordt?

Cognitief
 Perceptief-Motorisch
 Procedureel

Meerdere antwoorden mogelijk
2. Is één van deze aspecten belangrijker dan de andere? Zo ja, geef aan welke.

Nvt
 Neen
 Cognitief
 Perceptief-Motorisch
 Procedureel
3. Op welk niveau worden leerlingen in de simulator getraind?

Beginner
 Gemiddeld
 Gevorderd

Startscherm / Gegevens / Algemeen / Specificatie / Didactiek / Fidelity / Resultaten

Fig. A.3 Algemeen.

		Uitstekend	Voldoende	Marginaal	Onvoldoende	Nee	Weet niet	Nvt
?	1. 5	Zijn er vooraf leerdoelen opgesteld (zo ja, in hoeverre zijn deze voortgekomen uit missie- en taakanalyse)?						
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. A.4 Specificatie.

<i>Instructiefaciliteiten</i>								
		Uitstekend	Voldoende	Marginaal	Onvoldoende	Niet	Weet niet	Nvt
2. 43	In hoeverre kunnen tijdkritische instructietaken (interventies) worden ingelast?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 44	Kan de aanwezigheid en het gedrag van eventuele 'intelligent agents' door de instructeur gemanipuleerd worden (zo ja, in hoeverre is dit mogelijk)?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. A.5 Didactiek.

		Volledig	Grotendeels	Enigszins	Nauwelijks	Niet	Weet niet	Nvt
3. 5	In hoeverre is de <i>vorm en uitvoering</i> van de bedieningsmiddelen hetzelfde als in het echte systeem?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 6	In hoeverre hebben de bedieningsmiddelen dezelfde " <i>control loading</i> " als die van het echte systeem?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. A.6 Fidelity

De resultatensectie bestaat uit twee pagina's. De eerste bladzijde (Fig. A.7) toont de behaalde scores per deelaspecten geeft aan welke voor verbetering in aanmerking komen. Op de tweede pagina (Fig. A.8) worden deze gegevens samengevat in een automatisch gegenereerd rapport samen met de informatie uit het tabblad 'Gegevens'. Op deze pagina wordt ook de mogelijkheid geboden de ingevulde lijst op te slaan onder een unieke naam.

TNO-TM CONCERT		
Resultaat		Resultaat / Samenvatting
		Rijsim Leo2
		ruwe score
• Specificatie en Validatie		
Specificatie		0,66
Validatie		0,83
	<i>gewogen gemiddelde van S&V</i>	<u>0,73</u>
• Didactische aspecten		
Trainingsprogramma		0,84
Scenario management		0,50 Aandachtspunt!
Briefing / debriefing / feedback		0,75
Instructiefaciliteiten		0,67
	<i>gewogen gemiddelde van didactiek</i>	<u>0,67</u>
• Fidelity		
Bedieningsomgeving		0,90
Model		0,58 Aandachtspunt!
Beeldpresentatie en inhoud		0,63 Aandachtspunt!
Geluid		0,46 Aandachtspunt!
Mechanische database en beweging		0,63 Aandachtspunt!
	<i>gewogen gemiddelde van fidelity</i>	<u>0,65</u>
• Totaal oordeel		<u>0,67</u>

Fig. A.7 Resultaten.

Samenvatting		(wordt automatisch gegenereerd)									
Algemeen	<p>Op 30-10-2002 is te Amersfoort (OC Man) een Trainingsim. Rupsvoertuigen van het type Rijsim Leo2 onderzocht door SK</p> <p>Fabrikant van de simulator: Thales / (Singer) Link Miles</p> <p>Voor de beoordeling is tevens gebruik gemaakt van bestaande TNO rapporten waarin de simulator werd geëvalueerd.</p> <p>De taken die met de simulator worden getraind zijn overwegend perceptief-motorisch van aard.</p>										
Schaal	<p>Het oordeel over de simulator wordt gegeven op een 6-punts schaal.</p> <p>De mogelijke scores zijn: slecht onvoldoende matig voldoende goed uitstekend</p> <p>Afhankelijk van de te trainen taak en het leerlingniveau worden de drie aspecten van de vragenlijst gewogen en gemiddeld voor een totaal oordeel. Dit oordeel geeft de validiteit van de simulator aan.</p>										
Oordeel	<table border="0"> <tr> <td>De score van 0,73 op 'Specificatie en Validatie' is</td> <td>voldoende</td> <td>0% van de antwoorden is 'weet niet'</td> </tr> <tr> <td>De score van 0,67 op 'Didactische Aspecten' is</td> <td>voldoende</td> <td>2% van de antwoorden is 'weet niet'</td> </tr> <tr> <td>De score van 0,65 op 'Fidelity' is</td> <td>voldoende</td> <td>2% van de antwoorden is 'weet niet'</td> </tr> </table> <p>Op basis van het totaal oordeel van 0,67 is de validiteit* van deze simulator voldoende</p> <p>Scenario management, Model, Beeldpresentatie en inhoud, Geluid, en Mechanische database en beweging zijn de onderdelen die het meest in aanmerking komen voor verbetering</p> <p>* Het oordeel over de validiteit van de simulator is altijd beperkt tot de wijze waarop de simulator in het trainingsprogramma ingezet wordt.</p>		De score van 0,73 op 'Specificatie en Validatie' is	voldoende	0% van de antwoorden is 'weet niet'	De score van 0,67 op 'Didactische Aspecten' is	voldoende	2% van de antwoorden is 'weet niet'	De score van 0,65 op 'Fidelity' is	voldoende	2% van de antwoorden is 'weet niet'
De score van 0,73 op 'Specificatie en Validatie' is	voldoende	0% van de antwoorden is 'weet niet'									
De score van 0,67 op 'Didactische Aspecten' is	voldoende	2% van de antwoorden is 'weet niet'									
De score van 0,65 op 'Fidelity' is	voldoende	2% van de antwoorden is 'weet niet'									
Overig	<p>Met de knop "gegevens bewaren" kunnen de gegevens opgeslagen worden in een xls-bestand. De bestandsnaam wordt:</p> <p>H:\projects\certificering\Rijsim Leo2_30-10-2002.xls</p> <p style="text-align: center;">Gegevens Bewaren</p>	<p>Contactpersoon voor de simulator:</p> <p style="text-align: center;">Sgt. v. Deutecom</p> <p style="text-align: center;">033-4661999</p>									

Fig. A.8 Resultaten (samenvatting).

BIJLAGE B Vernieuwde vragenlijst

De eerste drie vragen zijn bedoeld om de weegfactoren te bepalen en vallen onder het tabje 'algemeen'. De vragen in de categorie 1 staan onder 'Specificatie en Validatie'. Onder 2 zitten de didactische vragen, en 3 tenslotte heeft betrekking op natuurgetrouwheid of 'Fidelity'.

Taak en Niveau

- 1 Welke aspecten zijn vertegenwoordigd in de taak die met de simulator getraind wordt? (Cognitief, Perceptief-motorisch, Procedureel)
- 2 Is één van deze aspecten belangrijker dan de andere? Zo ja, geef aan welke.
- 3 Op welk niveau worden leerlingen in de simulator getraind? (Beginner, Gemiddeld, Gevorderd)

1 Specificatie

- 1.1 Is er documentatie aanwezig over het specificatieproces (zo ja, wat is de kwaliteit daarvan)?
- 1.2 Weten de huidige gebruikers van de simulator op basis van welke overwegingen de specificaties tot stand zijn gekomen (zo ja, hoe goed zijn ze op de hoogte)?
- 1.3 Is er uitgegaan van een missie-analyse, i.e., een beschrijving van het systeem (de te trainen taak) in zijn context (zo ja, wat is de kwaliteit daarvan)?
- 1.4 Is er een (cognitieve) taakanalyse uitgevoerd (zo ja, wat is de kwaliteit daarvan)?
- 1.5 Zijn er vooraf leerdoelen opgesteld (zo ja, in hoeverre zijn deze voortgekomen uit missie- en taakanalyse)?
- 1.6 Is vooraf bepaald welke leermiddelen in het trainingsprogramma ingezet zouden moeten worden (zo ja, in hoeverre is dit gebeurd op basis van leerdoelen)?
- 1.7 Is vooraf aangegeven welke leerdoelen behaald dienen te worden specifiek met de trainingssimulator?
- 1.8 Is er geïnventariseerd welke trainingsscenario's nodig zijn om de leerdoelen te kunnen trainen (zo ja, hoe goed is dat gedaan)?
- 1.9 Zijn de specificaties voor de simulator opgesteld met behulp van een ondersteuningsmiddel of methode (zo ja, hoe goed is dit gebeurd)?
- 1.10 Geniet simulatie de voorkeur boven conventionele training (zo ja, in hoeverre zijn de redenen hiervoor overtuigend)?
- 1.11 Zijn deze redenen als uitgangspunt gebruikt bij de keuze van zowel de te trainen taken op de simulator als de gebruikte trainingsscenario's?

Validatie

- 1.12 Is er een objectieve (experimentele) validatiestudie gedaan naar de effectiviteit van de trainingssimulator (zo ja, hoe goed was deze)?
- 1.13 Indien er een validatiestudie gedaan is: Wat was het oordeel over de validiteit van de simulator volgens deze studie?
- 1.14 Is de validiteit van de simulator (gestructureerd en systematisch) beoordeeld met behulp van domeinexperts (zo ja, door hoeveel experts)?
- 1.15 Indien meerdere experts de validiteit hebben beoordeeld: waren hun oordelen consistent?
- 1.16 In hoeverre kunnen de experts als objectief worden beschouwd?
- 1.17 Heeft een eventuele meting van de prestatie van cursisten 'blind' plaatsgevonden?
- 1.18 Wisten de experts vooraf over welke aspecten ze geacht werden een uitspraak te doen (zo ja, in hoeverre was dit hen bekend)?

2 Trainingsprogramma

- 2.1 Is het trainingsprogramma gevuld met free play?
- 2.2 Worden oefensituaties systematisch, dus in een welgekozen volgorde, aangeboden?
- 2.3 Komen alle leerdoelen die in de simulator getraind dienen te worden aan de orde in de scenario's?
- 2.4 Kan het leerproces worden gestuurd en ondersteund (zo ja, hoe goed kan dat)?
In hoeverre worden leerdoelen in een bepaalde volgorde afgewerkt:
- 2.5 - van eenvoudige basisvaardigheden (part-task training) naar complexe geïntegreerde vaardigheden?
- 2.6 - van eenvoudige scenario's met weinig storende en irrelevante informatie (stressors, werklast) naar complexe samengestelde scenario's met veel irrelevante informatie?
- 2.7 - van self-paced (zonder tijdsdruk) naar externally paced (veel tijdsdruk)?
- 2.8 - van veel (expliciete) terugkoppeling naar minder (impliciete) terugkoppeling?
- 2.9 - van individuele naar teamtraining?
- 2.10 Wordt de trainingstijd optimaal gebruikt?
- 2.11 Blijkt uit het trainingsprogramma dat de leerdoelen in een logische volgorde worden behandeld?

- 2.12 In hoeverre is prestatiebeoordeling afhankelijk van (toevallige) situaties die tijdens de taakuitvoering ontstaan?
- 2.13 In hoeverre is het “train as you operate” principe gehanteerd als basis van de opleidingsfilosofie?
- 2.14 In hoeverre wordt het leerproces afgestemd op de kennis en vaardigheden van de individuele leerling?

Scenariomanagement

- 2.15 In welke mate zijn de beschikbare scenario’s geschikt om de leerdoelen te halen?
- 2.16 Kunnen lessen en de daarin optredende gebeurtenissen al naar gelang de trainingsbehoefte worden gecreëerd, opgeroepen en aangepast (zo ja, in welke mate)?
- 2.17 Heeft de instructeur de mogelijkheid om (on the fly) een les aan te passen?
- 2.18 Is het mogelijk om het verloop van een trainingsscenario tijdens een trainingssessie te beïnvloeden (zo ja, in hoeverre)?
- 2.19 Kan de instructeur scenario’s makkelijk en snel resetten?
- 2.20 Kan de instructeur scenario’s makkelijk en snel bevroren?
- 2.21 Kan de instructeur scenario’s makkelijk en snel afbreken?

Briefing en Debriefing

- 2.22 Wordt een AAR gegeven? (Dit is voornamelijk van belang bij complexe, tactische taken)
Krijgt de leerling tijdens de After Action Review (AAR) een overzicht van:
- 2.23 - de leerdoelen in relatie tot de missie (zo ja, in hoeverre)?
- 2.24 - de situatie en relevante procedures en/of technieken (zo ja, in hoeverre)?
- 2.25 - wat er gebeurde (en niet gebeurde)?
- 2.26 - de communicatie- en coördinatie-aspecten die ten grondslag liggen aan de (team-)prestatie (zo ja, in hoeverre)?
- 2.27 Kunnen cruciale gebeurtenissen worden opgeslagen/gedocumenteerd om gerepresenteerd te worden tijdens de AAR (zo ja, in hoeverre is dit mogelijk)?
- 2.28 Worden tijdens de AAR onderliggende oorzaken en zwakheden gerelateerd aan specifieke leerdoelen (zo ja, in hoeverre helpt deze informatie bij het sturen van het leerlinggedrag)?
- 2.29 Zijn er bij teamtaken audio-registraties mogelijk?
- 2.30 Indien non-verbale communicatie van belang is; is het mogelijk om videopnamen te maken?
- 2.31 Kunnen prestatiegegevens worden afgedrukt?

Automatische instructie / Prestatiemeting en Feedback

- 2.32 Wordt de leerling tijdens trainingssessies geholpen bij het selecteren van informatie d.m.v. augmented cueing?
- 2.33 Als de taakomgeving voor een beginner te weinig houvast biedt om de taak uit te voeren, in hoeverre wordt dit dan door het systeem gecompenseerd?
- 2.34 Worden automatisch signalen (alerts) aan de leerling gepresenteerd bij overschrijding van de normen?
- 2.35 Kan de leerprestatie per taakonderdeel automatisch gemeten en opgeslagen worden voor verder gebruik?
- 2.36 Zijn er voor de verschillende leerdoelen trainingsmodulen beschikbaar met automatische instructie en feedback (zo ja, in hoeverre zijn deze compleet)?
- 2.37 Wordt het geregistreerde gedrag automatisch gediagnosticeerd (zo ja, in hoeverre gebruikt het systeem dit om feedback te genereren)?
- 2.38 Is de automatische prestatiebeoordeling en feedback gebaseerd op objectief gedefinieerde prestatiepunten en -criteria die beschreven zijn in een formeel prestatie-model (zo ja, in hoeverre)?
- 2.39 Kunnen lesmodules automatisch geselecteerd worden op basis van diagnosticeren van het geregistreerde gedrag (zo ja, hoe vaak gebeurt dit)?
- 2.40 Zijn de instructie- en feedbacksystemen afgestemd op het effectief aanleren van het gewenste gedrag (zo ja, in hoeverre)?
- 2.41 In hoeverre wordt automatische prestatiemeting en feedback beperkt tot die taken die relevant zijn én met voldoende functionele validiteit worden getraind?
- 2.42 Zijn de automatisch gegenereerde prestatiebeoordelingen eenduidig en begrijpelijk voor zowel leerling als instructeur (en geven ze aan hoe het gedrag kan verbeteren)?

Instructiefaciliteiten

- 2.43 In hoeverre kunnen tijdskritische instructietaken (interventies) worden ingelast?
- 2.44 Kan de aanwezigheid en het gedrag van eventuele ‘intelligent agents’ door de instructeur gemanipuleerd worden (zo ja, in hoeverre is dit mogelijk)?
- 2.45 Is het instructeursstation zodanig geconfigureerd dat de instructeur gelijktijdig het station kan bedienen en de leerling kan observeren en begeleiden (zo ja, in welke mate)?
- 2.46 In welke mate zijn alle relevante informatiedisplays en bedieningsmiddelen voor de instructeur vanuit één punt te zien en te bedienen?
- 2.47 Indien relevant; in hoeverre heeft de instructeur beschikking over hetzelfde buitenbeeld als de leerling?

- 2.48 In hoeverre zijn de instrumenten en displays van de console van de leerling af te lezen (direct of indirect) door de instructeur?
- 2.49 In hoeverre is de informatie die de instructeur (op een bepaald moment) al dan niet wil kunnen waarnemen selecteerbaar?
- 2.50 Indien relevant, kan de verbale communicatie tussen leerlingen gevolgd worden?
- 2.51 Indien relevant, wordt het overzicht van de instructeur verbeterd (augmented) door middel van informatie overlays (zo ja, in welke mate)?
- 2.52 Indien relevant, heeft de instructeur beschikking over een overzichtsbeeld? Zo ja, in hoeverre geeft deze een correcte weergave van de gesimuleerde omgeving?
- 2.53 Wordt de instructeur automatisch gealarmeerd wanneer de prestatie van een leerling belangrijke kritische waarden overschrijdt?
- 2.54 In hoeverre is er gebruik gemaakt van de extra didactische- en trainingsmogelijkheden van simulatoren en de bijbehorende instructiehulpmiddelen?

3 Bedieningsomgeving

- 3.1 In hoeverre komt de configuratie (vorm en afmetingen) van de bedieningsruimte overeen met de echte bedieningsruimte?
- 3.2 In hoeverre komt (het uitzicht op) het buitenbeeld vanuit de bedieningsruimte overeen met het uitzicht vanuit het echte systeem?
- 3.3 In hoeverre zijn de eventuele platformreferenties vanuit de bestuurderspositie zichtbaar en op de juiste plaats?
- 3.4 In hoeverre komt de positie van de bedieningsmiddelen in de bedieningsomgeving overeen met die in het echte systeem?
- 3.5 In hoeverre is de vorm en uitvoering van de bedieningsmiddelen hetzelfde als in het echte systeem?
- 3.6 In hoeverre hebben de bedieningsmiddelen dezelfde "control loading" als die van het echte systeem?
- 3.7 In hoeverre komt de vormgeving en functionaliteit van de visuele informatiepresentatie (sensoren / displays) overeen met het echte systeem?
- 3.8 In hoeverre komt de vormgeving en functionaliteit van de auditieve informatiepresentatie overeen met het echte systeem?
- 3.9 In hoeverre komt de positie van de displays overeen met het echte systeem
- 3.10 In hoeverre zijn de symbolen op knoppen en meters in de mock-up hetzelfde als in het echte systeem?

Model

Virtuele simulatie:

- 3.11 In hoeverre is de modellering van de eventuele rotatie-assen correct?
- 3.12 Indien relevant: In hoeverre kan het dynamisch model realistisch weergeven of het platform in aanraking komt met een ander object?
- 3.13 In hoeverre hebben acties met het eigen platform effect op het functioneren daarvan?
- 3.14 In hoeverre hebben acties met het eigen platform effect op de omgeving?
- 3.15 In hoeverre hebben acties met het eigen platform effect op andere 3D modellen?
- 3.16 In hoeverre zijn de karakteristieken van deceleratie- en acceleratiemiddelen correct gemodelleerd?
- 3.17 In hoeverre varieert motorgeluid / toerental op de juiste wijze met snelheid en de stand van de versnelling?
- 3.18 In hoeverre worden versnellingen en vertragingen natuurgetrouw berekend in het dynamisch model?
- 3.19 In hoeverre is het stuurgedrag op de juiste wijze gerelateerd aan de snelheid van het platform?
- 3.20 In hoeverre kan het bewegingssysteem de domp- of rolhoek van het platform bij langs- of dwarsversnellingen correct weergeven?
- 3.21 In hoeverre is het effect van dwars- en langshellingen op de versnelling en vertraging van het platform op correcte wijze gemodelleerd?
- 3.22 In hoeverre worden de effecten van verschillende ondergrondsoorten op de rolweerstand en het stuurgedrag correct gemodelleerd?
- 3.23 In hoeverre zijn effecten van wind op de snelheid en het stuurgedrag van het platform correct gemodelleerd?
- 3.24 In hoeverre is het model in staat om stamp- en rolgedrag van het gesimuleerde platform realistisch weer te geven?
- 3.25 In hoeverre zijn effecten van windrichting en -kracht, en stromingen en ondieptes op het (scheeps)gedrag correct gemodelleerd?
- 3.26 In hoeverre reageert het gesimuleerde systeem (vliegtuig) op correcte wijze op zijwind, remous of turbulentie?
Constructieve simulatie:
- 3.27 In hoeverre gedragen andere gesimuleerde deelnemers zich volgens de geldende regels en procedures?
In hoeverre reageren andere gesimuleerde deelnemers op realistische wijze:
- 3.28 - op hun fysische omgeving?
- 3.29 - op hun tactische omgeving?

- 3.30 - op hun omgeving volgens de principes van biomechanica en fysiologie?
In hoeverre kan het gedrag van gesimuleerde deelnemers worden afgestemd op de te behalen leerdoelen, de volgende kenmerken van de leerling of situatie in acht nemend:
- 3.31 - psychologische factoren, processen en determinanten?
 3.32 - groepsfactoren, processen en determinanten?
 3.33 - getraindheid en ervaring?
 3.34 - culturele en motivationele factoren, processen en determinanten?
 3.35 - ergonomische factoren, processen en determinanten?

Presentatie buitenbeeld

Algemeen

- 3.36 In hoeverre komt de grootte van het gezichtsveld in de simulator overeen met de werkelijkheid?
 3.37 In hoeverre zijn afstanden en afmetingen (over het gehele buitenbeeld) in de juiste proporties weergegeven?
 3.38 In hoeverre worden afstanden of afmetingen in het buitenbeeld vergroot (of verkleind) weergegeven?
 3.39 Zijn er objecten die zodanig afwijkend van kleur zijn dat de detectie en herkenning ervan gevaar loopt?
 3.40 Voldoet de luminantie van 100% wit aan de norm?
 3.41 In hoeverre voldoet de contrast-ratio aan de norm?
 3.42 In hoeverre voldoet de resolutie van het systeem zowel horizontaal als verticaal aan de norm
 3.43 In hoeverre voldoet de opfrisfrequentie van de beeldpunten aan de norm?
 3.44 In hoeverre komt de positie (en de kijkrichting) van de virtuele camera overeen met het oogpunt van de bestuurder/operator?
 3.45 In hoeverre blijft de vertraging van het beeld (t.o.v. het dynamisch systeemmodel) binnen de normen die voor het gesimuleerde type systeem opgesteld zijn?
 3.46 In hoeverre is de bijwerkfrequentie van het beeld hoog genoeg om een vloeiende weergave van veranderingen in de omgeving en van de overige aanwezige objecten te bewerkstelligen?
 3.47 In hoeverre ondersteunt het aantal niveaus-van-detail (l.o.d.) de overgang tussen texturen van een object op verschillende afstanden?
 3.48 Als anti-aliasing nodig is: wordt er op de juiste wijze gebruik gemaakt van anti-aliasing?
 3.49 In hoeverre correspondeert het beeld van gesimuleerde achteruitkijkspiegels en (elektro-) optische apparatuur met de werkelijkheid?

Monitoren

- 3.50 Is het visuele veld groot genoeg om een illusie van diepte te genereren?
 3.51 Zo niet, worden meerdere monitoren gebruikt?
 3.52 Is de ruimte tussen de beelden van de monitoren voldoende klein?
 3.53 Indien beelden worden gepresenteerd m.b.v. collimatie: Leidt het gebruik van gecollimeerd beeld tot een diepte illusie die verstorend werkt op de taakuitvoering?
 3.54 In hoeverre heeft de bestuurder vanuit verschillende mogelijke gezichtsposities een beeld zonder vervorming?
 3.55 In hoeverre is de kijkruimte waarbinnen geen beeldvervorming optreedt groot genoeg voor het uitvoeren van de taak?

Projectie

- 3.56 In hoeverre is de afstand van de waarnemer tot het geprojecteerde beeld voldoende?
 3.57 Indien er meerdere waarnemers zijn, in hoeverre zijn parallaxfouten en vervorming te voorkomen bij hun kijkafstand?
 3.58 Wordt er gebruik gemaakt van (een) headtracker(s) om parallaxfouten te beperken?
 3.59 Worden de verschillende kanalen regelmatig afgeregeld om vervorming van het geprojecteerde beeld te minimaliseren?
 3.60 In hoeverre sluiten de kanalen zonder zichtbare overgang op elkaar aan (edge-blending)?
 3.61 Is er sprake van contrastvermindering door lichtreflecties?

Head Mounted Display

- 3.62 In welke mate voldoet de grootte van het instantaan gezichtsveld?
 3.63 In hoeverre geeft de resolutie diepte-oplossend vermogen?
 3.64 Als stereoscopisch zicht relevant is: Is er voor ieder oog een apart beeldkanaal beschikbaar?
 3.65 In hoeverre is de massa van de HMD vanuit ergonomisch perspectief acceptabel?
 3.66 Kan de HMD over een bril gedragen worden zonder (onacceptabel) verlies van beschikbaar gezichtsveld?
 3.67 Blijven de vertragingen van de signalen van headtracker en beeldgenerator beperkt tot max. 50 ms?
 3.68 Wordt de 'nul-graden-richting' van de headtracker vóór ieder gebruik bepaald en eventueel gecorrigeerd?
 3.69 In hoeverre geeft de headtracker de kijkrichting in alle relevante richtingen aan?
 3.70 Treedt ontoelaatbare beeldversmering op?

Beeldinhoud, visuele database

- 3.71 In hoeverre is variatie in training mogelijk gegeven de grootte van de database?
 3.72 Worden platformreferenties (indien niet aanwezig in de bedieningsomgeving) in het beeld gegeneerd, en zo ja, wat is de kwaliteit daarvan?

- 3.73 In hoeverre kunnen (indien nodig) beschadigingen aan het platform (als gevolg van botsingen, inslag van projectielen etc...) gevisualiseerd worden?
- 3.74 In hoeverre kunnen (indien nodig) beschadigingen aan andere 3D modellen gevisualiseerd worden
- 3.75 In hoeverre kunnen (indien nodig) beschadigingen aan de omgeving (visuele terreindatabase) gevisualiseerd worden?
- 3.76 In hoeverre zijn objecten in de database herkenbaar?
- 3.77 In hoeverre zijn objecten in de database qua plaatsing en uiterlijk realistisch weergegeven?
- 3.78 In hoeverre is de verticale oriëntatie van het platform te bepalen, gegeven de hoeveelheid elementen in de database?
- 3.79 In hoeverre gedragen bewegende objecten in de database zich natuurlijk?
- 3.80 In hoeverre kunnen de weersomstandigheden / kan het zicht gemanipuleerd worden?
- 3.81 In hoeverre meteorologische cues voor afstandschatting realistisch weergegeven?
- 3.82 In hoeverre kunnen verschillen tussen dag, schemer en nacht gesimuleerd worden?
- 3.83 In hoeverre kan een correcte weergave van de stand van de zon of andere hemellichamen worden gegeven als de taak dit vereist?
- 3.84 In hoeverre kunnen verlichtingseffecten weergegeven worden?
- Specifiek voor rijden**
- 3.85 In hoeverre is de vormgeving van wegen en weg-meubilair conform de geldende standaarden (bijv. Rona)?
- 3.86 Zijn er voldoende referentie objecten aanwezig in de nabije omgeving van het platform?
- 3.87 Is het aantal objecten op middelbare en grote afstand voldoende om een realistische vulling van het beeld te garanderen?
- 3.88 Zijn er voldoende andere verkeersdeelnemers zichtbaar (auto's, fietsers, voetgangers)?
- 3.89 Is het aantal verkeersdeelnemers binnen een straal van 100 meter voldoende voor het creëren van oefensituaties?
- 3.90 In hoeverre is het gedrag van de verkeersdeelnemers realistisch gemodelleerd?
- 3.91 In hoeverre is het gedrag van de verkeersdeelnemers vanuit didactisch oogpunt (leerdoelperspectief) gemodelleerd?
- Specifiek voor varen**
- 3.92 In hoeverre kunnen effecten van wind, diepte van het water, etc... op golfpatronen natuurgetrouw gesimuleerd worden?
- 3.93 In hoeverre kunnen andere schepen op kritische positie, koers en snelheid gesimuleerd worden?
- 3.94 In hoeverre is de lichtsterkte van bakens in overeenstemming met de afstand en de meteorologische condities?
- Specifiek voor vliegen**
- 3.95 In hoeverre worden wolkenpatronen en hun effecten op het zicht natuurgetrouw gesimuleerd?
- 3.96 In hoeverre wordt de zichtbaarheid van lichten op correcte wijze beïnvloed door meteorologische condities, afstand, en zicht?
- Geluid**
- 3.97 In hoeverre loopt het geluid synchroon met de toestand van het systeem?
In hoeverre zijn de geluiden realistisch?
- 3.98 - wat betreft spectrum?
- 3.99 - wat betreft ritme?
- 3.100 - wat betreft sterkte?
- 3.101 Worden bij storingen, botsingen of andere relevante gebeurtenissen realistische bijbehorende geluiden gepresenteerd?
- 3.102 In hoeverre komt het geluid in de simulator uit dezelfde richting als in werkelijkheid?
- 3.103 Wordt gebruik gemaakt van 'echte' 3D-koptelefoons en headtracker?
- Mechanische database**
- 3.104 In hoeverre zijn de mechanische eigenschappen van de gemodelleerde omgeving in overeenstemming met de visuele database?
- 3.105 In hoeverre zijn de gevolgen van contact met objecten in de database correct meetbaar in het voertuigmodel?
- Specifiek voor terreinrijden**
- 3.106 Indien terreinrijden wordt getraind, in hoeverre kan dit realistisch getraind worden?
- 3.107 In hoeverre zijn verschillende terreinkenmerken (hellingen, oneffenheid, etc...) correct gemodelleerd?
- 3.108 In hoeverre is het mogelijk de effecten van verschillende weersomstandigheden op de terreinkenmerken te simuleren in de mechanische database?
- Specifiek voor varen**
- 3.109 In hoeverre zijn de effecten van wind, golven, stroming en ondiepte op het scheepsgedrag correct gemodelleerd?
- Specifiek voor vliegen**
- 3.110 Zijn de reacties van het gesimuleerde vliegtuig op dwarswind en atmosferische verstoringen zoals remous of turbulenties correct?

Beweging

- 3.111 Indien relevant: Kan de simulator mechanische bewegingsinformatie weergeven?
- 3.112 Zo ja, in hoeverre gebeurt dit in dezelfde vrijheidsgraden als die waarin het echte platform beweegt?
- 3.113 Indien dit wordt getraind, in hoeverre is de simulator geschikt voor het leren besturen van een instabiel voertuig?
- 3.114 Indien relevant: In hoeverre is de simulator geschikt voor het leren reageren op externe verstoringen van het voertuiggedrag?
- 3.115 In hoeverre loopt de mechanische informatie synchroon met het beeldsysteem?
- 3.116 In hoeverre treedt simulatorziekte op?
In hoeverre is de amplitude van het bewegingsplatform voldoende voor de te simuleren taak?
- 3.117 In laterale richting?
- 3.118 In longitudinale richting?
- 3.119 In verticale richting?
- 3.120 Indien relevant: Is er een stoelvibrator/trilplatform aanwezig?
- 3.121 In hoeverre lopen de aangeboden trillingen synchroon met veranderingen in de toestand van het dynamisch voertuigmodel?
In hoeverre zijn de frequenties van de trillingen afgestemd op de te simuleren motortrillingen/terreinoneffenheden?
- 3.122 - qua richting (verticaal, in het horizontale vlak)?
- 3.123 - qua amplitude?