

ONGERUBRICEERD

Earth, Life & Social SciencesKampweg 5
3769 DE Soesterberg
Postbus 23
3769 ZG Soesterbergwww.tno.nl

T +31 88 866 15 00

F +31 34 635 39 77

TNO-rapport**TNO 2016 R11851****Effectiviteitsdrivers van O&T
simulatiemiddelen per taaktype (V1427)**

Datum	december 2016
Auteur(s)	dr. J.E. Korteling Dr. J. Voogd Dr. K. van den Bosch
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	A.C. van Lier
Vastgesteld d.d.	november 2016
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	Ongerubriceerd
Exemplaarnummer	-
Oplage	5
Aantal pagina's	41 (incl. 2 bijlagen, excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	

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

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2017 TNO

ONGERUBRICEERD

Samenvatting

De grote diversiteit aan effectiviteitsfactoren maakt het verwerven, specificeren, evalueren, gebruiken en onderhouden van trainingssimulatoren tot een complexe aangelegenheid. Door gebrek aan kennis, bijvoorbeeld over effecten van allerlei afwijkingen van simulatiemiddelen ten opzichte van de werkelijkheid of over de toegevoegde waarde van bepaalde didactische kenmerken worden beslissingen over de inzet en verwerving van simulatiemiddelen niet voldoende genomen op basis van een afgewogen rationele analyse met juiste prioriteringen. Er is daarom behoefte aan ondersteunende kapstokken, kennis en een structuur die het weeg- en analyseproces voor een grote diversiteit aan gebruikers overzichtelijker en efficiënter maakt en leidt tot de beste oplossingen. Daarom wordt in het kader van het Thema 'Simulatoreffectiviteit' van het doelfinancieringsprogramma 'Simulatie' (V1427) een ondersteuningsconcept ontwikkeld gericht op het toegankelijk en bruikbaar maken van kennis ten behoeve van de life-cycle van simulatiemiddelen voor O&T. Mogelijke vormen van ondersteuning zijn taxonomieën, checklists, workshops, methoden, handboeken en computer-gebaseerde tools.

Het onderhavige rapport introduceert een nieuw ondersteuningsmiddel dat helpt bij het vaststellen welke elementen of factoren voor een bepaald simulatiemiddel en trainingsdoel het meest van belang zijn. Daartoe worden als eerste de factoren (n=25) die bepalend zijn voor simulatoreffectiviteit behandeld. Vervolgens wordt een taxonomie van taaktypen (n=9) gepresenteerd. Voor ieder taaktype daarvan wordt aangegeven en beargumenteerd welke effectiviteitsfactoren al of niet belangrijk (kritisch) zijn voor de effectiviteit van een trainingssimulator. Tot slot worden de resultaten hiervan overzichtelijk weergegeven in een 'Effectiviteitsdriver Matrix'. Dit is een matrix die voor de gehele taxonomie van taaktypen aangeeft welke effectiviteitsfactoren al of niet van groot belang zijn. Dit overzicht van belangrijke effectiviteitsfactoren voor verschillende taaktypen kan worden gebruikt om beter te focussen op die onderdelen van simulatiemiddelen die er écht toe doen. Dit is niet alleen belangrijk voor de kwaliteit van de verschillende simulator-componenten, maar voorkomt tevens dat dat er in een vroeg stadium van de verwerving te veel wordt gefocust en 'bottom-up tijd' wordt geïnvesteerd in het uitzoeken van allerlei zaken waarvan later blijkt dat die niet of nauwelijks relevant zijn. Daarnaast, en misschien nog wel belangrijker, wordt hiermee voorkomen dat een behoeftestelling steeds verder wordt uitgebreid met nieuwe (vaak weinig relevante) functionaliteiten, toeters en bellen. Dit laatste drijft niet alleen de kosten van het (te verwerven) systeem op, maar genereert ook steeds andere en hogere eisen aan logistiek, instructeurscompetenties, organisatie enzovoort. De matrix dient daarmee het belang om bij behoeftestellingen steeds goed voor ogen te houden voor welke doelen het te verwerven systeem wordt gespecificeerd, verworven en ingezet. Tegelijkertijd blijft hiermee het overzicht op alle effectiviteitsfactoren gehandhaafd, waardoor mogelijke goede kansen niet over het hoofd worden gezien.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Probleemanalyse	4
1.3	Mogelijke oplossing: OTS database	7
1.4	Effectiviteitsdriver Matrix	8
2	Effectiviteitsfactoren	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Hoofdcategorieën effectiviteitsfactoren	9
3	Effectiviteitsfactoren en taaktypen	14
3.1	Inleiding	14
3.2	Effectiviteitsdrivers per taaktype	14
4	Effectiviteitsdrivers per taaktype	24
4.1	Effectiviteitsdriver Matrix	24
4.2	Toepassing van de matrix	25
5	Conclusies.....	28
6	Referenties	29
	Bijlage(n)	
	A Beschrijving OTS	
	B Effectiviteitsfactoren	

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Een doel van het Thema Simulatoreffectiviteit (Programma V1427) is het ontwikkelen van kennis en hulpmiddelen voor ondersteuning van behoeftestellers (OpCo's, DMO) van simulatiemiddelen voor opleiding en training (O&T) doelstellingen. Deze ondersteuningsmiddelen moeten er voor zorgen dat zij makkelijk en goed over de gehele life-cycle (verwerving, inzet, instandhouding en evaluatie) van simulatiemiddelen beslissingen kunnen nemen over simulatietrainingen en die beslissingen kunnen onderbouwen. Daartoe wordt kennis uit de literatuur en uit de praktijk bijeengebracht om hiermee een concept-ontwerp van een ondersteunings-systeem te ontwikkelen. Het onderhavige document beschrijft de aanpak en resultaten van het project en een ondersteuningsmodel als één van de in het programma ontwikkelde kennisproducten (bijvoorbeeld Korteling, van den Bosch & van der Pal, 2014a). Dit instrument – de 'Effectiviteitsdriver Matrix' - kan als hulpmiddel worden gebruikt bij het opstellen van behoeftestellingen en het specificeren van simulatiemiddelen voor opleiding en training (O&T).

1.2 Probleemanalyse

Voor het ontwerpen van een voor Defensie bruikbare ondersteuningsmethode is het allereerst nodig de achterliggende problematiek te analyseren om helderheid te krijgen over vragen, onzekerheden en argumenten die belangrijk zijn voor de behoeftestelling en specificatie van simulatoren en simulatietrainingen. Daarnaast is het nodig om te weten bij welke beslissingen behoeftestellers ondersteuning zouden willen hebben, en wat de aard, vorm, omvang, diepgang en timing van die ondersteuning zou moeten zijn. Daarom is allereerst op basis van interviews, workshops (Korteling, van den Bosch & van der Pal, 2014b; Korteling, van den Bosch & van der Pal, Voogd, 2014) en eerder onderzoek (Voogd & Korteling, 2014) een uitvoerige probleemanalyse gedaan, zowel op micro- als op macroniveau.

Uit de probleemanalyse is gebleken dat de hoeveelheid beschikbare expertise binnen Defensie sterk fluctueert, bijvoorbeeld als gevolg van functieroulatie. Er zijn dus grote verschillen tussen allerlei functionarissen op M&S gebied (gebruikers, behoeftestellers) en (hun) beschikbare voorkennis en ervaring. Daarnaast blijken de problemen, behoeften en randvoorwaarden op M&S gebied zeer verschillend. Die verschillen betreffen de volgende aspecten:

- type te trainen taken (bijvoorbeeld perceptief-motorisch, procedure, cognitief, team);
- niveau van te trainen militaire taken, i.e., van 1 (individueel) tot 7 (divisie);
- complexiteit van de te trainen taken;
- militair domein;
- duidelijkheid van het O&T probleem dat moet worden opgelost;
- aanwezigheid of beschikbaarheid van standaard processen en formats;
- de mate waarin praktijktraining door simulatie moet worden vervangen;
- reeds beschikbare relevante kennis (intern, wetenschappelijk) en toegankelijkheid ervan;

- fase van de life-cycle van simulatiemiddelen;
- organisatie vraagstukken (personeel, capaciteit, infrastructuur);
- technische ondersteuning en onderhoud.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende soorten vragen en uitdagingen op M&S gebied, zoals vastgesteld tijdens een workshop met militairen die regelmatig betrokken zijn in het behoeftestellingproces van trainingssimulatoren (Van den Bosch, Van der Pal, Korteling & Voogd, 2014). Duidelijk is dat veel van de vraagstukken een multidisciplinair karakter hebben. Het beantwoorden van die vragen vereist dus het combineren en integreren van verschillende typen kennis, zoals expertise op het gebied van het domein en de te leren taak of taken, ICT, simulatie, didactiek, human factors, en organisatie. Het is gebleken dat die kennis bij Defensie vaak niet verzameld is in één persoon, of aanwezig is bij één onderdeel, maar verspreid is in de organisatie. In een aantal gevallen ontbreekt ook de benodigde expertise om tot een goede en onderbouwde behoeftestelling te kunnen komen. In de wetenschap is er weliswaar veel kennis op de genoemde deelgebieden beschikbaar, maar ook deze kennis is versnipperd en niet geïntegreerd tot modellen of concepten die direct toepasbaar zijn op de genoemde vraagstukken. Daarbij vertoont de kennis en informatie vaak grote verschillen in abstractieniveau, generaliseerbaarheid, betrouwbaarheid en validiteit, en is het dus moeilijk in te schatten in hoeverre bepaalde informatie of resultaten relevant en bruikbaar zijn voor een specifieke vraag. Een van de belangrijke gevolgen hiervan is dat het doen van behoeftestellingen van simulatiemiddelen vaak erg veel tijd in beslag neemt, zonder dat het resultaat van deze inspanningen tot een navenante kwaliteit leidt, als een adequate basis voor de daaropvolgende verwervingsprocessen.

Tabel 1 M&S vraagstukken waarmee behoeftesteller bij defensie te maken krijgen.

#	M&S vraagstukken
1	De behoeftesteller moet, ten behoeve van de beslisser (OPCO/DPLAN), onderbouwen of en waarom voor het invullen van een specifieke trainingsbehoefte een simulatiemiddel nodig is.
2	De behoeftesteller laat onderzoek uitvoeren om te bepalen welke mogelijkheden <i>off-the-shelf</i> simulatoren/games bieden voor een bepaalde training.
3	De behoeftesteller moet onderbouwen of/wanneer een trainingsmiddel op maat ('broodje speciaal') verworven moet gaan worden.
4	De gebruikende organisatie moet/laat onderzoeken hoe een trainer, die 'as is' bij een bepaald systeem meegeleverd wordt (en die vaak over relatief beperkte aanpassingsmogelijkheden beschikt), het best kan worden ingezet voor opleiding en training.
5	Er wordt een operationeel systeem opgeleverd zonder trainingsmiddel. De gebruikende organisatie krijgt de vraag óf, en onder welke voorwaarden, een simulatiemiddel een effectieve leeroplossing kan zijn.
6	Een initieel leertraject heeft te kampen met veel vroegtijdige uitval. Leerlingen die doorstromen naar een vervolgtraject hebben een laag competentieniveau. De gebruikende organisatie krijgt de vraag voorgelegd of laat een studie uitvoeren of het invoeren van (low-cost) simulatie of serious gaming een oplossing kan bieden.
7	De behoeftesteller stelt de vraag of een simulatiemiddel dat voor een specifieke training een effectief instrument is gebleken, wellicht óók voor andere trainingen te gebruiken is.
8	De behoeftesteller stelt de vraag om, naar aanleiding van gerezen twijfels over een bestaand trainingsmiddel, de kwaliteit van de simulator en de simulatortraining te onderzoeken.

#	M&S vraagstukken
9	Een bestaand trainingssysteem is technisch verouderd en voldoet niet (helemaal) meer aan de eisen. De behoeftesteller stelt de vraag of een upgrade zinvol is om verbetering te brengen, en zo ja aan te geven aan welke eisen zo'n eventuele upgrade moet voldoen.
10	Een projectteam bij de DMO krijgt de opdracht om de specificaties op te stellen van een zeer omvangrijk en geïntegreerd trainingsysteem, zoals bijvoorbeeld MCTC of TACTIS. NB: de behoeftstelling is dan al goedgekeurd. Experts van de behoeftstellende organisatie nemen deel aan het DMO projectteam.
11	Het projectteam krijgt de opdracht om specificaties op te stellen van een <i>low-cost special-purpose</i> trainer.
12	Het operationele systeem is door technologische ontwikkelingen en de invoering van updates sterk afwijkend geraakt van het simulatie systeem. De behoeftesteller krijgt de vraag voorgelegd of een M&S upgrade nodig of wenselijk is, en aan welke eisen zo'n eventuele upgrade moet voldoen.

De hierboven genoemde vraagstukken vertonen een grote variatie aan mogelijke issues, contexten en middelen. Dit impliceert dat een uniforme ondersteuning, bestaande uit een standaard 'procesgang' met vaste formats en een vaste volgorde van te doorlopen stappen, niet mogelijk is. Het te ontwikkelen ondersteuningsconcept moet daarentegen in hoge mate breed dekkend, flexibel en op maat zijn om tegemoet te kunnen komen aan de grote diversiteit van vraagstukken. Daarnaast moet het procesmatige handvatten bieden om te komen tot bijvoorbeeld een goede behoeftestelling of validatiestudie.

Training simulator effectiviteit

Een complexe kwestie

Relevante informatie is:

Complex

Multi-dimensioneel, multi-disciplinair
Interacties en afhankelijkheden

Heterogeen

formats, compleetheid,
niveaus van complexiteit,
Kwaliteit, versnipperde bronnen

Incompleet en onzeker

Snelle technologische ontwikkelingen
Context afhankelijk, modulerende factoren

Kennis is beperkt

beschikbaar, toegankelijk
en (her)bruikbaar



Figuur 1 Complexe, heterogene en incomplete kennis.

Een belangrijke functie van het te ontwikkelen systeem is dat het de behoeftesteller helpt bij het bepalen of, en in welke vorm, simulatie voor een bepaald doel effectief kan zijn. Wat is er (niet) nodig, welke eisen moeten daaraan worden gesteld, op welke wijze dit te valideren en hoe dit in te zetten? Op basis van kennis over de beoogde (simulatie)training kunnen globale adviezen worden gegeven, bijvoorbeeld bij het bepalen of simulatie (of educatieve gaming) de beste (meest effectieve en/of

efficiënte) leeroplossing is¹. Naarmate dergelijke processen vorderen komt er meer informatie over de beoogde simulatietraining beschikbaar, waardoor er specifiekere en gedetailleerdere ondersteuning kan worden gegeven. Het te ontwikkelen ondersteuningssysteem moet geen moment-opname zijn van de beschikbare kennis over trainingssimulatie en over de specificatie van trainingssimulators, maar moet het kunnen meegroeien met de ontwikkelingen door op een makkelijke manier nieuwe kennis op te nemen. Zo moet het mogelijk zijn om nieuw ontwikkelde tools, kennisdocumenten en gebruikservaringen aan het systeem toe te voegen. Tot slot is het van belang dat lessons learned, best practices, verificatie & validatie resultaten et cetera, worden vastgelegd zodat die kennis gebruikt kan worden bij het maken of onderbouwen van keuzes bij nieuwe vraagstukken, bijvoorbeeld in het verwervingstraject (Voogd & Korteling, 2014). Als kennismanagement op de juiste manier wordt geïmplementeerd kan de verzamelde kennis ook gebruikt worden om de (te verwachten) effectiviteit van M&S middelen te bepalen, zowel voor huidige als nog te verwerven middelen.

1.3 Mogelijke oplossing: OTS database

Op basis van een analyse van bovenstaande eisen en overwegingen is er voor gekozen om een prototype web-based ondersteuningsdatabase met portal te ontwikkelen. Het is een interactieve en gebruiksvriendelijke database die toegang geeft tot een breed scala aan beschrijvingen, ondersteunende tools en informatie over tools voor het beter inzetten van simulatiemiddelen voor opleiding en training (O&T) bij de Nederlandse Defensie. De database met portal fungeert daarmee als een (overkoepelend) raamwerk waarin verschillende tools en kennisbronnen zijn samengebracht. Daarnaast is het systeem zodanig ontworpen dat nieuwe kennis, nieuwe technologische ontwikkelingen of verandering er goed en gemakkelijk in is onder te brengen.

Een door behoeftestellers vaak naar voren gebracht probleem is dat kennis die nodig is voor de behoeftestelling moeilijk te vinden is. Een belangrijke functie van het systeem is daarom dat het (bestaande) kennis en ondersteuningsmiddelen beschikbaar, toegankelijk en bruikbaar maakt. De portal helpt gebruikers bij het vinden van de juiste ondersteuning voor hun specifieke probleem; het biedt geschikte tools aan voor allerlei uiteenlopende behoeftes. Zo kan een gebruiker eerst ondersteund worden bij het maken en onderbouwen van de beslissing of simulatie in een bepaald leertraject wel of niet geschikt is. In een tweede stap kan het systeem ondersteuning geven bij het bepalen welk type simulatie het meest geschikt is (bijvoorbeeld Korteling & van den Bosch, 2015). In diverse mogelijke vervolgstappen kan het systeem hulp bieden bij het opstellen van de functionele specificaties, het evalueren van simulatiemiddelen of het inzetten of aanpassen daarvan.

Mogelijke vormen van ondersteuning zijn taxonomieën, checklists, workshops, methoden, handboeken en computer-gebaseerde tools. Zulke hulpmiddelen

¹ Effectiviteit of doeltreffendheid heeft betrekking op de uitkomst van het proces, de realisatie van de O&T doelstellingen. Dit kan worden geschat, voorspeld of gemeten. Efficiëntie of doelmatigheid betreft de hoeveelheid benodigde middelen om een bepaald doel te bereiken, het onderliggende proces. Bij een gelimiteerd budget (wat meestal het geval is) zullen efficiëntie-bevorderende mogelijkheden (indirect) leiden tot een hogere effectiviteit van simulatiemiddelen.

kunnen inhoudelijke ondersteuning geven bij het nemen van beslissingen en het analyseproces overzichtelijker en efficiënter maken. Een deel van die middelen is reeds in eerdere projecten ontwikkeld. Voor vraagstellingen die (nog) niet zijn afgedekt wordt in overleg met (potentiele) gebruikers in kaart gebracht welke ondersteuningsmiddelen verder nog nodig zijn en/of ontwikkeld zouden moeten worden. Dit gebeurt in gebruiker-sessies waarin het prototype-systeem aan de hand van fictieve cases wordt geëvalueerd en wordt onderzocht hoe het kan worden verbeterd en welke verdere kennisontwikkeling nog nodig is.

De naam van het prototype is gebaseerd op de afkorting OTS voor *Ondersteuning Training Simulatoren*. Een beschrijving van de database is opgenomen als bijlage A.

1.4 Effectiviteitsdriver Matrix

De kwaliteit (trainingseffectiviteit) van een simulatiemiddel voor opleiding en training wordt door een groot aantal elementen of factoren bepaald. Hierbij kan worden gedacht aan didactische elementen, zoals scenario-management of intelligent tutoring of aan factoren die natuurgetrouwheid bepalen, zoals de kwaliteit van buitenbeelden of van onderliggende systeem- of omgevingsmodellen. Afhankelijk van de situatie zijn deze kenmerken (of 'effectiviteitsfactoren') niet altijd even belangrijk en/of kritisch. Het belang van effectiviteitsfactoren wordt bijvoorbeeld in hoge mate bepaald door het type te trainen taak (bijvoorbeeld perceptief-motorisch, procedureel, feiten- of inhoudelijke kennis, cognitieve vaardigheden, attitudes).

In dit document worden eerst de effectiviteitsfactoren globaal behandeld. Daarna wordt een overzicht gegeven van taaktypen. Hierbij wordt voor ieder taaktype aangegeven welke effectiviteitsfactoren al of niet belangrijk (kritisch) zijn. Tot slot wordt dit nog eens overzichtelijk weergegeven in een 'Effectiviteitsdriver Matrix'. Dit is een matrix die voor alle beschreven taaktypen aangeeft welke effectiviteitsfactoren van groot belang, of kritisch, zijn voor de effectiviteit van een simulatiemiddel voor O&T. De matrix bestaat uit 25 subcategorieën van effectiviteitsfactoren en 9 taaktypen.

Dit overzicht van belangrijke effectiviteitsfactoren voor verschillende taaktypen kan worden gebruikt om beter te focussen op die onderdelen van simulatiemiddelen die er écht toe doen. Behalve dat dit belangrijk is voor de kwaliteit van de verschillende simulatorcomponenten, wordt hiermee vermeden dat er in een vroeg stadium van de verwerving te veel bottom-up tijd wordt besteed aan het uitzoeken van allerlei zaken waarvan later blijkt dat die niet of nauwelijks relevant zijn. Als voorbeeld kan hierbij worden gedacht aan het stellen van hoge eisen aan een bedieningsomgeving en user interface aspecten of een intelligent tutoring systeem voor een game die bedoeld is voor het trainen van sociale vaardigheden. Daarnaast, en misschien nog wel belangrijker, wordt hiermee voorkomen dat een behoeftestelling steeds verder wordt uitgebreid met nieuwe (weinig relevante) functionaliteiten, toeters en bellen. Dit laatste drijft niet alleen de kosten van het (te verwerven) systeem op, maar genereert ook steeds andere en hogere eisen aan logistiek, instructeurscompetenties, organisatie enzovoort (van den Bosch et al., 2014). De matrix dient daarmee het belang om bij behoeftestellingen steeds goed voor ogen te houden voor welke (leer)doelen het te verwerven systeem bedoeld is. Tegelijkertijd blijft hiermee het overzicht op alle effectiviteitsfactoren gehandhaafd, waardoor mogelijke goede kansen gemist zouden kunnen worden (van den Bosch et al., 2014).

2 Effectiviteitsfactoren

2.1 Inleiding

Dit document sluit aan op een eerder geschreven memo over *Effectiviteitsfactoren* (Korteling, van den Bosch & Van der Pal, 2015). Effectiviteitsfactoren zijn kenmerken of aspecten van simulatiemiddelen die toepassing ervan (in dit geval voor O&T) meer of minder effectief kunnen maken (hieronder vallen dus ook factoren die de efficiëntie beïnvloeden, zie voetnoot 1). Behoeftesteller kunnen dit memo met een lijst van effectiviteitsfactoren gebruiken bij het onderbouwen en nemen van beslissingen over de inzet van simulatiemiddelen. Hierbij dient op basis van de effectiviteitsfactoren altijd zoveel mogelijk te worden geprofiteerd van de potentiële voordelen van simulatoren, en moeten de eventuele nadelen zoveel mogelijk worden beperkt. Dat betekent dat we er in principe vanuit gaan dat simulatie zoveel mogelijk moet worden nagestreefd, daar waar dit ten opzichte van praktijk O&T (kosten)effectief mogelijk en praktisch is. Daarbij verdient, vanuit kosteneffectiviteit perspectief, gebruik van eenvoudige low-cost simulatiemiddelen bij gelijke functionaliteit de voorkeur boven meer geavanceerde vormen van simulatie. De effectiviteitsfactoren, die hieronder globaal worden beschreven, zijn in het onderhavige document verder uitgewerkt als bijlage B.

2.2 Hoofdcategorieën effectiviteitsfactoren

De effectiviteitsfactoren zijn gegroepeerd in de volgende hoofdcategorieën:

- 1 praktische factoren;
- 2 didactiek;
- 3 spelkenmerken;
- 4 natuurgetrouwheid;
- 5 organisatie.

De eerste drie hoofdcategorieën betreffen effectiviteitsfactoren die vooral (potentiële) *voordelen* van simulatiemiddelen boven meer conventionele wijzen van training en oefening kunnen opleveren. Zo kun je met simulatiemiddelen allerlei praktische beperkingen van praktijktrainingen vermijden en makkelijker onderwijskundige leerprincipes toepassen. Deze effectiviteitsfactoren kunnen daarmee goed worden gebruikt ter onderbouwing van een keuze om simulatiemiddelen in een gegeven situatie wel of niet in te zetten. De laatste twee hoofdcategorieën (natuurgetrouwheid en organisatie) hebben een *voorwaardelijk* karakter voor effectiviteit. Bij deze factoren gaat het niet zozeer over de vraag op welke manieren, of waardoor, simulatiemiddelen meerwaarde kunnen bieden boven conventionele middelen, maar aan welke eisen zoveel mogelijk moet worden voldaan om ze ook daadwerkelijk effectief in te kunnen zetten.

2.2.1 Praktische factoren

Training met simulatoren kan een oplossing bieden voor de nadelen die vaak inherent zijn aan andere vormen van praktisch oefenen, zoals de logistieke inspanningen en reistijd die nodig zijn bij oefeningen te velde. Daarbij kan worden gedacht aan het inrichten van een oefenomgeving voor een bepaald scenario of het tijdens een training snel weer tergraken naar een voorgaande situatie. Als zulke elementen bij een bestaande training een belangrijke rol spelen, dan kan gebruik

van simulatiemiddelen de te verwachten efficiëntie van de training doen toenemen. Bij een gelimiteerd budget, wat vrijwel altijd het geval is, zullen dergelijke efficiëntiebevorderende mogelijkheden de uiteindelijke effectiviteit van simulatiemiddelen kunnen doen toenemen (Korteling & van den Bosch & van der Pal, 2014a).

2.2.2 *Didactische factoren*

De didactiek van een simulatortraining, en de didactische wijze waarop deze worden ingezet, bepalen in hoge mate de effectiviteit van het leer- of trainingsprogramma. Simulatiemiddelen bieden veel mogelijkheden om een trainingsprogramma en de lessen daarin optimaal af te stemmen op doelgroep. Scenario's kunnen bijvoorbeeld makkelijk, systematisch en in een welgekozen volgorde worden aangeboden en worden afgestemd op de trainingsbehoefte van een individuele cursist of een groep. Ook kan de 'instructeurscapaciteit', worden vergroot, zowel kwantitatief (minder instructeurs nodig) als kwalitatief (beter, objectief, adaptief, op maat en nauwkeuriger). Daarom zal het gebruik van Computer-Generated Forces (CGF), c.q. Artificiële Intelligentie (AI), altijd zo veel mogelijk moet worden nagestreefd, mits dit vanuit technisch- en kosteneffectiviteit perspectief haalbaar is (Korteling, Oprins & Coetsier, 2014). Dit is vooral effectief op hogere taakniveaus (3 en hoger). Tot de didactische factoren behoort verder de mogelijkheid om het taakgedrag en de taakprestatie, tijdens de les of achteraf, optimaal te ondersteunen (bijvoorbeeld augmented cueing), te volgen, te evalueren en terug te koppelen (bijvoorbeeld replay). Daarom dient ook het gebruik van intelligent tutoring of Computer Assisted Instruction (CAI) zo veel mogelijk te worden toegepast (Korteling, Oprins & Coetsier, 2014). Dit is vooral effectief bij training op het laagste, individuele taakniveau, bijvoorbeeld voor het trainen van basishandelingen en procedures ('skills & drills').

2.2.3 *Spelkenmerken*

De derde categorie effectiviteitsfactoren betreft kenmerken van simulaties die door het inbrengen van spelelementen de leermotivatie bevorderen, dan wel het leerproces stroomlijnen of bevorderen. Het aanwakken van de leermotivatie kan gebeuren door de training leuk, spannend, interactief en uitdagend te maken. Dit kan worden gedaan door het inbreng van bijvoorbeeld narratieve- (verhalende), esthetische- of competitie-elementen. Voor sommige taken kan ook het open en interactieve karakter van gaming bevorderend zijn voor het leerproces, bijvoorbeeld wanneer mensen moeten leren met elkaar samen te werken bij complexe problemen waarvan de (beste) oplossing niet bij voorbaat een gegeven is. Het bewust en doelgericht toepassen van spelelementen in simulatieprocessen wordt ook wel 'gamificatie' genoemd.



Figuur 2 Het aanwakkeren van motivatie door middel van spel.

Voor sommige trainingsvraagstukken is educatieve gaming een geschikt leermiddel, voor andere vraagstukken is juist 'conventionele' trainingssimulatie de beste aanpak. Bij het maken van een keuze spelen verschillende factoren een rol. Als leerdoelen bijvoorbeeld voortbouwen op ruime ervaringskennis van leerlingen, of als leerlingen goed in staat zijn tot conceptueel denken en makkelijk verbanden kunnen leggen, dan kan de stof mogelijk beter en sneller op een conventionele manier worden aangeboden, bijvoorbeeld schriftelijk, via e-learning of met conventionele simulaties en/of animaties. Voorts kunnen goede externe (en voor het leveren van leerinspanning afdoende) prikkels om de stof te leren vaak een overweging zijn om te kiezen voor conventionele educatieve simulatie in plaats van educatieve gaming. Immers: educatieve gaming is, door de bewuste toevoeging van spelementen, in principe een relatief complexe vorm van educatieve simulatie. Het toevoegen van spelkenmerken aan een simulatietraining kan dus een positieve invloed hebben op het leren, maar het hoeft niet altijd zo te zijn. In sommige omstandigheden hebben de toegevoegde kenmerken geen voordelen, of kunnen ze zelfs contraproductief werken. Om te bepalen wanneer spelkenmerken al of niet toegevoegde waarde hebben wordt verwezen naar de CoSi Checklist van Korteling & van den Bosch (2015). Hierin worden de factoren die bepalen of het toevoegen van spelementen aan een educatieve simulatie (educatieve gaming) optimaal is in drie hoofdcategorieën ingedeeld:

- 1) Contextuele of omgevingskenmerken,
- 2) Kenmerken van de doelgroep,
- 3) Kenmerken van de leerdoelen.

Spelkenmerken zijn dus geen algemeen geldende principes, maar kunnen (als ontwerp richtlijn) in bepaalde gevallen belangrijk zijn voor het ontwikkelen van effectieve simulatietraining.

2.2.4 *Natuurgetrouwheid*

Een simulator kan bijvoorbeeld op een praktische manier en volgens didactisch onderbouwde principes worden gebruikt. Maar als de kritische taakonderdelen niet op een natuurgetrouwe manier worden gesimuleerd (fidelity), dan zal de leeropbrengst (transfer of training) beperkt blijven, of mogelijk zelfs negatief zijn. Onder natuurgetrouwheid (fidelity, realisme) wordt verstaan: de mate van overeenkomst tussen het simulatiemiddel en de praktijk. Natuurgetrouwheid is een belangrijke factor voor de effectiviteit van een simulatiemiddel. Het is in veel opzichten een noodzakelijke voorwaarde voor positieve leeroverdracht. Het is nuttig onderscheid te maken tussen fysieke-, functionele- en psychologische natuurgetrouwheid (o.a. Alexander et al, 2005).

De term *fysieke natuurgetrouwheid* betreft de gelijkenis tussen de simulatie en de werkelijkheid met betrekking tot de fysieke kenmerken van het systeem en de taakomgeving. Het gaat hierbij zowel om uiterlijke kenmerken, als om de interne (gedrags)modellen van systemen of omgeving (bijvoorbeeld het wiskundige 3D model van een voertuig). Worden objecten bijvoorbeeld met correcte texturen, kleuren, vormen en afmetingen gerepresenteerd, zijn de bedieningsmiddelen en andere interfaces hetzelfde als in werkelijkheid, is het geluid waarheidsgetrouw en/of wordt de buitenwereld compleet en gedetailleerd of juist gedeeltelijk of schematisch weergegeven?

Functionele natuurgetrouwheid geeft aan in hoeverre de taak in de simulatie op dezelfde wijze kan worden, of wordt, uitgevoerd als in de werkelijkheid. Het gaat hier niet zozeer om de uiterlijke gelijkenis, maar om de overeenkomst in observeerbaar gedrag (dynamisch). Veel van wat gebeurt in een simulator verloopt als reactie op de activiteiten van de leerling en vice versa. Deze reactie moet in een functioneel natuurgetrouwe simulator, net zoals in de werkelijkheid verlopen (Allen et al, 1986). Een functioneel natuurgetrouwe simulator verstrekt via onderliggende modellen en cueing systemen (displays, buitenbeeld, moving base) alle relevante taakinformatie (doorgaans 'cues' genoemd) die ook in de werkelijkheid aanwezig zijn. Hierdoor verlopen de interacties tussen mens, systeem en buiten-omgeving op dezelfde wijze. Dit zorgt er voor dat de leerling in een functioneel natuurgetrouwe simulator zich - onder gelijksoortige omstandigheden – net zoals in de werkelijkheid zal gedragen (Alexander et al., 2005; Korteling en van Randwijck, 1991 Moraal & Poll, 1979). Deze vorm van natuurgetrouwheid is vrijwel altijd belangrijk, behalve als vaardigheden zeer generiek zijn (zoals lichamelijke fitheid) of als het verstandig is om een complexe taak te vereenvoudigen, bijvoorbeeld bij een initiële opleiding of ten behoeve van het ondersteunen van een training op een hoger taakniveau. Inzicht in de functionele natuurgetrouwheid van een simulatiemiddel kan worden verkregen door deze zgn. 'gedragsovereenkomst' te meten.

Psychologische natuurgetrouwheid betekent dat het simulatiemiddel ervoor zorgt dat psychologische fenomenen goed worden gerepliceerd, oftewel de leerling ervaart de simulatie op dezelfde manier als in werkelijkheid. Daarbij kan worden gedacht aan zaken als: stress, (fysieke en mentale) inspanning, werklast, plezier of betrokkenheid (Kaiser & Schroeder, 2003). Psychologische natuurgetrouwheid is deels het directe gevolg van de mate van volledigheid en juistheid (correctheid) van de fysieke en functionele natuurgetrouwheid (maar dat hoeft niet persé).

Voor alle drie vormen van natuurgetrouwheid geldt dat deze door een groot aantal verschillende aspecten worden bepaald. Daarmee verloopt de overgang van hoge naar lage natuurgetrouwheid heel geleidelijk en zijn er vele variaties en combinaties van deels hoge en deels lagere vormen van natuurgetrouwheid mogelijk. Door een hoge functionele- en psychologische natuurgetrouwheid kunnen, ook als er grote verschillen zijn tussen de simulatie en de echte taakomgevingen, eenvoudige simulatiemiddelen geschikt zijn om veel relevante competenties te leren. Hoge fysieke natuurgetrouwheid is vrijwel altijd vereist voor perceptief-motorische taken omdat hierbij leerdoelen op het gebied van waarneming, motoriek en bedieningsvaardigheden voorop staan. Het belang van fysieke natuurgetrouwheid is nog groter als het gaat om training van gevorderden of bij conversietraining op individueel niveau. Daarentegen kan een vereenvoudigde (en dus minder natuurgetrouwe) bedieningsomgeving al voldoende zijn om beginnende leerlingen in staat te stellen om taakvaardigheden op generiek niveau te oefenen (bijvoorbeeld het bedienen van een niet-type-specifieke radar). Het belang van natuurgetrouwheid wordt ook groter naarmate de simulatietraining een groter deel van de praktijktraining vervangt.

2.2.5 *Organisatie*

De effectiviteitsfactoren die onder organisatie vallen geven (net als natuurgetrouwheid) vooral informatie over een aantal potentiële hindernissen die de effectiviteit van simulatiemiddelen bedreigen. Hoe hoog de kwaliteit van een simulator ook is en hoeveel praktische en didactische voordelen het middel ook biedt, een slechte inbedding van het systeem in de organisatie kan dit allemaal voor een groot deel weer teniet doen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als instructeurs niet goed met een simulatiemiddel overweg kunnen, als ze daarbij te weinig ondersteuning krijgen of als zij weinig vertrouwen hebben met een dergelijke technologische vernieuwing.

Bij de invoering van simulatie, al of niet als onderdeel van een vernieuwd trainingsprogramma dient dus terdege rekening te worden gehouden met organisatiefactoren. De organisatie moet een heldere visie hebben van waaruit doelmatige, effectieve en efficiënte inzet van simulatiemiddelen wordt ondersteund, en/of zo nodig afgedwongen. Vanuit die visie dient in principe altijd de vraag worden gesteld in hoeverre er een goede aansluiting en inpassing is met de bestaande organisatiestructuur en systemen en/of wat er (op bovengenoemde gebieden) moet gebeuren om die aansluiting mogelijk te maken en in goede banen te leiden. De concrete uitwerking van die visie heeft dan betrekking op zaken als: beheer, inbedding in en aansluiting op de (trainings)organisatie, personeel, logistiek, capaciteit en techniek. Issues die daarbij opkomen betreffen: beheer en borging van het simulatiemiddel, inpassing in het curriculum, voorbereiding en (bij)scholing van personeel, organisatie van de beschikbaarheid en een goede bezettingsgraad van het simulatiemiddel; technische ondersteuning, zo mogelijk beschikbaar op afstand en het scheppen van voorwaarden voor standaardisering, familievorming, interoperabiliteit en hergebruik, als dat nodig is.

3 Effectiviteitsfactoren en taaktypen

3.1 Inleiding

De mate waarin de verschillende effectiviteitsfactoren van belang zijn voor de effectiviteit van een specifiek simulatiemiddel kan sterk variëren. Dit belang van effectiviteitsfactoren wordt uiteindelijk bepaald door de leerdoelen. De leerdoelen hebben betrekking op de te leren (deel)taken en het beoogde beheersingsniveau dat door simulatietraining moet worden bereikt. De leerdoelen resulteren uit de kenmerken van de doelgroep, zoals ingangsniveau en leerkenmerken, en de kwalificatie-eisen voor de te leren (deel)taken (met het oog op gereedstelling). Welk deel van de taken en tot op welk niveau (of welke leerdoelen) door middel van simulatietraining moeten worden behaald wordt sterk bepaald door de vraag: “is simulatietraining een aanvulling op de praktijk, of een gedeeltelijke of volledige vervanging van de praktijktraining?”. Bij de behoeftestellingsvraag is het daarom altijd van groot belang om een goed beeld te hebben van de beoogde leerdoelen en de (deel)taken die door middel van simulatietraining zullen moeten worden behaald. De aard van de te leren (deel)taken bepaalt in hoge mate welk simulatiemiddel het geschiktst is en aan welke eisen dit middel moet voldoen. De leerdoelen kunnen betrekking hebben op het leren van verschillende soorten taken en de daarvoor benodigde vaardigheden, zoals fysieke vaardigheden, skills en drills, tactiek, analyseren, beslissen, plannen, samenwerken, enzovoort.

In dit hoofdstuk beschrijven we het verband tussen het type beoogde (deel)taken of vaardigheden en de hieruit voortvloeiende meest relevante of belangrijkste effectiviteitsfactoren. Op dit verband dient de behoeftestelling te worden gefocust. We gaan daarbij uit van een taxonomie van belangrijkste taaktypen (of typen vaardigheden waar die taken een beroep op doen). Deze taaktypen moeten niet worden verward met militaire hoofdfuncties, zoals manoeuvre, vuursteun, logistiek en verbindingen. De meeste militaire taken en functies bestaan namelijk uit combinaties van taaktypen; zij hebben verschillende soorten taakkenmerken in zich verenigd en vereisen vaak een groot palet aan kennis, vaardigheden en attitudes. Bijvoorbeeld: de taak ‘Cockpit instellingen’ vergt bijvoorbeeld een combinatie van perceptief-motorische vaardigheden, procedurele vaardigheden en feitenkennis die ook als combinatie getraind moet kunnen worden om tot een gewenst niveau van beheersing en automatisme te komen. Een leermiddel voor de taak “cockpit instellingen” moet dan in elk geval de combinatie van deze vaardigheden gelijktijdig mogelijk maken. Daarom zijn militaire taken vaak niet volledig onder één taaktype te vatten (bijvoorbeeld, ‘procedureel’, of ‘communicatief’). Dat kan vaak beter voor *onderdelen* van taken (‘deeltaken’), zoals bijvoorbeeld geldt voor deeltaken van de commandant van een CV90. Hierbij is ‘targets waarnemen’ een perceptief-motorische taak, ‘vuren’ een procedurele taak en ‘planvorming’ een cognitieve taak.

3.2 Effectiviteitsdrivers per taaktype

Om de vertaalslag van typen taken/vaardigheden naar de belangrijkste bijbehorende effectiviteitsfactoren te kunnen maken is, mede op basis van inzichten uit de wetenschappelijke literatuur (e.g. Gagné & Briggs, 1974; Korteling, Helsdingen & Theunissen, 2013; Van Merriënboer, 1997; Van Merriënboer, Jelsma & Paas, 1992), een taxonomie van typen taken/vaardigheden ontworpen.

Hieronder is deze taxonomie weergegeven. Hoofdonderdelen van de taxonomie zijn: fysieke-, cognitieve- en mentale vaardigheden. Per type is vervolgens kort aangegeven wat de meest belangrijke effectiviteitsfactoren zijn en waarom. In de volgende paragrafen heeft de effectiviteitsfactor 'natuurgetrouwheid' in het meestal betrekking op de fysieke natuurgetrouwheid, i.e. de overeenkomst van de fysische meetbare modelmatige aspecten tussen simulatie en werkelijkheid. Soms zijn functionele en psychologische natuurgetrouwheid (die vastgesteld worden op basis van respectievelijk meting van gedragsovereenkomst of door middel van vragenlijsten of psychofysiologische indicatoren) de meest relevante vormen van natuurgetrouwheid. Dit zal dan expliciet worden benoemd.

3.2.1 *Fysiek*

Fysieke fitheid (generiek)

Omschrijving

Fysiek adequaat functioneren onder allerlei (belastende) omstandigheden en in staat zijn dit langdurig vol te houden. Fysieke fitheid is een zeer generieke eigenschap, die in veel verschillende situaties van belang kan zijn, en die (dus) op veel plaatsen en op veel verschillende manieren worden getraind. Bij simulatiemiddelen hiervoor kan worden gedacht aan trainers e.d., van fitheidscentra.

Belangrijke effectiviteitsfactoren:

- Logistieke voordelen: Simulatiemiddelen voor fysieke training kunnen praktisch-logistieke voordelen bieden omdat ze makkelijk in ieder beschikbaar lokaal kunnen worden geplaatst.
- Goede didactische prestatie-monitoring: Omdat deze middelen makkelijk met sensors kunnen worden uitgerust die de prestatie meten liggen de belangrijkste didactische voordelen op het vlak van de prestatie-monitoring en -evaluatie. Eventueel kan op basis van de resultaten een trainingsschema worden ontworpen en (geautomatiseerd) afgewerkt.
- Trainingsmotivatie door gamificatie: Toevoeging van spelelementen (gamificatie) kan voor bepaalde doelgroepen een goede invloed hebben op de motivatie, maar is niet altijd noodzakelijk voor de effectiviteit.
- Hoge, goed haalbare fysieke natuurgetrouwheid: Fysieke fitheid is een generieke capaciteit die op veel verschillende manieren kan worden gerealiseerd en relevant kan zijn voor vele functies en taken. Voor de benodigde natuurgetrouwheid van simulatiemiddelen voor training van fysieke fitheid zijn alleen de fysieke eigenschappen van het apparaat van belang. Het hulpmiddel moet bijvoorbeeld dezelfde fysieke functies en spiergroepen kunnen trainen die in de praktijk ook van belang zijn. Dit heeft vooral betrekking op de interface, de mechanische eigenschappen en bewegingskenmerken van het hulpmiddel.
- Eenvoudig te ondersteunen: De apparatuur zelf vereist weinig (complex) onderhoud en het gebruik kan doorgaans vrij eenvoudig worden ondersteund vanuit de organisatie. Simulatiemiddelen voor het trainen en onderhouden van fysieke fitheid zijn - net als computer ondersteund onderwijs (COO) en e-learning applicaties - de enige middelen waarvoor organisatie-factoren niet als van substantieel belang worden beschouwd.

Perceptief-motorische vaardigheden (specifiek)

Omschrijving

Perceptief-motorische taken hebben, ten opzichte van fysieke fitheid, meer specifiek betrekking op het verbeteren van, en op elkaar afstemmen van, waarneming (inclusief proprioceptie) en motoriek. Soms ligt de nadruk op het perceptieve element; soms op het motorische, maar meestal op de afstemming tussen beide. Bij inspectie, sonar- of radar taken bijvoorbeeld ligt de nadruk op de waarnemingscomponent (patroonherkenning) met triviale motor componenten. Bij “sluipen” ligt de nadruk op de motorische component. Bij “schieten met een handvuurwapen” en bij “besturing van een mobiel platform (voertuig, vliegtuig)” zijn zowel de perceptieve als de motorische aspecten belangrijk. Perceptief-motorische vaardigheden hebben een hoge retentie. Dat betekent dat ze niet snel verloren gaan (worden ‘vergeten’) als ze een langere periode niet worden gebruikt of getraind. Aspecten van perceptief-motorische taken zijn: waarneming (visueel, auditief, haptisch, vestibulair, reuk), zoeken, detecteren, herkennen, snel reageren, oog-hand-lichaam coördinatie, bediening van stuurmiddelen

Belangrijke effectiviteitsfactoren

Voor het trainen van perceptief-motorische vaardigheden zijn vrijwel alle effectiviteitsfactoren van simulatiemiddelen van belang.

- **Praktische voordelen:** Simulatiemiddelen voor perceptief-motorische vaardigheden bieden veel praktische voordelen omdat de betreffende taken veelal dynamisch zijn en alleen goed in een realistische omgeving kunnen worden beoefend. Dit stelt vaak hoge eisen aan de omgeving (ruimte) en de realistische aankleding daarvan en vergt veel van de te gebruiken systemen. Door gebruikmaking van simulatiemiddelen hoeft dit dan niet met de echte middelen in realistische omgevingen te worden getraind.
- **Didactische voordelen:** Simulatie voor het trainen van perceptief-motorische vaardigheden biedt een groot aantal didactische voordelen. Daarbij kan worden gedacht aan: betere controle van oefenomstandigheden (scenariomanagement) en het goed automatisch en objectief meten en terugkoppelen van motorische prestatievariabelen (al is dit laatste technisch vaak niet altijd eenvoudig te realiseren). Om goed van de potentiële voordelen van simulatie te kunnen profiteren is het belangrijk om goed na te denken over de manier waarop de didactische effectiviteitsfactoren in het middel moeten en kunnen worden geïmplementeerd.
- **Motivatie door gamificatie:** Het introduceren van spelmatige aspecten kan de oefenbereidheid (motivatie) verhogen. Vaak is het leren uitvoeren van perceptief-motorische taken in zichzelf ook al leuk en bevredigend. Als dat echter niet het geval is, of niet zo wordt ervaren dan kan het inbrengen van bijvoorbeeld een competitie-element de motivatie om te oefenen flink bevorderen.
- **Hoge eisen aan, soms moeilijk haalbare, fysieke natuurgetrouwheid:** Bij perceptief-motorische taken gaat het altijd om directe man-in-the-loop interacties met een (al of niet kunstmatige) fysieke omgeving. Simulatiemiddelen hiervoor stellen daarom relatief hoge eisen aan alle aspecten van fysieke en functionele natuurgetrouwheid. De perceptieve cueing en het gedrag van de leerling in interactie met de omgeving dienen net zoals in werkelijkheid te verlopen. Dat maakt simulatiemiddelen voor perceptief motorische taken tot de meest complexe en technologisch geavanceerde simulatiemiddelen.

- Organisatorische inbedding belangrijk: Het bovenstaande betekent dat de organisatorische inbedding en (technologische) ondersteuning goed geregeld moet zijn. Instructeurs moeten bijvoorbeeld goed met de (complexe) systemen overweg kunnen en optimaal gebruik maken van de mogelijke meerwaarde van de simulatiemiddelen.

3.2.2 *Cognitief*

Procedurele taken

Omschrijving

Het kennen en beheersen van vastliggende gedrags- of handelingspatronen die bestaan uit een geordende reeks afzonderlijke stereotype (relatief eenvoudige) acties en gericht op het bereiken van een welomschreven en eenduidige doelsituatie. Het gaat meer om 'weten' (wat te doen) dan om 'kunnen' (hoe het te doen). Het gaat namelijk vooral om het *kiezen* van de juiste handelingen (bijvoorbeeld bepaalde displays af te lezen en bepaalde knoppen in de juiste volgorde indrukken). Omdat dit eenvoudige handelingen betreft (display aflezen, gegevens invoeren, knoppen indrukken), gaat het bij de training niet om het uitvoeren van de handeling zelf. Het gaat om het toepassen van de handelingen in de juiste volgorde en op het juiste tijdstip. Voorbeelden van procedurele taken zijn: Bediening van een systeem (niet sturen), aflezen van displays, parameters instellen, knoppen op het juiste moment indrukken, schakelaars omzetten of instellen op bepaalde waardes, bediening van abstracte interfaces (toetsenbord, muis).

Belangrijke effectiviteitsfactoren

- Praktische voordelen: Net als bij perceptief-motorische taken biedt procedure-training met simulatie in principe veel praktische voordelen omdat de procedures niet met de echte middelen in realistische omgevingen hoeven te worden getraind.
- Didactische meerwaarde: Daarnaast is het aantal mogelijke didactische voordelen op het gebied van procedures veelal nog groter dan die van perceptief-motorische taken, met name omdat de mogelijkheden van automatische instructie, prestatiemeting en feedback (CAI) op het gebied van proceduretaken maximaal zijn. Op basis hiervan kunnen scenario's heel goed automatisch en op maat aan leerlingen worden aangeboden.
- Gamificatie voordelen: Omdat proceduretaken soms vrij saai kunnen zijn kan het introduceren van spelelementen, zoals competitie, bij bepaalde doelgroepen of omstandigheden een substantiële motiverende factor zijn. Omdat de retentie van procedurele vaardigheden (in tegenstelling tot perceptief-motorische taken) zeer laag is kan dit met motivatie-verhogende spelelementen (verhaal, attractiviteit, flow) mogelijk worden tegengegaan.
- Modelmatige en functionele natuurgetrouwheid: Omdat perceptief-motorische elementen bij procedures van ondergeschikt belang zijn (de moeilijkheid zit in het weten en niet in de handeling zelf) dient alleen het model van het systeem en de onderliggende processen precies te kloppen. Hoe dit uiterlijk natuurgetrouw is vormgegeven is van minder belang, zolang de knoppen en displays plus de hierop aangegeven informatie maar herkenbaar en ongeveer op de juiste plaats zijn gerepresenteerd. Hier gaat het dus om de fysieke natuurgetrouwheid van het model en om functionele natuurgetrouwheid ('gedragsovereenkomst').

- Organisatorische inbedding is belangrijk: Niet anders dan bij perceptief-motorische trainers dienen proceduretrainers goed te worden geborgd vanuit, en ingebed in, de trainingsorganisatie en –keten en dient de (technologische) ondersteuning goed geregeld zijn.

Feitenkennis, regels, gegevens (gesloten, ‘gekristalliseerd’)

Omschrijving

Vastliggende informatie, feiten, betekenissen, regels, etc. over de wereld en over taken (i.e. het zgn. lange-termijn geheugen). Feitenkennis betreft het ‘wat?’.

Deze kennis is specifiek en dus niet of nauwelijks generaliseerbaar naar andere domeinen, taken, processen. Voorbeelden van feitenkennis zijn: kennis van regels, wetten, richtlijnen, procedures, doctrine-regels, feiten en achtergronden, randvoorwaarden, domeinkennis en afspraken.

Belangrijke effectiviteitsfactoren

Voor het opdoen van feitenkennis biedt simulatie maar zeer beperkt voordelen t.o.v. conventionele wijzen van training.

- Gering praktisch voordeel: Praktisch gezien valt er op basis van (relatief complexe) simulatietechnologie weinig winst te behalen ten opzichte van bijvoorbeeld eenvoudige standaard leerboeken, computer ondersteund onderwijs (COO) of e-learning.
- Beperkte didactische meerwaarde: Het gaat hier om het “domweg” inprenten van gegeven zaken en feiten en niet om het krijgen van begrip of inzicht in complexe processen of om het oplossen van open problemen. Dat betekent dat de didactische voordelen vooral liggen in (en beperkt blijven tot) de mogelijkheden van intelligent tutoring, dus applicaties gebaseerd op CAI en COO (evt. in combinatie met e-learning). Deze intelligent-tutoring mogelijkheden leveren ook de belangrijkste potentiële praktische voordelen (bijvoorbeeld ten opzichte van conventionele leerboeken).
- Stimulatie van leermotivatie door gamificatie: De belangrijkste voordelen van simulatie zijn waarschijnlijk gelegen in het voor leerlingen aantrekkelijker maken van de (saaie) stof door gamificatie. Door middel van het inbrengen van spelmatige animaties of competitie-elementen kan de leerstof leuker worden en/of meer worden afgestemd op de beleavingswereld van de moderne jeugd die met entertainment gaming is opgegroeid.
- Natuurgetrouw kennismodel: Het spreekt vanzelf dat, net als bij alle andere typen vaardigheden, de onderliggende kennis (het ‘kennismodel’) met de te leren informatie correct dient te zijn, in ieder geval tot een detailniveau overeenkomstig het vereiste kennisniveau (kwalificatie-eis) van de leerling. Andere, meer uiterlijke en fysieke gelijkenissen tussen de werkelijke en gesimuleerde taakomgeving zijn niet kritisch. Ook met zeer eenvoudige *low-cost* desktop simulatiemiddelen is het bovenstaande niet moeilijk haalbaar haalbaar.
- Relatief eenvoudig haalbare organisatorische inbedding: Als voor simulatie (en dus waarschijnlijk voor gamificatie) wordt gekozen dan dient, net als bij de meeste de andere taaktypen te worden zorggedragen voor een goede visie, inbedding, aansluiting en ondersteuning vanuit de (trainings)organisatie. Bij de technisch relatief eenvoudige COO-achtige simulatiemiddelen, die hiervoor nodig zijn, zal dit niet heel moeilijk haalbaar te zijn.

Inhoudelijke kennis, mentale modellen, begrip, inzicht (gesloten, 'gekristalliseerd')*Omschrijving*

Mentale modellen over onderliggende processen en verbanden die denkkaders geven over de wereld, hoe dingen zijn, werken, samenhangen en/of elkaar beïnvloeden (Semantisch Lange-termijn geheugen). Inzicht in (onderliggende) processen en concepten. Inhoudelijke kennis betreft het 'hoe?'. Het belangrijkste verschil met feitenkennis is dat het hier gaat om het verkrijgen van begrip en inzicht. Deze kennis is meer generiek en breder (dan feitenkennis) toepasbaar over verschillende domeinen, taken, systemen en processen. Voorbeelden en aspecten van inhoudelijke kennis zijn: Systeeminzicht, processen, mentale modellen, theorieën, betekenissen kennen, samenhang en causale verbanden begrijpen.

Belangrijke effectiviteitsfactoren

- Beperkt praktisch voordeel: Net als voor feitenkennis zijn voor inhoudelijke kennis de mogelijke praktische voordelen van simulatie, ten opzichte van conventionele leermiddelen, zoals boeken, COO en e-learning, beperkt.
- Didactische voordelen: De dynamische, interactieve en beeldende mogelijkheden van simulatie bieden substantiële meerwaarde op het gebied van het geven van inzicht in complexe processen en verbanden. Omdat het, net als bij feitenkennis, gaat om vastliggende, gekristalliseerde informatie is intelligent tutoring (CAI) ook hier goed mogelijk. Ook kunnen simulaties, om begrip en inzicht te ontwikkelen, meer en betere stof opleveren voor reflectie achteraf onder leiding van een instructeur of coach (AAR).
- Veel voordelen van gamificatie: Net als bij het leren van feitenkennis biedt simulatie waarschijnlijk voordeel in het aantrekkelijker maken van leerstof, bijvoorbeeld door het inbrengen van spelmatige animaties of competitie-elementen. Het bepalen of de leerling inzicht heeft gekregen in complexe processen en systemen kan, bijvoorbeeld door het kunnen behalen van scores op inzicht-vragen, spannender worden gemaakt. Daarnaast kan door simulaties kennis en inzicht naar bredere contexten worden gegeneraliseerd.
- Natuurgetrouw kennismodel: Bij inhoudelijke kennis 'speelt fysieke gelijkenis van de taak- en leeromgeving geen doorslaggevende rol. Vooral het onderliggende kennismodel dient in ieder geval goed te kloppen. Dit is technisch gezien niet fundamenteel moeilijker of complexer dan het representeren en weergeven van inhoudelijke content in conventionele leermiddelen, zoals boeken. De complexiteit zit hem dan vooral in de manier waarop de kennis – die als zodanig doorgaans goed beschikbaar is – dynamisch en interactief in de simulatie wordt verbeeld.
- Relatief eenvoudig haalbare organisatorische inbedding: Net als voor andere taaktypen zullen O&T middelen organisatorisch moeten worden geborgd en ingebed. Bij de relatief eenvoudige simulatiemiddelen, die hiervoor nodig zijn, zal dit niet heel moeilijk haalbaar te zijn.

Cognitieve vaardigheden, probleem oplossen ('fluid')*Omschrijving*

In situaties waarin er vooraf geen unieke juiste oplossing is (of complex denkwerk nodig is om die te vinden) doen mensen een beroep op hun probleem-oplossend denkvermogen (creatief, analytisch, patroonherkenning). Het gaat hierbij om interpretatie, verbanden leggen en flexibiliteit (afwijken van gebaande paden, zelfstandig, out-of-the-box, 'fluid'). Hierbij wordt heel veel instrumenteel gebruik

gemaakt van bestaande ('crystallized') kennis. Cognitieve vaardigheden op het gebied van het oplossen van (open, complexe) problemen bouwen dus voort op de hierboven omschreven kennis ('Wat' en 'Hoe') met betrekking tot feiten, regels, inzichten, mentale modellen, enzovoort. Voorbeelden of aspecten van (open) problemen oplossen en cognitieve vaardigheden zijn: Selecteren, analyseren, interpreteren, beoordelen, berekeningen maken, plannen, beslissen, tactiek, strategie en (zelf)reflectie

Belangrijke effectiviteitsfactoren

Omdat cognitieve vaardigheden, veel meer dan feiten- en inhoudelijke kennis, een beroep doen op activiteit en eigen initiatief biedt simulatie op het gebied van cognitief leren het meest potentiële voordeel.

- Logistieke voordelen: Om inzicht in een bepaalde problematiek te krijgen, bijvoorbeeld op het gebied van commandovoering, kunnen soms complexe oefensessies nodig zijn met veel ondersteunende entiteiten op lagere controle niveaus. Door middel van simulatie kunnen (en gebruik van 'locon') trainingen makkelijker (op locatie) worden opgezet en er zijn minder beperkingen verbonden aan het gebruik van organieke apparatuur.
- Didactische meerwaarde: Er worden bij de training van cognitieve vaardigheden hoge eisen gesteld aan het opzetten van een goed trainingsprogramma met bijbehorend scenariomanagement, instructie en coaching, reflectie en AAR. Daarom zijn er op deze gebieden didactisch veel voordelen te behalen. Echter, juist door die hogere complexiteit en openheid van cognitieve taken zijn intelligent tutoring faciliteiten (zoals CAI), wat juist voor eenvoudiger en meer stereotiepe en gestandaardiseerde taken heel geschikt is, vooralsnog een brug te ver.
- Voordelen van gamificatie: De hogere mate van openheid en het minder vast liggen van oplossingen maakt gamificatie voor cognitieve taken zeer geschikt. Games zijn bij uitstek geschikt om op een flexibele manier te leren problemen vanuit diverse invalshoeken te benaderen en oplossingen te zoeken. Daarnaast gelden dan nog de (eerder herhaaldelijk genoemde) voordelen van gamificatie op het gebied van het stimuleren van de leermotivatie. Omdat het oefenen van cognitieve vaardigheden in principe niet 'droog' of 'saai' zijn deze laatstgenoemde motivatie voordelen van relatief ondergeschikt belang.
- Natuurgetrouw kennismodel: bij het leren van cognitieve taken dient vooral het onderliggende kennismodel te kloppen. Het simuleren van oppervlakkige fysieke taakkenmerken is minder kritisch voor het ontwikkelen van een goede training.
- Goed gekwalificeerd personeel: O&T middelen zullen organisatorisch moeten worden geborgd en ingebed. Bij het werken met trainers voor cognitieve vaardigheden is een goede AAR van doorslaggevend belang. Dit vergt relatief veel (coaching- en reflectie-) vaardigheden van de trainers en evaluatoren.

3.2.3 *Mentaal*

Sociale vaardigheden, communicatie en samenwerken

Omschrijving

Sociale vaardigheden hebben betrekking op de communicatie en interactie met anderen gericht op het gezamenlijk behalen van bepaalde doelen. Het gaat daarbij enerzijds om 'Taskwork', i.e., communiceren en samenwerken gericht op het uitvoeren van taken en het bereiken van de taakdoelen en om 'Teamwork' i.e., procesgericht als teamlid in wisselwerking met anderen taken en werk afstemmen

en coördineren en ervoor zorgdragen dat men als team optimaal functioneert. (zie ook Mills, McKittrick, Mulhall & Feteris, 1999; Mills, Pascual, Blendell & Verral, 1999). Voorbeelden of aspecten van sociale vaardigheden zijn: Communicatie (voornamelijk verbaal), samenwerking, leiderschap, 'perspective taking' (verplaatsen in een ander) en humor.

Belangrijke effectiviteitsfactoren

- Logistieke voordelen: Voor het trainen en oefenen van samenwerking moeten er mensen bij elkaar worden gebracht, en systemen en werkplekken moeten met elkaar worden verbonden. Simulatie kan in dat geval, door haar netwerk-mogelijkheden, behoorlijke logistieke voordelen bieden. Simulatie maakt het mogelijk dat er minder verplaatsingen nodig zijn om mensen te kunnen laten trainen, oefensessies kunnen makkelijker (op locatie) worden opgezet en er zijn minder gebruiksbependingen verbonden aan het gebruik van organieke apparatuur.
- Didactische voordelen: Net als bij het trainen van cognitieve vaardigheden worden er bij trainingen in samenwerking en communicatie hoge eisen gesteld aan de didactiek en kunnen op dat gebied veel voordelen worden behaald. Hierbij kan ook worden gedacht aan het gebruik van virtuele teamleden, waardoor er makkelijker individueel op teamvaardigheden kan worden getraind. Ook hier geldt op het gebied van intelligent tutoring, net als bij cognitieve vaardigheden, de beperking dat het technologisch vooralsnog te moeilijk is om automatisch instructie en feedback te geven (CAI) op basis van inhoudelijke communicatie en samenwerkingsactiviteiten.
- Voordelen van gamificatie. Net als op het gebied cognitieve vaardigheden biedt gaming specifieke mogelijkheden, niet primair op het gebied van het stimuleren van de leermotivatie (wat natuurlijk wel een rol kan spelen, afhankelijk van de doelgroep), maar met name om samenwerking ook in bredere contexten te kunnen generaliseren en gezamenlijk te exploreren.
- Natuurgetrouwe interacties. Training van samenwerking en het ontwikkelen van communicatieve vaardigheden betreft vooral de taak- en mensgerichte interactie tussen teamleden (en de beleving daarvan). Dit wordt gefaciliteerd door scenario's met de daartoe behorende technologische systemen, waarbij fysieke natuurgetrouwheid van belang is voor zover dit er voor zorgt dat interacties tussen mensen, en mensen en systemen onder gelijksoortige omstandigheden natuurgetrouw verlopen (functionele natuurgetrouwheid).
- Goed gekwalificeerd personeel en interoperabiliteit: Zeker bij genetwerkte systemen die veel communicatie en samenwerking vereisen zullen de O&T middelen organisatorisch moeten worden geborgd en ingebed. Dit betreft niet alleen veel coaching vaardigheden van de trainers en evaluatoren t.b.v. een goede AAR, maar ook een goede technische ondersteuning gericht op interoperabiliteit.

Affectieve (emotionele) vaardigheden

Omschrijving

Het effectief (veerkrachtig, oplossingsgericht, adaptief) omgaan met tegenslag en spanning. Het (intuïtief) aanvoelen van anderen en het procesgericht kunnen inspelen op, met name, de gevoelens van anderen (empathie, emotionele intelligentie). Zelfvertrouwen en geloven in eigen kunnen ('self efficacy'). Andere voorbeelden of aspecten hiervan zijn: stressbestendigheid, adaptiviteit, flexibiliteit, initiatief, leiderschap, non-verbale communicatie.

Belangrijke effectiviteitsfactoren

- Affectieve (elementen van) vaardigheden kunnen alleen in een simulator worden getraind als scenario's een emotionele impact hebben die vergelijkbaar is met realistische trainingen. Als dit mogelijk is dan biedt simulatie als eerste een aantal praktische voordelen omdat het makkelijker is en minder personele inspanningen vereist om relevante realistische (en complexe) scenario's op te zetten en aan te bieden.
- Didactische meerwaarde: Daarnaast worden er bij het opwekken van emotionele reacties en stress, doorgaans zeer hoge eisen gesteld aan het opzetten van een goed trainingsprogramma met bijbehorend scenariomanagement, instructie en coaching, reflectie en AAR. Hierbij biedt simulatie veel didactische oordelen. Dit geldt alleen niet voor de mogelijkheid intelligent tutoring, wat (wederom) technologisch moeilijk haalbaar is.
- Voordelen van gamificatie: Gebruik van spelelementen kan meer dynamische, interactieve en open simulatietrainingen opleveren. Dit kan goed bijdragen aan het creëren van geschikte complexe situaties en scenario's die benodigd zijn voor het trainen van affectieve vaardigheden. Net als op het gebied van cognitieve en sociale vaardigheden biedt gaming daarmee specifieke mogelijkheden, vooral om allerlei mentale reacties en competenties in diverse contexten te generaliseren en gezamenlijk te exploreren.
- Hoge (niet altijd makkelijk haalbare) natuurgetrouwheid: Voor sommige mentale trainingen zijn heel specifieke, en realistische, scenario's nodig die ook psychologische natuurgetrouwheid moeten hebben. Dit maakt low-cost simulaties (en gaming) soms ook minder geschikt als hierbij gedacht wordt aan relatief eenvoudige (low-cost) simulaties met een lagere fysieke natuurgetrouwheid van modellen en taakomgeving (bijvoorbeeld bedieningsmiddelen en displays). Ook het introduceren van (vaak onrealistische) spelelementen kan dan negatief uitpakken.
- Borging en goed gekwalificeerd personeel: Het spreekt vanzelf dat, als de training van affectieve (elementen van) vaardigheden hoge eisen stelt aan de simulatie faciliteiten, deze goed vanuit de organisatie moeten worden geborgd, ingebed en ondersteund. Het brede scala aan didactische mogelijkheden kan veel vergen van het personeel om deze te kunnen benutten. Hierdoor is hoog gekwalificeerd instructiepersoneel nodig om bijvoorbeeld adequate instructie, begeleiding en feedback te geven.

Attitudes en bewustwording

Attitude is een generieke, consistente en voorspelbare manier waarop een persoon denkt, voelt en geneigd is zich te gedragen ten opzichte van allerlei zaken in de buitenwereld ('attitude objecten'), zoals bij het uitvoeren van bepaalde taken of functies. Bewustwording is het leren onderkennen van problemen, moeilijkheden, taakaspecten of andere zaken die van belang zijn voor een bepaalde functie zodat men daar inzicht in krijgt en beter op is voorbereid mocht het zich voordoen.

Belangrijke effectiviteitsfactoren

- Logistieke voordelen en veiligheid: Als simulatie gebruikt kan worden voor het verbeteren van beroepsattitudes of voor bewustwording dan kan dit logistieke voordelen bieden en veiliger zijn. Mensen kunnen dan immers zelf ervaren hoe iets is zonder dat het noodzakelijk is dat de omstandigheden die deze ervaring opwekken hoeven te worden gecreëerd of moeten worden opgezocht (wat zeer onpraktisch en onveilig kan zijn).

- Beperkt didactisch voordeel: De didactische voordelen van simulatietraining boven gewone praktijktraining zijn beperkt. Het gaat er immers om dat leerlingen zich van bepaalde dingen bewust worden door het te ervaren, of door ermee geconfronteerd te worden. Het gaat daarbij niet om dingen goed of fout doen of om wat voor handelingen je precies deed en om daar vervolgens (sturende) terugkoppeling over te krijgen. De grootste didactische voordelen liggen daarmee op het gebied van het creëren en aanpassen van geschikte scenario's waarmee die beleving of ervaring wordt opgewekt en vervolgens in mogelijkheden om zaken terug te halen, of opnieuw door te nemen, ten behoeve van een goede AAR onder begeleiding van een instructeur of coach.
- Alle voordelen van gamificatie: Gaming is bij uitstek geschikt om (psychologische) drempels en barrières te overwinnen. Juist op het gebied van bewustwording en attitude verandering biedt gamificatie daarom veel mogelijkheden ten opzichte van conventionele simulaties of voorlichting. Net als op het gebied van de andere generieke vaardigheden of taakaspecten (inhoudelijke kennis, cognitieve- en sociale vaardigheden) biedt gamificatie goede mogelijkheden om attitudeverandering en bewustwordingsprocessen naar bredere contexten te generaliseren.
- Functionele en psychologische natuurgetrouwheid: Omdat het natuurgetrouw nabootsen van specifieke fysieke taak omgevingen voor generieke aspecten van taken niet van doorslaggevend belang is voor de simulatoreffectiviteit kan volstaan worden met relatief eenvoudige (low-cost) simulaties met een lagere fysieke natuurgetrouwheid. De functionele en psychologische natuurgetrouwheid zijn hier wél van groot belang om een realistische beleving die effect heeft op de houding en het bewustzijn van mensen ten opzichte van bepaalde zaken in de wereld.
- Borging en goed gekwalificeerd personeel: Ook games die bij uitstek geschikt zijn voor attitudeverandering en bewustwording zullen, net als de technologisch meer complexe simulatiemiddelen, organisatorisch moeten worden geborgd en ingebed. Bij het werken met simulaties of games voor attitudeverandering of bewustwording is een goede AAR van groot belang, hetgeen goede coaching- en reflectie-vaardigheden van de trainers en evaluatoren vergt.

4 Effectiviteitsdrivers per taaktype

4.1 Effectiviteitsdriver Matrix

De matrix die in dit hoofdstuk beschreven wordt is één van de ondersteuningsmiddelen van de ondersteuningsdatabase voor O&T simulatiemiddelen (OTS). De matrix geeft per (deel)taaktype aan welke effectiviteitsfactoren van groot belang (kunnen) zijn voor het realiseren van effectieve simulatietraining. In de matrix wordt alleen de naam van de effectiviteitsfactor gegeven. In Bijlage 2 staan uitgewerkte omschrijvingen van de effectiviteitsfactoren.

Tabel 2 'Effectiviteitsdriver Matrix' die aangeeft welke effectiviteitsfactoren voor verschillende psychologische taaktypen doorgaans kritisch zijn voor succesvolle simulatietraining.

Effectiviteitsdrivers per taaktype									
Taaktype	Fys. fitheid	Perc-mot. vh	Proced. vh	Feiten-nennis	Inh. kennis	Cogn. vh	Sociale vh	Affectieve. vh	Attitude, bewustw.
Praktische factoren									
Logistiek en onderhoud	X	X	X			X	X	X	X
Veiligheid en duurzaamheid		X	X					X	X
Rendement		X	X					X	
Wet en regelgeving		X	X					X	
Didactische factoren									
Trainingsprogramma		X	X			X	X	X	
Scenario's en scenario-management		X	X			X	X	X	X
Instructie- of coaching faciliteiten	X	X	X			X	X	X	
Intelligent tutoring		X	X	X	X				
Feedback, reflectie en AAR					X	X	X	X	X
Spelkenmerken									
Motivationeel (esthetiek, prikkeling)		X	X	X	X				X
Speldidactisch (dynamiek, interactie)					X	X	X	X	X
Fysieke Natuurgetrouwheid									
Bedieningsomgeving, user interface	X	X						X	
Model factoren		X	X	X	X	X	X	X	X
Presentatie buitenbeeld algemeen		X						X	
Buitenbeeld displays		X						X	
Beeldinhoud, visuele database		X						X	
Mechanische/fysieke database	X	X						X	
Beweging	X	X						X	
Geluid		X						X	
Functionele natuurgetrouwheid									
		X	X				X		X
Psycholog. natuurgetrouwheid									
								X	X
Organisatie factoren									
Ondersteuning, beheer, inbedding		X	X		X	X	X	X	X
Personeel		X	X		X	X	X	X	X
Logistiek en capaciteit		X	X		X	X	X	X	X
Techniek		X	X		X	X	X	X	X

4.2 Toepassing van de matrix

Om de matrix te kunnen toepassen dient allereerst op grond van de meest relevante kenmerken van een militaire (deel)taak te worden bepaald tot welk type taak deze behoort. Dit is vaak onderdeel van de Training Needs Analysis (TNA) die onlosmakelijk is verbonden met iedere behoeftestelling van een simulatiemiddel voor O&T doeleinden. Omdat sommige taakonderdelen van groter belang zijn dan andere, en dus zwaarder moeten wegen, dient daarbij het relatieve belang van de

samenstellende taakonderdelen te worden vastgesteld. De matrix kan vervolgens worden gebruikt om te bepalen wat de bijbehorende effectiviteitsdrivers zijn waarop bij de behoeftestelling in ieder geval op dient te worden gefocust.

Het voordeel van het hebben van een goed beeld van de effectiviteitsdrivers voor een specifieke trainingsvraag is dat dit de verwerver in staat stelt om makkelijker en beter een afweging te maken met betrekking tot het belang van de verschillende simulatoreisen.

In de eerste plaats geeft het de behoeftesteller inzicht op welke effectiviteitsfactoren in het specificatieproces de focus moet komen te liggen. Voor deze effectiviteitsfactoren (i.e. de effectiviteitsdrivers) moeten de te stellen eisen aan een simulator met extra nauwkeurigheid worden uitgezocht en gespecificeerd. Zo is bijvoorbeeld gebleken dat training van leerdoelen op keten niveau van de C2 ondersteuningsketen vooral is gericht op cognitieve en communicatieve vaardigheden. De matrix laat dan zien dat dit betekent dat nadruk komt te liggen op met name kwalitatief goede of hoogwaardige scenario management-, instructie/coaching- en, AAR faciliteiten, modellen van systemen/applicaties en goed gekwalificeerd instructiepersoneel. Dit zijn kritische succesfactoren; als deze niet goed worden afgedekt wordt de kans op een succesvol simulatiemiddel erg klein. Zo kan voor een militaire taak waarbij mogelijk vijandige objecten op grote afstand in het terrein moeten worden gedetecteerd en geïdentificeerd, de kenmerken van het beeldsysteem (bijvoorbeeld resolutie en contrast) kritisch zijn. Andersom kan op basis van de Effectiviteitsdriver Matrix bij andere, voor het betreffende taaktype minder kritische, simulatoronderdelen globaler worden gespecificeerd. In dat geval krijgt de fabrikant meer ruimte om dit naar eigen inzicht in te vullen.

In de tweede plaats kunnen de effectiviteitsdrivers helpen om te bepalen welke afwijkingen van de eisen, of van de opgegeven specificaties, in een bepaald geval eerder mogen worden toegestaan bij de beoordeling van een offerte. Zo zal bijvoorbeeld een kleine vertekening in het buitenbeeld van een schietsimulator (bijvoorbeeld de KKW), een veel ernstiger bedreiging zijn voor het leren schieten met handvuurwapens dan een gelijksoortige vertekening in een educatieve game (zoals bijvoorbeeld VBS) die wordt gebruikt voor de tactische training van pelotonscommandanten. 'Schieten' is, afgezien van bijvoorbeeld veiligheidsprocedures, vooral een *perceptief-motorische* taak. In de matrix is in de kolom onder perceptief-motorische vaardigheden te zien dat alle aspecten van 'Natuurgetrouwheid' effectiviteitsdrivers zijn, en dat afwijkingen een grote betekenis zullen hebben op de effectiviteit van de trainingssimulatie. Bij afwijkingen kan dan bijvoorbeeld worden gedacht aan het ontbreken van terugslag bij schieten, of van het effect van afstand op de kogelbaan. 'Tactische training' betreft de taaktypen: '*Inhoudelijke kennis*' en '*Cognitieve vaardigheden*'. In de kolommen onder deze taaktypen zijn met betrekking tot 'natuurgetrouwheid' alleen (of vooral) 'modelfactoren' van belang. Een afwijking of vertekening in VBS met betrekking tot de natuurgetrouwheid van de schietsimulatie binnen de tactische training zal dus minder effect hebben op het tactische verloop en daardoor van beperkt belang voor de effectiviteit van de training.

Inzicht in de effectiviteitsdrivers is niet alleen van belang voor verwerving en voor specificatie, ook bij het opzetten van evaluatie- en validatietrajecten kan het helpen te bepalen op welke aspecten de nadruk van onderzoek moet komen te liggen. Het helpt bijvoorbeeld te bepalen hoe sterk bepaalde afwijkingen of tekortkomingen van een simulatiemiddel meegewogen moeten worden in een eindoordeel. Of het geeft aan op welke effectiviteitsdrivers een modernisering, update of upgrade van een bepaald simulatiemiddel zich in eerste instantie zal moeten richten. De effectiviteitsdrivers helpen dan bij het prioriteren van verschillende verbeterpunten.

5 Conclusies

Als een van de vele tools van de OTS database kan de Effectiviteitsdriver Matrix allereerst goed behulpzaam zijn bij het bepalen van welk type simulatiemiddel het meest geschikt is en van de globale kenmerken van (de onderdelen van) het simulatiemiddel. Dit gebeurt door aan te geven op welke effectiviteitsfactoren in het specificatieproces gefocust dient te worden, i.e. voor welke factoren de te stellen eisen aan een simulator met extra nauwkeurigheid worden uitgezocht en gespecificeerd. Zo kan dit aanwijzingen geven voor de eisen van natuurgetrouwheid voor een HMD of moving base systeem. Ook kan de matrix bij de verwerving helpen te bepalen hoe zwaar eventuele afwijkingen van de opgegeven specificaties, moeten meewegen bij de beoordeling van een offerte of bij acceptatietests. In het verlengde daarvan kan de identificatie van effectiviteitsdrivers helpen bij het wegen van bevindingen in evaluatie of validatiestudies. Tot slot kan de Effectiviteitsdriver Matrix helpen bij het prioriteren van allerlei mogelijke verschillende verbeterpunten tijdens update- of upgrading trajecten.

In het onderhavige project wordt verder gewerkt aan specificatie en ontwerp van tools zoals deze, en ook aan het ondersteuningssysteem als geheel. Het doel is dat de hulpmiddelen tezamen de behoeftestellers en teams van behoeftestellers helpt om op een makkelijke en effectieve manier gebruik te maken van bestaande wetenschappelijke kennis en van praktijkervaringen. Hierdoor kunnen beter beslissingen worden genomen waardoor uiteindelijk de kwaliteit van simulatie-trainingen wordt bevorderd.

6 Referenties

- Alexander, A.L., Brunye, T., Sidman, J., Weil, S.A. (2005). *From Gaming to Training: A Review of Studies on Fidelity, Immersion, Presence, and Buy-in and Their Effects on Transfer in PC-Based Simulations and Games*. DARWARS Training Impact Group.
- Bosch, K. van den, van der Pal, J., Korteling, J.E. & Voogd, J. (2014). *Simulator-effectiviteit Workshop 2: Use-cases, stellingen en ondersteuningsconcept*. Soesterberg. TNO 2014 M11660. TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., & van den Bosch, K. (2015). *Conventionele Leermiddelen of Simulatie? Een checklist (TNO-COSI 1.0)* TNO 2014 M10696. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., van den Bosch, K. & van der Pal, J. (2014a). *Effectiviteitsfactoren van simulatiemiddelen voor opleiding en training*. Memo TNO 2014 M11842. Soesterberg: TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., van den Bosch, K. & van der Pal, J. (2014b). *Simulatoreffectiviteit workshop 1: Effectiviteitsfactoren en Metrics*. Soesterberg. TNO 2014 M11506. TNO Earth, Life & Social Sciences.
- Korteling, J.E., Helsdingen, A.S. & Theunissen, N.C.M. (2013). Serious Games @ Work: Learning job-related competencies using serious gaming. In A. Bakker & D. Derks (Eds) *The Psychology of Digital Media at Work*. Psychology Press LTD / Taylor & Francis Group. (pp 123 – 144).
- Korteling, J.E., Oprins, E.A.P.B. & Coetsier, D. (2014). *Vlekkenanalyse O&T simulatiemiddelen voor bemanning Pantserinfanterie Peloton en Compagnie CV90*. Rapport TNO-2014 R11412: Soesterberg: TNO Behavioral & Societal Sciences.
- Merriënboer, J. J. G. van, De Croock, M. B. M., & Jelsma, O. (1997). The transfer paradox: Effects of contextual interference on retention and transfer performance of a complex cognitive skill. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 784-786.
- Merriënboer, J. J. G. van, Jelsma, O. & Paas, F. (1992). Training for reflective expertise: A four-component instructional design model for training complex cognitive skills. *Educational Technology, Research and Development*, 40, 23-43.
- Mills, D., McKittrick, B., Mulhall, P., & Feteris, S. (1999). CUP: cooperative learning that works. *Physics Education*, 34(1), 11.
- Mills, M.C., Pascual, R.G., Blendell, C. & Verral, M.G. (1999). *Supporting distributed and ad-hoc team interaction: annex B leading distributed and ad hoc team (the team work guide)*, London: DERA.
- Voogd, J. & Korteling, J.E. (2014). *Raakvlakken studie 'Efficiënte M&S' en hoofdonderwerp V1427 'Effectiviteit van simulatiemiddelen'*. TNO 2014 M11241. Den Haag: TNO Earth, Life & Social Sciences.

A Beschrijving OTS

Wat OTS?

De afkorting OTS staat voor Ondersteuning Training Simulatoren. Het is een (prototype) interactieve en gebruiksvriendelijke database om kennis en hulpmiddelen voor behoeftestellingen, specificatie en inzet van simulatiemiddelen voor Defensie beschikbaar en toegankelijk te maken. OTS is bedoeld voor een brede groep mogelijke gebruikers, en ondersteunt door (verwijzingen naar) informatie te geven over een breed scala aan tools, methoden of documenten. Zo kan een medewerker die een behoeftestelling voor een training moet opstellen, via OTS de documenten vinden die helpen bij het nemen en onderbouwen van een beslissing of simulatie voor de beoogde training wel of niet geschikt is. Indien dit wel het geval is, kan OTS ook helpen bij het bepalen welk type simulatie dan het geschiktst is, en een werkwijze adviseren die de medewerker helpt om de functionele specificaties voor een gekozen simulatiemiddel op te stellen. Als er bij een training al een simulatiesysteem gebruikt wordt, dan kan OTS methodieken aanbieden voor evaluatie en validatie.

Algemeen

Een probleem is dat kennis over, en hulpmiddelen voor behoeftestelling, verwerving, validatie en inzet van simulatiemiddelen voor opleiding en training (O&T) moeilijk te vinden zijn. De OTS database poogt deze informatie overzichtelijk en bruikbaar aan te leveren voor de Defensieorganisatie. OTS biedt toegang tot verschillende typen informatie en tools, zoals bijvoorbeeld: taxonomieën, checklists, workshop methoden, handboeken en computer-gebaseerde tools. Alle aangeboden hulpmiddelen kunnen, elk op hun eigen manier, ondersteuning bieden. Dat kan betrekking hebben op het overzichtelijker en efficiënter maken van het analyseproces, maar ook bij het nemen van beslissingen. Eén van de hulpmiddelen is bijvoorbeeld een lijst met effectiviteitsfactoren van simulatiemiddelen, die kan helpen bij het beargumenteren of voor een gegeven O&T traject wel, of juist niet, geschikt is (Lijst Effectiviteitsfactoren). Een ander voorbeeld is een checklist die hulp biedt bij de vraag of voor een gegeven training conventionele leermiddelen (bijvoorbeeld boeken), simulatie, of serious gaming het geschiktst is (CoSi Checklist).

Technologie

OTS is gebaseerd op WordPress, een blog server, die onderhouden wordt door een grote open-source community en waarvoor er vele uitbreidingen beschikbaar zijn voor nieuwe functionaliteiten (e.g. tools voor back-up, zoeken, beveiliging, etc.). WordPress typeert zich enerzijds door een flexibele omgeving voor het schrijven van blog posts waaraan diverse zoekwoorden (i.e. tags, categories) kunnen worden gekoppeld (ook wel de back-end genoemd), en anderzijds het visualiseren van deze posts in een aantrekkelijke interactieve website op basis van aanpasbare thema's en diverse instellingen (ook wel de front-end genoemd).

Met name vanwege de flexibele manier van beschrijvingen indexeren op basis van tags en categorieën heeft TNO ervoor gekozen WordPress als uitgangspunt te nemen voor de OTS database. Hierbij is uitgegaan van een basis installatie (v4.2.2) met additionele plugins voor de beveiliging, back-up en migratie, uitgebreide zoekfunctie en custom parameters.

Content

Een post bevat een beschrijving, uitleg en werkwijze van een ondersteuningsmiddel. Posts kunnen worden toegevoegd of gewijzigd via de back-end (zie Posts, of +New/Edit Post). Hiervoor zijn bepaalde rechten nodig (author of hoger), die per gebruiker zijn in te stellen (zie Users). Voor het beschrijven van een post kan standaard gebruik worden gemaakt van een WYSIWYG (i.e. 'What You See Is What You Get') editor, maar het is ook mogelijk om direct in HTML te schrijven. Daarnaast bevat de editor een toolbar voor standaard tekstbewerking (e.g. heading, bold, alignment) en kunnen er gemakkelijk foto's, video's, PDFs en andere bestanden aan worden gehangen die embedded of via een link getoond worden in de front-end (i.e. Add Media). Ook kunnen er links worden toegevoegd naar andere websites.

In de post editor is het ook mogelijk om posts te categoriseren en aan tags te koppelen. OTS gebruikt categorieën om aan te geven op welke fase van de life cycle de kennis of de ondersteuningstool van toepassing is (bijvoorbeeld verwerving, inzet, evaluatie). Daarnaast worden tags gebruikt om eigenschappen van een post aan te geven, zoals andere aspecten, zoals gebruikersdoelen (bijvoorbeeld TNA, onderbouwing, behoeftestelling, functionele specificatie). Via de categorieën en de tags kan er gemakkelijk worden gezocht naar specifieke kennis of ondersteuningsmiddelen. Dat zoeken kan via de front-end, een menu, een tag cloud, en een zoekfunctie.

In OTS kan aan elke post meta-informatie worden toegevoegd, zoals contactpersoon (in 'Author' veld), samenvatting (in 'Excerpt' veld), een begeleidend plaatje (in 'Featured Image'), en diverse andere parameters (e.g. TRL) via zogenaamde 'custom fields'. Deze meta-informatie maakt het eenvoudig om te zoeken naar specifieke middelen, en om contact-informatie van experts van het betreffende kennisveld of van de tool te vinden.

Bij het opslaan van posts (i.e. Publish blok) biedt WordPress de mogelijkheid om de post meteen zichtbaar te maken in de front-end (via Publish/Update knop) of alleen in de back-end voor verdere bewerking (via 'Save Draft' knop). In beide gevallen is het mogelijk om het resultaat te zien in de front-end via de 'Preview' knop.

Zodra een post gepubliceerd is en daarmee on-line staat, kunnen gebruikers commentaar toevoegen aan de post. Hiermee is het dus mogelijk om laagdrempelig feedback te krijgen op de beschrijving van het ondersteuningsmiddel en over de ervaringen van gebruikers met de kennis of de tool. De beheerder (auteur) van de post kan ervoor kiezen om het commentaar van gebruikers wel of niet zichtbaar te maken. Het commentaar is door de auteur altijd te bekijken via de back-end.

Zie wordpress.org voor meer mogelijkheden en informatie over WordPress.

B Effectiviteitsfactoren

B.1 Praktische effectiviteitsfactoren

Logistiek en onderhoud

Belangrijke logistieke factoren zijn: infrastructuur, benodigde verplaatsingen en huisvesting van trainees; flexibiliteit van trainingsscenario's, beschikbaarheid, bereikbaarheid en onderhoud van oefenlocaties en trainingsfaciliteiten; beschikbaarheid en transporteerbaarheid van apparatuur en trainingsmiddelen; onderhoud; het voorkomen en verhelpen van storingen; slijtage.

Veiligheid en duurzaamheid

Als training betrekking heeft op taken die gevaarlijk zijn als ze onder realistische praktijk-omstandigheden geoefend zouden worden, dan is de inzet van simulatortraining mogelijk een effectief alternatief. Daarnaast is simulatie een duurzame oplossing voor vormen van training die anderszins moeilijk te realiseren zijn.

Rendement

Als er grenzen zijn aan de beschikbaarheid van (financiële) middelen om een bepaald doel te bereiken (wat vrijwel altijd het geval is) dan wordt effectiviteit (resultaat) ook bepaald door de efficiëntie waarmee deze middelen worden ingezet. Simulatortraining heeft de potentie om met minder stafpersoneel (middelen) vaker training te kunnen geven aan een grotere groep trainees. Als bestaande vormen van training een groot beroep doen op de inzet van staf, dan is simulatortraining mogelijk rendabeler. Gebruik van simulatiemiddelen kan daarnaast het hergebruik van allerlei componenten die benodigd zijn voor trainingen aanzienlijk vergemakkelijken. Dat geldt met name op het gebied van software voor O&T scenario's, modellen en databases.

Wet- en regelgeving

Training onder realistische praktijk-omstandigheden is vaak niet toegestaan. Dit in verband met bijvoorbeeld wet- en regelgeving met betrekking tot geluidsoverlast, gevaar voor burgers of recreatie en bosbeheer. Soms moet dan worden uitgeweken naar het buitenland. In die gevallen kan simulatortraining een effectiever praktisch alternatief zijn.

B.2 Didactische effectiviteitsfactoren

Trainingsprogramma

Simulatie biedt de mogelijkheid - vaak beter dan met andere trainingsvormen - om het trainingsprogramma optimaal af te stemmen op het zo effectief en efficiënt mogelijk behalen van de leerdoelen. Daarnaast biedt het de mogelijkheid tot het bieden van een evenwichtige (en op de doelgroep, en/of leerling afgestemde) structuur en opbouw, met gerichte instructie en oefeningen met bijbehorende impliciete of expliciete feedback.

Voordelen die hierdoor behaald kunnen worden, zijn:

- compleetheid van de training, gegeven de leerdoelen, i.e., beoogde leerdoelen worden systematisch en volledig afgewerkt;
- gestructureerde training (systematisch opbouw; adaptief; fixed; free-play);
- geen of minimale over- of ondertraining;
- training op maat, adaptief leren;
- just-in-time leren;
- part-task vs whole task training;
- geen aantasting van leermomenten door allerlei toevallige (samenlopen van) omstandigheden;
- kunnen inspelen op doelgroepen met specifiek behoefte aan concrete (praktijk)ervaringen en een authentieke leeromgeving (context-specifieke leerbehoefte, weinig generalisatievermogen, praktisch ingesteld, behoefte aan onmiddellijke feedback en concreet resultaat).

Scenario's en scenario-management

In een simulatortraining kan via les- en scenariomanagement het lesprogramma makkelijk ontwikkeld, gevolgd en bijgestuurd worden. Vaak kan dit flexibel en in real-time, dus tijdens het geven van de training, gebeuren ('on the fly').

Die faciliteiten van trainingssimulatoren maken het mogelijk om het lesmateriaal optimaal op de leerdoelen af te stemmen.

- Scenario's, lessen of oefeningen kunnen worden gericht op het (succesievelijk) behalen van leerdoelen (inhoudelijk en qua moeilijkheid, duur en vorm).
- Scaffolding kan worden bereikt door taken te vereenvoudigen, scenario's vertraagd uit te voeren of door middel van 'prompting' (vorm van augmented cueing, het geven of versterken van bepaalde extra aanwijzingen in het buitenbeeld).
- Scenario's kunnen versneld worden uitgevoerd.
- Lessen en de daarin optredende gebeurtenissen kunnen al naar gelang de trainingsbehoefte makkelijk door de instructeur worden gecreëerd, opgeroepen en aangepast. Dit kan on the fly gebeuren, goed aangepast aan en afgestemd op leerling en trainingsbehoefte.
- De instructeur kan door middel van scenario-management, herhaling, bevroering, tijdsprongen, record replay, etc. flexibel lesgeven al naargelang de trainingsbehoefte.

Instructie- of coachingsfaciliteiten

Simulatortraining biedt vaak goede instructie- en coachingsfaciliteiten waarmee instructeurs de lessen optimaal in alle fasen van het leerproces kunnen inrichten, uitvoeren en evalueren.

- Bij de voorbereiding kan de simulator-instructeur door specifieke modules (zoals een lesontwikkelstation) beter worden ondersteund bij het ontwikkelen en kiezen van de juiste lessen en oefeningen (bijvoorbeeld afgestemd op de fase in het leerproces; rekening houdend met voorgaande prestaties van de leerling etc.).
- Bij de uitvoering kan de instructeur beschikken over faciliteiten voor het volgen, ondersteunen en terugkoppelen (bijvoorbeeld het monitoren van het

leerlinggedrag, kunnen geven van aanwijzingen en het kunnen bijsturen van het gedrag).

- Voor de evaluatie van training beschikken simulatie-omgevingen vaak over faciliteiten die de instructeur ondersteunen bij het terughalen van de taak-kritische momenten in het scenario voor bespreking, en die de instructeur op basis van gelogde gegevens inzicht geven in hoe goed de leerling het scenario heeft uitgevoerd.

Intelligent tutoring

Onder Intelligent Tutoring (Computer Assisted Instruction, CAI) wordt hier verstaan: het geautomatiseerd geven van instructie, het geautomatiseerd ondersteunen van de instructeur en leerling door middel van feed-forward en feedback tijdens de training. Dit varieert van eenvoudige computer-based instruction tot complexe adaptieve tutoring, toetsing en feedback daarover. De effectiviteit van een simulator neemt toe als het beschikt over 'intelligent tutoring' faciliteiten, of als die aan het systeem kunnen worden gekoppeld. Voordelen die met Intelligent tutoring behaald kunnen worden zijn onder meer:

- Automatisch instructies en uitleg geven;
- Automatisch het gedrag objectief kunnen toetsen en beoordelen (bijvoorbeeld is het taakgedrag correct of incorrect?);
- Automatisch het gedrag objectief kunnen duiden (als het incorrect is, wat is de mogelijke oorzaak van de fout?);
- Automatisch hints en terugkoppeling aan de leerling kunnen geven;
- Automatisch geschikte vervolgoefeningen kunnen selecteren;
- Automatisch extra aanwijzingen in de leeromgeving aanbrengen (bijvoorbeeld via highlighting) die de leerling helpen om taak-kritische informatie te onderkennen en te gebruiken. Dit wordt 'augmented cueing' genoemd.
- Meer betrouwbare meetresultaten;
- Materiekennis wordt onderdeel van het systeem zélf waardoor de impact van personeelsrotatie wordt beperkt.
- Toepassing van specifieke (extra) prestatie-maten die bij conventionele tutoring moeilijk of onmogelijk (betrouwbaar, objectief) kunnen worden bepaald.

Door deze automatische ondersteuning kan de 'instructeurscapaciteit' worden vergroot. Dit betreft niet alleen de kwantitatieve capaciteit (minder instructeurs nodig, zie praktische factoren), maar ook de kwalitatieve capaciteit (beter, objectief, adaptief, op maat en nauwkeuriger).

Feedback, reflectie en AAR

Simulatiemiddelen beschikken in principe over allerlei kwantitatieve data die het mogelijk maken de leerprestatie automatisch en objectief per taakonderdeel te meten en te toetsen. Evaluatie en feedback op basis hiervan kan leerlingen na een trainingssessie helpen om terug te kijken op het (taak)gedrag, te beoordelen en te reflecteren over wat goed ging, waar het wellicht anders had gekund en op welke manier (After Action Review, AAR).

- In de eerste fasen van het leren van een nieuwe taak ligt het accent op het leren van de relaties tussen de context, de acties en de gevolgen (uitkomsten). Soms leren de cursisten die relaties door de ervaring zelf, soms behoeft de ervaring toelichting door een instructeur of door een 'intelligent tutor'.

- In de meer gevorderde fasen van training ligt het accent op evaluatie van het proces (bijvoorbeeld gemaakte aannames, kwaliteit van redeneringen, besluitvorming).
- Simulators beschikken vaak over de faciliteiten om een effectieve AAR te ondersteunen. Die kunnen bijvoorbeeld bestaan uit het leveren van een overzicht van het verloop van het scenario, de les of de oefening, het taakgedrag en de prestatie van de leerling. Op die manier kan worden ‘teruggespoeld’ naar een cruciaal moment in de taakuitvoering zodat dit kan worden geanalyseerd en besproken.

B.3 Spelkenmerken

Motivationeel (Narratief, esthetiek, activatie, entertainment, flow)

Game-scenario's hebben in principe een leuke, motiverende (verhaal)structuur die prikkelend, spannend, belonend en uitdagend is voor de doelgroep. Hierbij kan worden gedacht aan bijvoorbeeld leuke competitie-elementen of een interessante verhaallijn, goed opgebouwd met een variatie, geloofwaardigheid met interessante aansprekende scenario's. De game kan spelers/leerlingen daarmee in een positieve, activerende of motiverende 'flow' brengen. Flow is een toestand waarin iemand bij een activiteit zich zowel competent als uitgedaagd voelt en gefocust en gemotiveerd wordt. Flow ontstaat o.a. door een goede balans tussen uitdaging en het bekwaamheids-niveau van de leerling. Het kan worden bevorderd als de leerling dit zelf kan sturen, bijvoorbeeld door de snelheid op te voeren of door moeilijker of makkelijkere situaties op te zoeken. Flow wordt beschouwd als een optimale mentale ervaring waarin leerlingen helemaal 'opgaan' in hun activiteit en waarbij tijdsbesef en zelfbewustzijn verminderen (Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi, 1988).

Speldidactisch (dynamiek, openheid, interactiviteit)

Educatieve games kunnen, naast motivationele elementen, ook een meer inhoudelijk, didactische meerwaarde hebben. Hierbij gaat het meer om een goede verhouding tussen spelmatige en didactische (serieuze) elementen, exploreren/zelfsturing/-autonomie en structuur, zelf te kiezen instructie- en oefenmogelijkheden. Goede games beschikken over een gebalanceerde mix van instructie, cueing, oefen- of speelmogelijkheden en tests (of expliciete feedback). Het speluniversum (ruimte, tijd, wetten/regels) met scenario's, doelen en interactievormen kunnen bij educatieve games zeer ondersteunend zijn aan het behalen van bepaalde leerdoelen (bijvoorbeeld bewustwording, cognitieve, communicatieve vaardigheden). Het verhaal voorziet dan in situaties waarbij het mogelijk is voor de leerlingen om de benodigde competenties te oefenen in een grote verscheidenheid aan interactieve contexten en daar zelf keuzes in te maken (ook qua tempo en volgorde). Daarnaast kunnen leerlingen een brede keus hebben aan beschikbare acties hebben om autonoom de opdracht zo te vervullen op een manier die zij het beste achten.

B.4 Natuurgetrouwheid

Bedieningsomgeving, user interface factoren

In een (human-in-the-loop) simulator interacteert een mens (vaak de trainee) via een interface met het simulatiemodel door het geven van input (bijvoorbeeld door drukken op knoppen, indrukken van pedalen, intoetsen van commando's), en krijgt vervolgens realistische terugkoppeling over de (veranderende) toestand van het systeem (bijvoorbeeld door lampjes, meters, geluid, beweging). Het belang van de natuurgetrouwheid van deze zogenaamde 'bedieningsomgeving' is ook afhankelijk van eerder genoemde factoren: type taak; beoogd niveau en rol van simulatie in trainingstraject. Zeker voor training van beginnende leerlingen kan vaak worden volstaan met een symbolische weergave van de bedieningsmiddelen en informatiedisplays op een computerscherm. In plaats van een echte knop kan ook een knop op het scherm met een muis worden 'ingedrukt'. Factoren van belang voor de natuurgetrouwheid van de bedieningsomgeving zijn:

- ruimtelijke configuratie van de bedieningsomgeving;
- zicht voor de leerling op de bedieningsmiddelen en displays;
- posities, vormgeving en afmetingen van bedieningsmiddelen en displays;
- control loading (gevoel) van bedieningsmiddelen (bedieningskrachten);
- symbolen op knoppen, displays en meters, menustructuur van ICT systemen etc.

Model-factoren

Om te kunnen leren moeten de relevante en kritische elementen uit de taak en taakomgeving worden gerepresenteerd in de simulatie. Dit betreft niet alleen de fysieke factoren (mock-up, interface) en de synthetische omgeving (buitenbeeld), maar ook de hogere-orde informatie afkomstig van de regels, scenario's, virtuele spelers en verhaallijnen. Alleen als de te verrichten taak en andere interacties in de simulatie een beroep doen op dezelfde attitudes, vaardigheden of kennis als in de praktijk, dan is een hoge transfer of training mogelijk (noodzakelijke voorwaarde). Deze overeenkomst wordt voor een belangrijk deel bepaald door het onderliggende (wiskundige) model, dat de input-output relaties beschrijft tussen taakvariabelen en relaties daartussen beschrijft, c.q. berekeningen uitvoert ten aanzien van taakdoelen, acties van leerlingen, gebeurtenissen, etc.

Leeroverdracht kan in principe pas plaatsvinden als het onderliggend model ervoor zorgt dat gebeurtenissen en gevolgen van acties van de leerling op dezelfde wijze verlopen als in de praktijk (waarvoor de training is bedoeld), dezelfde (of gelijksoortige) consequenties hebben en ook als zodanig worden gerepresenteerd of teruggekoppeld. In de simulatie moet de werkelijkheid, voor zover die voor de leerdoelen relevant is, dan ook goed worden gerepresenteerd. Dit kan betrekking hebben op:

- regels, wetten, normen, waarden, procedures;
- stuur- en regelprocessen met betrekking tot het gesimuleerde systeem, systeemfouten en verstoringen (bijvoorbeeld wegvallen van signalen, ruis);
- gedrag van agents (tegenstanders, teamgenoten) Dit kan zijn: fysisch, fysiologisch, psychologisch, tactisch, domein-gerelateerd).

Bij het besturen en bedienen moet het gedrag van het bestuurd object of platform op basis van stuur- en regelininput en in relatie tot de omgeving overeenkomen met dat van het werkelijke systeem onder dezelfde omstandigheden. Dit heeft betrekking op onder meer:

- vertraging/versnelling, rotaties, translaties;
- effecten van en op andere objecten en omgeving;
- ondergrond.

Presentatie buitenbeeld algemeen

Simulatiemiddelen waarbij virtuele buitenbeelden een rol spelen moeten deze beelden zo goed mogelijk overeenkomstig de werkelijkheid presenteren. Het gaat daarbij in deze categorie niet om de inhoud van deze beelden (het 'wat'), maar om de kwaliteit (vormgeving, 'hoe') ervan (in relatie tot de leerdoelstellingen van het specifieke simulatiemiddel). Relevante factoren op dit gebied zijn:

- (niveaus van) detail;
- grootte van het visuele veld;
- duidelijkheid (luminantie, contrast, helderheid, kleuren);
- vloeiendheid van bewegingen;
- correspondentie van visuele en mechanische gebeurtenissen ('wat je ziet en wat je voelt').

Buitenbeeld displays

Buitenbeeld-displays dienen de buitenbeelden zo natuurgetrouw mogelijk weer te geven. Het gaat hier om verschillende mogelijke typen displays, te weten:

- monitoren (spiegels, elektro-optische apparatuur, visueel veld, randen, diepte-illusie, vervormingen);
- projectiesystemen (afstand, parallaxfouten, vervorming, edge-blending, lichtreflecties);
- Head-mounted displays (instantaan gezichtsveld, diepte-oplossend vermogen, gewicht, delays, beeld-versmering).

Beeldinhoud, visuele database

Het simulatiemiddel dient te beschikken over een voldoende/goede invulling en aankleding van de visuele databases. Factoren relevant voor beeldinhoud (het 'wat') zijn:

- grootte/omvang van objecten;
- aantallen relevante objecten;
- herkenbaarheid;
- detail en textuur;
- duidelijke vormgeving;
- plaatsing;
- weers- en zichtcondities;
- verlichtingseffecten.

Mechanische databases

Bij mobiele platformen en systemen, bijvoorbeeld voertuigen, is de trainee doorgaans onderhevig is aan fysieke beweging van dat platform in de gesimuleerde wereld. Als het, gegeven de taak en leerdoelen, van belang is om die beweging ook zo realistisch mogelijk te ervaren dient het simulatiemiddel in principe te beschikken over voldoende en correct gemodelleerde mechanische (fysische) eigenschappen

van de omgeving (bijvoorbeeld terreindatabase).

Dit betreft:

- mechanische eigenschappen, zoals terreinkenmerken, oneffenheden, hellingen, weersomstandigheden, wind, golven, atmosfeer);
- gevolgen van contacten met objecten.

Beweging (motion queing)

Bij mobiele platformen en systemen, bijvoorbeeld voertuigen, waarbij het van belang is om die beweging ook zo realistisch mogelijk te ervaren dient het simulatiemiddel in principe ook te beschikken over een platform (moving-base, of trilplatform), waarmee die bewegingen worden nagebootst. Het platform dient mechanische bewegingsinformatie dan correct weer te geven. Het gaat daarbij om:

- aantal vrijheidsgraden van bewegingen;
- amplitude van bewegingen;
- het belang hiervan is met name groot voor het leren omgaan met instabiele manoeuvreer-beweging (bijvoorbeeld helikopter vliegen) en acute verstoring-beweging (reageren op externe verstoringen);
- synchroniciteit met visuele informatie;
- kwaliteit van trillingen van een eventueel trilplatform.

Geluid

Natuurgetrouw geluid heeft betrekking op overeenkomst met het werkelijke geluid qua:

- synchroniciteit met andere perceptuele informatie;
- spectrum;
- ritme;
- sterkte;
- richting; 3D (koptelefoon, headtracker).

B.5 Organisatiefactoren

Ondersteuning vanuit, en inbedding in, de (trainings)organisatie

De organisatie dient een visie te hebben van waaruit doelmatige, effectieve en efficiënte inzet van simulatiemiddelen wordt ondersteunend. Daarbij wordt zorg gedragen voor een goede inbedding in curricula, bijvoorbeeld door Learning- en Training Support Packages (LSPs en TSPs). Dit laatste betreft onder andere een goede aansluiting van scenario's uit de simulatiemiddelen bij de reguliere lesonderdelen). Op het niveau van beheer moet het simulatiemiddel goed zijn gedocumenteerd, ondersteund en geborgd.

Personeel

De organisatie moet er op toe zien dat er gekwalificeerd personeel beschikbaar is, dat in staat is om optimaal gebruik te maken (profiteren) van de mogelijkheden die het simulatiemiddel biedt. Voor nieuwe stafinstructeurs en technici moeten geschikte opleidingsprogramma's aangeboden worden die ervoor zorgen dat zij over de benodigde competenties beschikken. De invoering van een simulatiemiddel in een opleiding kan alleen succesvol zijn als alle betrokkenen (de schooldirectie, de instructeurs, de trainees, en ook de 'afnemers' van geslaagde cursisten (bijvoorbeeld

operationele eenheden)) vertrouwen hebben in de waarde van de simulatie als (kosten-)effectief leermiddel.

Relevante factoren zijn:

- acceptatie;
- betrokkenheid;
- kennis en ervaring;
- gerichte opleidings- en trainingsprogramma's (train de trainer);
- kostenbewustzijn.

Logistiek en Capaciteit

Een potentieel voordeel van een simulatiemiddel is dat een hogere trainingsintensiteit kan worden behaald tegen lagere kosten. Dat voordeel kan alleen worden behaald als aan een aantal logistieke voorwaarden is voldaan.

De simulatiemiddelen dienen daartoe goed beschikbaar te zijn en goed in te plannen met een hoge bezettingsgraad, zonder lange wachttijden. Er moet een goede ICT infrastructuur zijn met voldoende ruimte en faciliteiten?

Techniek

Een simulator is een nabootsing van een taakomgeving, gerealiseerd met technische middelen. Het zal duidelijk zijn dat een simulatortraining alleen effectief kan zijn met goed technisch onderhoud en ondersteuning daarbij en een solide en stabiele techniek. Snelle updates moeten worden geregeld indien dat nodig is, bijvoorbeeld als de operationele inzet verandert en er andere terrein DBs nodig zijn. Andere technische factoren die de effectiviteit van simulatiemiddelen voor een (grote) organisatie *kunnen* bevorderen zijn: interoperabiliteit met andere (simulatie)-systemen, modulariteit, familievorming en beschikbaarheid van het simulatiemiddel op afstand.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL)	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO
-	-	TNO 2016 R11851

4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO	5. CONTRACT NO	6. REPORT DATE
060.07967/01.03	-	December 2016

7. NUMBER OF PAGES	8. NUMBER OF REFERENCES	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED
39 (incl 2 appendices, excl RDP & distribution list)	12	Final

10. TITLE AND SUBTITLE
Effectiviteitsdrivers van O&T simulatiemiddelen per taaktype (V1427)

11. AUTHOR(S)
dr. J.E. Korteling, dr. J. Voogd, dr. K. van den Bosch

12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)
TNO, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands Kampweg 5, Soesterberg, The Netherlands

13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)
Ministry of Defence, DMO/JIVC/KIXS

14. SUPPLEMENTARY NOTES
The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.

15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE))
De grote diversiteit aan effectiviteitsfactoren maakt het verwerven, specificeren, evalueren, gebruiken en onderhouden van trainingssimulatoren een complexe zaak. Er is daarom behoefte aan ondersteunende kapstokken, kennis en een structuur die het weeg- en analyseproces voor een grote diversiteit aan gebruikers overzichtelijker en efficiënter maakt en die leidt tot de beste oplossingen. Daarom wordt in het kader van het Thema 'Simulatoreffectiviteit' (doelfinancieringsprogramma V1427) een nieuw ondersteuningsmiddel beschreven dat helpt bij het vaststellen welke elementen of factoren voor een bepaald simulatiemiddel en trainingsdoel het meest van belang zijn. Daartoe worden als eerste de factoren (n=25) die bepalend zijn voor simulatoreffectiviteit behandeld. Vervolgens wordt een taxonomie van taaktypen (n=9) gepresenteerd. Voor ieder taaktype daarvan wordt aangegeven en beargumenteerd welke effectiviteitsfactoren al of niet belangrijk (kritisch) zijn voor de effectiviteit van een trainingssimulator. Tot slot worden de resultaten hiervan overzichtelijk weergegeven in een 'Effectiviteitsdriver Matrix'. Dit overzicht kan worden gebruikt om beter te focussen op die onderdelen van simulatiemiddelen die er écht toe doen. Dit is niet alleen belangrijk voor de kwaliteit van de verschillende simulatorcomponenten, maar ook tijds- en kosteneffectief en voorkomt dat een behoeftestelling steeds verder wordt uitgebreid met nieuwe weinig relevante functionaliteiten, toeters en bellen. Tegelijkertijd blijft hiermee het overzicht op alle effectiviteitsfactoren gehandhaafd waardoor mogelijke goede kansen niet over het hoofd worden gezien.

16. DESCRIPTORS	IDENTIFIERS
Training, simulatie, effectiviteit, taaktypen	Training, simulatie, effectiviteit, taaktypen

17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
Ongerubriceerd	Ongerubriceerd	Ongerubriceerd

18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT	17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)
Subject to approval MOD-NL	Ongerubriceerd

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

DEFENSIE

hardcopy NLDA/Projectbureau K&I, Defensie Programma procesbegeleider
Dr. M.J.P. van Veen

hardcopy NLDA/Bibliotheek KMA

hardcopy Defensie Programmabegeleider DMO/JIVC/KIXS
Lkol P. van Onzenoort

pdf PLANNEN/K&I, Kol. J.C. Dicke

pdf DMO/Joint IV Commando/C4I&I/InformatieBeheer/PDB

pdf Projectbegeleider DMO/JIVC//KIXS
A.C van Lier

TNO

pdf TNO Referent
drs. M.P. van Esch-Bussemakers

pdf TNO Programmaleider (PGL) Dr W. Huiskamp

pdf Afdelingshoofd TNO PGL
drs. W.S.M. Piek
ir. J.P. Dezaire

pdf TNO medewerkers op aangeven van de TNO PGL
Dr. J.E. Korteling
Dr. J. Voogd
Dr. K. van den Bosch

hardcopy TNO Archief (locatie Soesterberg)