



Waar de mens telt ...

Zevende essay uit een serie van negen
over de toekomst van de luchtmacht.



Clingendael Centre for Strategic Studies



Serie essays over de toekomst van de luchtmacht

Dit is de zevende uit een serie van negen essays over de toekomst van de Koninklijke luchtmacht. De focus van deze serie is *air power*, letterlijk ‘luchtmacht’: gevechtskracht vanuit de lucht. De nadruk ligt dus niet op de luchtmacht als organisatorische eenheid binnen de Nederlandse krijgsmacht.

De essays verschijnen om de maand in de periode januari tot oktober 2006. Doel is het entameren van een publieke discussie over de toekomst van het luchtwapen, als onderdeel van de Nederlandse krijgsmacht en als instrument van de politiek waarmee een bijdrage aan internationale coalities kan worden geleverd. Velen dachten dat de rol van krijgsmachten na het einde van de Koude Oorlog grotendeels was uitgespeeld. Het tegendeel bleek waar: de afgelopen vijftien jaar is de Nederlandse krijgsmacht vaker dan ooit ingezet. Aan het begin van de 21^e eeuw wordt onder deskundigen zelfs weer voorzichtig gespeculeerd over grootschalige militaire operaties ter bescherming van vitale belangen. Dit betekent dat de taken en eisen gesteld aan de krijgsmacht, dus ook aan de luchtmacht, permanent evolueren. Met de essayserie hopen we het debat over deze keuzes te stimuleren en informatie aan te dragen om de meningsvorming te scherpen.

Opbouw van de essayserie

De eerste vier essays richten zich vooral op de ‘richtings’-vraagstukken van de luchtmacht. Wat is de rol en positie van Nederland in de wereld en welke krijgsmacht en luchtmacht hoort daarbij (*essay 1*). Hoe heeft het denken over militaire (lucht)inzet zich in de afgelopen vijftien jaar ontwikkeld en hoe is dat vertaald in feitelijke operaties; welke lessen voor de toekomst kunnen we uit de aldus opgedane ervaringen trekken (*essay 2*). Wat betekent de ambitie om de krijgsmacht wereldwijd te kunnen inzetten enerzijds (*essay 3*) en de positionering van Defensie als structurele veiligheidspartner in de binnenlandse veiligheid anderzijds (*essay 4*) voor de luchtmacht.

De volgende vier essays behandelen de ‘inrichtings’-vraagstukken die voortvloeien uit de discussie over de toekomstige richting van de luchtmacht. Hoe gaat de luchtmacht de nieuwe technologische en operationele concepten toepassen die een antwoord moeten vormen op de moderne dreigingen van terrorisme, falende staten en de proliferatie van massavernietigingswapens (*essay 5*). Hoe vertalen die nieuwe concepten zich achtereenvolgens in de samenwerking van de luchtmacht met andere delen van de krijgsmacht en in internationaal verband (*essay 6*); de rol van de militair in een steeds verder geautomatiseerde omgeving (*essay 7*); en de behoefte aan nieuwe platformen en systemen voor *air power* (*essay 8*).

De serie wordt afgesloten met een praktische toetsing van het voorafgaande. Gegeven de beperkte financiële middelen: welke afwegingen en keuzes liggen voor, waar zet Nederland op in, welke luchtmacht past ons (*essay 9*).

Debat naar aanleiding van de essays

Parallel aan de publicatie van de essays vinden in 2006 drie discussiebijeenkomsten plaats. In april staat de ontwikkeling in de 'richting' van de luchtmacht centraal naar aanleiding van de eerste vier essays. In september, na de tweede tranche van vier essays, debatteren we over de toekomstige 'inrichting' van het luchtwapen. In november tot slot richt de discussie zich op het onderwerp van het laatste essay, de confrontatie tussen wens en werkelijkheid in de toekomst van de luchtmacht.

De bedoeling is om de negen essays tezamen met een slotbeschouwing naar aanleiding van de debatten tijdens de bijeenkomsten te bundelen en in boekvorm uit te brengen. Publicatie hiervan wordt begin 2007 verwacht.

Het Clingendael Centrum voor Strategische Studies

De essayserie is een initiatief van het Clingendael Centrum voor Strategische Studies (CCSS), in opdracht van het Commando Luchtstrijdkrachten. CCSS is een *joint venture* van het instituut voor internationale betrekkingen Clingendael en de Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO. Door te putten uit het brede expertisebereik van beide moederorganisaties, heeft CCSS een bijzondere kennispositie op het gebied van politiek-strategische en militaire beleidsvorming en planning.

De essays komen tot stand in een team van auteurs, waaronder enkele experts niet verbonden aan CCSS, Clingendael of TNO.

De verantwoordelijkheid voor vorm en inhoud van de essays ligt volledig bij CCSS.

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

Copyright © 2006 Clingendael Centrum voor Strategische Studies

De luchtmacht als jongensdroom

Mogelijk draagt u de luchtmacht een warm hart toe. Misschien wilde u als kind al vlieger worden en zoekt u nog steeds de hemel af wanneer u, zoals Amerikaanse luchtmacht-enthousiasten het noemen, de 'sound of freedom' hoort. U bezoekt de Open Dagen van de Koninklijke luchtmacht - terwijl er in zo'n weekeinde toch ook andere verplichtingen bestaan. Wellicht verzucht u zo nu en dan stilletjes of uw beroepskeuze wel de juiste was.

Om u te genezen van deze romantische buien, lichten we graag een tipje van de sluier op. Dit essay behandelt de plaats van de mens in de veelal hoog-technische omgeving van de luchtmacht. Is de mens de zwakste schakel van *air power* en wat zou dat betekenen voor de toekomst? Waarschijnlijk kunt u na het lezen van dit essay geheel gerustgesteld uw huidige levenspad vervolgen. Luchtmachtmilitair zijn is immers niets voor u. Het is echter ook niet geheel uit te sluiten dat het gevoel sterker gaat knagen. Dan maar hopen dat u inmiddels niet te oud bent.

Leven met dynamiek

Twee voorbeelden. Het is bekend dat wanneer een F-16 vlieger een bocht vliegt, hij of zij te maken krijgt met een tijdelijke verhoging van de zwaartekracht, of beter gezegd van de resultante van de zwaartekracht en de specifieke kracht. Dit kan zelfs oplopen tot een kracht die het negenvoudige bedraagt van de normale zwaartekracht, aangeduid als $9g^1$. Dit is geen sinecure, maar wat betekent dat nu écht? Dit betekent dat iedere keer dat de vlieger een stevige bocht vliegt hij moet knokken tegen bewustzijnverlies. De g-broek blaast op en knelt de onderkant van zijn lijf af. De vlieger stuwt met krachtig pompende spierbewegingen van zijn bovenlijf bloed naar de hersens toe. Voor de vlieger is dit inmiddels gewoon geworden, hij moet immers juist dán zijn aandacht richten op andere zaken. Maar elke keer weer? Hoe houd een mens het vol! Uiteraard met hulp van een adequate opleiding, een doorlopende training en een blakende lichamelijke en mentale conditie.



Figuur 1: Vliegers leren omgaan met verhoogde g-krachten in de mensencentrifuge.

¹ Het symbool 'g' is feitelijk geen kracht maar een versnelling, namelijk de gravitatie- of valversnelling. Een g-kracht van 1g is dus de kracht die iemand ondergaat bij een versnelling in grootte gelijk aan de valversnelling onder invloed van de zwaartekracht op aarde, een kleine $10m/s^2$.

Figuur 1 toont een apparaat voor fysiologische training van g-krachten, de zogenaamde mensencentrifuge. Door heel snel rondjes te draaien met een vrijuit zwaaiende gondel (zoals in een zweefmolen) ondervindt de inzittende hoge g-krachten in dezelfde richting als tijdens het vliegen, en leert hiermee om te gaan. De vliegers waarderen deze doelstelling, maar de training op zich niet echt. De rondjes zijn zo klein dat je erg duizelig wordt en de g-krachten in de centrifuge relatief langzaam worden opgebouwd. Maar een betere mogelijkheid is er niet. Liever hier het bewustzijn verliezen en het vereiste gedrag aanleren dan tijdens het vliegen zelf.

Het tweede voorbeeld is heel actueel. Wereldwijde inzet betekent voor helikopters, hun bemanningen en het grondpersoneel regelmatig extreme en/of sterk wisselende temperaturen in vaak zandige, stoffige en risicovolle omstandigheden. Zoals bekend heeft dit Nederland recentelijk een paar helikopters gekost. En dit gevaar dreigt nog steeds omdat de omstandigheden zeer veel vergen van mens en machine. Heel berucht is de zogenaamde 'brown out' bij het aanvliegen en landen, waarbij het zicht op buiten onmogelijk is door dicht dwarrelend stof. De vlieger raakt door het gemis aan visuele informatie gedesorïenteerd, waarbij zijn evenwichtsorgaan hem verkeerde informatie influistert over de stand en het gedrag van zijn vliegtuig of helikopter. Problemen als deze zijn niet zo maar even op te lossen.



Figuur 2: Voorbeeld van een 'brown out' tijdens de landing.

Net zoals bij het vliegen onder hoge g-krachten zijn de vliegers van de Koninklijke luchtmacht voorbereid op de omstandigheden waarin ze worden ingezet; trainingen in hitte en kou, overlevingstrainingen op land en in zee, hoogte(ziekte)trainingen, training om te gaan met ruimtelijke desoriëntatie, nachtzichttraining etc. Verder worden alle vliegers onder de 35 één maal per twee jaar, en vliegers boven de 35 één maal per jaar, vliegmedisch gekeurd door het Centrum voor Mens en Luchtvaart te Soesterberg, het luchtmachtinstituut dat ook zorg draagt voor de aanvankelijke vliegersselectie. Tussentijds worden de vliegers ook nog een keer door de militaire arts op het onderdeel zelf gekeurd.



Figuur 3: Situaties tijdens trainingsomstandigheden.

Figuur 3 geeft een overzicht van verschillende trainingsomstandigheden. Linksboven hoogtetraining in de hypobare (onderdruk) kamer. Linksonder trainingen met apparatuur die (beperkt) zicht in het donker mogelijk maakt. Rechts een desoriëntatiedemonstratie om inzicht te geven in de werking van de menselijke zintuigen en het feilen daarvan onder vliegomstandigheden.

Voor de vliegersselectie meldden zich in 2005 1600 kandidaten. Na zorgvuldig onderzoek van hun fysieke kwaliteiten en toetsing van hun geestelijke capaciteiten en weerbaarheid,

bleven er uiteindelijk 32 over, die inmiddels gestart zijn met de Elementaire Vliegeropleiding (EMVO) op de Vliegbasis Woensdrecht. De EMVO duurt vier maanden en is een voorbereiding op de feitelijke vliegopleiding in de Verenigde Staten. De uitval gedurende de EMVO is gemiddeld nog zo'n 30%, maar vervolgens tijdens de feitelijke opleiding voor alle toesteltypen in de VS te verwaarlozen. Dit resulteert uiteindelijk in een instroom van pakweg 20 nieuwe vliegers per jaar. De inzet van de luchtmacht is om dit aantal de komende jaren te verhogen om de toegenomen behoefte aan vliegers op te vangen. De totale operationele vliegerpopulatie van de KLu is momenteel zo'n 600, waarvan 30 vrouwen. Het aantal helikoptervliegers maakt inmiddels al meer dan de helft van dit bestand uit.

Nogmaals: leven met dynamiek

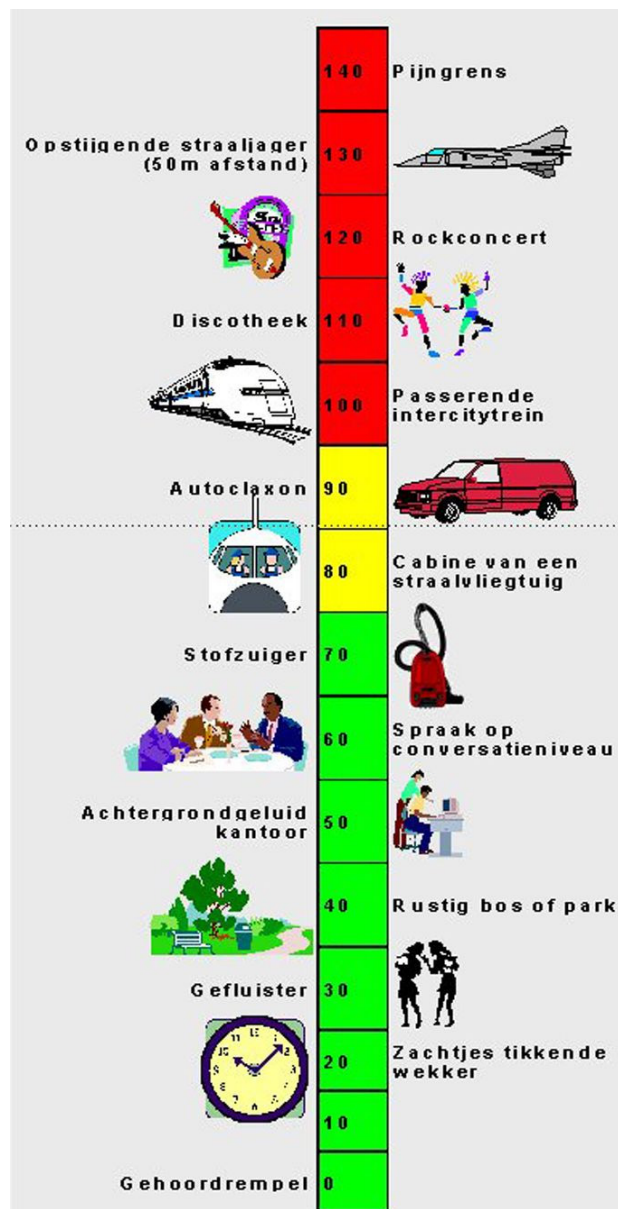
Vliegers zijn een gezichtsbepalend maar uiteindelijk slechts klein onderdeel van *air power*. Rondom hen werken pakweg 9000 anderen bij het Commando Luchtstrijdkrachten, in een vaak evenzo grote dynamiek. Dit geldt voor de staven en de militaire gezondheidszorg, die het tempo en de behoeften van de operationele gemeenschap moeten volgen en op nieuwe ontwikkelingen moeten anticiperen. Dit geldt voor de logistieke medewerkers en de onderhoudsmonteurs die moeten zorgen dat het juiste materiaal voorhanden en gebruiksgereed is. Dit geldt voor alle medewerkers die direct betrokken zijn bij een missie, aan boord of op de grond, in voorbereiding, begeleiding en afronding van de vlucht. Direct in nabijheid van de F-16 vlieger opereren de *crewchiefs*. Zij begeleiden het gehele opstartproces (buiten) in directe communicatie met de vlieger (binnen). Ze kunnen onmogelijk worden gemist ter ondersteuning van het opstartproces en ter beteugeling van mogelijk acuut gevaar. Hiertoe bevinden zij zich voortdurend in de omgeving van een draaiende straalmotor, met de directe gevaren van het hier en nu, maar ook met mogelijke gevolgen op langere termijn. De herrie rond de opstartende en wegtaxiënde kist is zo groot dat er feitelijk onvoldoende gehoorbescherming bestaat voor deze omgeving. Dit wordt in de toekomst niet minder: de Lightning II – de nieuwe naam van de JSF – is minstens zo lawaaiig als de F-16. Natuurlijk wordt getracht de lange termijn gehoorschade zoveel mogelijk te minimaliseren, maar toch is de (dubbele) geluidsbescherming niet geheel toereikend.



Figuur 4: Geluidsomgeving F-16 *crewchief* en geïntegreerde gehoorbescherming.

Figuur 4 geeft een voorbeeld van de geluidsomgeving van een F-16 *crewchief*. Rechts een voor deze situatie zo goed mogelijk passende individuele gehoorbescherming die ook nog

communicatie mogelijk maakt. Het betreft een geïntegreerd systeem van oordop met telefoonverbinding, de ‘communications earplug’, tezamen met dempende oorkappen. Ter vergelijking in Figuur 5 een ‘herrieschaal’. Uit onderzoek is gebleken dat de Russische tennisster Maria Sjarapova op Wimbledon dit jaar 102.7 decibel ‘kreunde’, meer nog dan een ronkende oude Engelse motorfiets. Reden voor de buien in de omgeving rond de baan om te klagen over het lawaai. Vergelijk dit eens met de belasting van een F-16 *crewchief*, ongeveer 125dBA, van een Chinook helikoptervlieger, 102 dBA continu in de cockpit, en een *loadmaster*, 111 dBA in het laadruim.



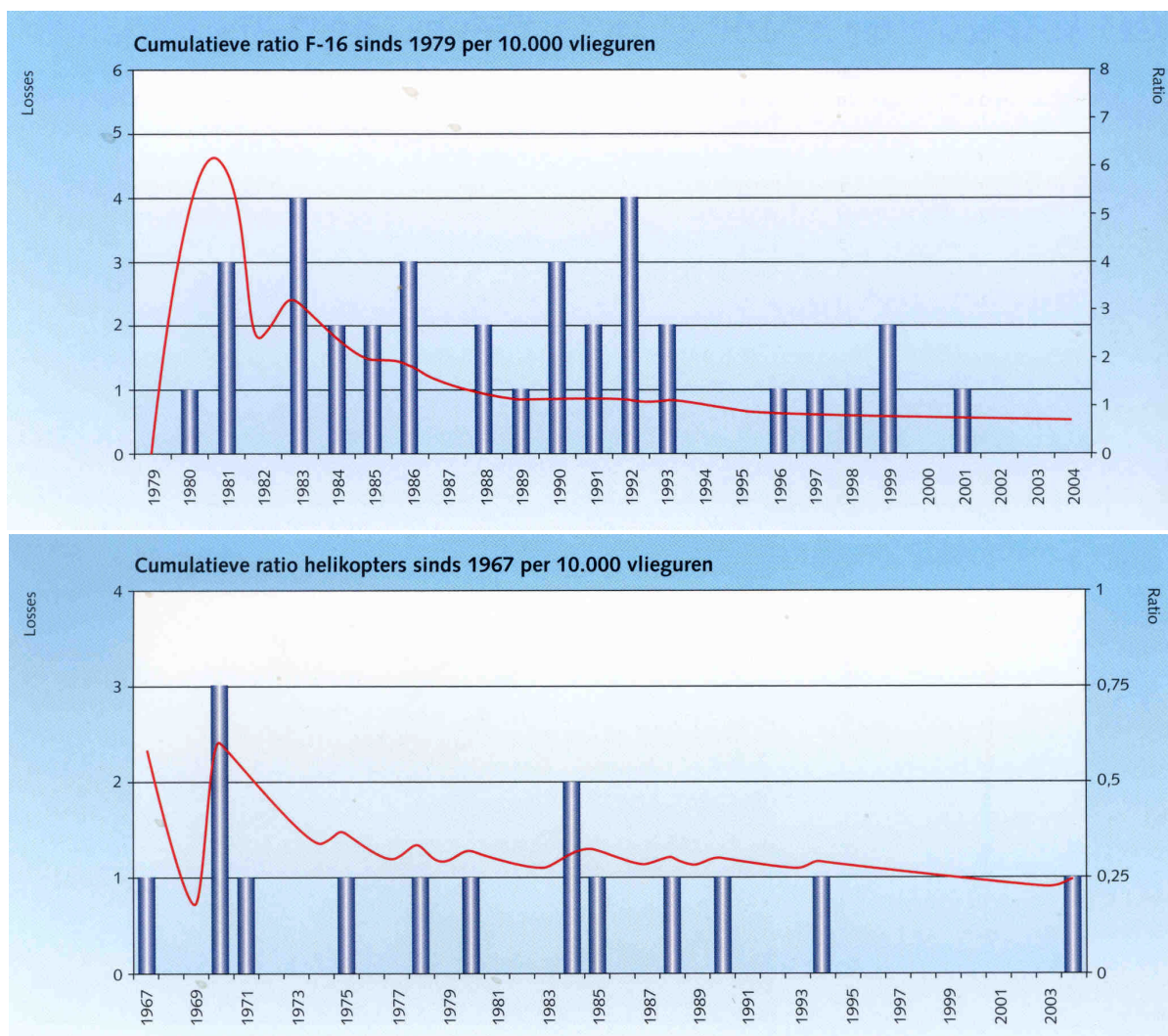
Figuur 5: ‘Herrieschaal’.

Controleren van gevaar

Laten we wel wezen: het ultieme product van *air power* is geweld. Omgekeerd moet de luchtmacht in staan zijn om het geweld van de tegenstander te incasseren of, nog beter, te voorkomen. Een lastige combinatie: het minimaliseren van de gevaren bij de uitoefening

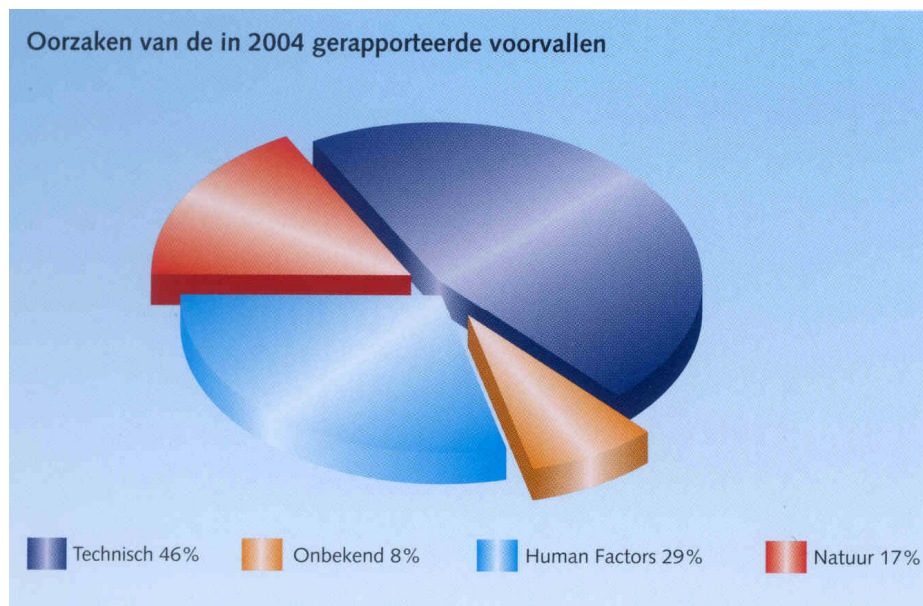
van geweld voor de eigen manschappen, bondgenoten en neutralen, en tegelijkertijd het maximaliseren van het effect op de opponent. Ondanks alle voorzorgmaatregelen is de mogelijkheid van eigen verliezen inherent aan de missie van de luchtmacht. Dit geldt niet alleen bij feitelijke inzet. Om goed voorbereid te zijn op inzet in het gehele geweldspectrum, moet de luchtmacht zijn grenzen verkennen en dus risico's nemen. Als gevolg hiervan wordt het 'train as you fight' principe gehanteerd, waardoor er niet aan te ontkomen valt dat er zogenaamde vredesverliezen – bijvoorbeeld het verlies van een vliegtuig én mogelijk zijn vlieger – kunnen voorkomen.

Mede in het licht van de grote hoeveelheid uitzendingen van de afgelopen jaren is de ongevalratio – het aantal verloren vliegtuigen per 10.000 vliegen – laag. Deze verhouding laat al jaren een constante waarde of zelfs een licht dalende trend zien (zie Figuur 6). Let wel, deze statistiek uit het recente jaarverslag 2004 van de afdeling Vliegveiligheid, Kwaliteit, Arbeidsveiligheid en Milieu (VKAM) loopt tot einde 2004, wat betekent dat de recente crash van een F-16 in de Waddenzee en de helikopterverliezen in Afghanistan er nog niet in zijn verwerkt. Sinds 1997 tot op heden (medio 2006) hebben zich geen dodelijke ongelukken voorgedaan.



Figuur 6: cumulatieve ratio verliezen F-16's en helikopters per 10.000 vliegen (bron: VKAM-jaarverslag 2004).

Interessant is te zien aan welke oorzaken de luchtvaartongevallen en –incidenten zijn toegeschreven. In Figuur 7 is een categorisering gegeven waarbij de meest dominante factor als veroorzaker van het ongeval is aangegeven.



Figuur 7: Oorzaken van in 2004 gerapporteerde voorvallen (bron: VKAM-jaarverslag 2004).

Kennelijk is de menselijke component de oorzaak in pakweg 30% van de gevallen. Dat is reden voor de luchtmacht om onderzoek te doen naar het optimaliseren van het fysieke en mentale functioneren van vliegend personeel, ter verhoging van de operationele inzetbaarheid van vliegers en de vliegveiligheid. Dit wordt gezocht in de verbetering van de psychologische, fysiologische en ergonomische arbeidsaspecten in de cockpitomgeving, alsmede in de betere afstemming van apparatuur aan de menselijke gebruiker, de mens-machine interface.

Achter deze woorden zit een behoorlijke ommezwaai. Vanouds werd voor het militaire bedrijf wapentuig ontwikkeld op puur technologische specificaties, zonder al te veel aandacht voor de gebruiker. De mens is immers een flexibel wezen, en in een tank of cockpit hoeft het niet comfortabel te zijn. Als je maar overleeft. Een gevechtssituatie is überhaupt niet comfortabel. Heden ten dage is dit beeld veranderd. Militair overwicht wordt weliswaar nog steeds bepaald door technische innovaties, maar in net zo sterke mate door de menselijke gebruiker. De wapenplatforms van nu zijn zo veelzijdig en complex dat zij alleen tot hun recht komen in symbiose met het menselijke verstand en creativiteit; vaak niet van één persoon, maar van teams van samenwerkende individuen in een sterk geautomatiseerde omgeving. Daarom staat tegenwoordig de mens centraal in het ontwerp van nieuwe systemen: *human centred design*. Duurde een missie van een F-16 vroeger één tot anderhalf uur, nu is vijf tot acht uur – met bijtanken in de lucht - geen uitzondering. Comfort wordt dan een bepalende factor. Een vlieger met schele koppijn vanwege zijn helm met nachtzichtapparatuur, een zeurende rug vanwege een vaste houding en pijnlijke gewrichten vanwege de g-krachten en het ingesnoerd zitten gaat niet optimaal een confrontatie aan, ook al is die in slechts een paar minuten geslecht. Verder is de functie van het vliegen ondergeschikt geworden aan die van het bedienen van het wapenplatform. Ondanks de fysieke veeleisendheid van de vliegomgeving is de cognitieve belasting bepalender

geworden voor de effectiviteit van de missie en de veiligheid van mens en machine. Het opbouwen van een adequaat beeld van de omgeving – in het militair jargon aangeduid met de term *situational awareness* -, het overwegen van de mogelijkheden en het nemen van de juiste beslissingen, en tenslotte het handelen daarnaar, eisen verschrikkelijk veel van de aandacht van de vlieger.

Een paar voorbeelden illustreren dat het bovengenoemd onderzoek tot duidelijke resultaten leidt. De gemiddelde lengte van Nederlandse populatie was tot op een paar jaren geleden de grootste én tevens snelst toenemende in de wereld (4mm per jaar). Voor de luchtmacht leverde dit een groot probleem op bij de invoering van de Apache gevechtshelikopter in 1996. Van de op zich geschikte vliegers kwam 29% niet in aanmerking om feitelijk te vliegen, domweg omdat ze te lang waren. Bijna een derde van de zorgvuldig geselecteerde en opgeleide vliegers viel dus direct af! Om zo'n fiasco in de toekomst te voorkomen heeft Nederland voorgesteld om een extra mensmodel (een zogenaamde *manikin*) op basis van de gegevens over de Nederlandse vliegers te gebruiken om de oorspronkelijke specificatie van de JSF-cockpit te toetsen en bij te stellen. De Amerikanen hebben deze suggestie opgevolgd. Natuurlijk niet louter om ons ter wille te zijn. Een drastische verandering van de maten van de cockpit ter wille van de verkoop van hooguit 85 exemplaren zou op zich nooit een optie zijn geweest. Ze deden dit omdat onze lengte een voorbode is van de ontwikkeling van hun eigen maten in de komende decennia waarin zij de JSF vliegen. Zo heeft een klein land op indirecte wijze toch de mogelijkheid om het ergonomisch ontwerp van een groot internationaal project naar zijn hand te zetten.

Het tweede voorbeeld betreft de mentale werklast van vliegers. Zoals al is aangegeven is heden ten dage niet het vliegen zelf maar het bedienen van een wapenplatform de meest veeleisende taak van de gevechtsvlieger. En omdat de vlieger steeds meer onderdeel gaat uitmaken van een groter informatienetwerk (zie onder meer essays 3 en 5), krijgt dat in de nabije toekomst nog meer nadruk. De instrumenten en beeldschermen in de cockpit zijn ontworpen om de beschikbare informatie zo goed mogelijk aan de vlieger over te dragen. Jammer alleen is dat de vlieger daarvoor veel naar die beeldschermen moet kijken en voortdurend zijn cognitieve vermogens moet gebruiken om de informatie te interpreteren. De informatie is namelijk abstract van aard: symbolen, kleuren, cijfertjes. Het is te doen maar vereist veel training van tevoren en veel aandacht ter plekke.

Om het visuele systeem te ontlasten onderzoekt men voor de nieuwe generatie van instrumenten en beeldschermen of andere zintuigen niet meer betrokken kunnen worden bij de waarneming van relevante cockpitinformatie. Dit gebeurt al beperkt voor wat betreft het gehoor. Om het cognitieve systeem - het verstand - te ontlasten, wordt onderzocht of het perceptieve systeem - de zintuigen - een deel van de informatieverwerking op zich kunnen nemen, zoals we dat in de natuur gewoon zijn te doen. Momenteel krijgt de vlieger bijvoorbeeld een auditief signaal (een specifieke 'bzz, bzz, bzz, ...') wanneer hij wordt aangestraald door de radar van een vijandelijk luchtverdedigingssysteem. Daarop kijkt hij op zijn *Radar Warning Receiver* in de cockpit waar deze bedreiging zich bevindt, en handelt daarnaar. Stel nu dat het auditieve signaal niet alleen een waarschuwing in zich heeft, maar ook de richting (locatie) van de bedreiging aangeeft, dan hoeft de vlieger niet in zijn cockpit te kijken, maar kan direct handelen. Dit levert tijdswinst op verschillende niveaus en tijdswinst is essentieel in dit soort omstandigheden. In plaats van 'horen – kijken – nadenken

– handelen’, wordt het dan ‘horen – handelen’. Wat wij zojuist hebben beschreven staat bekend als 3D-audio, oftewel ruimtelijk horen. Mensen doen dit onder natuurlijke omstandigheden iedere dag zonder hulpmiddelen. In de cockpit via de oortelefoon is het een lastig te realiseren, maar nuttig technologisch hoogstandje.



Figuur 8: Een nieuwe generatie cockpit displays.²

Een andere optie is een vest met trillertjes gedragen rondom het bovenlichaam, vergelijkbaar met de trilfunctie van een mobiele telefoon. Dit wordt een tactiel vest genoemd. Met een tactiel vest kunnen ook bedreigingen en hun (relatieve) locatie worden aangeven, of de

² Vanaf linksboven, met de klok mee: 3D-audio, ruimtelijk horen; het *multilayer display*, diepte in een plat vlak; automatische spraakherkenning; en het vibrotactiele vest, een *array* van trillertjes rondom het bovenlichaam.

ruimtelijke positie waarin het toestel zich bevindt. Dit laatste is erg handig als gevlogen wordt onder omstandigheden met slecht of helemaal geen zicht. Bijvoorbeeld bij de al eerder genoemde ‘*brown out*’-situatie. Een derde, visuele optie is het *multi layer display*. Met deze techniek kan op een feitelijk plat beeldschermje ‘diepte’ worden aangebracht, waardoor specifieke informatie (vriend / vijand, boven / onder, dreigingsprioriteiten) in één oogopslag duidelijk wordt omdat ze verdeeld is over een paar transparante lagen die over elkaar heen liggen. Tenslotte vermelden we de mogelijkheid om door middel van spraak het wapenplatform aan te sturen. De vlieger hoeft hierdoor niet meer de stuurknuppel of de gashendel los te laten voor de bediening van de beeldschermen, of er hoeven niet meer zoveel knopjes te zitten op de gashendel en stuurknuppel om de beeldschermen te besturen. Al de bovengenoemde interfaces beogen de prestatie van de vlieger te verhogen met verminderde mentale werklast en met minder trainingsinspanning. Ze worden intuïtieve displays genoemd omdat ze de natuurlijke wijze van de menselijke waarneming benaderen en daardoor het verstand niet belasten. Sommige varianten zijn al opgenomen in de Eurofighter en JSF. In Figuur 8 staan ze op een rijtje.

Opereren in het nachtvenster

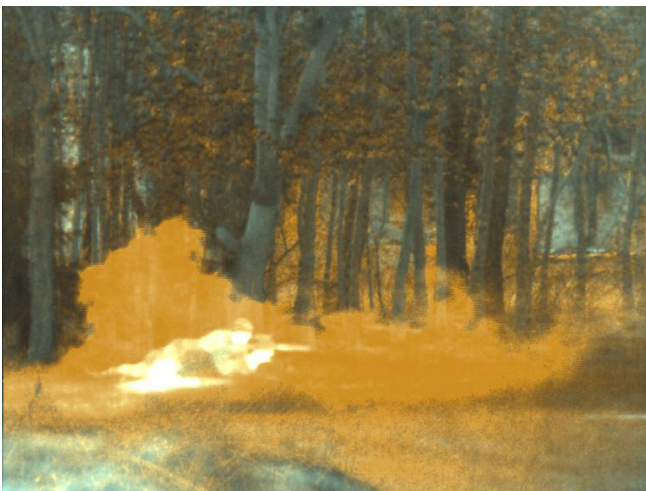
In toenemende mate wordt bij militaire operaties van het nachtvenster gebruik gemaakt. De luchtoorlog binnen de operatie *Allied Force* in 1999 vond al grotendeels ‘s-nachts plaats. In de recente oorlog tegen Irak wordt op veel grotere schaal dan voorheen klokrond geopereerd. Door gebruik te maken van de nacht is het mogelijk langdurig aaneen actief te zijn. Tevens ontstaat er een belangrijk operationeel voordeel ten opzichte van een tegenstander die geen of weinig nachtcapaciteiten heeft. Bovendien zijn sommige nachtzichtsysteem tevens overdag in te zetten in omstandigheden van verminderd zicht. Dit betekent natuurlijk ook dat men zelf kwetsbaar is wanneer de eigen capaciteiten op dit gebied onderdoen voor die van de tegenstander. Doordat het steeds eenvoudiger wordt om aan kwalitatief goede nachtzichtsysteem te komen is dit een optie waarmee terdege rekening moet worden gehouden.

Al enige tijd streeft ook de Nederlandse krijgsmacht naar uitbreiding van de mogelijkheden om te opereren bij nacht. Sinds de Defensienota 2000 wordt klokrond optreden aangemerkt als een van de prioriteiten bij nieuwe aanschaffingen. In de laatste jaren zijn belangrijke stappen voorwaarts gemaakt. Zo is de F-16 bij de *Mid Life Update* geschikt gemaakt voor vluchten met nachtzichtapparatuur. Bij helikopteroperaties, en vanaf 2007 ook bij transportvliegtuigen zoals de Hercules, wordt eveneens gebruik gemaakt van diverse nachtzichtmiddelen. De Nederlandse Apache gevechtshelikopters hebben al sinds de invoering vanaf 1998 een speciale infraroodcamera voor nachtop treden. Keuzes over aanschaf en inzet van nachtzichtsysteem zijn echter lastig te maken omdat de onderliggende technologieën nog sterk in ontwikkeling zijn en omdat de systemen allerlei beperkingen hebben die het gebruik in de praktijk bemoeilijken. Door deze beperkingen, maar ook doordat opereren ‘s-nachts en overdag fundamenteel van elkaar verschillen, is het noodzakelijk om de gebruikers adequaat te trainen.



Figuur 9: Beelden verkregen met nachtzichtapparatuur, respectievelijk op basis van helderheidsversterking en van warmtebeeld.

Nachtzichtsyste men berusten voornamelijk op twee technologieën; helderheidsversterkers (HV) die restlicht zichtbaar maken en warmtebeeld (WB) systemen die thermische straling afbeelden. Hoewel beide technologieën al decennia bestaan, zijn er in de laatste jaren snelle ontwikkelingen die een grote invloed hebben op de toepassing in de militaire praktijk. De systemen worden kleiner en lichter waardoor ze eenvoudiger in zoekers, kijkers en *Helmet Mounted Displays* zijn in te bouwen, en er komen nieuwe, goedkope sensoren op de markt.



Figuur 10: 'Paint the night' technologie.

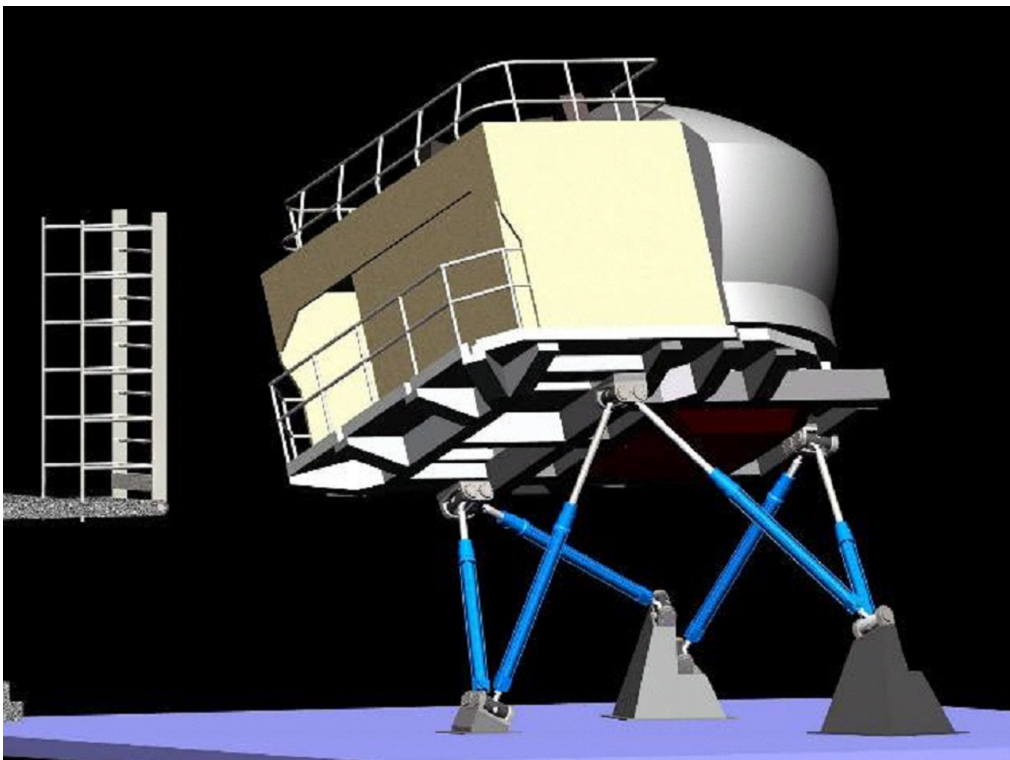
Bij HV-systemen zijn er bijvoorbeeld ontwikkelingen met actieve belichting, wat lijkt te resulteren in betere prestaties bij zeer lage restlichtniveaus. Door de ontwikkeling van multi-spectrale WB-sensoren, fusie van beelden vanuit verschillende bronnen en algoritmen voor beeldverbetering wordt het mogelijk de nachtzichtbeelden gedetailleerder te maken en meer te laten lijken op daglichtbeelden. Zie Figuur 10.

De snelle technologische vooruitgang is ongetwijfeld één van de factoren die het mogelijk maken vaker en grootschaliger 's-nachts te opereren, maar heeft ook een keerzijde. Aangeschafte systemen kunnen al verouderd zijn op het moment dat ze ingevoerd worden, en de keuze voor de nieuwste technologie brengt het risico met zich mee dat er bij gebruik allerlei onvoorziene beperkingen en kinderziekten blijken te zijn. Een andere factor die hoogst relevant is voor opereren bij nacht is training. Ondanks alle technologische ontwikkelingen blijven nachtzichtsyste men immers lastig in het gebruik. De visuele informatie is duidelijk minder (bij HV) of fundamenteel anders (bij WB) dan overdag, en daarnaast zijn er storende neveneffecten door bijvoorbeeld clutter en overstraling. Hierdoor kunnen misinterpretaties en illusies ontstaan die potentieel gevaarlijk zijn. Vliegers moeten niet alleen leren om misleidende beelden correct te interpreteren en leren omgaan met

fysische beperkingen - zoals het kleine gezichtsveld -, maar ook met de psychologische aspecten - zoals onderschatting van gevaren “ik zie iedereen, niemand ziet mij”, of broedermoord door te snel handelen bij onzekerheid en angst. Een dergelijke training moet zorgvuldig worden opgezet, zoveel mogelijk gebruikmakend van fundamentele kennis over de perceptie en het menselijk functioneren. Hoewel simulatoren hierbij zeer nuttig zouden kunnen zijn, blijken ze nu nauwelijks gebruikt te worden, onder meer omdat het lastig is nachtzichtbeelden voldoende realistisch te simuleren. In plaats daarvan wordt in de praktijk getraind (*learning by doing*), wat effectief is maar inefficiënt en potentieel risicovol.

Vliegen op de grond

Als gevolg van de sterk verhoogde brandstofprijzen, de straf voor geluidshinder bij vliegen in het schemerduister (deze uren tellen zwaarder) en het verbod om voor trainingsdoeleinden in de nacht boven Nederland te vliegen, wordt er gezocht naar alternatieven voor vliegers ten behoeve van training. Een F-16 vlieger kost momenteel vele duizenden Euro's. Vlieg simulatie, zoals veelvuldig toegepast bij de civiele luchtvaart, zou voor sommige aspecten van het vliegen veel goedkopere oefenmogelijkheden kunnen bieden. Voor de militaire omgeving kleven hieraan toch een paar moeilijkheden. Voor de oefening van (nood)procedures is dit niet het geval. De luchtmacht heeft hiervoor adequaat materiaal, de Apache trainer op Vliegbasis Gilze Rijen en de F-16 *Unit Level Trainers* op Leeuwarden en Volkel, of koopt hiervoor uren in op simulatoren in Frankrijk (voor de Cougar helikopter) en Engeland (voor de Chinook helikopter).

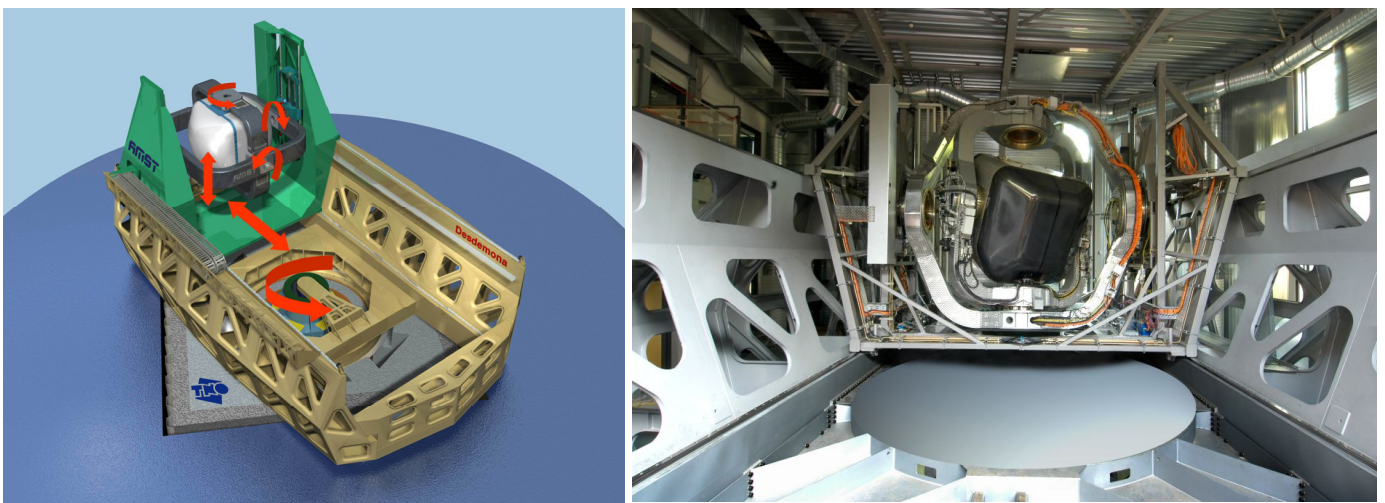


Figuur 11: Een hexapod bewegingsplatform.

Voor een gedeelte van de tactische training van vliegers kunnen bovenstaande simulatoren ook voldoen, maar hiervoor zijn ze al minder geschikt. Het probleem is dat in deze simulatoren, die in essentie bestaan uit een cockpit die voor een projectiescherm is

geplaatst, slechts een beperkt gedeelte van de complexe omgeving van de vlieger kan worden nagebootst. Om dit te ondervangen gebruikt de civiele luchtvaart de alom bekende ‘spinnepoters’ (hexapod, zie Figuur 11) om de piloten een geloofwaardige beleving te geven tijdens het gesimuleerde stijgen en landen, van turbulentie en van de gedragingen van het vliegtuig tijdens calamiteiten. Dat gaat zelfs zo goed dat er voor een conversie van een vliegtuigtype naar een ander type vaak alleen maar in een simulator gevlogen behoeft te worden. Maar, zoals gezegd, die vlieger gaat voor de militaire omgeving niet op. Niet alleen zijn de bewegingen in de militaire omgeving veel sneller en heviger, ook spelen er aanhoudende g-krachten die met een hexapod-platform eenvoudigweg niet zijn na te bootsten.

Het is daarom zaak voor de Koninklijke luchtmacht om goed te analyseren welke elementen van het vliegen op de grond ‘gevlogen’ kunnen worden en welke zeker niet, en vervolgens welke faciliteiten voor de wel op de grond te beoefenen aspecten benodigd zijn. Omdat het zeker is dat de ratio tussen vlieginguren en simulatie-uren drastisch gaat verschuiven is dit een urgente zaak, waarbij de luchtmacht de hulp inroept van onderzoeksinstituten als NLR, TU-Delft en TNO. Eén van de in het oog springende projecten is DESDEMONA, een geavanceerd bewegingsplatform, dat het best omschreven kan worden als een kruising van de hexapod met de mensencentrifuge en nog een beetje meer (zie Figuur 12). Dit onderzoeksplatform, speciaal ontworpen voor simulatie van de militaire vlieg- en rijomgeving, kent zijn gelijke niet in de wereld. DESDEMONA moet voor de luchtmacht de haalbaarheid verkennen van simulatie van militaire vlieginguren.



Figuur 12: De DESDEMONA bewegingssimulator.

Simulatie heeft nog meer te bieden. Normaliter worden tijdens een F-16 oefenvlucht schijndoelen op de grond ‘aangevallen’, bijvoorbeeld de brug bij Zaltbommel. Of men gaat een luchtgevecht aan met andere vliegers. Een paar keer per jaar gebeurt dat op grote schaal in oefeningen als *Red Flag* en *Frisian Flag*, internationale oefeningen die veel geld en voorbereiding kosten. Met behulp van gesimuleerde doelen en bedreigingen is het echter mogelijk om goedkoper en vaker volle missies te trainen. De informatie die tijdens een echte vlucht verschijnt op de beeldschermen in de cockpit kan dan gedeeltelijk of geheel verzonden zijn ten behoeve van een specifiek trainingsdoel. Voor de vlieger echter is alle informatie even reëel. Dit wordt ‘*embedded training*’ genoemd. De potentie hiervan is

groot. Dit geldt zeker nu er zo'n stevig beroep wordt gedaan op luchtmacht personeel ten behoeve van uitzendingen, waardoor het trainen van alle aspecten van het militaire vliegen (altijd voorbereid zijn op het *worst case* scenario) vaak onhaalbaar blijkt te zijn vanwege tijd- en kostenaspecten. Onder meer het NLR samen met Dutch Space participeert in nationale en internationale programma's om hiervoor de benodigde technologie te ontwikkelen. Nederland maakt zich sterk een geavanceerde *embedded training*-capaciteit op te nemen in de Lightning II.

Zelfs kan gedacht worden aan het compleet virtueel uitvoeren van een missie van meerdere vliegers in *flight simulators* die aan elkaar gekoppeld zijn in een groot netwerk. Een voorbeeld van een geslaagde, compleet virtuele missiesimulatie is de experimentele NAVO oefening *First Wave*. In deze oefening waren simulatoren in diverse landen zoals Canada, Frankrijk, Italië en Nederland aan elkaar gekoppeld en werd een complete missie uitgevoerd inclusief dreiging en AWACS-ondersteuning. Op dit moment onderzoekt de luchtmacht of een Nederlands Missie Trainingscentrum voor jachtvliegtuigen en voor helikopters mogelijk is. Een van de vereisten is de koppeling van een dergelijk centrum aan vergelijkbare centra van de marine en de landmacht. Over paars optreden gesproken!

Voor de toekomst biedt simulatie dus vele extra mogelijkheden om de mens voor niet-automatiseerbare taken optimaal te trainen. In Nederland zijn naast de onderzoeksinstituten ook verschillende bedrijven actief op deze markt. Binnen de Stichting Nederlandse Industriële Inschakeling Defensieopdrachten (NIID) zijn zo'n 15 bedrijven in een platform georganiseerd om nieuwe mogelijkheden van simulatie en training te ontwikkelen en toe te passen. Overigens is het wel zo dat zelfs de modernste simulatietechnieken nooit in zijn geheel kunnen voorzien in de oefenbehoefte. Het blijft noodzaak om met internationale partners in groot verband vlieg oefeningen uit te voeren.

Onbemand vliegen?

Onbemand vliegen betekent dat er zich aan boord van het toestel geen mensen bevinden. Maar dit betekent natuurlijk niet dat er geen mensen bij de missie betrokken zijn. Het kan zijn dat het toestel op afstand door een operator gevlogen wordt. Het kan echter ook zo zijn dat het toestel autonoom vliegt door het volgen van *waypoints*, maar dat er een waarnemer is die op afstand de sensoren aan boord bedient. Het kan zelfs zo zijn dat het vliegtuig geheel zelf zijn weg kiest en waarnemingen doet, maar strikt onder de procedures die door de mens van tevoren zijn vastgelegd.

Waarom doen we dit überhaupt? Eén reden kan zijn het willen vermijden van het verlies van mensenlevens. Een andere reden is dat er voor bemande vluchten rekening moet worden gehouden met de menselijke inhoud, en dat kan limiteringen opleveren die de mogelijkheden van het toestel te kort doen: minimale omvang, maximale acceleratie, vluchtduur etc. Een derde reden is dat een zwerm taakgespecialiseerde onbemande toestelletjes mogelijk effectiever en ook goedkoper zou kunnen zijn dan een bemande equivalent. Dit zijn allemaal plausibele redenen, maar voor elk ervan bestaat ook weer een tegenargument. Op de eerste: "het redden van mensenlevens, ja aan boord natuurlijk, maar wat als er vanuit een onbemand toestel ten onrechte wapentuig wordt gelanceerd? Denk aan de situatie in Afghanistan, waarbij vreugdevuur tijdens een huwelijksfeest door de waarnemer, op kennelijk te grote afstand, werd aangezien als vijandelijk vuur?". Op de tweede: "mensen

aan boord leveren een beperking op, natuurlijk, maar beschouw ook eens de voordelen van een creatief en adaptief menselijk brein! De technologie is nog lang niet zover om dit te evenaren. Dat gaat nog decennia duren, als het al kan.”. Op de laatste: “effectiever en goedkoper? Hoe weet je dat, hoe meet je dat, en hoe kwetsbaar denk je wel niet dat die stereotype mechanische stomkoppen zijn!”.

Lockheed Says F-35 Could Fly Pilotless
by Renae Merle, Washington Post Staff Writer
Wednesday, August 16, 2006 (www.washingtonpost.com)

Lockheed Martin Corp. has proposed an unmanned version of its Joint Strike Fighter, the F-35, which would make it the first full-scale fighter to operate without a pilot and signal the Bethesda weapons maker's push into the growing market for drone aircraft.

The idea has been in the works for two years, Lockheed Vice President Frank Mauro said at a briefing yesterday. He provided few details but said the plane could be built as an interchangeable hybrid -- manned by a pilot for some missions and operated remotely for others. [...]

Hoewel de trend op langere termijn onmiskenbaar is, zie trend 1 in essay 5 en bovenstaand bericht uit de *Washington Post*, is tevens duidelijk dat het debat over de optimale mix bemand-onbemand nog lang zal voortduren. Zoals zo vaak uiten de partijen zich in superlatieven (pro) en karikaturen (contra). Het geheim zit natuurlijk in de verbintenis van de sterke zijden van zowel de machine als de mens. Wil je mensenlevens sparen, houd dan de mens op net voldoende afstand, maar nog wel binnen het gebied van optreden. Bijvoorbeeld door een zwerm op te bouwen uit menselijke componenten en machine-elementen. Waarbij de mens de algemene beeldopbouw uitvoert, de onzekere informatie nader analyseert, die beslissingen neemt die niet direct eenduidig zijn, en zich verder beperkt tot die gevechtshandelingen die hij niet kan vermijden (of waarin hij uitmunt).

In feite is de situatie al zo in de relatie van de vlieger met zijn kist. Een F-16 is helemaal niet vliegbaar, het is een zogenaamd structureel instabiel vliegtuig. Door middel van stuurknuppelbewegingen geeft de vlieger aan wat hij wil, de boordcomputer van het vliegtuig zorgt vervolgens voor een correcte uitvoering (*fly-by-wire*). Ook wat betreft sommige wapens zorgt de vlieger dat er voldaan wordt aan de randvoorwaarden, waarna en waarbinnen de raketten de (tref)taak overnemen. Mens en kunstmatige intelligentie zijn dus allang op elkaar aangewezen, onbemand vliegen is daarvan slechts een verdere uitwerking, maar wel een uitwerking die snel aan zeggingskracht en feitelijke uitwerking wint. We moeten hierbij de samenwerking-in-teams van mens en machine echter wel op een wat bredere schaal bezien dan nu nog gebruikelijk is.

Samengaan van mens en machine

Stelt u zich voor. In de niet al te verre toekomst stapt de vlieger in zijn cockpit en schuift een USB-stick (of een *smartcard* zoals een bankpasje) in de gleuf. Op dat moment weet de machine wie hij aan boord heeft en wat diens voorkeursinstellingen zijn voor wat betreft de

displays en de volgorde van handelingen. De machine heeft in het verleden ook met de vlieger opgetrokken en kent het hele pakket van zijn vaardigheden en zwakheden net zo goed als de vlieger de mogelijkheden van het vliegtuig kent. Op basis van dit databestand past de machine zich doorlopend *real-time* aan aan de situatie van zijn inzittende, en blijft hem monitoren en assisteren gedurende de gehele missie. Op het moment dat de vlieger al zijn aandacht buiten nodig heeft, worden controletaken binnenin de cockpit door het kunstmatig brein overgenomen. Staat de vlieger tijdelijk onder een grote werklast, dan anticipeert het vliegtuig al op volgende te ondernemen stappen, en bereidt die voor. Het moge duidelijk zijn dat dit alleen gaat wanneer de kist en het individu goed op elkaar zijn ingespeeld, en overeengekomen zijn wat de machine in welke situatie mag uitvoeren. Dit samenwerkingsverband ligt voor iedere vlieger anders.

Deze verregaande vorm van individualisering gepaard aan een symbiose van mens en machine haalt het optimale uit de vlieger. Feitelijk zijn hier twee op elkaar afgestemde persoonlijkheden versmolten. Of de vlieger hier nog geïdentificeerd kan worden als louter een mens, en het vliegtuig als een machine, is dus maar zeer de vraag. Ze vormen in ieder geval één systeem.

Eenzelfde soort versmelting kan plaatsvinden met andere toestellen buiten het eigen toestel. Op deze wijze kan de menselijke vlieger in contact staan met virtuele persoonlijkheden die andere onbemande toestellen, *drones* genaamd, besturen. In feite hoeven deze synthetische *wingmen*, op termijn functioneel niet onder te doen voor de menselijke *wingmen*, behalve dan dat zij in puur menselijke capaciteiten zullen tekortkomen. Daartegenover staat dan weer dat zij in andere eigenschappen zoals reactiesnelheid en vlieggedrag de menselijke vlieger in de schaduw kunnen stellen.

Toekomstmuziek? In ieder geval is het een toekomst die we momenteel bezig zijn te exploreren en te realiseren. Vast staat dat de veeleisendheid van het militaire vliegen, waar constant op het scherp van de snede geopereerd wordt, een aansporende en dankbare omgeving is voor de toetsing van dit soort verregaande mens-machine interfaceconcepten.



Figuur 13: Ashley, de synthetische *wingman*.

Graag stellen wij Ashley aan u voor, ons voorbeeld van een synthetische *wingman* en bestuurder van een onbemand vliegtuig. Behalve een prettig voorkomen, beschikt ze over een goed verstand (met een voorkeur voor rekenen) en een voor haar taken passende persoonlijkheid.

Want de mens telt...

Bovenal is de Koninklijke luchtmacht een organisatie van mensen. Mensen die gezamenlijk, onder vaak moeilijke en gevaarlijke omstandigheden een klus klaren. Dat doen ze in een hoog-technische omgeving. In dit essay is getracht aan te geven dat de mens in een dergelijke omgeving wel degelijk een belangrijke, bepalende rol zal blijven spelen. Ook de gezamenlijkheid is van groot belang. Ieder individu brengt zijn eigen specialiteit in, en vormt daarmee een radertje in de machine. *Air power* is het product van deze gezamenlijke inspanningen. Als u de titel van dit essay vragend interpreteert, dan is het antwoord dat de mens in de luchtmacht in alle geledingen telt! U mag de titel echter ook als een op de toekomst gericht *statement* zien. De rol van de mens in de Koninklijke luchtmacht verandert, maar is ook in de toekomst niet weg te denken.

De luchtmacht zal dan ook veel aandacht moet blijven besteden aan de factor mens. De loyaliteit van zijn werknemers is hoog en op de bereidheid om extra inspanningen te leveren

kan dagelijks met succes worden geappelleerd. Maar de trainingsbasis wordt smaller want er is niet genoeg tijd en er zijn onvoldoende middelen om het gehele spectrum van inzet te blijven beoefenen. Hier en daar is er een tekort aan expertise. In zijn algemeenheid signaleren we hier een belangrijke uitdaging voor de toekomst. De Nederlandse krijgsmacht vertoont nog veel trekken van een krijgsmacht in vreedstijd. Zijn we bereid en in staat om de organisatie en *mindset* die past bij een expeditionair optredende krijgsmacht (verder) te ontwikkelen? Kan de defensieorganisatie en vooral: kunnen de *mensen* in die organisatie, 24/7, continue hoge geoefendheid en up-to-date kennis en spullen, de plunjebaal voortdurend op orde, de druk van het steeds vaker veel en lang van huis zijn accepteren en accommoderen?

Het is dan ook verwonderlijk dat Defensie in de afgelopen jaren de relatie met zijn werknemers zo is gaan verzakelijken. Als compensatie voor de consequenties die het militaire leven met zich meebrengt - onzekerheid over plaatsing, snelle functierotatie, langdurig verblijf buitenshuis, gevaar - werd er vanouds een *life-time* verbintenis aangegaan. De militair had verder specifieke toegesneden voordelen als een eigen gezondheidszorg en vastgestelde ontwikkelingsperspectieven met bijpassende salariëring. Met kortere verbintenissen en mechanismen als 'up-or-out' wordt aan dit bestaan danig getornd. Verder wordt het bovengeschetste beeld van een machine bestaande uit in elkaar grijpende radertjes in die zin bijgesteld dat sommige van deze radertjes niet meer behoren tot het militaire apparaat, maar zijn uitbesteed aan civiele organisaties. Dit heeft zijn voordelen, maar betekent ook dat er onduidelijkheid ontstaat over verantwoordelijkheden en bevoegdheden, ook tijdens actuele inzet. Verder dreigt hierdoor een devaluatie van de status van militair. Wat is immers voor het thuisfront nog het verschil tussen een militaire en een civiele vrachtwagenbestuurder of bewaker in het inzetgebied?

In dit essay is vaak ingezoomd op de situatie in de cockpit. Natuurlijk vormen de vliegers een aantrekkelijk deel van de luchtmacht, ook om over te schrijven. Maar, zoals eerder gezegd, zij vormen 'slechts' een speerpunt van *air power*. Achter hen staat een groot mensennetwerk, zonder welk zij niet kunnen functioneren. Als deze mensen ontevreden worden en beginnen weg te lopen, of als er geen nieuwe instroom komt omdat de condities waaronder wordt gewerkt (te) zwaar zijn en de beloning die daar tegenover staat onvoldoende interessant, verliest de Koninklijke luchtmacht zijn kracht. Deze dreiging mag niet gebagatelliseerd worden. De luchtmacht vist veelal in een relatief kleine vijver van technische georiënteerde jonge mensen, een vijver die overbevist dreigt te raken. Zo hebben we recent in de krant kunnen lezen dat er een tekort bestaat aan helikoptermonteurs. De directeur van het Sociaal Cultureel Planbureau, Paul Schnabel, wijst in een interview voor de actualisering van de Prinsjesdagbrief op de demografische ontwikkeling. De vergrijzing van Nederland zal de kansen verminderen om voldoende personeel voor de krijgsmacht te werven. In de Integrale Monitor Personeelsvoorziening Defensie 2005 wordt – in navolging van een analyse van het Research Centrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt te Maastricht - voor de korte termijn (tot 2010) al geconstateerd dat de schaarste aan technisch opgeleid personeel voor werkgevers in Nederland een groot knelpunt wordt.

Daarom moet de luchtmacht, en vooral ook de politiek, de consequenties aanvaarden van de huidige zware belasting van een groot gedeelte van het krijgs- en luchtmacht personeel. Want de mens telt ...

