

MARTIN CASTOR, JENS ALFREDSON

						A	N	N			C
			F			I		A			D
			L	K	S			T	E	A	M
		M	S	I	M	E	T	O	D		
	M	E	C		A				A		
L	S	S			R			R			
	S	A			T	E	S	T			
					E	U		O			
					Y		C				
					E	O	G				
							F				

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1250 anställda varav ungefär 900 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Martin Castor, Jens Alfredson

MSI Metodutveckling

Slutrapport 2004-2006

Utgivare FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--2213--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 8. Människa och teknik	
	Månad, år December 2006	Projektnummer E7096
	Delområde 81 MSI med fysiologi	
	Delområde 2	
Författare/redaktör Martin Castor Jens Alfredson	Projektledare Martin Castor	
	Godkänd av Lena Bergvin	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM HKV	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Erland Svensson	
Rapportens titel Slutrapport MSI Metodutveckling 2004-2006		
Sammanfattning (högst 200 ord) Projektet MSI Metodutveckling har mellan 2004-2006 utvecklat och utvärderat ett brett spektrum av olika mätmetoder som kan användas för att mäta kognitiva aspekter av mänsklig prestationsförmåga. Begrepp som mental arbetsbelastning, situationsmedvetande, prestation och samverkanskvalité har varit centrala. I rapporten beskrivs kortfattat alla aktiviteter som genomförts inom projektet och hur den utvecklade mätmetodik används. Projektet representerar en av MSI områdets basplattor vars metodutveckling i stor utsträckning har används i andra projekt. I rapporten beskrivs flera exempel på hur projektet samordnat sin metodutveckling med andra forsknings och materielutvecklingsprojekt för att metodutvecklingen tydligt ska vara kopplad mot aktuella FM frågeställningar av pragmatisk natur och direkt avtappning av resultaten. Projektet har också utgjort basen i flera omfattande avtalsbundna internationella samarbeten vilket redovisas i rapporten.		
Nyckelord MSI, människa system interaktion, beteendevetenskap, kognition, mätmetodik, mental arbetsbelastning, situationsmedvetande, prestation, samverkan		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 29 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Command and Control Systems P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	Report number, ISRN FOI-R--2213--SE	Report type Methodology report
	Programme Areas 8. Human Systems	
	Month year December 2006	Project no. E7096
	Subcategories 81 Human Factors and Physiology	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Martin Castor Jens Alfredson	Project manager Martin Castor	
	Approved by Lena Bergvin	
	Sponsoring agency Swedish Armed Forces HQ	
	Scientifically and technically responsible Erland Svensson	
Report title (In translation) Human Performance Assessment Project 2004-2006		
Abstract (not more than 200 words) The Human Performance Assessment project has during 2004-2006 developed and tested a wide range of measurement techniques suitable for assessment of cognitive aspects of human performance. Mental workload, situation awareness, performance and cooperation quality have been central concepts. In the report a summary of all the activities of the project is provided, including descriptions of how the developed methodology has been used. The report provides several examples of how the development of the measurement methodology has been coordinated with other research and system acquisition projects in order to secure that the methodology development is tightly coupled with current pragmatic Armed Forces issues. The project has also been the foundation for several international research collaborations which also are described in the report.		
Keywords Human factors, man system interaction, behavioural science, cognition, measurement, mental workload, situation awareness, performance, cooperation		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 29 p.	
Price acc. to pricelist		

Innehållsförteckning

1	<u>INTRODUKTION.....</u>	<u>5</u>
1.1	UTMANINGEN	5
1.2	PROJEKTETS MÅL.....	6
2	<u>GENOMFÖRD METODUTVECKLING.....</u>	<u>7</u>
2.1	KVALITATIVA METODER	8
2.1.1	MISSION ESSENTIAL COMPETENCIES (MEC)	8
2.1.2	CRITICAL DECISION METHOD (CDM).....	9
2.2	PSYKOFYSIOLOGISKA METODER	10
2.2.1	JÄMFÖRELSE SIMULERAD – VERKLIG FLYGNING.....	11
2.2.2	G-BELASTNINGS PÅVERKAN PÅ MINNE	11
2.3	SUBJEKTIVA SKATTNINGSSKALOR.....	12
2.4	OBJEKTIVA PRESTATIONSMAÅTT.....	12
2.5	TEAMPRESTATION	12
2.6	KOMMUNIKATIONSANALYS.....	13
2.7	STATISTISKA ANALYSMETODER.....	13
2.7.1	ROUGH SETS	13
2.7.2	STRUKTURELLA EKVATIONSMODELLER.....	14
2.8	KOGNITIV MODELLERING	15
3	<u>KUNSKAPSSPRIDNING OCH AVTAPPNING</u>	<u>16</u>
3.1	MSI ANALYS VID FMV	16
3.2	STÖD TU JAS	16
3.3	KURSER.....	16
3.4	PROJEKT SOM MÖJLIGGJORTS PGA MSI METODUTVECKLINGSPROJEKTET	16
4	<u>ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN</u>	<u>18</u>
4.1	SYSTEMUTVECKLING.....	18
4.2	TRÄNING.....	18
4.3	SIMULATORVALIDERING	18
4.4	ADAPTIVA GRÄNSSNITT	18
5	<u>SAMARBETEN</u>	<u>19</u>
5.1	INTERNATIONELLT AVTALSBUDET PROJEKTSAMARBETE	19
5.1.1	INTERNATIONAL MISSION TRAINING RESEARCH (IMTR).....	19
5.1.2	OPERATOR FUNCTIONAL STATE ASSESSMENT AND ADAPTIVE AIDING IMPLEMENTATION.....	20
5.1.3	TRILATERALT SAMARBETE CA-SWE-NE	20
5.1.4	NATO RTO	20
5.1.5	GARTEUR MENTAL WORKLOAD MEASUREMENT	20
5.1.6	VINTEC II.....	21
5.2	NATIONELLA SAMARBETEN.....	21
6	<u>DISKUSSION</u>	<u>22</u>
	<u>REFERENSER.....</u>	<u>23</u>
	<u>APPENDIX: RAPPORTSAMMANFATTNINGAR.....</u>	<u>26</u>

1 Introduktion

1.1 Utmaningen

För lekmannen kan följande tankeexempel användas för att beskriva utmaningen i de forskningsfrågor projektet studerar:

Stäng i några personer i ett rum och låt dem lösa en någorlunda komplex uppgift. Anta också att vi för något syfte är intresserade av hur dessa personer presterar och hur det relaterar till olika faktorer som teknik, träning eller organisation.

Hur ska den arbetsprocess som sker inne i rummet beskrivas och analyseras? De personer som är i rummet har troligen en ganska god känsla för om arbetet går bra eller dåligt, men vilka mätpunkter kan vi identifiera för att processen ska kunna beskrivas för någon som inte är med och för att processen ska kunna analyseras noggrant i efterhand.

Exempel på forskningsfrågor som är aktuella för att beskriva individernas och gruppens arbetsprocess är:

- Vad är egentligen en ”bra prestation” och hur ska vi mäta det under ett komplext uppdrag i komplex situation?
- Finns det individer i gruppen som tvingas behandla alldeles för mycket information och därför blir överbelastade och utgör en flaskhals i gruppens arbete?
- Går det att sätta sensorer på individerna och mäta deras hjärt, hjärn eller ögonaktivitet och därigenom uttala sig om individens kognitiva tillstånd?
- Vad säger en gruppens kommunikation om gruppens prestation?
- I vilken utsträckning har delar individerna i rummet mentala modeller av vad som sker, och hur påverkar det utfallet?
- Kan man använda ett batteri med subjektiva frågor som de ska besvara efter eller under arbetet?
- Kan vi identifiera ett antal ”objektiva” mätvärden som tex om gruppen klarar av arbetet på viss tid?
- Hur kan man kvantifiera och sätta siffror på individernas prestation?
- Hur ska olika typer av data analyseras och kombineras för att ge något sorts index på hur väl arbetsprocessen fortlöper?
- Kan vi sammanfatta en mängd olika dataströmmar till statistiska modeller som är enklare att överblicka?

Svaren på forskningsfrågor av denna typ blir givetvis mycket intressanta när förutsättningarna för gruppens arbete ska ändras genom införandet av ny teknik, ny träning eller organisatoriska förändringar. För att ett utvecklingsarbete då ska ske strukturerat är det viktigt att det finns mätmetodik som kan användas för att mäta individernas och gruppens prestation så att olika lösningar kan ställas mot varandra och jämföras på ett vetenskapligt sätt.

1.2 Projektets mål

Projektets mål är att utveckla ett brett batteri av mätmetodik och analysmetodik som kan användas för att värdera olika aspekter av mänskligt beslutsfattande och prestation hos såväl individer som grupper, med tyngdpunkt på kognitiva aspekter. Den metodik som projektet utvecklar är generell i mesta möjliga mån, men viss situationsanpassning måste ofta ske eftersom det är människans agerande i en kontext som studeras och uppgiftens krav påverkar prestationen.

Projektet utför metodutveckling som FM har direkt användning av genom avtappning inom projektets ramar och indirekt genom att det skapar möjlighet för annan verksamhet (internationella samarbeten, projekt, industrisamverkan osv.) vilket stärker förmågan inom området i landet och därmed även FM.

Försvarsmakten genomgår stora förändringar. Dessa förändringar behöver ske kontrollerat och med goda möjligheter att styra förändringen under tiden. För det första är det viktigt att säkerställa att verksamheten fungerar väl under förändringen. För det andra är det viktigt att försvarsmakten kommer ur processen effektiviserad och fokuserad på de nya uppgifterna. För att säkerställa dessa båda ambitioner, behövs strukturerad mätning av verksamheten.

Projektet ”MSI metodutveckling” är direkt fokuserat på detta genom att:

- Följa utvalda delar av försvarsmaktens verksamhet med väl beprövade metoder som sedan tidigare har anpassats till försvarsmaktens förutsättningar och behov. Samverkan med förband har resulterat i att de deltagande förbanden har fått hjälp med problem som har varit prioriterade av dem, samtidigt som projektet har kunnat hålla sig uppdaterat med verksamheten och kunnat pröva metoderna, som underlag för vidare metodutveckling.
- Utveckla dessa metoder så att de förbättringar som arbetats fram inom projektet eller utanför, införlivas i den verktygslåda av passade metodverktyg som finns att tillgå vid utvärdering av försvarsmaktsverksamhet. För att arbeta kostnadseffektivt har projektet dragit nytta av möjligheterna till samarbeten. Genom internationell samverkan och kontakter med högskolor har kunskaper som har genererats på andra ställen, kommit den svenska försvarsmakten till godo.
- Sprida kunskap om hur metoderna kan tillämpas, så att de vinner spridning även utanför projektets ramar, för att öka effekten för försvarsmakten.
- Utveckla nya metoder anpassade för de nya behoven inom försvarsmakten, för att göra det möjligt att värdera och styra framtida verksamhet. Projektet är unikt i världen, i det att det utvecklar metoder inom MSI-området som är skraddarsydds för svenska försvarsmaktens behov. Förändringarna inom försvarsmakten har ömsom tillskrivits stora förhoppningar om förbättringar och ömsom kantats av oro för brister. Klart är att såväl uppgift som utförande är under förändring och därför krävs också utveckling av tillhörande MSI-metod för att säkerställa att människans förutsättningar beaktas under systemutvecklingsprocesser.

Projektet har valt att fördela sina resurser efter principen ”stor effekt för liten insats”, vilket har lett till prioritering av verksamheter som är antingen väl utvecklade och där det därför inte har behövts så mycket modifiering för att snabbt få effekt i försvarsmakten, eller där en stor effekt för försvarsmakten förväntas på sikt. Vidare har mervärde skapats genom att projektet har initierat verksamhet som har kunnat drivas vidare utanför projektets regi. Projektet har varit framgångsrikt i att sammanföra försvarsmaktens behov på olika nivåer med idéer genererade inom och utom projektet i ”spin-off” verksamheter. Projektet har därmed både varit kunskapsuppbyggande och kunskapsavtappande.

Projektet representerar en av MSI områdets basplattor vars metodutveckling i stor utsträckning har använts i andra projekt. Det finns också flera exempel på hur projektet samordnat sin metodutveckling med andra forsknings och materielutvecklingsprojekt för att metodutvecklingen tydligt ska vara kopplad mot aktuella frågeställningar och direkt avtappning av resultaten.

2 Genomförd metodutveckling

De olika metoder som projektet valt att studera och utveckla utgör alla viktiga komponenter i den breda arsenal av värderings och analysmetoder som ofta behövs för att beskriva mänsklig prestation och beteende. De olika metoderna är också användbara i olika faser av ett systemutvecklingsprojekt. I tidiga faser kan kvalitativa metoder som MEC och CDM vara användbara tillsammans med mer traditionell uppgiftsanalys för att beskriva uppgiften och situationen som människan agerar i. När den mänskliga prestationen sedan behöver kvantifieras för att olika designlösningar ska ställas mot varandra kan subjektiva skattningar på olika typer av skalor användas. Besvarandet av dessa frågor kan dock störa processen och vi söker därför efter metoder som inte påverkar människans beteende. Psykofysiologiska metoder är ibland lösningen på detta. Dessutom användas ofta mer sk objektiva mått, men dessa mått är ofta för grova för att uttala sig om vad som sker med de mänskliga kognitiva processerna. Som sagt används idealt en bred arsenal av mått för att se hur olika mått samvarierar. För detta krävs kunskaper i avancerad statistisk.

Den forskningsverksamhet som projektet representerar har en lång historia, då behov av mätmetodik ofta är tydligt. I samband med att flygsimulatorer för träning infördes i flygvapnet under slutet av 1960-talet uppkom behovet att kunna mäta eller värdera förarnas prestationsförmåga. När det gäller att använda simulatorer inte bara som träningsverktyg utan även som forskningsplattformar intog Sverige tidigt en framskjuten position. De verktyg och den metodik som vi använder idag har i många stycken sina rötter i den tidiga 60- och 70-talsverksamheten. Redan under tidigt 70-tal utvecklade vi t ex system för kontinuerlig registrering av höjd, fart, kurs, spakrörelse, knapptryckningar och förändringar av olika reglage i träningssimulatorerna för fpl 35 Draken. Under samma period genomförde vi registreringar av ögonrörelser via filmkamera och pulsregistrering under såväl simulerade som verkliga förhållanden. Under 70-talets mitt kompletterades projektet med forskning kring metodik för värdering av mental arbetsbelastning. Vi var bland de första i världen som empiriskt kunde visa betydelsen av relationen mellan mental arbetsbelastning och operativ prestation. Se tex avhandlingen av Angelborg-Thanderz (1990) för en sammanfattning av tidiga resultat.

Skattningar och bedömningar av såväl föraren själv som av instruktörer har alltid varit av central betydelse. Under metodikutvecklingen har vi empiriskt kunnat visa att bedömningar ofta har lika hög och ibland högre reliabilitet och validitet än så kallade objektiva mått. Utvecklingsarbetet har därmed gett denna typ av värdering högre status bland forskare och systemutvecklare.

Mätning av puls kom in tidigt i värderinsarsenalen. Vägande skäl är att registreringen är kontinuerlig och återspeglar dynamiken i skeendet. Den stör dessutom inte operatören i hans arbete. Nackdelar är att pulsen indikerar ett antal olika fysiska och psykiska skeenden och vi har därför inte alltid vetat vad pulsförändringen står för. Genom en serie av studier har vi efter hand kunnat identifiera relationen mellan pulsförändringar och variationen i mental arbetsbelastning. Vi vet därmed idag vad pulsvariationen indikerar och vi kan därför dra starkare slutsatser då vi använder mätmetoden.

Möjligheten att utnyttja andra dynamiska mått som ögonrörelser var tidigare starkt begränsade. Med dagens teknik är det mycket lättare att mäta ögats aktivitet i såväl simulerade som verkliga förhållanden. När det gäller monitorering av olika mänskliga funktioner som t ex ögonrörelser bedömer vi att det finns en utvecklingspotential.

Sammanfattningar av "state of the art" inom denna typ av mätmetodik när projektet inleddes finns i NATO RTO rapporten "Operator Functional State Assessment" (Wilson mfl, 2004) och GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement (Castor mfl, 2003) och AFRL rapporten "Models of pilot performance for systems and mission evaluation - psychological and psychophysiological aspects" av Svensson, Angelborg-Thanderz och Wilson (1999).

2.1 Kvalitativa metoder

Med kvalitativa metoder avses inom beteendevetenskapen metoder som ger en djupare kunskap och förståelse om beteenden, kunskap, förmågor, egenskaper mm med relevans för exempelvis en systemutvecklingsprocess. Detta ger oberoende av tillämpningsområde ett brett och gediget beslutsunderlag. Kvalitativa metoder har främst sin styrka i tidiga faser av studier och utvecklingsprojekt men även i senare skeden, fast då gärna i kombination med kvantitativa metoder. Kvalitativa metoder har normalt även ett starkt beroende till expertisen hos deltagarna eftersom resultatet reflekterar deltagarens eller deltagarnas enskilda eller samlade uppfattning.

2.1.1 Mission Essential Competencies (MEC)

Genom samarbetet kring International Mission Training Research (IMTR) som beskrivs vidare under avsnitt 5.1.1 har projektet fått möjligheten att lära sig och pröva den kvalitativa MEC-metoden (Mission Essential Competencies) tillsammans med forskare från US Air Force Research Lab (AFRL).

En MEC definieras som en högre nivå av individuell, team och/eller inter-team kompetens nödvändig för framgångsrikt utförande av uppdrag/uppgift under ogynnsamma förhållanden i en operativ miljö. Genom MEC processen identifieras de MEC, samt de sk stödjande kompetenser, färdigheter, kunskaper och erfarenheter som krävs för att kunna genomföra ett uppdrag i en viss roll. MEC metoden beskrivs utförligare i FOI rapporten "Mission Essential Competencies: Kompetens – Operativa krav" av Borgvall & Castor (2006).

Under juni 2006 genomfördes de två första stegen i en MEC process för JAS 39A Gripen PSO Air to air (dvs jaktrollen) tillsammans med svenska flygförare ur SWAFRAP JAS39 (Swedish Airforce Rapid Reaction Unit JAS 39) samt amerikanska forskare och flygförare från AFRL. Genom två workshops identifierades de MEC som SWAFRAP JAS39 förarna behöver behärska för att utföra sina uppdrag. Kartläggningen beskrivs i en hemlig FOI rapport (Borgvall, Castor & Lavén, 2006). Tankarna bakom genomförandet och MEC analysens roll i IMTR samarbetet beskrivs i ett bidrag till EuroSIW konferensen (Bennet, Borgvall, Lavén mfl, 2006).



Figur 1. Bilder från MEC workshop med flygförare från SWAFRAP.

2.1.2 Critical Decision Method (CDM)

En kvalitativ kognitiv uppgiftsanalysmetod som bedömts vara intressant är Critical Decision Method (CDM). MSI metodutvecklingsprojektet har studerat hur metoden kan användas för att främja användbarhetscentrerad systemutveckling. Erfarenheterna av att använda metoden beskrivs i FOI rapporten ”Kognitiv Uppgiftsanalys - ett sätt att främja användbarhetscentrerad systemutveckling” (Jander, 2005).

CDM är lämplig att använda vid studier av beslutfattande i naturalistiska och komplexa miljöer där en djupare förståelse för en operatörs agerande är önskvärd. Genom att använda CDM i tidiga faser av exempelvis systemutvecklingsprojekt kan en förståelse för de kognitiva processer som operatören upplever erhållas. Såväl inför som under en systemutvecklingsprocess utgör den vetenskapen mycket värdefull information för kravställning och vidareutveckling.

De tillämpade miljöer där metodens användbarhet har utvärderats är utveckling av VMS (Varnar Motverkan System) för stridsfordon samt urvalsförfarande för stridsbåtsförare.

Metodprovet som riktade sig mot stridsfordonsdomänen beskrivs kortfattat i ett FOI Memo av Jander och Castor (2004). Erfarenheterna av denna analys användes vidare i FoT MSI projektet Operatörsplatsen (se Erikson, Carlander mfl, 2005) och är ett exempel på hur FoT projektet inom MSI området samverkar för att stödja ett skarp materielutvecklingsprojekt. Datainsamlingen genomfördes tillsammans med VMS projektet vid Markstridsskolan (MSS) i Skövde.

Metoden har även använts i en studie med avsikt att förbättra urvalet av stridsbåtsförare (i syfte att minska bortfall och olyckor). Genom att inleda studien med en kognitiv uppgiftsanalys, CDM, erhöles en förståelse för vilka egenskaper och förmågor (kognitiva, sociala mm) som är mest centrala för god prestation. Baserat på resultatet från CDM utvecklades ett testbatteri designat för att värdera de centrala förmågorna och egenskaperna. Trots att det inte var huvudsyftet visade CDM även i denna studie sin förmåga i användarcentrerad systemutveckling. Bland annat noterades att verbalt arbetsminne är en mycket viktig förmåga som belastas hårt under höghastighetsnavigering med stridsbåt i dagsläget. Som komplement till en förbättrad urvalsprocess som testar bland annat verbalt arbetsminne bör därför en modifierad operatörmiljö som avlastar detsamma genom visuella stöd som exempelvis en 'head-up'-display överläggas.

2.2 Psykofysiologiska metoder

Med psykofysiologiska metoder avses metoder där sensorer som registrerar en mänsklig kropps fysiologiska aktivitet (som tex puls eller ögonrörelser) används för att uttala sig om psykologiska tillstånd hos människan.

Projektet har under de senaste åren fokuserat på utveckling av mått som relaterar till ögats aktivitet då ögat är en viktig kanal för människan att inhämta information. Om vi på ett reliabelt sätt kan registrera var en människa tittar kan vi göra kvalificerade antaganden om vilken typ av information hon använder för att bilda sin lägesuppfattning. Mätning av ögats aktivitet som tex blinkningar kan också användas för att bedömma en människas mentala arbetsbelastning.

En mängd olika ögonrörelseutrustningar existerar på marknaden och projektets medlemmar har byggt upp stor kunskap om olika typer av ögonrörelseutrustningar och hur mätdata från dem kan användas. I FOI rapporten "Measuring eye movements in applied psychological research - five different techniques - five different approaches" av Alfredson, Nählinder & Castor (2005) görs en jämförelse av fem olika tekniker för att mäta ögonrörelser och de olika metodernas för och nackdelar. Området är under stark utveckling och två svenska företag, SmartEye och Tobii, har under de senaste åren tagit fram mycket lovande lösningar

Intresse för ögonrörelser finns på flera håll i Sverige och FOI tog därför under 2004 initiativet till en informell mötesserie under namnet Ögontjänarna där ögonrörelseintresserade i Sverige träffats två gånger per år. Under Ögontjänarseminarierna har FOI på ett kostnadseffektivt sätt fått överblick och erfarenheter inom området.



Figur 2. Exempel på utrustning hos FOI som används för att registrera olika typer av ögonaktivitet.

För den absoluta majoriteten av ögonrörelsemätningsutrustning som registrerar EPOG (Eye Point of Gaze, dvs var man tittar) saknas en mjukvarumässig koppling mellan det visuella stimuli (tex en cockpit eller förarmiljö i en bil) och ögonrörelseutrustningen. Det innebär att man i systemet definierar ytor i miljön som tex backspegel, frontpanel och vindruta. Loggfilen visar sedan vilken yta försökspersonen tittat på, men inte vad som presenterats på ytan. Genom att utveckla ett gränssnitt mellan en ögonrörelseutrustning (tex SmartEye eller Tobii's system) och en FOI utvecklad 3D motor (HIFI Engine) har projektet skapat förutsättningar för studier av hur en operatör följer ett rörligt mål genom att registrera hur ögonrörelserna följer ett rörligt objekt som presenteras i HIFI omvärlden. Denna koppling kan tex användas för att studera operatörers målupptäckt i demonstratorprojekt som "Vagn av Glas" (dvs stridsfordon med elektrooptiska utblickar) som är under beredning på FMV. För att validera kopplingen av ögonrörelseutrustning och virtuell omvärld/spelmiljö har MSI Metodutvecklingsprojektet i samarbete med Högskolan på Gotland och Blekinge Tekniska Högskola också deltagit i inledande studier av hur ögonrörelser ser ut för försökspersoner som spelar PC spel av FPS typ (First Person Shooter). Uppgifterna i spelet inkluderar navigering och strid i bebyggelse.

FOI:s institution för Människa System Interaktion och dess föregångare har under lång tid haft samarbete med en av världens främsta psykofysiologigrupper vid AFRL Flight Psychophysiology Lab. Samarbetet beskrivs vidare under avsnitt 5.1.2.

Under 2004 avslutades och avrapporterades projektets deltagande i EU projektet VINTHEC II (Visual Interaction and Human Effectiveness in the Cockpit) vilket beskrivs närmare i avsnitt 5.1.5.

2.2.1 Jämförelse simulerad – verklig flygning

I FOI rapporten "A Human-Factors Perspective on Simulator Fidelity Assessment" (Nählinder, 2006) avrapporteras en studie som genomfört vid TFHS (Trafikflyghögskolan) där psykofysiologiska mätmetoder (hjärt och ögonaktivitet) används för att jämföra piloters reaktion under verklig och simulerad flygning. Studien är i linje regeringens riktlinjer till FM att integrera civil och militär flygutbildning genom att överföra erfarenheter mellan civil och militär flygtränning.

2.2.2 G-belastnings påverkan på minne

Användningen av moderna jaktflygplan medför att piloten utsätts för både stor fysiologisk och mental påfrestning under flygning. En direkt effekt av den höga G-belastningen är en minskning av det cerebrala blodtrycket och därmed även blodflödet. Hur kognitiva funktioner påverkas av sådana förändringar i hjärnans blodförsörjning är inte helt utredda. Syftet med en studie som bla redovisats vid American Space and Medical Associations konferens i Kansas City 2005 var att undersöka hur vissa minnesfunktioner, processer för inkodning och framplockning, påverkas av en konstant Gz-belastning. En vidare förädlad analys av resultaten har skickats in för publicering (Levin, Andersson & Karlsson, submitterad).

I studien deltog arton friska män. Försökspersonernas passiva G-toleransnivå bestämdes. Själva minnestestet bestod av tre faser 1) inkodning av familjära ord vid 1G; 2) inkodning och framplockning av ord vid 70% av den passiva G-toleransnivån; 3) inkodning och framplockning av ord vid 1G. Fysiologiska och psykofysiologiska mått inkluderade kontinuerlig övervakning av EKG, SpO2, arteriellt blodtryck i huvudnivå. Som referens upprepades hela proceduren vid 1G med en annan uppsättning ord.

Resultaten från studien indikerar att inkodningsprocessen kan påverkas vid kontinuerlig G-belastning. Därmed påverkas också möjligheten till att nyttja presenterad information.

2.3 Subjektiva skattningsskalor

För att kunna samla in subjektiva skattningar under ett pass har projektet utvecklat elektroniska formulär som besvaras på en PDA (Berggren & Kindström, 2006). PDA skattningar användes bla i studien vid StriC (Se 3.4, Rencrantz, Lindoff, Svensson, Norlander & Berggren, 2006) och ger möjligheten att få skattningar ett antal gånger under ett pass genomfört i en simulator eller vissa skarpa system, istället för att bara få skattningar efter passets genomförande.

I AESA studien (se 3.4) uppdaterades FOI PPS skalorna som använts av FOI MSI tidigare (Svensson, Angelborg-Thanderz, Sjöberg & Ohlsson, 1997; Svensson, Angelborg-Thanderz & Wilsson, 1999; Svensson & Wilson, 2002). Modifierade varianter har också använts i UCAV studien och PASSA studien vid FLSC.

I FOI rapporten ”Utvärdering av Bedfordskalan” (Berggren, Nählinder mfl, 2006) redovisas en analys av den välanvända Bedfordskalans egenskaper. Bedfordskalan är en subjektiv skattningsskala för att kvantifiera mentalarbetsbelastning.

2.4 Objektiva prestationsmått

Med objektiva prestationsmått avses här mätvärden som tekniska parametrar eller tider som kan fås från tex en simulators loggfiler. Så kallade objektiva mått är givetvis mycket värdefulla när en individ eller grupps prestation ska värderas men utfallet i måtten, tex träff eller miss, är ofta alltför grova för fånga mindre skillnader i tex mental belastning hos en operatör trots att denna skillnad kan vara mycket intressant och av praktisk betydelse.

Projektet har i alla i rapporten redovisade studier använt de objektiva prestationsmått som stått till buds. I FOI rapporten ”Modellering av operatörsfunktionen mha strukturella ekvationsmodeller” (Castor, 2005) visas också hur objektiva prestationsmått kan integreras med andra typer av mått. I denna rapport så används ett antal radarrelaterade mått som tex målsökarlåsningar och upptäckter samt nedskjutningar tillsammans med subjektiva skattningar för att ge en fullödigare beskrivning av flygförarnas prestation.

2.5 Teamprestation

I FOI rapporten “Do real groups solve real problems better than they should?” (Granåsen, 2005) redovisas en studie genomförd vid S1 där tvåmannateam fick lösa taktiska uppgifter tillsammans utan att deltagarna hade tillgång till samma information. Antagandet att grupper löser problem bättre än individer förkastas och förvånande är hur sällan deltagarna noterade att de hade olika information och tog hänsyn till detta i sin problemlösning.

I FOI rapporten “BA Rescue Team Performance - exploring team situation awareness, mental models, and team processes in breathing apparatus rescues” (Fogel, Berggren & Jander, 2004) beskrivs hur den gemensamma lägesbilden och mentala modeller hos rökdykare påverkar deras räddningsinsatser.

I ett artikelmanus “Effect of Task Complexity and Decision Maker Separation on Shared Situational Awareness in Command and Control in Network Centric Warfare” beskriver Alfredson & Andersson (submitterat) hur fysisk samlokalisering av beslutsfattare påverkar deras beslutsfattande och tolkning av händelseutvecklingen. De data som ligger till grund för artikeln har samlats in i samband med Demo-verksamheten i Enköping.

2.6 Kommunikationsanalys

Den talade kommunikation mellan medlemmar i en grupp kan avslöja mycket vad gäller gruppens beslutsfattande och deras syn på den aktuella situationen/problemet. För att kunna relatera kommunikationen till prestation måste kommunikationen transkriberas och klassas. Projektet har gjort detta i ett antal studier.

I Ergonomics-artikeln "Speech acts, communication problems and fighter pilot team performance" (Svensson & Andersson, 2006) presenteras en taxonomi med yttranden i sju huvudklasser och 25 underklasser, samt kommunikationsproblem av fem olika typer, som använts för att klassa den talade kommunikationen hos en fyrgrupp militära flygförare under simulerad BVR-strid i FLSC. Fyrgruppens kommunikation blev sedan relaterad till deras prestation. Resultaten indikerar att det talades mer, särskilt taktik och metakommunikativa yttranden, de gånger teamet lyckades bekämpa fler fiendliga mål än de själva fick bekämpa. Problem uppstod mest i och med samtidig sändning, samt fel anropsnamn. Fortsatt forskning bör bli inriktad på "timing" av kommunikation, skillnader mellan gruppmedlemmar/erfarenhet, andel kvitterade order, fel anropsnamn samt ljudkvalitet.

Samma taxonomi användes i FOI Memot "Radar System Coverage Effects on Collaboration and Communication in Simulated Military Air Combat" (Svensson, Berggren & Castor, 2006) för att beskriva hur kommunikationen i en fyrgrupp militära jaktplan förändras när man använder sig av en ideal flygplansradar kontra en med verklig prestanda. Materialet som ligger till grund för detta memo kommer analyseras vidare.

I FOI rapporten "Communication and team performance in BA teams" (Lindgren, Berggren, Jander & Hirsch, 2004) beskrivs hur den talade kommunikationen mellan rökdykare i par kan klassas, problemsökas och relateras till hur de skapar gemensam grund för att hantera sina uppgifter. Bristen på riktlinjer för kommunikation fanns som bakgrund, och tumregler för "bra kommunikation" togs därför fram.

2.7 Statistiska analysmetoder

Statistisk analys av de data man samlar in genomförs i praktiskt taget alla beteendevetenskapliga studier. De verksamheter kring statistisk som redovisas nedan representerar avancerade former av statistisk.

2.7.1 Rough sets

En förutsättning för att utveckla situationsanpassade system där presentationsytor och delsystem konfigureras automatiskt utifrån användarnas behov är att det finns någon form av modell för hur prestationen beror på uppgiften och belastningen på användaren. Systemet kan sedan använda modellen för att gå in och ta över uppgifter när det är befogat. Ofta används metoder för systemidentifiering för att beskriva relationen mellan situationen och användarnas skattningar av belastningen (tex Schmorow, 2005). Problemet med den bästa metoden för systemidentifiering i form av neurala nätverk är de inte ger någon information om de kausala sambanden och modellerna kan därför inte valideras eller integreras med tillgänglig domänkunskap. FOI har därför bla studerat beteendevetenskaplig systemidentifiering med fuzzy logik för att utveckla modeller som också ger en bra deskriptiv förståelse (Svenmarck, 2003). En ytterliggare intressant metod är s.k. 'Rough Sets' som är populär inom databrytning (Komorowski, Øhrn & Skowron, 2002). Principerna i rough sets är att identifiera klasser av parametervärden som ger samma resultat. Modellen beskrivs därefter som logiska regler för hur villkor av parametrar ger ett visst resultat. Konflikter när flera regler aktiveras kan tex lösas med majoritetsröstning.

I ett FOI Memo av Svenmarck (2006) beskrivs hur rough sets kan användas för att analysera förarens målval på en taktisk indikator. Tidigare studier av målvalen visar att:

- Förarna föredrar att anfalla mål som är långt borta i den främre sektorn och att färre mål anfalls när antalet mål ökar (Endsley & Smith, 1996).
- Ett neuralt nätverk tränat enligt en "elimination-by-aspect (EBA)" strategi med val av sektor och delsektor fungerade bättre än att välja delsektor direkt (Endsley, English, & Sundararajan, 1997).
- En sektor attackeras oftare om den har en hög hotfaktor och omgivande sektorer har en låg hotfaktor (Huang & Endsley, 1997). Hotfaktorn beräknades beroende antalet mål i sektorn och det relativa avståndet och antal mål jämfört med de andra sektorerna.

Svenmarck (2006) visar att rough sets identifierar en modell med både bättre prestation och högre deskriptivt värde än tidigare studier av förarnas målval. Förutom de direkt angränsande faktorerna har även den andra sektorn till höger och vänster en stor betydelse. En hotat sektor anfalls bara om den utgör en betydande hot, det finns små eller inga hot i angränsande sektorer och hoten i den andra sektorn till höger och vänster inte överstiger hotet i den centrala sektorn. Regeln är naturlig i den mening att förarna verkar vilja ha "ryggen fri" vid anfall. De kan därför bara acceptera begränsande hot i angränsande sektorer och något större hot i andra sektorn till höger och vänster men det får inte överstiga hotet i den centrala sektorn. Dessutom identifierar rough sets tydliga gränsvärden för regeln. Den här regeln gör till 79,6 % samma val som minst en av förarna vilket bara är något sämre än för det neurala nätverket som till 81,0 % gör samma val. Prestationen är däremot betydligt bättre än tidigare försök att utveckla deskriptiva modeller. Huang och Endsleys (1997) regel gör till 67,1 % samma val som minst en av förarna.

Beteendevetenskaplig systemidentifiering med deskriptivt värde är en del av FOI:s bidrag till samarbetet med AFRL i Dayton (se avsnitt 5.1.2) där kunskap om algoritmer av denna typ är en förutsättning för 'realtime assessment of operator functional state'.

2.7.2 Strukturella ekvationsmodeller

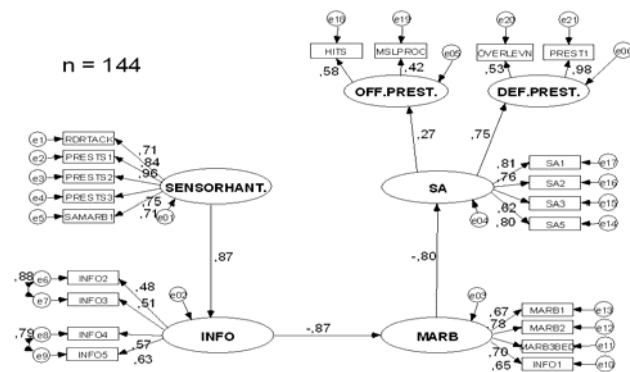
Under 2002-2004 genomfördes en radarstudie vid FOI:s avdelning för StridsSimulering, FLSC (Flygvapnets Luftstrids Simulerings Center). Syftet med den av FMV beställda studien har varit att undersöka de operativa effekterna av ny nosradar till JAS 39 Gripen. Studien är en del i den systemutvecklingsprocess som ger FMV underlag för att driva materielanskaffningsprocessen vidare. Flygförarnas möjlighet att prestera med ett antal olika radaralternativ studerades därför ingående. MSI Metodutvecklingsprojektet samlade i samband med radarstudien in data som beskriver flygförarnas mentala arbetsbelastning, situationsmedvetande och operativa prestation.

I FOI rapporten "Modellering av operatörsfunktionen mha strukturella ekvationsmodeller" (Castor, 2005) beskrivs möjligheten att med hjälp av strukturella ekvationsmodeller (SEM) statistiskt modellera delar av den stora mängd resultat som samlades in för att göra den insamlade datamängden mer lättförståelig och användbar.

I Figur 3 nedan visas den konceptuella modell som presenteras i rapporten där modellen beskriver att flygförarnas sensorhantering påverkar hur användbar de tycker informationen på sina taktiska indikatorer var. Detta relaterar sedan till deras mentala arbetsbelastning, situationsmedvetande och defensiv (egen överlevnad) och offensiv prestation (effekt mot fi). I figur 4 visas den strukturella ekvationsmodellen där de statistiska relationerna i den empiriska datamängden visar hur starka kopplingarna mellan begreppen i den konceptuella modellen verkligen är.



Figur 3. Den konceptuella modellen



Figur 4. Den strukturella ekvationsmodellen

Datainsamlingen under AESA studien är ett exempel på hur MSI Metodutvecklingsprojektet arbetat integrerat med ett större materielutvecklingsprojekt för att kunna samla in data och bidra till systemutvecklingsprocessen.

I konferensbidraget "Reoccurring LISREL patterns describing mental workload, situation awareness, and performance" till Human Factors & Ergonomics Society's årliga konferens beskriver Berggren, Nählinder & Svensson (2004) hur motsvarande statistiska relationer mellan mental arbetsbelastning, situationsmedvetande och prestation har visat sig under ett antal tidigare genomförda studier.

2.8 Kognitiv modellering

Med kognitiv modellering avses här utvecklandet av "körbara" simuleringsmodeller som beskriver mänskligt beteende eller mänsklig kognition. Detta område rör sig i skärningspunkten mellan klassisk beteendevetenskap där man samlar in empiriska data på hur olika kognitiva fenomen relaterar till varandra och området modellering och simulering. Huvuddelen av FM:s satsning på körbara modeller av mänskligt beteende sker inom FoT-gruppen för MoS, men verksamheten är en naturlig fortsättning på den empiriska datainsamlingen som genomförts inom MSI Metodutvecklingsprojektet.

Ett nära samarbete mellan projekten MSI Metodutveckling och Datorgenererade styrkor har därför etablerats och tre av MSI metodutvecklingsprojektets medlemmar deltar i MoS projektet. Erfarenheterna från projektet Datorgenererade Styrkor redovisas tex i FOI rapporten "Guidelines för utveckling och användning av modeller för mänskligt beteende" (Wallin, Lundin, Nilsson, & Castor, 2005). Båda projekten har också finansierat det svenska deltagandet i NATO RTO gruppen HFM 128 Human Behavior Representation in Constructive Modeling. RTO gruppen skrev 2005 ett konferensbidrag (Lotens, Allender, Cain mfl, 2005) som tilldelades ett "best paper award" vid BRIMS konferensen 2005 (Behavior Representation in Modeling and Simulation). Mer omfattande beskrivningar av hur kognitiv modellering skulle kunna användas för att stödja svensk ledningssystemutveckling finns i bokkapitlen i FHS avrapportering av Människan i NBF projektet (Lundin, Castor, Strehlenert, Alfredson & Lundin, 2005; Lundin, 2006) samt i ett FOI Memo (Lundin & Castor, 2006).

3 Kunskapsspridning och avtappning

3.1 MSI Analys vid FMV

I strävan att på ett tydligare sätt att få in värdering av humanaspekter i FMV:s materialprojekt drevs under 2004 ett delprojekt som tillsammans med FMV projektet MSI Analys syftade till att ge FMV handläggare kunskap om den tillgängliga arsenalen av värderingsmetoder. Ett verktyg för att välja lämpliga värderingsmetoder, utvecklat för icke-expert, beskrivs i FOI rapporten "Metodvalsverktyg - Ett hjälpmedel vid planering av MSI-utvärdering" av Alfredson, Oskarsson, Castor & Svensson (2004). Verksamheten i delprojektet beskrivs också i ett FOI Memo (Holmström, 2004). Inom delprojektet användes SEP (Splitterskyddad Enhets Plattform) som tillämpat exempel för en beskrivning av hur vissa metoder kan användas och detta redovisas i ett FOI Memo (Alfredson & Hörberg, 2004). Inom projektet anordnades också en workshop kring kognitiv modellering för FMV handläggare. Dokumentationen från denna workshop redovisas i ett FOI Memo (Lundin, Castor & Holmström, 2005).

3.2 Stöd TU JAS

Projektet bidrog under 2005 till framtagandet av FOI rapporten "MSI-riktlinjer för presentation och systemmanövrering i militära flygsystem" (Einert, Borgvall, Derefeldt mfl, 2005) som ett direkt svar på TU JAS behov av MSI riktlinjer som de kan använda i kontakten med industrin vid utvecklingen av JAS. Detta är ett exempel på avtappande verksamhet som direkt stöder en förfrågan om stöd från Försvarsmakten.

3.3 Kurser

Utbildning där projektets metodutveckling har förmedlats till FM personal har skett vid flera tillfällen och typer av kurser. Under 2005 förekom flest föreläsningstillfällen och då agerade projektets medlemmar lärare/föreläsare under Människan i NBF kursen (både den kortare och längre kursen), en workshop i kognitiv modellering, samt i FHS kursen Robusta Informationssystem. En metodkurs i "Evaluation Methodology" gavs också vid HFN (Human Factors Network).

Förmågan att använda metodik av den typ som projektet utvecklar kommer vara en mycket viktig kompetens för den nya kår av "experimentation officers" (officerare med kunskap om hur experiment läggs upp) som det talats om vid UtvC i Enköping. Denna kompetens kommer också vara central i den nya Cd&E (Concept development & Experimentation) metodik som kommer att användas i den kommande ledningssystemsutvecklingen.

3.4 Projekt som möjliggjorts pga MSI Metodutvecklingsprojektet

Projektet representerar som tidigare nämnts en basplatta inom MSI området och metoderna som utvecklats har använts i flera andra projekt varav några beskrivs nedan:

Med StriC (Stridslednings Central) som experimentell plattform har en studie kring humanaspekten av interoperabilitet genomförts. Huvuddelen av verksamheten har skett inom ett VoV projektet men MSI Metodutvecklingsprojektets metodik har använts och det har varit en del av projektets inriktning mot ledningsmiljöer. Under studien mättes mentala arbetsbelastning, situationsmedvetande och operativ prestation (individ och grupp) dynamiskt hos de tränande i StriC som spelade besättningen i ett CAOC och ett CRC (Combined Air Operations Center och Command and Reporting Center) vilket redovisas i

FOI rapporten ”Interoperabilitets- och metodstudie i en operativ stridsledningscentral” (Rencrantz, Lindoff, Svensson, Norlander & Berggren, 2006).

På uppdrag av FMV utvecklar FOI en demonstrator för en Lednings Krigförings Simulator (LKS). Vid FOI:s institution för Människa System Interaktion finns ett projekt som ansvarar för att värdera hur ledningsförmågan hos en stab påverkas under spel i LKS när telekrig och nätverksoperationer används för att störa informationsinhämtningen. Det första användartestet avrapporteras i en FOI rapport från LKS projektet (Hammervik, Lindoff & Castor, 2006). Värderingserfarenheterna som byggts upp inom MSI Metodutvecklingsprojektet är här centrala.

Det samarbete kring ”International Mission Training Research” (IMTR) som beskrivs noggrannare under avsnitt 5.1.1 är direkt beroende av verksamheten inom MSI Metodutvecklingsprojektet. Projektet utgör en stor del av den svenska verksamheten inom IMTR projektet.

Under 2002-2004 genomfördes en materialanskaffningsstudie kring förmågebehovet hos en ny nosradar för JAS 39 Gripen vid FLSC. MSI Metodutvecklingsprojektet samlade under studien in data för att kunna värdera och statistiskt modellera operatörsfunktionen och metoddelen av erfarenheterna presenteras i en FOI rapport (Castor, 2005).

Under valideringen av den Dynamiska FlygSimulatorn (DFS) i Malmslätt har psykofysiologiska värderingsmetoder använts för att studera försökspersonernas fysiologiska reaktioner under simuleringarna. Mycket av denna psykofysiologiska metodkunskap har byggts upp inom MSI Metodutvecklingsprojektet.

4 Användningsområden

Innehållet i den metodarsenal av värderingsmetoder som projektet testat och utvecklat kan användas för ett flertal syften.

4.1 Systemutveckling

För att förbättringar med avseende på den mänskliga prestationen under en systemutvecklingsprocess ska kunna följas strukturerat behövs olika mätmetoder av den typ som projektet utvecklar. Exempel där projektets metoder använts på detta sätt är inom AESA studien vid FLSC (se 2.7.2) och VMS Stridsfordonsstudien vid MSS (se 2.1.2).

4.2 Träning

På samma sätt som projektets värderingsmetoder kan användas för att jämföra olika alternativ vad gäller ett tekniskt system kan metoderna användas för att värdera effekten av ett förändrat träningsupplägg eller effekten av stödjande teknologier vid träning vilket är i fokus i IMTR projektet (se 5.1.1).

I posterpresentationen "Bridging the gap between reduced training time and maintained operational demands" vid HFES årliga konferens beskrev Jander och Borgvall (2004) en studie som analyserat relationen mellan minskad tränings tid för stridsbåtsförare och de ökande operativa kraven.

4.3 Simulatorvalidering

De psykofysiologiska mätmetoder som projektet utvecklat är användbara för att jämföra hur den mänskliga kroppen reagerar under ett uppdrag i en simulator jämfört med hur den reagerar under genomförande med en skarp plattform.

Under valideringen av den Dynamiska Flygsimulatoren i Malmslätt har metodik som byggts upp inom projektet använts.

I ett artikelmanus som accepterats för publicering i den vetenskapliga tidskriften Military Psychology beskriver Borgvall (under utgivning) hur subjektiva skattningsskalor kan användas för att bedöma behovet av verklighetstrogenhet inom olika aspekter av en simulator.

4.4 Adaptiva gränssnitt

På längre sikt kan psykofysiologiska mätmetoder och sensorer på en operator användas för att ge indata till ett adaptivt system eller gränssnitt som förändrar sitt beteende beroende på operatörens status. När en operatör är stressad kan vissa funktioner tas över av systemet eller så förändras informationspresentationen. Projektavtalet "Operator functional state assessment and adaptive aiding implementation" (se 5.1.2) kretsar kring studier av detta.

5 Samarbeten

Projektet har i mycket stor omfattning varit engagerat i avtalsbundna internationella samarbeten och verksamheten inom dessa samarbetsavtal har kontinuerligt rapporterats i FOI Memon (Castor, 2004, Castor, 2005; Castor, 2006). Även nationellt samarbete har förekommit men inte i samma stora omfattning.

5.1 Internationellt avtalsbundet projektsamarbete

5.1.1 International Mission Training Research (IMTR)

FOI undertecknade under 2005 ett samarbetsavtal kring International Mission Training Research (IMTR) med Warfighter Readiness Research Division vid US Air Force Research Laboratory (AFRL) i Mesa, Arizona. Godkännande av samarbetsavtalet har på svensk sida gjorts av försvarsministern och Air Senior National Representative och på amerikansk sida av Pentagon. Avtalet är giltigt från 28 september, 2005.



Figur 5. IMTR projektets logotyp.

IMTR projektet står under FOI Avdelning för Stridssimulerings (FLSC, Flygvapnets Luftstrids Simulerings Center) huvudmannaskap. Utöver FLSC verksamhet bidrar FoT projekt inom MSI och MoS med delar av den nödvändiga metodutveckling som ligger som grund för de distribuerade simuleringarna som kommer att genomföras. MSI Metodutvecklingsprojektet projektledare är också stf projektledare för IMTR projektet på svensk sida.

Innehållet i International Mission Training Research Project Agreement (IMTR PA) representerar ett helhetsgrepp på träning av internationella insatser med hjälp av distribuerad simulering. Inom ramen för samarbetet kommer FLSC i Kista och AFRL:s simulatorer i Mesa att kopplas ihop och flygförarna kommer att kunna genomföra uppdrag tillsammans, inkl. distribuerad briefing och debriefing. Prestationsvärdering med mät och analysmetoder, pedagogiska verktyg, metoder för att avgöra "simulator fidelity" är viktiga inslag i samarbetet, för att maximera träningseffekten i de distribuerade simuleringarna.

Den första gemensamma simuleringen sker enligt planerna i mars-april 2007, med nästa övning ca 6 månader senare. En mängd möjligheter för tex svenska flygförare att flyga med amerikansk flygstridsledning från simulerade AWACS finns. I Mesa finns ett antal simulatorer för F16 (8 st av två olika typer), FAC, AWACS/E3 funktion och AOC. På FLSC finns åtta förarstationer och fyra flygstridsledare positioner.

IMTR arbetet har fått en flygande start och verksamhet pågår inom alla delområden. På amerikansk sida har samarbetet uppmärksammat av Pentagon som ett typexempel på internationellt samarbete inom försvarsforskning och utveckling. Utöver innehåll och målsättning i PA:t så har den effektivitet med vilken samarbetet rivstartat uppmärksammat.

5.1.2 Operator functional state assessment and adaptive aiding implementation

Institutionen för Människa System Interaktion har sedan länge haft samarbetsavtal med US Air Force Research Lab Warfighter Interface Divisions Flight Psychophysiology Lab. Samarbetsavtal som reglerat samarbete kring psykofysiologisk mätning har funnits från 1994-2003. Under det senaste året har inget avtal funnits. Tillsammans har nu FOI och AFRL tagit fram ett samarbetsavtal om forskning kring hur psykofysiologisk mätning kan användas som indata för adaptiva stödfunktioner för UCAV operatörer. Mätkompetensen som finns i MSI Metodutvecklingsprojektet är kärnan i den svenska kompetensen för detta samarbete. Samarbetsavtalet har varit under beredning sedan 2005 och Pentagon har lämnat samråd på samarbetsavtalet. AFRL står redo att påbörja samarbetet, men FM HKV har ännu inte lämnat samråd.

5.1.3 Trilateralt samarbete CA-SWE-NE

FOI har sedan 2004 deltagit i ett trilateralt samarbete mellan försvarsforskningsinstitutet DRDC i Kanada och forskningsinstitutet TNO i Nederländerna. Ett antal områden för samarbete har identifierats tex värdering av operatörsstatus, gränssnitt samt ledningsfrågor. Inom värdering av operatörsstatus har samarbetet hittills rört sig mycket långsamt, framför allt beroende på personalförändringar hos samtliga organisationer. Samarbetet kring ledningsfrågor har däremot varit mer lyckosamt och inom ramen för avtalet har holländska flygstridsledare deltagit i en övning på StriC anläggningen i Uppsala (Rencrantz, Lindoff, Svensson mfl, 2006). Svenska flygstridsledare har också bjudits in till NATO övningen Bold Fist som kommer att genomföras under 2007. Ett nytt trilateralt samarbete planeras för närvarande inom tema-gruppen Human-Cognitive-Social Sciences (HCSS), där kompetens av projektets karaktär kommer vara central.

5.1.4 NATO RTO

Inom ramen för NATO:s forskningsorganisation RTO (Research & Technology Organization) startades under 2005 gruppen HFM-127 Operational Validation of Command Team Effectiveness Instrument som kan sägas vara en fortsättning på HFM-87 Military Command Team Effectiveness som redovisas i Essens, Vogelaar, Mylle mfl (2005). FOI MSI har deltagit i HFM-127 och huvuddelen av finansieringen har kommit från IpT VoV projektet, men mycket av de svenska metodbidragen har sin grund i MSI Metodutvecklingsprojektets verksamhet.

Under 2002-2004 deltog medarbetare från MSI institutionen i HFM-104 Operator Functional State Assessment gruppen som beskrev vilka faktorer som var viktiga att bedöma för att kunna avgöra hur en person eller trupp kan prestera samt mätmetoder för detta. Gruppens arbete avrapporterades i Wilson mfl (2004). Resultaten från RTO gruppen var en beskrivning av var metodutvecklingen inom området stod när MSI Metodutvecklingsprojektet startade. Genom deltagande i Operator Functional State Assessment gruppen har vi samlat kunskap och erfarenheter av värde för validering av tex NBG.

5.1.5 GARTEUR Mental Workload Measurement

Det samarbete kring metodik för att mäta mental arbetsbelastning som genomfördes inom GARTEUR (Group for Aeronautical Research and Technology in EUROpe) FM AG13 Mental Workload Measurement pågick mellan 2000 och 2003. I gruppen, som leddes av FOI, deltog 8 forskningsinstitut, universitet och industriparter: FOI, QinetiQ, NLR, Dassault, SAAB, ONERA, Linköpings Universitet & Aerospace International.

Slutrapporten, GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement (Castor mfl, 2003) beskrev det då aktuella läget inom metodutvecklingen och användes som utgångspunkt när MSI metodutvecklingsprojektet började. Gruppens verksamhet och slutrapport presenterades på konferensen Flygteknik 2004 (Castor, 2004).

5.1.6 VINTEC II

EU projektet VINTHEC II (Visual Interaction and Human Effectiveness in the Cockpit) pågick 2001-2004 och EU delfinansierade projektets medverkan med 50%. Mycket av den metodkunskap som MSI Metodutvecklingsprojektet har om ögonrörelsemätningar har byggdes upp i detta projekt. Projektet avrapporterades till FM under 2004. VINTHEC rapporterna är Consortia Confidential och därför återges inget innehåll i denna rapport, men resultaten och rapporterna har delgetts FM.

Under konferensen Flygteknik 2004 presenterades ”Pilotbeteende inom trafikflyg: ett människa system interaktionsperspektiv” (Berggren & Alfredson, 2004) där delar av erfarenheterna från VINTHEC II förmedlades. Detta resulterade dessutom i ett inslag i SVT Vetenskapsradion.

Data från VINTHEC projektet som beskriver hur besättningen i civila trafikflygplan hanterar och annonserar modövergångar i flygsystemet automatik presenteras i Aviation Psychology artikeln ”Mode Monitoring and Call-Outs: An Eye-Tracking Study of 2-Crew Automated Flight Deck Operations” (Björklund, Alfredson & Decker, 2006).

5.2 Nationella samarbeten

Projektet har under åren 2004-2006 samlat in data vid Markstridskolan (MSS) i Skövde, S1, Luftstridsskolans (LSS) StriC simulator i Uppsala, Trafikflyghögskolan i Ljungbyhed, LSS Flygskolan (FlygS) i Linköping.

Omfattande delar av projektets verksamhet har genomförts integrerat med FLSC verksamhet, se IMTR samarbetet under 5.1.1.

Akademiska kontakter har huvudsakligen varit med Linköpings Universitet, Högskolan på Gotland och Blekinge Tekniska Högskola.

6 Diskussion

Projektets verksamhet har under åren 2004-2006 spänt över många aktiviteter och lyckats hålla både vetenskaplig höjd samt producerat resultat som varit direkt användbara för Försvarsmakten. Projektet representerar en av MSI områdets basplattor vars metodutveckling ofta används i andra forsknings, validerings och materielanskaffningsprojekt. Projektets arbete under 2004-2006 har i skriftlig form redovisats i 5 st artiklar publicerade i internationella vetenskapliga tidskrifter, 6 st konferensbidrag och 12 st FOI rapporter och 11 st FOI Memo.

I och med ominriktningen av FoT processen, avvecklandet av FoT MSI & Fysiologi och nya direktiv till MSI verksamheten 2008 finns risk att flera för Sverige värdefulla verksamheter måste avvecklas om inte alternativ finansiering kan ordnas. Ett tydligt exempel är IMTR samarbetet med US Air Force Research Lab (Se 5.1.1). Samarbetet är ett exempel på verksamhet som riktar sig direkt till insatsförbandens behov, men som inte självklart kommer att rymmas inom den nya FoT Lednings ansvar och intresse.

Alla de frågeställningar och metoder som behandlats inom projektet bedöms av författarna vara viktiga för förmågan att värdera mänsklig prestation, både för ledningssystemsutveckling eller utformandet av träningsprogram av insatsstyrkor. Huvuddelen av den mätmetodik som projektet utvecklat är mycket relevant att använda för att värdera ledningsprocesser och metoderna är generella, men en ominriktning mot att bara studera ledningsfrågor på en operativ nivå kommer leda till att viktiga kompetenser avvecklas.

MSI Metodutvecklingsprojektet är ett projekt med en långsiktig agenda och har tillvaratagit erfarenheter från tidigare FM projekt som relaterar till kognitiv prestationsförmåga. Detta är en mycket stor styrka och den huvudsakliga anledningen till att projektet har dragit till sig så pass mycket internationellt intresse som det gjort. Samarbetsavtalen med US Air Force Research Lab, NATO RTO och EU hade inte kommit till stånd om verksamheten ominriktats varje år i korta projekt. Uppstartstiden för internationella grupper är ofta både ett och två år längre än vad som förväntas, men de är mycket värdefulla för Sverige. Fleråriga forskningsprojekt är en förutsättning för att FOI ska kunna gå in i internationella samarbetsprojekt.

Referenser

Referenser med * markering efter är sådana som helt eller delvis har finansierats av projektet under 2004-2006. Abstract från artiklar och FOI rapporter finns också i appendix.

Alfredson, J. & Andersson, J. (Manus). Effect of Task Complexity and Decision Maker Separation on Shared Situational Awareness in Command and Control in Network Centric Warfare. *

Alfredson, J & Hörberg, U. (2004). Uppgiftsanalys av splitterskyddad enhetsplattform (SEP) - metod för scenariobaserad visualisering. *FOI Memo 1055*. FOI Ledningssystem. *

Alfredson, J., Nählinder, S., & Castor, M. (2005). Measuring eye movements in applied psychological research - five different techniques - five different approaches. *FOI-R--1406--SE*. FOI Ledningssystem. *

Alfredson, J., Oskarsson P-A., Castor, M., & Svensson J. (2004). Metodvalsverktyg - Ett hjälpmedel vid planering av MSI-utvärdering. *FOI-R--1295--SE*. FOI Ledningssystem. *

Angelborg-Thanderz, M. (1990). Prisvärd militär flygning med rimliga risker. Handelshögskolan.

Bennet, W., Borgvall, J., Lavén, P., Castor, M., Gehr, S., Schreiber, B., Alliger, G., & Beard, R. (2006). International Mission Training Research (IMTR): Competency-Based Methods for Interoperable Training, Rehearsal and Evaluation. *Proceedings of EuroSIW 2006*. FOI-S--2270--SE. Stockholm, June 19-22 2006. *

Berggren, P., & Alfredson, J. (2004). Pilotbeteende inom trafikflyg: ett människa-system interaktionsperspektiv. *Proceedings från Flygteknik 2004 – Flyg- och rymdteknik för det nya seklet*. Stockholm, 18-19 oktober, 2004. *

Berggren, P., Nählinder, S., & Svensson, E. (2004). Reoccurring LISREL patterns describing mental workload, situation awareness, and performance. *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting*. HFES: New Orleans, LA. FOI-S--1386--SE. *

Berggren, P., Nählinder, S., Mårdsjö-Blume, K., Ahlberg, A., Blomkvist, J., Frumerie, F., Gidlund, M., Haraldson, A., Karlsson, C. & Nyberg, K. (2006). Utvärdering av Bedfordskalan. FOI-R--2218--SE. FOI Ledningssystem. *

Berggren, P. & Kindström, M. (2006). iQuestionnaire. FOI Memo 1660. FOI Ledningssystem. *

Borgvall, J. (under utgivning). Creating recommendations for simulator design through pilot assessment of prototype utility. *Military Psychology*. *

Borgvall, J., & Castor, M. (2006). Mission Essential Competencies – Kompetens vs Operativa Krav. *FOI-R--2106--SE*. FOI Ledningssystem. *

Borgvall, J., Castor, M., & Lavén, P. (2006). JAS 39A PSO MECs. *FOI-RH--0607--SE*. FOI Ledningssystem/Stridssimulering.*

Björklund, C., Alfredson, J., & Dekker, S. (2006). Mode Monitoring and Call-Outs: An Eye-Tracking Study of 2-Crew Automated Flight Deck Operations. *International Journal of Aviation Psychology*, 16 (3), 263-275. FOI-S--2264--SE. *

Castor, M., Hanson, E., Svensson, E., Nählinder, S., LeBlaye, P., MacLeod, I., Wright, N., Alfredson, J., Ågren, L., Berggren, P., Juppet, V., & Ohlsson, K. (2003). *GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement*. Group of Aeronautical Research and Technology in Europe Technical Paper 145. FOI-S--0989--SE.

Castor, M. (2004). Lägesrapport FLSC verksamhet. *FOI Memo 789*. FOI Ledningssystem. *

Castor, M. (2004) GARTEUR FM AG13. *Proceedings från Flygteknik 2004 – Flyg- och rymdteknik för det nya seklet*. Stockholm, 18-19 oktober, 2004. *

Castor, M. (2005). Lägesrapport Internationella samarbeten. *FOI Memo 1264*. FOI Ledningssystem. *

- Castor, M. (2005). Modellering av operatörsfunktionen med strukturella ekvationsmodeller. *FOI-R--1672--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Castor, M. (2006). Lägesrapport Internationella samarbeten. *FOI Memo 1669*. FOI Ledningssystem. *
- Einerth, H., Borgvall, J., Derefeldt, G., Eriksson, L., Castor, M., Lif, P., Svenmarck, P., & Svensson, E. (2005). MSI-riktlinjer för presentation och systemmanövrering i militära flygsystem. *FOI-R--1701--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Endsley, M., & Smith, R. (1996). Attention distribution and decision making in tactical air combat. *Human Factors*, 38(2), 232-249.
- Endsley, M., English, T., & Sundararajan, M. (1997). The modeling of expertise: The use of situation models for knowledge engineering. *International Journal of Cognitive Ergonomics*, 1(2), 119-136.
- Essens, P., Vogelaar, A., Mylle, J., Blendell, C., Paris, C., Halpin, S., mfl (2005). Military command team effectiveness: Model and instrument for assessment and improvement. *RTO-TR-HFM-087*. NATO RTO.
- Fogel, A., Berggren, P., Jander, H. (2004). BA Rescue Team Performance - exploring team situation awareness, mental models, and team processes in breathing apparatus rescues. *FOI-R--1508--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Granåsen, M. (2005). Do real groups solve real problems better than they should? *FOI-R--1833--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Hammervik, M., Lindoff, J., & Castor, M. (2006). Användartest LKS demonstrator version 1. *FOI-R--2034--SE*. FOI Ledningssystem.
- Holmström, H. (2004). Lägesrapport MSI Analys projektet. *FOI Memo 1101*. FOI Ledningssystem. *
- Huang, S., & Endley, M. (1997). Providing understanding of the behavior of feedforward neural networks. *IEEE Transactions in Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, 27(3), 465-474.
- Jander, H. (2005). Kognitiv Uppgiftsanalys - ett sätt att främja användbarhetscentrerad systemutveckling. *FOI-R--1699--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Jander, H., & Borgvall, J. (2004). Bridging the gap between reduced training time and maintained operational demands. *FOI-S--1404--SE. Poster session vid Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. New Orleans, LA. *
- Jander, H., & Castor, M. (2004). MSI-utvärdering av VMS stridsfordon. *FOI Memo 1155*. FOI Ledningssystem. *
- Komorowski, J., Øhrn, A., & Skowron, A. (2002). The ROSETTA rough set software system", I W. Klösgen and J. Zytkow (Eds.), *Handbook of Data Mining and Knowledge Discovery*, Oxford: Oxford University Press.
- Levin, B., Andersson, J. & Karlsson, T. (Submitterad). Effects of G-exposure on memory performance. *
- Lotens, W., Allender, L., Cain, B., Belyavin, A., Castor, M., Lundin, M., Käßler, W., & Thomas-Meyers, G. (2005) HFM-128 NATO Research Task Group on Representation of Human Behavior in Constructive Simulation. *Proceedings of BRIMS 2005*. *FOI-S--2369--SE*.
- Lindgren, I., Berggren, P., Jander, H., & Hirsch R. (2004). Communication and team performance in BA teams. A field study of breathing apparatus firefighters' communication during rescue operations. *FOI-R--1507--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Lundin, M., Castor, M., & Holmström, H. (2005). Dokumentation från workshop inom MSI Analys: "Kognitiv modellering" 1-2 februari 2005. *FOI Memo 1241*. FOI Ledningssystem. *

- Lundin, M., & Castor, M. (2006). Lägesrapport Utveckling demo kognitiv modell av ledningsoperatör. *FOI Memo 1929*. FOI Ledningssystem. *
- Lundin, M., Castor, M., Strehlenert, H., Alfredson, J., & Lundin, S. (2005). Beteende- och kognitiv modellering inom NBF-orienterad MoS 2005. I Berggren, A. (Red.) *Människan i NBF : med särskilt fokus på internationella insatser*. Försvarshögskolan.
- Rencrantz, C., Lindoff, J., Svensson, E., Norlander, A., & Berggren, P. (2006). Interoperabilitets- och metodstudie i en operativ stridsledningssentral. *FOI-R--2040--SE*. FOI Ledningssystem. *
- Schmorrow, D. (Ed.) (2005). *Foundations of Augmented Cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Svensson, E., Angelborg-Thanderz, M., Sjöberg, L., & Olsson, S. (1997). Information complexity - mental workload and performance in combat aircraft. *Ergonomics*, 40 (3), 362-380.
- Svensson, E., Angelborg-Thanderz, M., & Wilson, G. (1999). Models of pilot performance for systems and mission evaluation - psychological and psychophysiological aspects. *AFRL-HE-WP-TR-1999-0215*. US Airforce Research Labs.
- Svenson, E., & Wilsson, G. (2002). Psychological and psychophysiological models of pilot performance for systems development and mission evaluation. *International Journal of Aviation Psychology*. Vol 12 (1), 95-110.
- Svensson, J. & Andersson, A. (2006). Speech acts, communication problems and fighter pilot team performance. *Ergonomics*. Volume 49 Number 12-13 (Special Issue on The ergonomics of command and control), 1226-1237. *FOI-S--2376--SE*. *
- Svenmarck, P. (2003). *Modellering av förarens situationsbedömning med neurala nätverk och Nefclass-J*. FOI Memo 02979:13. FOI Ledningssystem.
- Svenmarck, P. (2006). Modellering av förarens målval med Rough Sets. *FOI Memo 1899*. FOI Ledningssystem. *
- Wallin, N., Nilsson, S-Å., Lundin, M. & Castor, M. (2005). Guidelines för utveckling och användning av modeller för mänskligt beteende. *FOI-R--1837--SE*. FOI Systemteknik.
- Wilson, G., mfl (2004). Operator Functional State Assessment. *NATO-RTO-TR-HFM-104*. NATO Research and Technology Organization. *

Appendix: Rapportsammanfattningar

Alfredson, J., Nählinder, S., & Castor, M. (2005). Measuring eye movements in applied psychological research - five different techniques - five different approaches. FOI-R--1406--SE. FOI Ledningssystem.

This report briefly describes five eye movement measurement techniques, "GazeTracker", "EOG", "Jazz", "Smart Eye" and "Video based", with which the authors have experience of data collection in applied military settings. The advantages and disadvantages of the different techniques are discussed and examples of their uses are presented. Also, lessons learned from using these techniques in research are presented.

Alfredson, J. & Andersson, J. (Submitted to Military Psychology). Effect of Task Complexity and Decision Maker Separation on Shared Situational Awareness in Command and Control in Network Centric Warfare.

It is tempting to hope for higher shared situational awareness following from the transformation to network centric warfare. However, command and control in network centric warfare probably include both high task complexity and decision maker separation, which in turn may affect shared situational awareness. Two experiments were conducted to elucidate the effect of task complexity and decision maker separation on shared situational awareness. It is important to be aware of these effects when developing technology, organization and methodology for future military use. The experiments were performed in highly valid settings for command and control in network centric warfare. The experiments showed that both task complexity and decision maker separation makes it more difficult for domain experts to obtain shared situational awareness. Therefore, these results are contradictory to the assumption of an enhanced shared situational awareness following from the transformation to network centric warfare. However, this paper only investigates a fraction of all possible questions on shared situational awareness in network centric warfare.

Alfredson, J., Oskarsson P-A., Castor, M., & Svensson J. (2004). Metodvalsverktyg - Ett hjälpmedel vid planering av MSI-utvärdering. FOI-R--1295--SE. FOI Ledningssystem.

Vid utveckling av nya försvarssystem är anpassning avseende människa system interaktion (MSI) av stor vikt. En prototyp till ett verktyg för att underlätta val av metoder vid MSI-utvärderingar har därför utvecklats. Syftet med metodvalsverktyget är i första hand att visa hur ett hjälpmedel kan utformas för FMV:s handläggare vid kontakter med exempelvis forskningsorganisationer, högskolor och industri vid upphandling av MSI-utvärderingar. Verktyget omfattar 26 metoder. Den som använder verktyget besvarar fyra frågor om utvärderingen. Om den utförs tidigt eller sent under systemutvecklingsprocessen? Om det finns små eller stora resurser tillgängliga? Om det är tillräckligt att de som genomför utvärderingen har allmän MSI-kompetens, eller om specialistkompetens krävs? Om utvärderingen kommer att göras med eller utan användare? Svaren på dessa frågor leder användaren genom ett trädformat diagram. Diagrammet avslutas vid ett löv där det anges vilka metoder som kan vara lämpliga för utvärderingen i fråga. En tillhörande tabell anger dessa fyra och ytterligare tio egenskaper för varje metod, vilket ger god överblick över olika metoders för- och nackdelar. För mer detaljerad information finns för varje metod en tabellformad redogörelse på 1-3 sidor, där en utförlig beskrivning av varje specifik egenskap ges. Metodvalsverktyget har provats vid en workshop. Det allmänna intrycket var att det har potential att bli ett värdefullt hjälpmedel för handläggare vid upphandling av MSI-utvärderingar.

Alfredson, J & Hörberg, U. (2004). Uppgiftsanalys av splitterskyddad enhetsplattform (SEP) - metod för scenariobaserad visualisering. FOI Memo 1055. FOI Ledningssystem.

Rapporten beskriver ett arbete som har utförts i projektform, genom samverkan mellan FOI och FMV. Verksamheten har haft metodfokus och ingår som en aktivitet bland flera för att förbättra metodhantering inom människa-systemområdet. I detta arbete har operatörernas situation i splitterskyddad enhetsplattform studerats genom användande av metoderna uppgiftsanalys, scenarioframtagning och datoranimerad visualisering, med hjälp av deltagare från SEP-verksamheten. Uppgiftsanalys och scenarioframtagning hör naturligt samman eftersom båda är kopplade till uppgiften som ska utföras och systemets användning och datorvisualiseringen fylls med meningsfullt innehåll med de analyserna som grund. Metoderna visade sig också kunna kombineras på ett bra sätt för att beskriva operatörernas framtida situation. Dock är det viktigt att hålla vid minnet att en del frågor inte kan besvaras på annat sätt än genom empiriska studier. Framför allt behövs det mätdata på operatörernas påverkan av elektro-optiska utblickar och deras belastningsfördelning över tiden, vilket kan påverka deras uthållighet.

Bennet, W., Borgvall, J., Lavén, P., Castor, M., Gehr, S., Schreiber, B., Alliger, G., & Beard, R. (2006). International Mission Training Research (IMTR): Competency-Based Methods for Interoperable Training, Rehearsal and Evaluation. Proceedings of EuroSIW 2006. FOI-S--2270--SE. Stockholm, Juni 19-22 2006.

This paper describes a process to define the core knowledge, skills, and experiences required for successful mission performance in complex environments. This process, called the Mission Essential Competency (MEC) process includes a hierarchical decomposition and analysis of aircrew functions, skill and knowledge requirements, and developmental experiences required to build aircrew proficiency. MECs are structured descriptions of aircrew performance requirements in the combat environment. Various training methods and media are compared to identify those best able to provide the most important experiences and support the training requirements defined by current readiness and continuation training requirements. We will describe how MECs are being used to identify training gaps, define unique and common training objectives and scenario specifications, and specify metrics for training evaluation. The development of common definitions and specifications is a critical requirement to enhanced interoperability and data generalizability across mission areas and coalition training events. Example data and results from mission areas where the work has been completed will be provided and discussed. Finally, we will highlight how we are extending and generalizing the process with the Swedish Air Force Air Combat Simulation Centre (FLSC) to help define common mission training requirements for Peace Support Operations and interoperable distributed training and rehearsal events via International Mission Training Research (IMTR).

Berggren, P., & Alfredson, J. (2004). Pilotbeteende inom trafikflyg: ett människa-system interaktionsperspektiv. I Proceedings från Flygteknik 2004 – Flyg- och rymdteknik för det nya seklet. Stockholm, 18-19 oktober, 2004.

Projektet har varit ett gemensamt internationellt samarbete för att studera delat situationsmedvetande med hjälp av sofistikerade psyko-fysiologiska metoder. En avancerad tvåpilotssimulator med rörlig plattform användes för datainsamling. Simulatorn som användes för att studera piloterna var en ”motion plattform” med fyra frihetsgrader. Ögonrörelseregistrering av piloternas sökmönster gjordes med två olika tekniker, en blickregistreringsutrustning med god spatial upplösning och en utrustning som registrerade ögats sackader med hög temporal upplösning. Mätning på både kapten och styrman gjordes simultant för att en jämförelse skulle vara möjlig att göra. Även subjektiva skattningar av arbetsbelastning och situationsmedvetande gjordes. 22 (11 besättningar) piloter från fyra olika flygbolag deltog i studien. En viktig del av projektet var att ta fram scenarier med händelser där delat situationsmedvetande kunde studeras. Detta gjordes i samarbete med SAS Flight Academy och Trafikflyghögskolan, Lunds Universitet. Tre saker karaktäriserade scenarierna; att händelserna skulle kunna inträffa under verklig flygning, att de inte skulle vara nödträningsincidenter och att de skulle vara krävande. Vi har funnit att piloterna inte följer procedurerna för ”call-outs” av förändringar av flygmoder. Vi har funnit att flera psyko-fysiologiska mått med fördel kan kombineras med subjektiva skattningar för att ge en bättre bild av piloternas mentala status. Resultaten uppvisar stora individuella skillnader i beteende mellan olika piloter. Det finns en hög samstämmighet mellan resultaten från denna studie och resultaten från andra studier angående sambandet mellan mental arbetsbelastning, situationsmedvetande och prestation.

Björklund, C., Alfredson, J., and Dekker, S. (2006). Mode Monitoring and Call-Outs: An Eye-Tracking Study of 2-Crew Automated Flight Deck Operations. International Journal of Aviation Psychology. Vol 16, no 3, 2006, 263-275. FOI-S--2264--SE.

Mode awareness has been suggested as a critical factor in safe operations of automated aircraft. This study investigated mode awareness by measuring Eye-Point-of-Gaze of both pilots during simulated commercial flights, while recording call-outs and tracking aircraft performance. The results of this study show that the compliance to manufacturer, or air carrier procedures regarding mode monitoring and call-outs was very low. However, this did not seem to have a negative effect on the flight path or safety during our observations. Crews exhibited a proliferation of strategies to keep track of status and behavior of the automation, often with little reliance on the flight mode annunciations of the primary flight display. The data confirms the limitations of current flight mode annunciator designs, and suggests that mode awareness is a more complex phenomenon than what can be captured by measuring Eye-Point-of-Gaze and communication alone.

Castor, M. (2005). Modellering av operatörsfunktionen med strukturella ekvationsmodeller. FOI-R--1672--SE. FOI Ledningssystem.

Under 2002-2004 genomfördes en radarstudie vid FOI:s avdelning för StridsSimulering, FLSC (Flygvapnets Luftstrids Simulerings Center). Syftet med den av FMV beställda studien har varit att undersöka de operativa effekterna av ny nosradar till JAS 39 Gripen. Studien är en del i den systemutvecklingsprocess som ger FMV underlag för att driva materielanskaffningsprocessen vidare. Flygförarnas möjlighet att prestera med ett antal olika radaralternativ har därför studerats ingående. I samband med denna studie har en mängd data som belyser flygförarnas upplevelse och möjlighet att prestera med de utvärderade radaralternativen samlats in. MSI Metodutvecklingsprojektet har i samband med studien samlat in data som beskriver flygförarnas mentala arbetsbelastning, situationsmedvetande och operativa prestation.

Möjligheten att med hjälp av strukturella ekvationsmodeller (SEM) statistiskt modellera delar av den stora mängd resultat som samlats in under studien beskrivs i rapporten för att visa på möjligheterna med denna analysmetod.

Endast en delmängd av resultaten från studiens simuleringsveckor redovisas i rapporten. I rapporten görs inga jämförelser mellan de radaralternativ som studerats under radarstudien, för att undvika att denna metodrapport klassas som hemlig. Såväl kommersiell sekretess som försvarsmaktssekretess har påverkat utformning av rapporten. Det som presenteras är en statistisk modell som beskriver hur flera centrala aspekter av operatörsfunktionen relaterar till det operativa utfallet.

Einerth, H., Borgvall, J., Derefeldt, G., Eriksson, L., Castor, M., Lif, P., Svenmarck, P., & Svensson, E. (2005). MSI-riktlinjer för presentation och systemmanövrering i militära flygsystem. FOI-R--1701--SE. FOI Ledningssystem.

Dagens militära flygsystem är mycket avancerade och komplexa vilket ställer stora krav på dess handhavare för maximal effekt. Om den mentala belastningen på exempelvis en militär flygförare blir för stor riskeras en mental överbelastning vilket kan få ödesdigra konsekvenser. Av den anledningen är det av yttersta vikt att informationspresentation och systemhandhavande är anpassat till människans förmåga genom att nyttja våra styrkor och stödja våra svagheter. Detta är kärnan inom Människa-System Interaktion (MSI); att skapa miljöer där maximal effekt uppnås genom ett väl avvägt samspel mellan människan och tekniken. Med syfte att bidra till detta övergripande mål presenteras i denna rapport ett axplock MSI-riktlinjer för presentation och systemmanövrering i militära flygsystem. En stor del av riktlinjerna är dock generellt tillämpbara även i andra människa-system plattformar. Utöver att sprida kunskap inom MSI-området är förhoppningen att rapporten även kan fungera som ett stöd eller en ”lathund” för såväl utvecklare som handhavare vid utveckling, testning, utvärdering och användning av i synnerhet militära flygsystem.

Granåsen, M. (2005). Do real groups solve real problems better than they should? FOI-R--1833--SE. FOI Ledningssystem.

The purpose of the current study was to investigate how shared and unshared information affected team outcome in the light of nominal and real group performance. An ecological approach involved realistic dilemmas solved by 28 participants from a specific, military domain. The data collection was performed at the Uppland Regiment, S1, on conscripts at the end of their national, military training. A within-groups design was used, and data collection included performance, communication and questionnaires. Although no effects of shared/unshared information on performance were obtained, communication and questionnaire measures revealed differences between shared and unshared information. In line with earlier research, no differences were found between nominal and real groups regarding performance. Conclusions were drawn about the use of realistic dilemmas for investigating shared and unshared information. Finally, benefits for the Swedish Armed Forces are discussed.

Fogel, A., Berggren, P., Jander, H. (2004). BA Rescue Team Performance - exploring team situation awareness, mental models, and team processes in breathing apparatus rescues. FOI-R--1508--SE. FOI Ledningssystem.

The current study aimed at investigating the concepts of team situation awareness, mental models, and team processes in relation to performance in the complex, dynamic environment of breathing apparatus rescues. Data was collected during exercises at Ågesta training center through questionnaires and after action reviews. 28 firemen and 5 instructors participated in the exercises. Also, a stimulated recall interview was conducted with 2 of the firemen that had participated in one of the exercises. The different data collection methods all indicated that welldeveloped mental models or a high degree of pre-task knowledge affected performance in a positive way. Moreover, a multiple regression analysis showed that both pre-task knowledge and team processes significantly can predict performance. The results of the analysis of team situation awareness in relation to performance were fairly ambiguous. Therefore, further research is needed to establish the relation between these concepts in the domain at matter.

Jander, H. (2005). Kognitiv Uppgiftsanalys - ett sätt att främja användbarhetscentrerad systemutveckling. FOI-R--1699--SE. FOI Ledningssystem.

Uppgiftsanalys och kognitiv uppgiftsanalys är begrepp som bör vara centrala i modern systemutveckling. Begreppen innefattar en mängd tekniker och metoder som har det gemensamma målet att beskriva vad som händer i en situation men har även under senare år försökt beskriva varför något händer i en viss situation. Rapporten beskriver skillnader mellan traditionell uppgiftsanalys och kognitiv uppgiftsanalys för att sedan ge en mer djuplodad beskrivning av den kognitiva uppgiftsanalysmetoden 'Critical Decision Method' (CDM). Rapporten beskriver två fall där metoden har använts. I det första fallet var målet att identifiera kognitiva färdigheter i syfte att utveckla test för urval till tjänsten som stridsbåtförare i svenska amfibiekåren. Det andra fallet beskriver hur metoden användes för att undersöka och ge förslag på hur informationspresentationen bör se ut för ett varnar och motverkanssystem (VMS) i stridsfordon 90. Metoden har använts med lyckat resultat och är ett bra verktyg för att explicitgöra mentala processer men även för att kartlägga och studera beteenden. Metoden kan dock behöva modifieras och kompletteras från fall till fall.

Jander, H. & Castor, M. (2004). MSI-utvärdering av VMS stridsfordon. FOI Memo 1155. FOI Ledningssystem.

FOI MSI har av VMS/stridsfordons-projektet vid MSS i Skövde fått i uppgift att göra psykofysiologiska mätningar, enkätundersökningar och intervjuer för att kunna studera mental arbetsbelastning på operatörer i Stridsfordon 90 och Stridsvagn 122 när de är i stridskontakt. Syftet på längre sikt är att få en bild av operatörernas mentala status, situationsmedvetenhet, beslutsfattande och mentala arbetsbelastning för att kunna besvara den centrala frågeställningen om besättningen verkligen kommer att hinna använda informationen från VMS på något sätt som ökar deras överlevnadsmöjligheter. Fokus ligger här på att studera dessa faktorer med avseende på olika VMS-gränssnitt samt att kartlägga olika operatörers mentala arbetsbelastning. Tanken är att olika informationspresentationer påverkar operatörerna mer eller mindre positivt. Vissa sätt att presentera information kan till och med påverka operatören negativt. Beroende på operatörens uppmätta belastning är tanken att ge ett beslutsunderlag för vilket det bästa gränssnittsalternativet skulle kunna vara.

På grund av försening av leveransen av VMS-demonstratorn har inga mätningar på operatörer kunnat genomföras under år 2004. Ett alternativt angreppssätt, för att ge möjlighet att minska den mentala arbetsbelastningen för operatörerna, var att börja med att genomföra en kognitiv uppgiftsanalys för att se hur de olika operatörerna arbetar med det nuvarande VMS. Syftet var här att kartlägga de olika operatörernas behov för att sedan ge det som ingångsvärden i systemutvecklingen. Data från den kognitiva uppgiftsanalysen har även fungerat som ingångsvärden i ett projekt på FOI, "Operatörsplatsen", som undersöker och utvecklar alternativa gränssnittlösningar till dagens VMS. Fokus i projektet "Operatörsplatsen" är att undersöka om det på ett lämpligt sätt är möjligt att presentera information och varningar genom 3D-ljud, visuell och/eller taktill information. Vidare skall projektet skapa prototyper på hur den specifika informationen kan presenteras.

Nählinder, S., Berggren, P., & Svensson, E. (2004). Reoccurring LISREL patterns describing mental workload, situation awareness and performance. I Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting New Orleans, Sept. 21-25, 2004. FOI-S--1386--SE.

The main purpose of this paper is to present how LISREL models using subjective ratings is consistent over several studies. That is, the same pattern is repeated each time suggesting that the subjective ratings actually represent something stable and that the responses from the participants are true. The studies all include different subjects in different settings rating different subjective measures on different occasions, locations, and questionnaires. The ratings concern primarily the concepts "Mental Workload", "Situation Awareness" and "Subjective Performance".

Nählinder, S. (2006). A human-factors perspective on simulator fidelity assesement. FOI-R--2047--SE. FOI Ledningssystem.

The present report describes a study performed together with the Lund University School of Aviation. The report has two specific purposes: (1) compare two different recording devices for psychophysiological data with respect for their usefulness in assessing pilot mental workload in simulated and real flight. (2) Study the similarities and differences between both psychophysiological data and subjective ratings of mental workload between simulated and real flight. Nine student pilots flew the same exercise first in a simulator and one or two days later in real flight. The simulator had no display of the outside world and no motion. The results show that the two different psychophysiological recording devices have a very high degree of correspondance. The results also indicate that the student pilots have similar reactions in the simulator as they do in real flight. This was true for most flight phases; however, on some occasions the reactions were quite different. These differences are attributed to differences in the way the exercise was performed in the simulator and in real flight. The lack of visual system in the simulator seemed to have an effect on the final landing phase. The results validate the use of the simulator, but more importantly, the results validate the method for a human-factors validation of a simulator.

Lindgren, I., Berggren, P., Jander, H., & Hirsch R. (2004). Communication and team performance in BA teams. A field study of breathing apparatus firefighters' communication during rescue operations. FOI-R--1507--SE. FOI Ledningssystem.

The lack of guiding principles for the communication during breathing apparatus rescue operations is seen as a problem by many firefighters. There is a wish to obtain further heuristics for the communication, but there is no agreement concerning what successful communication is and how it should be achieved. This research aimed through field studies to see how the BA firefighters and the BA leader communicate with each other. It also aimed to investigate if some answers to what defines 'good communication' during BA rescue operations could be found. Through a qualitative analysis of the communication patterns of two pairs of BA firefighters the impact on the communication made by common ground establishment, team knowledge and similar phenomena, such as experience of working together, has been investigated. The results illustrate communicative problems which can occur during a rescue operation and shed light on the gravity of an agreement on what information should be mediated by the BA firefighters. It is also seen how experience of working together can be suggested to help the firefighters to communicate efficiently.

Lundin, M., Castor, M., Holmström-Strehlenert, H., Alfredson, J., & Lundin, S. (2005). Beteende- och kognitiv modellering inom NBF-orienterad MoS 2005. I Människan i NBF: med särskilt fokus på internationella insatser (red. A. Berggren). Försvarshögskolan.

Delprojektet "Beteende- och kognitiv modellering inom NBF-orienterad MoS" inom FoT projektet Människan i NBF har under 2005 genomfört två huvudsakliga aktiviteter:

- 1) En fallstudie har påbörjats för att studera tekniker för och nyttan av att utveckla "körbara" beteendemodeller och kognitiva modeller, dvs simuleringsmodeller av mänskligt beteende, tankeverksamhet och/eller perception. I detta arbete ingick att påbörja utvecklingen av en enkel modell av en ledningsoperatör. Denna modell skall vara användbar för att studera användandet av tillfälliga tjänstekonfigurationer.
- 2) En workshop för att kartlägga brister och möjligheter inom svensk modellering och simuleringsverksamhet utifrån ev. särskilda krav som beteende- eller kognitiv modellering ställer har genomförts.

Rencrantz, C., Lindoff, J., Svensson, E., Norlander, A., & Berggren, P. (2006). Interoperabilitets- och metodstudie i en operativ stridsledningscentral. FOI-R--2040--SE. FOI Ledningssystem.

I denna rapport presenteras två studier som genomförts vid StriC i Uppsala. Den första studien utgjorde en pilotstudie som syftade till att testa och utveckla metodik. Erfarenheterna från pilotstudien utgjorde grund för huvudstudien vilken syftade till att studera olika aspekter av interoperabilitet samt att pröva värderingsmetodik. Deltagarna var officerare från flygvapnet uppdelade i två staber, CRC och CAOC. De arbetade i ett fiktivt scenario i en operativ miljö för att lösa en eskalerande konflikt. Förutom de svenska deltagarna medverkade även representanter från Nederländerna och Kanada. Datainsamling skedde kvasidynamiskt med hjälp av handdatorer (PDA:er) och pulsmätning under spelets gång, samt via observationsprotokoll och digitala enkäter efter varje genomförande. Resultaten visar att genomförd datainsamling kunde fånga dynamiken och komplexiteten i scenariot. Genom datareduktion och modellering av operatörerna var det möjligt att beskriva hur deras beteende och prestation förändras under spelets gång. Vad det gäller interoperabilitet finns det aspekter som måste beaktas för att enheterna ska kunna arbeta på ett effektivt sätt. Bland annat är det viktigt att se över de flaskhalsar som uppstår i organisationen. Slutsatserna av dessa studier är synnerligen relevanta för alla deltagande nationers omstruktureringsarbete vid utveckling av ledningskoncept och värderingsmetodik för operationer i en nätverksbaserad insatsmiljö.

Svensson, J & Andersson, A. (2006). Speech acts, communication problems and fighter pilot team performance. *Ergonomics*. Vol 49, No 12-13 (Special Issue on The ergonomics of command and control), 1226-1237. FOI-S--2376--SE.

Team communication was studied with the objective to enhance the understanding of team performance. Speech acts and communication problems were collected during fighter missions involving four pilots and one fighter controller in each team. Team communication was studied from two perspectives – communication during critical periods (and the outcome within these periods), and an objective team outcome perspective (number of fighters shot down minus number of own fighters shot down for the team). Communication utterances were collapsed over 7 speech act categories, and 5 problem types were used for the analysis. The results indicate that some problems were closely related to particular speech acts. Second, speech act frequency was highest when winning, especially meta-communications and tactics. Third, communication problem frequency was highest for runs ending equal. Thus the pattern was not clearly straightforward. This work has application to team training and development of communication standards.

Svensson, J., Berggren, P., & Castor, M. (2006). Radar System Coverage Effects on Collaboration and Communication in Simulated Military Air Combat. FOI Memo 1747. FOI Ledningssystem.

Radar usage is a vital part of modern air combat. Without technical limitations it would be of interest to study how collaboration and communication behavior developed/changed. Nine military fighter pilots from the Swedish Air Force participated in a study where radar coverage was being manipulated, and collaboration and communication was being studied. Pilot communication was categorized into 6 speech act categories. The 4 group teams performed 12 runs with today's radar system and 12 runs with an Omni radar system. Results show that the teams considered that collaboration was more effective and successful using the Omni radar system. Communication results indicate a change in communicative behavior when using different radar systems. The results in this study give a hint about how pilots could behave under ideal circumstances.