

Lena Sporre

Årsrapport 2002 för FOI:s forskning inom FoT-området

Modellering och Simulering

Utgivare Totalförsvarets forskningsinstitut - FOI FOI, Marknadsenheten 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0774--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningssområde 2. Operationsanalys, Modellering och Simulering	
	Månad, år Januari 2003	Projektnummer IS102
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde Modellering och simulering	
Författare/redaktör Lena Sporre	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarsmakten	
	Projektledare	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Årsrapport 2002 för FOI:s forskning inom FoT-området Modellering och Simulering		
Sammanfattning (högst 200 ord) Rapporten är en sammanfattning av verksamheten inom FOI:s Forskning- och Teknologiområde Modellering och simulering (MoS) 2002. I rapporten redovisas översiktligt områdets omfattning och inriktning samt den nationella och internationella utvecklingen. Forskningsresultaten sammanfattas och genomförd verksamhet beskrivs projektvis. Insatser har gjorts för att höja MoS-kompetensen såväl allmänt som inom ett antal specifika områden. Forskningen inom MoS-området syftar till att stödja FM genom att utveckla och värdera teknologier, metoder och verktyg, användbara inom olika typer av MoS-tillämpningar.		
Nyckelord CMMS, CGF, HLA, MIND, SEDRIS, VV&A, datorstödd uppföljning, modellering, simulering, syntetiska omgivningar, mänskligt beteende, validering, verifiering		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 26 s. Bilaga 3 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista Sekretess	

Issuing organization FOI – Swedish Defense Research Agency FOI Program Office 172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0774--SE	Report type User report
	Research area code Operational Research, Modelling and Simulation	
	Month year January 2003	Project no. IS102
	Customers code 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Sub area code Modelling and Simulation	
Author/s (editor/s) Lena Sporre	Sponsoring agency The Armed Forces	
	Project manager	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Annual Report 2002 on FOI:s Research on Modelling and Simulation		
Abstract (not more than 200 words) This report summarises the research from the fiscal year 2002 within the Swedish Defence Research Agency in the domain of Modelling and Simulation. In the report you will find a summing-up of the aim and direction of the research domain and the national and international development. The results of the research are summarised and the activities in each project are described. Efforts have been made to increase the competence in modelling and simulation generally as well as within specific areas. FOI research into MoS is aimed at supporting the Swedish Armed Forces by developing and assessing technologies, methodologies and tools to be used in a range of modelling and simulation applications.		
Keywords CMMS, CGF, HLA, MIND, SEDRIS, VV&A, computer-supported reconstruction and exploration, modelling, simulation, synthetic environment, human behaviour, validation, verification		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 26 p. Encl 3 p.	
	Price acc. to pricelist Security classification	

INNEHÅLL

1	Forskningsområdets omfattning och inriktning	7
2	Sammanfattning av forsk-ningsresultaten	7
3	Den nationella och interna-tionella utvecklingen inom området	10
4	Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet	12
4.1	WEB-BASERADE HLA-FEDERATIONER OCH SIMULERINGAR – METODER OCH MÖJLIGHETER	12
4.2	DATORGENERERADE METODER OCH MÖJLIGHETER	15
4.3	MODELLERING OCH SIMULERING: RAMVERK OCH METODER FÖR UPPFÖLJNING OCH TRÄNING AV SAMMANSATTA INSATSSTYRKOR	16
4.4	GRÄNSERNA FÖR DISTRIBUTUERAD SIMULERING	19
4.5	VERIFIERING, VALIDERING OCH ACKREDITERING (VV&A) AV SIMULERINGSMODELLER	20
4.6	SYNTETISKA OMGIVNINGAR – METODER, TEKNIKER, VERKTYG OCH STANDARDER	21
4.7	SENSORSIMULERINGAR I SYNTETISKA OMGIVNINGAR	23
4.8	DEMONSTRATOR WVR-STRID	24
4.9	MODELLERING OCH SIMULERING (MoS) AV MÄNSKLIGT BETEENDE, ENSKILT OCH I GRUPP	24
4.10	CMMS (KONCEPTUELL MODELLERING)	25
5	Rapporter och annan kunskapsöverföring	27

1 Forskningsområdets omfattning och inriktning

Forskningsområde Modellering och Simulering (MoS) ska stödja Försvarsmaktens utveckling genom områdesspecifik verksamhet som syftar till att (FM FoT-strategi 2002)

- *Skapa förmåga* att identifiera, analysera och värdera olika handlingsmöjligheter för att kunna möta nya hot och uppgifter i en osäker framtid (anpassningsförmåga).
- *Ge underlag* till Försvarsmakten för att utveckla dess operativa förmåga enligt förändrade villkor och uppgifter samt stödja materielutvecklingen (omdanning).
- *Ge underlag för ledning och samordning* av Försvarsmaktens utveckling och inriktning samt för strategiska beslutsfattare om insatser (övergripande ledning).

Vidare ska verksamheten stödja implementering av FM inriktning för modellering och simulering. I "FM vision för Modellering och Simulering (MoS)" fastställs att modellering och simulering ska vara ett lättillgängligt, kraftfullt och kostnadseffektivt hjälpmedel som avsevärt förbättrar civil och militär förmåga inom och mellan följande delområden:

- Analys och studier
- Ledning, planering och uppföljning
- Forskning och teknikutveckling
- Materielsystemutveckling och materielanskaffning
- Utbildning och träning

Tillämpningen av MoS sträcker sig över flertalet av Försvarsmaktens olika verksamhetsområden. Verksamheten inom FoT-området MoS avgränsas därför till att i första hand studera och utveckla metodaspekterna för modellering och simulering inom ovanstående delområden. I andra

hand avgränsas verksamheten till studier, utveckling och kunskapsspridning avseende generella verktyg och tekniker tillämpliga inom de nämnda delområdena samt inom forskning och teknikutveckling

Avsikten är att framtagna FoT-resultat inom området skall kunna stödja verksamheten i såväl andra FoT-områden som i FM:s övriga delar. Resultaten skall bidra till en ökad spridning av ny kunskap vad gäller möjligheter och begränsningar vid användningen av MoS. FoT-område MoS skall stödja ovanstående delområden genom att generera kunskap om de gemensamma metoder och tekniker som krävs för att kunna genomföra modellutveckling. FoT-området ger den metodmässiga och tekniska basen för utveckling av modeller och användandet av simulering.

MoS används i verksamheter inom flertalet FoT-områden. Det är därför viktigt att ta vara på erfarenheter från MoS-relaterade projekt som bedrivs inom övriga FoT-områden. Speciellt bör MoS-relaterad verksamhet inom områdena: Ledning, MSI, VVS och TK beaktas.

2 Sammanfattning av forskningsresultaten

Inom projektet "Webbaserade HLA federationer och simuleringar – metoder och möjligheter" har insatserna fokuserats kring tre områden

- komponentbaserad modellutveckling inom ramen för distribuerade simuleringar,
- decentraliserade lösningar för utdelning och effektivt utnyttjande av datorresurser,
- kollaborativa metoder för utveckling och exekvering av modeller.

HLA (High Level Architecture) är en arkitektur för distribuerade simuleringar och en HLA-federation är en federation bestående

av modeller som samverkar i en distribuerad simulering.

En prototyp av en webbaserad utvecklingsmiljö för HLA-federationer har utvecklats, i vilken man på ett komponentbaserat sätt kan skapa och exekvera federationer. Exekveringen sker dessutom i en miljö där nätverksenheter kommunicerar direkt med varandra utan stöd från centrala servrar och resurser, en så kallad peer-to-peer (P2P)-miljö. Preliminära resultat visar på fördelarna med en sådan miljö och att det är fullt möjligt att bygga webbaserade HLA federationer.

Området bedöms ha stor potential och webbaserade simuleringar skulle kunna ha en central roll i framtida nätverksbaserade försvarssystem. Men för att kunna ha ordentlig nytta av området bör framförallt metodiken och tekniken vidareutvecklas.

Genom att använda modeller av datorgenererade styrkor så kallade CGF:er på olika nivåer kan man minimera både kostnaden och arbetet för organisation, ledning och dirigering av enheter som behövs för en effektiv och meningsfull simulering. Att bygga upp ett försvarsgemensamt referensbibliotek av generiska styrkor som representerar olika militära och icke-militära enheter bör vara värdefullt för såväl träning och utbildning som för analys. Det under 2001 påbörjade arbetet, med utveckling av enkla modeller av flygförare har fortsatt inom projektet "Datorgenererade styrkor, metoder och möjligheter", med utveckling av flera prototyper, design av struktur och gränssnitt hos modellkomponenter samt en påbörjad uppbyggnad av komponentbaserade bibliotek. Som ett led i detta har projektet tagit fram gränssnitt för att skapa "plug and play" kompatibla modeller som enkelt ska kunna stoppas in i olika simuleringar.

Försvarsmaktens framtida förmåga kommer att utvecklas mot integrerade insatser

med förband som är tillfälligt sammansatta efter uppgiftens karaktär. För att på ett kostnadseffektivt sätt kunna följa upp och träna dessa enheter och dess ledning krävs det nya metoder och tekniska stöd. Ett delmål inom projekt "Modellering och simulering: ramverk och metoder för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor" är att utveckla modeller som är anpassade för datorstödd visualisering av de komplexa system och ledningskedjor som återfinns i sammansatta insatsstyrkor inom totalförsvaret. Att finna metoder och tekniska lösningar för att stödja effektiv träning är ett annat delmål.

Under året har, bl. a. modeller och verktyg för informationsanalys samt metoder och verktyg för visualisering av kommunikation och bildinformation i multipla vyer, utvecklats och implementerats i MIND-ramverket. Metodik och teknik i ramverket har även prövats vid fältförsök och fältstudier.

Inom projektet "Gränserna för distribuerad simulering" har bl. a. jämförelser gjorts mellan HLA/RTI (RunTime Infrastructure) och GRIDS (Generic Runtime Infrastructure for Distributed Simulation) en alternativ infrastruktur med större flexibilitet. Det har gett insikter i styrkor och svagheter hos HLA-konceptet och om möjliga utvecklingslinjer mot en framtida efterföljare till denna standard. Genom projektet har kunskaper erhållits och rekommendationer kunnat ges om hur långt den förordade gemensamma arkitekturen HLA kan tillämpas, vilket ökar förutsättningarna för att göra riktiga bedömningar vid framtida större M&S-projekt.

Arbetet i projekt "Verifiering, Validering och Ackreditering (VV&A) av simuleringsmodeller" har under året främst inriktats på fyra olika delar:

En del rör frågan om man kan styra VV&A-arbetet utifrån ett riskperspektiv på modeller och simuleringar. Resultatet av en

genomförd studie visar att detta är användbart men omfattningen av riskanalysen måste anpassas efter tillämpningens art och syfte för att rätt balans mellan riskstudie, VV&A-arbete och övrigt modelleringsarbete skall uppnås. Att genomföra en riskanalys medför i sig att en ganska god känsla för modellens trovärdighet erhålls.

Andra delar rör områdena VV&C (Certifiering) av data och verifiering med hjälp av formella metoder. Här har god kunskap om problemens natur uppnåtts, vilket utgör en god bas för fortsatt arbete med att finna de lämpligaste metoderna och teknikerna.

Vid VV&A av distribuerade simuleringar ökar svårighetsgraden jämfört med andra modeller beroende på dels egenskaperna hos nätverket mellan de plattformar där de olika modellerna körs, dels beroende på att en modell inte uppfattar objektillstånden hos en annan modell på exakt likadant sätt.

Ett utnyttjandet av detaljerade syntetiska omgivningar leder till ökad realism vid textutbildning och träning. Projektet "Syntetiska omgivningar – metoder, tekniker, verktyg och standarder" har fortsatt den tidigare påbörjade fokuseringen kring ökad automatisering vid konstruktion av högupplösta omgivningsmodeller för simulatorsystem och ledningssystem.

Verksamheten har höjt kunskapsnivån inom området både vad gäller tekniker för framställning av omgivningsdatabaser och bearbetning av sensordata, samt vad gäller standarder för omvärldsbeskrivning.

Signalbehandlingen av laserradardata har delats in i ett antal signifikanta moment som vart och ett spelar en avgörande roll för ökad automatisk framtagning av omgivningsmodeller för simulering ska kunna realiseras. De metoder som introducerades under 2001 har förbättrats och utökats. Resultaten är mycket lovande och har väckt uppmärksamhet både inom organisationen och externt.

Projektet "Sensorsimulering i syntetiska omgivningar" har koncentrerats kring problematiken att skapa högupplösta syntetiska omgivningar vars omgivningsbeskrivning har utökats till att möjliggöra simulering av sensorer. För att det skall vara möjligt att simulera sensorer ställs nya krav på beskrivningen, både gällande material i omgivningen, atmosfär och mjukvaruimplementeringar av funktionalitet för sensorsimulering.

Det verktyg för sensorsimulering som projektet har tillgång till har testats och anpassats för att uppfylla de krav som ställs från tillämpningarna. Vidare har en mer sofistikerad modellering av objekt- och omgivningsmodeller skett. Den IR-modell över Prästtomta skjutfält som har skapats används redan vid generering av anflygningssekvenser för olika målföljarstudier.

Syntetiska omgivningar som möjliggör realistisk sensorsimulering medför väsentligt reducerade kostnader vid utprovning av prototyper av olika materialsystem med sensorfunktionalitet.

Årets arbete inom projektet "Demonstrator WVR (Within Visual Range)-strid" har syftat till att utvärdera den WVR-demonstrator, som tagits fram av ISD efter försvarsmaktens önskemål. Demonstratorn är en mycket enkel typlik simulator baserad på PC och COTS (Commercial off-the-self) produkter. Frågan från försvarsmakten är: hur bra fungerar en "billig" simulator för träning och utbildning? Vilka aspekter av demonstratorn var tillräckligt bra och vilka delar måste förbättras för att uppnå träningseffekter.

Utförliga tester har genomförts med riktiga stridspiloter som "försökspersoner". Demonstratorn visade sig emellertid ha alltför allvarliga brister för att utbildning ska kunna bedrivas med hjälp av den, framförallt beroende på brister i det visuella systemet. Erfarenheterna från WVR-demonstratorn kommer dock att tas till vara i en ny simulator som kommer att tas

fram under 2003 av SAAB i nära samarbete med HKV, FMV och inte minst FOI.

Målsättningen inom förstudien "Modellering och Simulering av mänskligt beteende, enskilt och i grupp" har under året inriktats mot att öka realismen och trovärdigheten hos simulerade soldater för avsutten strid i urban- och suburban miljö. Simulering av soldater i olika farkoster, dvs. operatörer, har inte ingått i förstudien.

Årets arbete har resulterat i att det nu finns förslag på:

- Vilken programvara försvarsmakten bör utvärdera mer noggrant genom att bygga en enklare demonstrator.
- Metodansats för att återföra beteendevetenskaplig data till simuleringar.
- Grundläggande algoritm för navigering i inomhusmiljöer.

Konceptet CMMS (Conceptual Models of Mission Space) ska underlätta interoperabilitet och återanvändning genom att ge utvecklarna av simuleringar tillgång till gemensamma och auktoriserade representationer av verkligheten. Väsentligt inom projektet "CMMS, konceptuell modellering" är att skaffa sig djupare insikter rörande infrastrukturen för och utvecklingsprocessen av CMMS samt av ingående komponenter i konceptet.

Under året har ett antal verktyg identifierats, som kan vara lämpliga att använda för arbete med kunskapsinhämtning och kunskapsbearbetning, KA/KE (Knowledge Acquisition / Knowledge Engineering). Dessa skall senare utvärderas med avseende på användbarheten. Den allmänna kunskapsnivån inom området har höjts, och djupare insikt rörande ingående komponenter i det tekniska ramverket i CMMS-konceptet har erhållits.

3 Den nationella och internationella utvecklingen inom området

Forskning inom modellering och simulering bedrivs nationellt och internationellt

såväl civilt som militärt. Civilt utvecklas modellering och simulering inom många olika områden, exempelvis teknik, matematik, ekonomi, systemvetenskap och humanvetenskap. Utveckling av teknik och metoder för modellering och simulering sker delvis vid universitet och högskolor men framför allt inom företag. Erfarenheter från utvecklingen av modellering och simulering civilt bör i högre grad än för närvarande tas tillvara inom försvaret och vice versa.

Internationella operationer och övningar har kommit att allt oftare inkludera även MoS. Detta ställer krav på att kunna arbeta i en gemensam begreppsvärld och med gemensamma ramverk såsom infrastrukturer och standarder. Att kunna följa upp, analysera och värdera insatsstyrkor blir också allt väsentligare för utveckling av insatsstyrkorna i det nya försvaret.

Det är viktigt att följa utvecklingen inom MoS genom att studera vissa större aktörer inom området. Den mest omfattande satsningen på MoS för försvarsändamål sker i USA. "Modeling and Simulation Master Plan" ger en inriktning för MoS för försvaret i USA. NATO har med utgångspunkt i denna plan utvecklat sin egen Masterplan för Modellering och Simulering. Även andra nationer som t ex England, Tyskland och Frankrike visar prov på intressanta satsningar.

Den inom modellerings- och simuleringsområdet internationellt ledande organisationen är *Simulation Interoperability Standardization Organization* (SISO), vad beträffar utvecklingen av standarder och riktlinjer avsedda att underlätta interoperabilitet och återanvändning. SISO stöds ekonomiskt av bland annat U.S. Army Simulation Training, and Instrumentation Command (STRICOM) och U.S. DMSO (Defense Modeling and Simulation Office).

I "Modeling and Simulation (M&S) Master Plan" som Department of Defense utgav 1995 uppställdes sex mål, varav det första var att utveckla ett gemensamt tekniskt ramverk för att underlätta såväl interoperabilitet mellan simuleringsmodeller som återanvändning av dessa. Tre väsentliga delar i detta ramverk är *Conceptual Models of Mission Space* (CMMS), *High Level Architecture* (HLA) och *Data Standardization* (DS).

Under året har verksamhet inom de två första av dessa tre delar bedrivits inom FoT-området Modellering och simulering. CMMS-konceptet består av såväl metoder för att skapa auktoriserade konceptuella modeller av militära operationer och lagring av dessa i en gemensam databas, som standarder för inhämtande, integrering och dokumentation av kunskap inom olika tillämpningsområden.

Distribuerad interaktiv simulering (DIS) står för att i en och samma simulering interagera olika simuleringsmodeller, verkliga objekt och mänskliga aktörer som kan vara geografiskt spridda. HLA är ett koncept som ger en ram för hur olika modeller skall utformas för att kunna samverka och användas i distribuerade simuleringar. En HLA-baserad simulering (HLA-federation) kan t ex bestå av två eller flera simuleringsprogram (federater) som vart och ett simulerar flera olika objekt. För att uppmuntra användningen av HLA har DMSO bl. a. utvecklat *Federation Development and Execution Process Model* (FEDEP), som är avsett att vara ett generellt ramverktyg för utveckling och exekvering av HLA-federationer. På konferenser diskuteras nu även alternativ till HLA eller hur HLA skulle kunna utökas eller förbättras för att passa de krav som både den kommersiella och den försvarsrelaterade MoS-marknaden har. Federater beskrivs i form av SOMar (Simulation

Object Models) och en federation i form av en FOM (Federation Object Model). FOMen har många fördelar men är komplex att bygga och har begränsningar vad gäller återanvändbarhet. Därför har under senare år växt fram ett stort behov av beskrivningar i form av BOMar (Base Object Model) som kan användas på ett komponentbaserat sätt som, legoblock för att bygga FOMar och SOMar. Inom SISO finns det en studiegrupp "The BOM Reference Study Group", som arbetar vidare med konceptet.

Data Standardization omfattar bland annat utveckling av lexika, format för datautbyte, riktlinjer för verifiering, validering och certifiering av data.

Med syntetisk omgivning (SO) avses allmänt en simulerad naturlig omgivning som vanligen representerar en verklig geografisk plats. Krav på vad den representerade omgivningen ska omfatta varierar stort mellan olika tillämpningar, men behoven av allt större och allt mer komplexa syntetiska omgivningar växer i takt med utvecklingen av MoS.

SEDRIS är en teknologi avsedd att möjliggöra en enad omgivningsrepresentation vid t ex distribuerad simulering. Detta åstadkoms genom en standardiserad datamodell med en entydig representation av data samt ett väldefinierat system för utbyte av data. Ex på en annan produkt, som tagits fram för att förenkla hantering av data med avseende på bl. a. spårbarhet, fullständighet och interoperabilitet inom omvärldsområdet är "the Common Data Model Framework (CDMF)", framtagen av Lockheed Martin.

Även inom andra viktiga områden som t ex ledningsområdet pågår arbete med att öka interoperabiliteten hos bland annat NATO-ländernas ledningssystem. Det betyder att mycket arbete pågår för att förbättra interoperabiliteten inom såväl simulerings- som ledningssystemområdet. Att öka interoperabiliteten mellan dessa områden är ett

nödvändigt och angeläget arbete, om modeller och system för simulering av ledning i framtiden ska kunna utnyttjas som integrerande delar av ledningsstödet.

Några viktiga problemområden med stor potential för modellering och simulering är FM:s utveckling mot ett nätverksbaserat försvar samt det ökade behovet av att på ett för t. ex. träning eller utbildning realistiskt sätt kunna modellera och simulera mänskligt beteende såväl enskilt som i grupp. Att såväl kunna modellera och simulera själva nätverket som funktioner i nätverket är nödvändigt för att i framtiden kunna dra nytta av de fördelar som ett nätverksbaserat och distribuerat försvar kan medföra. Här krävs bl. a. simulering av nätverket för att utvärdera parametrar som t. ex. robusthet, skalbarhet och optimering.

Representation av mänskligt beteende såväl enskilt som i grupp är ett eftersatt område i många simuleringar. I simuleringsövningar med hög realism som dessutom kräver många sam- och motverkande objekt finns stort behov av så kallade CGF:er eller datorgenererade styrkor, på olika nivåer, för att befolka simuleringar med tillräckligt många aktörer.

En ofta försummad del inom MoS är behovet av underlag och indata. En satsning fordras på rationellt utnyttjande av erfaren personal för modellunderlagsframtagning. Det är i alla modellutvecklingsprojekt av största vikt att på ett tidigt stadium kunna avgöra om de logiska sambanden är tillräckligt kända eller kan tas fram med tillräckliga resurser inom rimlig tid. Det kan exempelvis krävas spelverksamhet för att kartlägga stridens karaktär

4 Projektvisa beskrivningar av genomförd verksamhet

4.1 Web-baserade HLA-federationer och simuleringar – metoder och möjligheter (E6030)

Projektledare: Farshad Moradi
Systemteknik

4.1.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Projektet har under 2002 haft målet att undersöka och identifiera möjligheter, samt för- och nackdelar med att kombinera webbt teknologi och MoS. Insatserna har fokuserat kring komponentbaserad modellutveckling inom ramen för distribuerade simuleringar, decentraliserade lösningar för utdelning och effektivt utnyttjande av datorresurser, samt kollaborativa metoder för utveckling och exekvering av modeller. Projektet har behandlat frågor rörande identifiering av lämpliga metoder och tekniker som grund för byggandet av en miljö för utveckling och exekvering av webbaserade simuleringsmodeller med en fokusering kring följande frågor:

- Vilka metoder skall användas för komponentbaserad modellutveckling?
- Vilka är de effektivaste metoderna för att identifiera och utnyttja (outnyttjade) nätverksresurser på bästa sätt?
- Vilka metoder skall användas för att kunna effektivt samarbeta (för t. ex. utveckling av modeller) via nätet?

4.1.2 Genomförda aktiviteter

Arbetet har bedrivits i följande spår:

- *Komponentbaserad modellutveckling*

Arbetet inom detta spår påbörjades redan under 2001 med undersökning av HLA (High Level Architecture) som en standard för utveckling av komponentbaserade simuleringsmodeller. Möjligheterna har studerats och lämpliga tekniker har identifierats för utveckling av "superfederationer"

ner", dvs. federationer (modeller som samverkar i en distribuerad miljö) vars ingående federater (modeller) är federationer. I HLA-arkitekturen beskrivs federater på ett standardiserat sätt via deras SOM:ar (Simulation Object Model) och federationen via en FOM (Federation Object Model). En undersökning har gjorts för att identifiera metoder för automatisk matchning av federater via deras SOM:ar och automatisk utveckling av FOM:ar. Det senare resulterade i en utvärdering av SOM:arnas lämplighet som enda informationskälla för identifiering av lämpliga delmodeller, federater, och utveckling av sammansatta simuleringsmodeller dvs. federationer.

- Distribuerad exekvering av modeller i en peer-to-peer (P2P) -miljö

Under 2001 gjordes en undersökning av olika plattformar för utveckling av en P2P-miljö. P2P är en alternativ nätverksteknologi som inte utesluter, men som naturligt inte bygger på centraliserad kontroll. I ett P2P-nätverk kommunicerar nätverksenheter direkt med varandra, utan stöd från centrala servrar och resurser. På det sättet kan beräkningsresurser och data utnyttjas i varje enskild del av nätverket. Den P2P-plattform som används har utvecklats av Sun Microsystems. Under 2002 har arbetet genomförts med inriktning på utveckling av en distribuerad exekveringsmiljö med målsättning att kunna:

- utnyttja beräkningsresurser i ett nätverk av arbetsstationer ("Network of Workstation", NOW)
- använda ett distribuerat fildelnings-system (modellbibliotek)
- bygga på ett decentraliserat koncept (p2p-system)

De simuleringar som exekveras ska vara HLA-baserade.

Första steget i utveckling av en sådan miljö var att identifiera och ev. utveckla metoder för upptäckt och allokering av lediga resurser. Miljön har kopplats till vår webbaserade plattform.

- Övrigt

Förutom de ovannämnda spåren utfördes i samarbete med projektet "Nätverksbaserad Modellering och Simulering" dels en studie av kollaborativa metoder och dels en undersökning av lämpliga tekniker, metoder och verktyg för utveckling av en kollaborativ miljö för utveckling och exekvering av modeller.

Undersökning av state of the art inom området har resulterat i identifiering av ett antal intressanta nationella och internationella projekt.

Ett konferensbidrag utarbetades och presenterades vid European Simulation Interoperability Workshop 2002 (ESIW '02) i London. För övrigt har projektet haft nära samarbete med National University of Singapore (NUS), inom området komponentbaserad MoS, och KTH via bl. a. två examensarbetare.

4.1.3 Framkomna resultat/slutsatser

Planerade forskningsfrågor har behandlats. En prototyp av en webbaserad utvecklingsmiljö för HLA federationer har utvecklats, där man på ett komponentbaserat sätt kan skapa och exekvera federationer. Exekveringen sker dessutom i en P2P-(decentraliserad) miljö. Preliminära resultat visar på fördelarna med en sådan miljö och att det är fullt möjligt att bygga webbaserade HLA federationer.

Området bedöms ha stor potential och webbaserade simuleringar skulle kunna ha en central roll i framtida nätverksbaserade försvarssystem. Men för att kunna ha ordentlig nytta av området bör framförallt metodiken och tekniken vidareutvecklas.

4.1.4 Kunskapsspridning

Kunskapsspridningen inom projektet har skett genom regelbundna möten med projektet "Nätverksbaserad Modellering och Simulering", seminarier samt nära samarbete med KTH (via vår forskningschef, Rassul Ayani, och examensarbetare). Presentation av konferensbidrag till ESIW'02

i London mottogs väl av åhörarna och resulterade i ett antal värdefulla kontakter.

4.1.5 Nytta/effekter för Försvarmakten

Komponentbaserad utvecklingsmetodik har framgångsrikt använts inom olika industrier och discipliner under en längre period. Objektorienterad programvaruutveckling har t. ex. varit den utvecklingsmetodik som med fördel utnyttjats inom mjukvaruindustrin. Den största fördelen med komponentbaserad utvecklingsmetodik är återanvändbarheten. Istället för att bygga komplexa sammansatta system utvecklas mindre specialiserade delsystem med bestämda gränssnitt som kan kopplas samman i olika konstellationer för att bygga större system. En annan fördel är att eftersom samma ackrediterade delsystem använts för att bygga mer komplexa system får man bättre kvalitet på systemen.

Genom att utnyttja kollaborativa utvecklings- och exekveringsmetoder kan modellutvecklare, programmerare och användare som arbetar med samma projekt och är lokaliserade på olika orter samarbeta via nätet och tillsammans konstruera modeller, genom t. ex. komponentbaserad utvecklingsteknik. På så sätt ökar man modellernas kvalitet och användbarhet. Dessutom blir det möjligt för olika användare (t. ex. beslutsfattare), som befinner sig på geografiskt skilda platser med tillgång till nätverket, att kunna koppla upp sig mot varandra och i realtid följa samma simuleringar som alla dessutom kan interagera med, t. ex. lägga till nya enheter, ändra förutsättningar, osv.

En majoritet av dagens webbaserade applikationer bygger på det traditionella klient-server-tänkandet, vilket trots kontinuerlig utbyggnad av Internets kapacitet, skapar obalans i resursutnyttjandet. Välutnyttjade delar av nätet blir allt mer hårt trafikerade, medan andra förblir outnyttjade. Genom att distribuera exekveringen av simuleringsmodeller kan man på ett effektivt sätt utnyttja lediga resurser (såsom minne och

bearbetningskapacitet) på nätet. Exekvering kan initieras från klienter, medan modellerna själva körs på maskiner (med lediga resurser) som kan vara distribuerade (t. ex. alla datorer som inte för tillfället utnyttjas av sina användare).

4.1.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

För tillfället finns inga avtalsbundna internationella projektsamarbeten. Via projektet "Nätverksbaserad Modellering och Simulering" har dock ett nära samarbete med National University of Singapore ägt rum.

4.1.7 Fortsättning

Det långsiktiga målet för projektet har varit att erhålla en djupgående förståelse för området webbaserade simuleringar. Strävan har varit att identifiera hur och hur mycket webbteknologin påverkar modellering och simulering, samt för- och nackdelar med denna kombination. Framtidsvisionen är ett system med bl. a. följande egenskaper:

- Ett distribuerat nätverk med noder av olika slag, t. ex. sensorer, databaser, ledningscentraler, soldater utrustade med mobila informationsterminaler (handdatorer, mobiltelefoner, etc.), osv.
- Noderna kan anpassas för individuella användare så att nätverket kan ha olika funktioner.
- Noderna skall kunna erbjuda tjänster av olika slag t. ex. simuleringsmodeller, sensordata, geografiska informationssystem, osv.
- Den verkliga världen skall vara integrerad med en virtuell värld.
- Den virtuella världen skall kunna befolkas med datorgenererade styrkor på olika aggregationsnivåer för att simulera fiender och olika taktiska förhållanden.

Projektet kommer inte att fortsätta nästa år. Det är dock väsentligt att närmare få studera de frågor och aspekter på webb och

MoS som har identifierats inom projektet. Områden av särskilt intresse är kollaborativ MoS (framförallt kollaborativ exekvering av modeller), P2P (resursallokering och – utnyttjande, decentraliserade arkitekturer, etc.), komponentbaserad MoS och alternativa arkitekturer till HLA (analogier med programvaru- och systemutvecklingsprocesser, återanvändning och interoperabilitet), distribuerat modellbibliotek, generella webbaserade visualiseringsmoduler, samt påverkan av webb på andra MoS-områden, som t. ex. VV&A (verifiering, validering och ackreditering), CMMS (konceptuell modellering) och CGF:er (datorgenererade styrkor). Dessa kan byggas in och realiseras i form av en miljö bestående av två huvuddelar, en konstruktionsmiljö och en exekveringsmiljö.

4.2 Datorgenererade styrkor metoder och möjligheter (E6029)

Projektledare: Sten-Åke Nilsson
Systemteknik

4.2.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Det långsiktiga och övergripande målet med projektet är att studera möjligheter och förutsättningar för utveckling av CGF:er (Computer Generated Forces), samt att bidra till att bygga upp ett försvarsmaktsgemensamt referensbibliotek med modeller av datorgenererade styrkor på olika nivåer. Samtidigt finns verksamhetsmålet att skapa gedigen kunskap inom området datorgenererade styrkor för att bl. a. kunna stödja modellering och simuleringsverksamheten inom FM, FOI och industrin.

4.2.2 Genomförda aktiviteter

Arbetet började 2001 med att inventera marknaden vad gäller arkitekturer och verktyg för CGF-utveckling och göra jämförelser mellan dessa, samt utvärdera ett par olika arkitekturer genom att utveckla

enkla modeller av flygförare. Under 2002 har arbetet fortsatt med utveckling av flera prototyper, design av struktur och gränssnitt hos modellkomponenter samt en påbörjad uppbyggnad av komponentbaserade bibliotek. Som ett led i detta har projektet tagit fram gränssnitt för att skapa ”plug and play”-kompatibla modeller som enkelt ska kunna stoppas in i olika simuleringar.

Ett gränssnitt, ”Agentinterface”, till en av de mest använda arkitekturerna, Soar, har tagits fram. Gränssnittet är ett led i utveckling av biblioteksstrukturen och gör det lättare för en utvecklare att utnyttja kognitiva arkitekturer. Ett liknande gränssnitt för HLA kompatibilitet har påbörjats. Detaljerade planer för projektets fortsatta arbete har också tagits fram.

4.2.3 Framkomna resultat/slutsatser

En sammanställning av arkitekturer och verktyg för CGF-utveckling och en sammanställning av behov och frågor som måste bearbetas för projektets långsiktiga mål gjordes 2001. Fram till 2002 har fem CGF-prototyper och gränssnitt till några arkitekturer och mot några simuleringsmiljöer tagits fram.

4.2.4 Kunskapsspridning

En projektmedlem har i kontakt med personal vid FLSC och Markstridsskolan diskuterat deras behov och möjligheter att ställa upp som samarbetspartners vid den fortsatta utvecklingen av CGF-förare.

Deltagande i konferenser har resulterat i många kontakter med personer som arbetar inom området, även internationellt. Demonstration av framtagna prototyper är möjlig. En rapport om verksamheten under året har sänts till FM.

4.2.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Genom att använda datorgenererade styrkor kan man minimera både kostnaden för organisation, ledning och dirigeringsavdelningar som behövs för en effektiv och meningsfull simulering. Det skulle ur försva-

rets synvinkel vara värdefullt med att ha ett bibliotek av generiska styrkor som representerar olika militära och icke-militära enheter på olika aggregationsnivåer. Dessa skulle kunna användas som "plug-and-play"-moduler, som via ett givet gränssnitt kan kopplas till de simuleringar där de behövs. Användningsområdena är många, t.ex. träning, utbildning och analys. Förutom Marinens ledningsträningsanläggning MIMER, Flygvapnets LuftstridsSimuleringsCenter FLSC, och andra simulatorer kommer många militära projekt som Led-systX, NBF, Nätverkstrid, Strid i bebyggelse och IT-Krig/Framtida ledningssystem att vara betjänta av CGF:er för att simulera militära och icke-militära enheter på olika nivåer.

4.2.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Hittills har projektet inget avtalsbundet projektsamarbete. Det finns dock stora möjligheter att under 2003 medverka i en "Representation of Human Behavior in Constructive Simulation" Exploratory Group vilket troligen kommer utmynna i en Task Group under 2004.

4.2.7 Fortsättning

Områden under följande rubriker kommer att behandlas i fortsatt arbete under 2003 och framåt:

- Arkitektur och infrastruktur,
- Uppgiftsanalys och verkliga data,
- AI-teori och teknik samt kognitions-vetenskap,
- Samarbete, kunskapsinhämtning och kunskapsspridning.

Projektet kommer 2003 att utgöra ena halvan av ett större gemensamt projekt "CGF eller datorgenererade styrkor med mänskligt beteende" där den andra halvan är fortsättningen av projektet "Modellering och Simulering (MoS) av mänskligt beteende, enskilt och i grupp" (4.9).

4.3 Modellering och simulering:

Ramverk och metoder för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor (E7042)

Projektledare: Mirko Thorstensson
Ledningssystem

4.3.1 Behandlade frågor och forsknings-mål

Projektet syftar till att finna nya och effektiva metoder och ny teknik som kan stödja uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor inom totalförsvaret. Nya system för ledning och strid utvecklas inom FM för att genomföra ominriktning mot målbild 2010. Dessa nya system innebär en ökad komplexitet som kommer att kräva nya metoder för uppföljning och träning. Ett delmål för projektet är att vidareutveckla metoder för registrering av de komplexa händelseförlopp och ledningskedjor som blir aktuella.

Ett delmål för projektet är att utveckla modeller som är anpassade för datorstödd visualisering av de komplexa system och ledningskedjor som återfinns i sammansatta insatsstyrkor inom totalförsvaret. Nya tekniska lösningar kommer att behövas för att kunna registrera och visualisera hur personal och system interagerar. De visualiseringar som är resultatet av den uppföljning som metoder och teknik från detta projekt åstadkommer kan användas för att förändra och fördjupa utbildning och träning. Att finna metoder och tekniska lösningar för att stödja effektiv träning är ett annat delmål för detta projekt.

4.3.2 Genomförda aktiviteter

MIND-laboratoriet i Linköping används som en viktig del i att förmedla resultat till kunder samt erbjuda en mycket god forskningsmiljö för modellering, simulering och visualisering. Här har det också gjorts möjligt att illustrera nya metoder och teknik för visualisering av komplexa, distribuerade händelseförlopp.

En examensarbetare har utvecklat metoder och implementerat modeller och visualiseringsverktyg för att dynamiskt åskådliggöra skadeflöden vid militära och civila masskadesituationer.

Ramverket har vidareutvecklats för att effektivisera användarinteraktionen vid presentation av modeller av insatsförlopp. Informationen från insatsen kan filtreras i olika "teman" för att stödja analyser med olika informationsinnehåll.

Modeller och verktyg för informationsanalys har utvecklats och integrerats i ramverket. Generella modeller för att representera godtyckliga farkoster och föremål med dynamiska attribut har utvecklats och implementerats.

Utveckling av en HLA-anpassad version av ramverket för användning i datafusionslaboratoriet vid FOI i Linköping har understötts av projektet.

En metod och ett verktyg har utvecklats för att visualisera kommunikation och stödja kommunikationsanalys. Verket är implementerat som en komponent i MIND-ramverket och metoden presenterades på en internationell konferens och belönades med "Best Paper Award" vid den internationella konferensen för informationsvisualisering i London (Albinsson & Morin, 2002).

Metoder för registrering och analys av kommunikation användes vid fältförsök under ASSÖ 02 i februari. Vid ASSÖ presenterades projektet för Överbefälhavaren varvid nyttan och förväntade resultat förvisades.

Metoder och datorverktyg har utvecklats för att visualisera bildinformation i multipla vyer med möjlighet att koppla specifika datakällor till specifika bildvisare, vilket ger bättre förutsättningar att åskådliggöra parallella händelseförlopp. Vidare har metoder och verktyg utvecklats för att inkludera och visualisera textuell information i uppspelningsbara modeller av insatser. Verket är utvecklat för att

kunna hantera multipla vyer och filtrering till olika källor.

Metoder och teknik i ramverket har prövats genom att använda data och information från fältförsök tillsammans med sjöstridskrafter och amfibiebataljon och resultaten har beskrivits i en FOI-rapport.

Med Försvarsmaktens helikopterflottilj har samarbete ägt rum för att analysera fältförsök från 2001 samt vidareutveckla metoder och teknik för uppföljning och utveckling av förbandet. Nya metoder att visualisera helikoptertaktisk information har även diskuterats. Tillsammans med helikopterflottiljen har också en fältstudie genomförts vid en skarp insats där helikopterflottiljen lämnade "stöd till samhället vid svåra påfrestningar" (eftersökning av försvunnen person). Helikopterförbandets ledning och samverkan med polisen samt sökmetoder registrerades och studerades med hjälp av ramverkets metoder och teknik.

Inom ramen för vårt samarbetsavtal med US Army Simulation, Training and Instrumentation Command (STRICOM) presenterades ett gemensamt konferensbidrag vid ITEC 2002. I samband med konferensen utarbetades ett utkast till uppsatser till SAWMAS 2002 och ITEC 2003.

Tillsammans med våra amerikanska kollegor organiserade och genomförde FOI *The First Swedish American Workshop on Modeling and Simulation*, SAWMAS 2002, i Orlando. Workshopen var en aktivitet inom vårt informationsutbytesavtal och FOI deltog med sju bidrag. Förutom att organisera workshopen presenterade projektet två bidrag. Workshopen mötte stor uppskattning av alla deltagare och planeras att bli en återkommande aktivitet.

I samband med Workshopen genomfördes sju arbetsmöten med olika forskargrupper. Framtida samarbete och informationsutbyte diskuterades. Bland annat diskuterades samarbete med en forskargrupp ur TNO Human Factors. En forskare ur TNO deltar i den samverkansövning vår forskargrupp deltar i inom ramen för projekt finansiera-

de av Statens Räddningsverk och Socialstyrelsen.

Projektet har även samverkat med andra FOI-projekt: - bistått analys av fältmätning av IR-signaturer genomförda vid FOI tillsammans med andra ytstridsflottiljen och FMV, - stöd till projektet MOSART som valt att använda MIND-ramverket för visualisering av modeller och simuleringar.

4.3.3 Framkomna resultat/slutsatser

Forskning har resulterat i nya metoder och ny teknik för modellering och visualisering som stöd för uppföljning och träning sammansatta insatsstyrkor i Försvarsmakten. Försvarsmakten har därmed tillgång till metoder och verktyg, användbara på förband, för att stödja analys och utveckling av förbandsförmågor och system. Detta är ytterligare ett steg mot att i ett och samma system kunna hantera och analysera information från olika system med olika upplösning i tid och rum och med olika krav på detaljupplösning i underliggande modeller och data. Utvecklade metoder, modeller och programvaror är utbyggbara för framtida behov.

Medarbetarna i projektet har under året presenterat och publicerat fyra konferensbidrag, två tekniska rapporter och en doktorsavhandling - Morin, M. Multimedia representations of distributed tactical operations. Linköping studies in science and technology, Dissertation No.771, Linköping: Linköpings universitet.

Dokumentationen (Proceedings) från workshopen SAWMAS 2002 är publicerad som en FOI-rapport.

Fältförsöket med FM helikopterflottilj är beskrivet i ett FOI Memo.

En slutsats är att en generell och genomarbetad metodik och ett flexibelt ramverk stödjer rekonstruktion och analys av insatser, karakteriserade av distribuerade komplexa händelseförlopp, för olika frågeställningar inom ett flertal tillämpningsområden i totalförsvaret. En framgångsfaktor är möjligheten att skräddarsy komponenter

för modellering av specifika verksamheter och funktioner för integrering i det gemensamma ramverket. MIND-ramverkets användning vid fältförsöket i skarp insats har visat att uppföljning av sådana insatser är möjlig att genomföra.

Avgörande för kunna följa upp ledning, verksamhet och system är möjligheten att fånga data i befintliga system. Detta är idag inte möjligt i flertalet system i försvarsmakten vilket är en allvarlig brist som måste belysas. Detta behov accentueras i utvecklingen av det Nätverksbaserade försvaret (NBF).

4.3.4 Kunskapsspridning

Genom samarbete med personal ur Försvarsmaktens helikopterflottilj har kunskap från projektet överförts direkt till Försvarsmaktens personal.

Genom publicering vid ITEC 2002, IV'02 samt SAWMAS 2002 har våra forskningsresultat kvalitetssäkrats och spridits i det internationella forskningssamfundet.

Redovisningsseminarier har genomförts liksom kunddag för HKV STRA MoS.

Projektet har genomfört ett tiotal presentationer av forskningen för besökare vid FOI och bland annat föredragit forskningen för Försvarsdepartementet och den NBF-kurs som givits vid FOI för Försvarsmaktens personal.

Projektet har under året redovisats för bl. a. Försvarsminister Björn von Sydow och HKH Kronprinsessan Viktoria vid deras besök i MIND-Laboratoriet.

Samverkan har skett med Räddningsverket, Socialstyrelsen och Rikspolisstyrelsen varvid kunskap om forskningsresultaten spridits till dessa organisationer.

4.3.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Försvarsmaktens framtida förmåga kommer att utvecklas mot integrerade insatser med förband som är tillfälligt sammansatta efter uppgiftens karaktär. För att på ett kostnadseffektivt sätt kunna följa upp och träna dessa enheter och dess ledning krävs

det nya metoder och tekniska stöd. Detta projekt bidrar med ny kunskap som är av stor vikt i den processen. Internationellt samarbete är en viktig del projektet och detta innebär att Försvarmakten får tillgång till internationella resultat inom området modellering och simulering.

4.3.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Projektet verkar inom ramen för ett Information Exchange Agreement med USA (IEA-A-01-SW-1605) inom vilket forskningssamarbete med US Army STRICOM och ARL genomförs.

4.3.7 Fortsättning

Projektet fortsätter 2003 enligt plan.

4.4 Gränserna för distribuerad simulering (E6027)

Projektledare: Gunnar Holm
Systemteknik

4.4.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Projektets mål är att stödja FM vid tillämpningen av dess MoS-inriktning,

- dels med rekommendationer beträffande utnyttjandet av distribuerad simulering i olika typer av tillämpningar,
- dels genom att tillse att programvara utvecklad för forskningen kring distribuerad simulering kan återanvändas i FM:s MoS-tillämpningar

4.4.2 Genomförda aktiviteter

En jämförelse har gjorts mellan HLA/RTI (High Level Architecture / RunTime Infrastructure) och GRIDS (Generic Runtime Infrastructure for Distributed Simulation), en alternativ infrastruktur med större flexibilitet.

Försöken att skapa en gemensam testfederation med National University of Singapore med avsikt att pröva

- FEDEP (process för utveckling och exekvering av federationer) och federationsexekvering i långväga internationellt samarbete
- federationssamverkan mellan olika typer av modeller

har avancerat, men endast långsamt p.g.a. administrativa problem hos universitetet. Försöket kommer därför inte att kunna slutföras förrän under nästa år.

Den lv-federation, som tidigare använts för forskningsändamål inom projektet, har bearbetats för att kunna återanvändas.

Den internationella utvecklingen inom området har följts genom konferensbevakning. Vid EuroSIW 2002 har dessutom resultatet från föregående års jämförande studie mellan distribuerad och monolitisk modellarkitektur presenterats.

4.4.3 Framkomna resultat/slutsatser

Arbetet har givit ökade insikter i svagheter och styrkor hos HLA-konceptet och om möjliga utvecklingslinjer mot en framtida efterföljare till denna standard.

4.4.4 Kunskapsspridning

En bearbetad version av 2001 års resultatredovisning har utgivits som FOI-rapport. Projektet har presenterats vid ett seminarium vid HKV.

I samband med undervisning om MoS vid FHS informeras även om olika aspekter av distribuerad simulering. Likaså har rådgivning skett till andra projekt inom FOI.

En rapport (FOI Memo) om årets verksamhet och slutsatser har levererats.

4.4.5 Nytta/effekter för Försvarmakten

Projektet utgör ett viktigt led i tillämpningen av FM:s MoS-inriktning genom att ge kunskaper om hur långt den förordade gemensamma modellarkitekturen kan tillämpas. Därigenom ökar förutsättningarna för att göra riktiga bedömningar vid framtida större MoS-projekt, varigenom man minskar risken för dyrbara felsatser.

Bidrag till FM:s framtida repositorium med HLA-anpassade modeller.

4.4.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Endast informella samarbeten har ägt rum.

4.4.7 Fortsättning

Projektet upphör i och med detta år, men dess resultat förvaltas och utvecklas vidare i några andra projekt, fr.a. Nätverksbaserad simulering, CGF, Bemannade simulatorer, CMMS och VV&A.

4.5 Verifiering, Validering och Ackreditering (VV&A) av simuleringsmodeller

(E6032)

Projektledare: Gunnar Holm
Systemteknik

4.5.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Forskningen syftar i ett långsiktigt perspektiv till att stödja försvarets M&S-verksamhet genom att utveckla metodik för verifiering, validering och ackreditering och att ge förslag till hur denna metodik bör utformas i praktiska tillämpningar.

Under året har fokus legat på

- riskperspektivet d.v.s. identifiering av risker samt studier av kopplingen mellan risker och kostnader för att kunna inrikta V&V-åtgärder och avgöra VV&A-insatsernas omfattning,
- metodik för certifiering av data,
- de speciella problem som rör VV&A av distribuerade simuleringar,
- formella metoders användbarhet för verifiering av datoriserade modeller.

4.5.2 Genomförda aktiviteter

Frågan om man kan styra VV&A-arbetet utifrån ett riskperspektiv på modeller och simuleringar har analyserats, dels genom att använda projektet "Samverkande robo-

tar" som testexempel, dels genom litteraturstudier.

Datacertifiering har också studerats genom litteraturstudier och en struktur för ämnesområdet har utarbetats.

Även VV&A för distribuerad simulering studeras genom litteraturstudier, vilka tillsammans med erfarenheterna från tidigare HLA-baserade projekt legat till grund för en rapport.

Formella metoder för verifiering har inventerats och beskrivits avseende huvudsakliga användningsdomäner och lämplighet för modellering och simulering. Även "state of the art" beträffande den praktiska användningen av formella metoder i industrin har studerats.

Frågan om värdering och validering av demonstratorer har diskuterats. Fr.a. har arbetet inom FoRMA-projektet följts vad avser hur man där hanterar dessa problem.

Kontinuerliga samtal har förts dels med HKV för att stödja dess arbete att förbättra Försvarmaktens ackrediteringsprocess för system i allmänhet och modeller i synnerhet, dels med FMV för ett ömsesidigt erfarenhetsutbyte.

4.5.3 Framkomna resultat/slutsatser

Studien av riskperspektivet visar att det är användbart för att styra V&V-insatserna i ett projekt. Omfattningen av riskanalysen måste dock anpassas efter tillämpningens art och syfte för att rätt balans mellan riskstudie, V&V-arbete och övrigt modelleringsarbete skall uppnås. En riskanalys ger en ganska god känsla för modellens trovärdighet och stärker genom sin blotta existens riskmedvetandet hos både beställare och modellutvecklare.

Vid VV&A av distribuerade simuleringar ökar svårighetsgraden jämfört med andra modeller beroende på dels egenskaperna hos nätverket mellan de plattformar där de olika modellerna körs, dels beroende på att en modell inte uppfattar objektillstånden hos en annan modell på exakt likadant sätt. I princip skulle det senare kunna bemästras om varje delmodell var försedd med en väl

genomarbetad konceptuell modell, men här återstår mycket forskning att göra.

Både beträffande VV&C av data och verifiering med hjälp av formella metoder har en god kunskap om problemens natur uppnåtts, vilket utgör en god bas för att med fortsatt arbete finna de lämpligaste metoderna och teknikerna.

Resultaten har redovisats i en användarrapport och två FOI Memo.

4.5.4 Kunskapsspridning

Det Internet-dokumentet (www.vva.foi.se) om principerna för VV&A, som skapades föregående år har bearbetats och utvidgats en del.

Projektets resultat har presenterats vid ett seminarium vid HKV, vid FOI i Linköping och i samband med tre MoS-kurser på FHS.

4.5.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Projektet stöder Försvarsmaktens MoS-inriktning genom att utarbeta och utvärdera metodik för VV&A samt ge förslag till hur denna skall utformas i praktiska situationer.

4.5.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Det europeiska samarbetsprojektet "Common Validation, Verification and Accreditation Framework for Simulation" (Euclid 11.20 inom CEPA) har under året formulerats med deltagande från Frankrike, Italien, Nederländerna, Danmark och Sverige. Förutom FOI, som kommer att få ledningen för delprojektet "Problem analysis", medverkar från svensk sida även FMV.

Inom ramen för ett MoU med Storbritannien har en workshop om VV&A arrangerats i Ursvik den 27/5 med deltagare från FOI, DSTL och brittiska MoD.

4.5.7 Fortsättning

Under 2003 planeras följande verksamheter:

- Genom att gå in i och påverka VV&A-processen i andra projekt med aktiv mo-

dellutveckling pröva olika metoder och tekniker. Därigenom kan fördelar och nackdelar göras tydliga så att det går att identifiera de luckor som påfordrar ytterligare utvecklingsarbete.

- Tillvarata de kunskaper och erfarenheter som uppnås i andra projekt beträffande demonstratorvärdering med en beredskap till att i mån av behov göra dem generellare och/eller djupare.

- Studera problemen kring olika mått för VV&A.

- Aktivt deltagande i det europeiska samarbetsprojektet Euclid JP 11.20 "Common Validation, Verification and Accreditation Framework for Simulation".

- Stöd till och samarbete med HKV beträffande implementeringen av ackrediteringsprocessen i FM.

- Kunskapsspridning genom seminarier, kurser och rådgivning till andra projekt.

4.6 Syntetiska omgivningar – metoder, tekniker, verktyg och standarder (E3038)

Projektledare: Simon Ahlberg

Sensorteknik

4.6.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Projektet har fortsatt fokuserats kring ökad automatisering vid konstruktion av högupplösta omgivningsmodeller för simulatorsystem och ledningssystem. Att manuellt konstruera dessa typer av omgivningsmodeller är kostsamt, både tids- och resursmässigt, varför en process för att automatiskt konstruera omgivningsmodeller baserade på högupplöst inläsning från sensorsystem och andra källor är efterfrågat. Projektet har också fortsatt bevakningen av SEDRIS, en teknologi och föreslagna standard för att kunna möjliggöra en enad syn på omgivningen. Detta är nödvändigt för att öka möjligheterna till interoperabilitet mellan heterogena simulatorer, men även för att öka återanvändningen av omgivningsdatabaser och omvärldsbeskrivningar. SEDRIS är för närvarande under

granskning inför standardisering och den första komponenten förväntas nå standard-status under första halvan av 2003.

4.6.2 Genomförda aktiviteter

Inom projektets ramar har metodik för automatisk framtagning av omgivningsmodeller studerats. Olika nyckelmoment och tekniker har identifierats, metoder har utvecklats och testimplementerats. Studien inom SEDRIS har fortsatt och kontakterna har förstärkts i och med deltagande i EuroSIW 2002, då separata möten hölls med SEDRIS-teamet. Dessa kontakter utnyttjades även inom ett samarbetsprojekt mellan FOI, FMV och GeoSE gällande standarder och ramverk för hantering av omgivningsdata i Sverige. Vidare har projekten upprätthållit kontakt och utbyte med såväl Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå som Högskolan i Gävle.

4.6.3 Framkomna resultat/slutsatser

Verksamheten har höjt kunskapsnivån inom området syntetiska omgivningar både vad gäller tekniker för framställning av omgivningsdatabaser och bearbetning av sensordata, samt vad gäller standarder för omvärldsbeskrivning.

Signalbehandlingen av laserradardata har delats in i ett antal signifikanta moment som vart och ett spelar en avgörande roll för ökad automatisk framtagning av omgivningsmodeller för simulering ska kunna realiseras. De metoder som introducerades under 2001 har förbättrats och utökats. Resultaten är mycket lovande och har väckt uppmärksamhet både inom organisationen och externt.

4.6.4 Kunskapsspridning

Under året har ett antal seminarier och informationstillfällen hållits. Företrädare för projektet har anlitats som sakkunniga vid ett flertal tillfällen för att förmedla resultat och erfarenheter. Listan i slutet av rapporten redovisar ett antal artiklar, konferens-

bidrag och presentationer från detta projekt under 2002.

4.6.5 Nytta/effekter för Försvarmakten

Högupplösta syntetiska omgivningar kommer Försvarmakten till stor nytta inom en mängd områden. Till exempel vid urbana operationer är det av största vikt att omgivningsmodellen är av hög upplösning och är väl korrelerad med den faktiska terrängen för att det ska vara möjligt att planera truppinsatser och identifiera hot vid framryckning. Vidare gör högupplösta korrelerade omgivningsdatabaser det lättare att på ett korrekt sätt kunna simulera olika typer av sensorer och system, då dess representation av den verkliga terrängen överstiger det som tidigare ansetts möjligt. Detaljerade syntetiska omgivningar leder till ökad realism vid utbildning och träning. En gemensam datamodell för utbyte av omgivningsdata kommer Försvarmakten till nytta då det medför större tillgång till omgivningsdata, inte endast inom riket utan även vid internationella samoperationer. Vidare ger även en standardiserad utbytesmekanism för omgivningsdata att möjligheten till interoperabilitet mellan heterogena simulatorer och simuleringar ökar.

4.6.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

FOI har upprätthållit sina kontakter med SEDRIS Core Team i USA och behållit sin status som en SEDRIS Associate, vilket har skapat förutsättningar för ett fortsatt samarbete och utbyte av information.

4.6.7 Fortsättning

Den inledande verksamheten har gett många lovande resultat. Metoderna har accepterats och testats även utanför de områden de var avsedda. En fortsatt fokusering mot integrerade system och användningsområden kommer att bedrivas. Metoderna kommer att vidareutvecklas.

4.7 Sensorsimuleringar i syntetiska omgivningar (E3050)

Projektledare: Simon Ahlberg
Sensorteknik

4.7.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Projektet har koncentrerats kring problematiken att skapa högupplösta syntetiska omgivningar vars omgivningsbeskrivning har utökats till att möjliggöra simulering av sensorer. För att det skall vara möjligt att simulera sensorer ställs nya krav på beskrivningen, både gällande material i omgivningen, atmosfär och mjukvaruimplementeringar av funktionalitet för sensor-simulering.

4.7.2 Genomförda aktiviteter

En högupplöst IR-bild över Prästtomta skjutfält har skapats från sanna IR-sekvenser upptagna i samband med mätningar. Denna bild i kombination med en högupplöst omgivningsmodell skall kunna användas för framtida validering av sensorfunktionalitet i en simulerad omvärld. Vidare har problematik vid modellering behandlats, särskilt har korrelationen mellan materialansättning hos objekt och den underliggande geometrin undersökts och en klassificeringsmetodik har arbetats fram för att lösa dessa effekter.

4.7.3 Framkomna resultat/slutsatser

Det verktyg för sensorsimulering som projektet har tillgång till har vidare testats och anpassats för att uppfylla de krav som ställs från tillämpningarna. Vidare har en mer sofistikerad modellering av objekt- och omgivningsmodeller skett. Den IR-modell över Prästtomta skjutfält som har skapats används redan vid generering av anflygningsssekvenser för olika målföljarstudier.

4.7.4 Kunskapsspridning

Under året har ett antal seminarier och informationstillfällen hållits. Föreläsare för

projektet har anlitats som sakkunniga vid ett flertal tillfällen för att förmedla resultat och erfarenheter. Många av de tidskriftsartiklar, konferensbidrag och presentationer som redovisas under 4.6.4 är relevanta även för omgivningsmodeller för sensor-simulering.

4.7.5 Nytt/effekter för Försvarmakten

Detaljerade syntetiska omgivningsmodeller ger ökad realism vid utbildning och träning. Att kunna träna i en omgivning som är en noggrann avbild av den faktiska uppdragsterrängen skapar större lokalkännedom och leder till förbättrad lägesuppfattning och effektivitet. Genom att även anpassa omgivningsmodellerna för simulering av sensorer ges ökad realism och medför bättre kännedom om systemverkan och förmågor.

Dessa omgivningsmodeller kan även nyttjas för sensorsimulering som stöd till datafusionsforskningen inom nya ledningssystem.

Syntetiska omgivningar som möjliggör realistisk sensorsimulering medför väsentligt reducerade kostnader vid utprovning av prototyper av olika materialsystem med sensorfunktionalitet. Modellerna kan till exempel användas vid prestandabedömning av sensorer och system av sensorer, vilket kommer till nytta för SBA (simuleringsbaserad anskaffning).

4.7.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

För närvarande finns inget avtalsbundet samarbete. Dock utbyts information mellan FOI och utvecklarna av sensorsimuleringsverktyget.

4.7.7 Fortsättning

Verksamheten kommer även fortsättningsvis att fokuseras kring problematiken att modellera omgivningen så att realistisk sensorsimulering är möjlig. Ansatserna för automatisk materialklassning och korrela-

tion med geometri kommer att vidareutvecklas.

4.8 Demonstrator WVR-strid

(E7048)

Projektledare: Staffan Nählinger
Ledningssystem

4.8.1 Behandlade frågor och forskningsmål

Syftet med projektet är att utvärdera den WVR (Within Visual Range)-demonstrator (även kallad "illustrator"), som tagits fram av ISD på försvarsmaktens önskemål. Demonstratorn är en mycket enkel typisk simulator baserad på PC och COTS (Commercial off-the-shelf) produkter. Frågan från försvarsmakten är: hur bra fungerar en "billig" simulator för träning och utbildning? Vilka aspekter av demonstratorn var tillräckligt bra och vilka delar måste förbättras för att uppnå träningseffekter.

4.8.2 Genomförda aktiviteter

Under våren och sommaren genomfördes några utförliga tester av simulatorn med riktiga stridsflygare som "försökspersoner". Resultaten, både subjektiva skattningar och mer objektiva prestationsmått har analyserats.

Vidare har ett antal "pedagogiska verktyg" diskuterats fram som tros vara till stor nytta för framtida simulatorer i det här området. Dessa verktyg innebär funktioner i simulatorn som gör att största möjliga träningseffekt kan uppnås, genom att man utnyttjar den simulerade miljön på sätt man inte kan göra i verkligheten. Till exempel innebär det att "frysa" tiden i simulatorn för att i lugn och ro kunna diskutera en viss situation.

4.8.3 Framkomna resultat/slutsatser

Demonstratorn visade sig ha alltför allvarliga brister för att utbildning ska kunna bedrivas med hjälp av den, framförallt beroende på brister i det visuella systemet.

4.8.4 Kunskapsspridning

Erfarenheterna från WVR-demonstratorn ("WVR1") kommer att tas till vara i en ny simulator som kommer att tas fram under 2003. SAAB kommer att bygga denna simulator i nära samarbete med HKV, FMV och inte minst FOI. FOI har en stor medverkan, för att se till att den nya simulatorn ("WVR2") blir så bra så möjlig, med hänsyn till erfarenheter från demonstratorn ("WVR1") 2002, både vad gäller den faktiska simulatorn, men också vad gäller de pedagogiska verktygen.

4.8.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Förutom den direkta nyttan av erfarenheterna som går in i det nya projektet, har också kompetens byggts upp beträffande simulatorvalidering ur ett användarperspektiv. Metoderna för att utvärdera träningspotential är tillräckligt generella för att kunna användas i andra områden. Även de pedagogiska verktygen kan vara till nytta i andra simulatorer.

4.8.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Inget internationellt avtalsbundet projektsamarbete har förekommit.

4.8.7 Fortsättning

WVR2 kommer att byggas under 2003, och FOI MSI kommer ha en mycket aktiv del både vad gäller uppbyggnaden (erfarenheterna från WVR1) men också vad gäller valideringen av WVR2 ur ett användarperspektiv.

4.9 Modellering och Simulering (MoS) av mänskligt beteende, enskilt och i grupp

(E7047)

Projektledare: Håkan Hasewinkel
Ledningssystem

4.9.1 Behandlade frågor/forskningsmål

Syftet med projektet är att möjliggöra implementering av beteendevetenskapliga

data, såväl psykologiska som fysiologiska, i avsuttna datorgenererade 3D-soldater för användning i olika 3D-världar. Frågeställningar som behandlats berör bl.a.:

- Algoritmer för hur avsuttna soldater skall kunna förflytta sig på ett taktiskt korrekt sätt i 3D-världar.
- Metoder för att återföra psykofysiologiska data till simuleringar.

Målsättningen för projektet har varit att inom konceptet "modellering och simulering av mänskligt beteende enskilt och i grupp", öka realismen och trovärdigheten hos simulerade soldater för avsuttna strid i urban- och suburban miljö. Simulering av soldater, dvs. operatörer, i olika farkoster har inte ingått i förstudien.

4.9.2 Genomförda aktiviteter

Under år 2002 har projektet;

- Genomfört en mindre utvärdering av tre kommersiella programvaror för simulering av mänskligt beteende vid avsuttna strid.
- Genomfört ett enklare fältförsök syftande till att utveckla en metod för att återföra psykofysiologiska mätdata till en simulering.
- Påbörjat arbetet med att utvärdera en algoritm för navigering i en SIB (Strid i bebyggelse)-miljö.
- Påbörjat arbetet med att modifiera och vidareutveckla en COTS-plattform för användning inom MoS-utbildning av blivande officerare.

4.9.3 Framkomna resultat/slutsatser

De substantiella resultaten är relaterade till tre av de genomförda aktiviteterna. Förslag finns på:

- Vilken programvara försvarsmakten bör utvärdera mer noggrant genom att bygga en enklare demonstrator.
- Metodansats för att återföra beteendevetenskaplig data till simuleringar.
- Grundläggande algoritm för navigering i inomhusmiljöer.

4.9.4 Kunskapsspridning

Resultat och erfarenheter har redovisats vid ett flertal möten med olika projektintressenter bl.a. vid FMV, MSS Kvarn och industrin, syftande till att belysa aktuella frågeställningar inom ämnesområdet.

4.9.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Nytan för försvarsmakten är att få tillgång till den kunskap som finns inom det aktuella området och därigenom öka möjligheterna att skapa bättre och mer användbara simuleringar av människan, enskilt och i grupp. Det torde vara av stort intresse då allt fler militära operationer genomförs med avsuttna trupp i urban- och suburban miljö.

4.9.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

Projektet har inget avtalsbundet samarbete.

4.9.7 Fortsättning

Fortsättningen av projektet kommer 2003 att utgöra ena halvan av ett större gemensamt projekt "CGF eller datorgenererade styrkor med mänskligt beteende" där den andra halvan är fortsättningen av projektet "Datorgenererade styrkor, metoder och möjligheter" (4.2).

4.10 CMMS (konceptuell modellering) (E6035)

Projektledare: Vahid Mojtahed
Systemteknik

4.10.1 Behandlade frågor/forskningsmål

Resurser till projektet erhöles först under andra halvåret och då med målet att försöka bibehålla kontinuiteten i arbetet från 2001 samt förbereda och påbörja kommande och planerade aktiviteter.

Det primära målet enligt projektplanen har varit att:

1. undersöka vad som har hänt inom området under det senaste året.

2. undersöka andra parallella aktiviteter som pågår nationellt och internationellt.

3. planera och genomföra de första stegen i de tre planerade aktiviteterna inför år 2003, d.v.s. börja:

- studera KA/KE-processen (Knowledge Acquisition/Knowledge Engineering)
- värdera tillgängligheten och användbarheten hos de hittills framtagna verktygen
- analysera språkfrågan närmare.

Samtliga tre punkter (1-3) har behandlats enligt planen.

4.10.2 Genomförda aktiviteter

Utöver de ovan nämnda aktiviteterna har även följande aktiviteter genomförts:

- En uppdaterad och kompletterad version av förra årets förstudie har getts ut som en FOI-rapport.
- Ett besök på FSIW'02 (Simulation Interoperability Workshop, Fall 2002) med fokus på CMMS har gjorts med en relaterad FOI-reserapport som resultat.
- Försök att skapa kontakter med både internationella organisationer som CEPA, Nato/NMSG, SISO och nationella UoH som KTH har gjorts.
- Försök att identifiera beröringspunkter för att kunna föreslå samarbete med projekt såväl inom FOI (CGF, VV&A, NetSim) som utanför FOI (LedsystT) har gjorts.
- Ett CMMS-bidrag har inlämnats till konferensen CIMI'03.
- Utvecklingen inom området har följts genom både bevakning av konferenserna ER'2002 (21th International Conference on Conceptual Modeling), CAiSE'02 (The 14th International Conference on Advanced Information Systems), SIW:s (Simulation Interoperability Workshop), och aktivt deltagande i höstens SIW.

4.10.3 Framkomna resultat/slutsatser

Ett antal verktyg har identifierats som kan

vara lämpliga att använda för arbete med kunskapsinhämtning och kunskapsbearbetning (KA/KE). Dessa skall senare hämtas hem och utvärderas med avseende på användbarheten.

Försöket med att skapa kontakter har resulterat bl.a. i medlemskap i ett par s.k. "Study Groups" på SISO och även ett planerat informationsutbytesseminarium med KTH.

Utöver dessa konkreta resultat bör även nämnas att den allmänna kunskapsnivån inom området har höjts, och djupare insikt rörande ingående komponenter i det tekniska ramverket i CMMS-konceptet har erhållits.

4.10.4 Kunskapsspridning

Spridning av den kunskap som vi har skaffat oss under året kommer i första hand att ske genom de tre rapporter som skrivs inom projektet.

Utöver detta har kurs inom Konceptuell Modellering och CMMS hållits på FHS och seminarium om CMMS hållits internt på FOI.

4.10.5 Nytta/effekter för Försvarsmakten

Nytan av konceptuella modeller, som en gemensam utgångspunkt vid utveckling av konsistenta och auktoriserade simuleringsmodeller, har påvisats i tidigare studier. Likaså är detta fallet beträffande utvecklingen av ett gemensamt tekniskt ramverk. Detta ramverk skall underlätta för alla typer av simuleringsmodeller att samverka sinsemellan samt befrämja återanvändbarheten av dessa modeller.

4.10.6 Internationellt avtalsbundet projekt-samarbete

För närvarande inget.

4.10.7 Fortsättning

Projektet fortsätter 2003 enligt plan.

5 Rapporter och annan kunskapsöverföring

Rapporter

Vetenskapliga och metodrapporter

Författare	Titel	Uppdr.nr	Rapp.nr
Eliasson Fredrik	Risk perspective on verification and validation efforts in simulation models specifically on an autonomous co-operating missile system model.	E6032	FOI-S--0694--SE
Garcia Lozano Marianela	Finding One's Way through Simulation Space - A Study of Methods and Parameters for Model and Simulation Development in the Swedish Defence.	E6027	FOI-S--0690--SE

Övriga rapporter

Författare	Titel	Uppdr.nr	Rapp.nr
Bergsten Ulla	Ett riskperspektiv på verifiering, validering och ackreditering av simuleringsmodeller.	E6032	FOI-R--0738--SE
Borgvall Jonathan, Nählinder Staffan, Andersson Jan	WVR-Illustrator Evaluation: Using pilot expertise for future development	E7048	FOI-R--0710--SE
Castor Martin, Wallin Niclas, Nilsson Sten-Åke, Moradi Farshed	Datorgenererade styrkor - metoder och möjligheter	E6029	FOI-R--0688--SE
Fjordén Joel	Representation and visualisation of casualty flows in rescue operations.	E7042	FOI-R--0496--SE
Holm Gunnar	Gränserna för distribuerad simulering.	E6027	FOI-R--0413--SE
Jenvald Johan, Palmgren Sören	Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation, SAWMAS 2002	E7042	FOI-R--0597--SE
Mojtahed Vahid, Garcia Lozano Marianela, Ulriksson Jenny, Holm Gunnar	CMMS - Konceptuella modeller av militära operationer.	E6035	FOI-R--0629--SE
Moradi Farshad, Eklöf Martin, Ulriksson Jenny	Web-baserade HLA-federationer och Simuleringar - Metoder och Möjligheter	E6030	FOI-R--0739--SE
Sporre Lena	Årsrapport 2001 för FOIs forskning inom FoT-området Modellering och Simulering.	IS102	FOI-R--0348--SE
Thorstensson Mirko, Jenvald Johan, Morin Magnus	Modellering och visualisering av marina förband.	E7042	FOI-R--0524--SE

Artiklar

Författare	Titel	Uppdr.nr	Rapp.nr
Jenvald J, Morin M, Kincaid P J	Framework for web-based dissemination of models and lessons learned from emergency-response exercises and operations.	E7723	FOI-S--0403--SE
Persson Å, Holmgren J, Söderman U	Detecting and measuring individual trees using an airborne laser scanner.	E3038	FOI-S--0749--SE

Konferensbidrag

Författare	Titel	Uppdr.nr	Rapp.nr
Ahlberg S, Söderman U	From environment data collection to high resolution synthetic natural environments.	E3038	FOI-S--0744--SE
Ahlberg S	Towards automatic reconstruction of application specific synthetic environments.	E3038	FOI-S--0745--SE
Albinsson P-A, Morin M	Visual exploration of communication in command and control.	E7042	FOI-S--0668--SE
Ayani R, Moradi F, Tan G	Optimizing Cell-size in Grid-Based DDM.	E6027	FOI-S--0604--SE
Ayani R, Moradi F, Tan G, Zhang Y	Grid-based Data Management in Distributed Simulation.	E6027	FOI-S--0603--SE
Ayani R, Moradi F, Moss G, Oxenberg P, Sauerborn G, Tan G	HLA Ownership Management Services: We almost get it right	E6027	FOI-S--0597--SE
Crissey M J, Thorstensson M, Morin M, Jenvald J	How modeling and simulation can support MEDEVAC training.	E7042	FOI-S--0677--SE
Danielsson B, Jenvald J, Svensson E	Pedagogical tools for within visual range (WVR) fighter pilot training.	E7048	FOI-S--0453--SE
Elmqvist M	Ground surface estimation from airborne laser scanner data using active shape models.	E3038	FOI-S--0746--SE
Garcia Lozano M, Holm G	Distributed simulation based on HLA versus simulation support environments - A Comparison.	E6027	FOI-S--0574--SE
Jenvald J, Crissey M J, Morin M, Thorstensson M	Training novice observers to monitor simulation exercises.	E7042	FOI-S--0454--SE
Liang X, Moradi F, Tan G,	Using Agents to perform Data Filtering in High Level Architecture.	E6027	FOI-S--0600--SE
Liang X, Moradi F, Tan G, Taylor S	Agent-based DDM for High Level Architecture.	E6030	FOI-S--0599--SE
Moradi F, Ayani R, Tan G	Object and Ownership Management in Air Traffic control Simulations.	E6030	FOI-S--0598--SE
Moradi F	Data Distribution and Ownership Management in Distributed Simulations.	E6027	FOI-S--0605--SE
Moradi F, Ngee Ng W, Tan G	Aggregation/Disaggregation in HLA Multi-Resolution Distributed Simulation.	E6027	FOI-S--0601--SE
Morin M	Modeling distributed tactical operations for command and control analysis.	E7042	FOI-S--0676--SE
Svensson E, Nählinder S, Danielsson B, Jenvald J	Pedagogical tools for within visual range (WVR) fighter pilot training - another step forward.	E7048	FOI-S--0748--SE
Söderman U, Ahlberg S	High resolution synthetic natural environments for modeling and simulation.	E3038	FOI-S--0739--SE
Ulriksson J, Moradi F, Svensson O	Web-based environment for building distributed simulations.	E6030	FOI-S--0596--SE

FOI Memo

Författare	Titel	Uppdr.nr	Dnr
Ahlberg Simon	Verksamhetsrapportering 2002, projekt "Syntetiska omgivningar" och "Sensorsimulering".	E3038	02-3059
Bergsten Ulla, Holm Gunnar, Sporre Lena, Yi Choong-ho	Verifiering, validering och ackreditering av simuleringsmodeller. Verksamhet och resultat under 2002.	E6032	02-1708:3
Garcia Lozano Marianela, Mojtahed Vahid, Ulriksson Jenny, Yi Choong-ho	CMMS - Slutrapport för verksamhetsåret 2002.	E6035	02-3224
Hasewinkel Håkan	Hur skall vi bygga en avsutten soldat för användning i 3D-simuleringar?	E7047	02-3200
Holm Gunnar	Gränserna för distribuerad simulering. Verksamhet och resultat 2002.	E6027	02-1707:2
Holm Gunnar	Verifiering, validering och ackreditering av simuleringsmodeller. En litteraturstudie.	E6032	02-1708:2
Olsson Hans-Åke	Travel report Orlando September 2001.	E7769	02-59
Thorstensson Mirko	Rapportering av genomfört seminarium för projektet Modellering och simulering: ramverk och metoder för uppföljning av sammansatta insatsstyrkor.	E7042	02-3105
Thorstensson Mirko	Rapportering av genomfört fältförsök med FM helikopterflottilj.	E7042	02-2918

