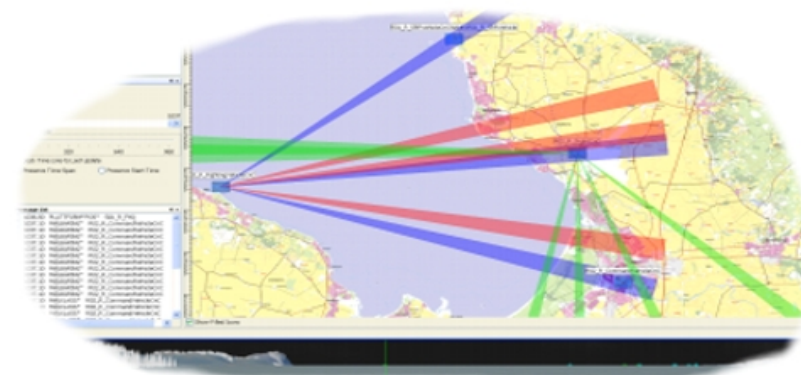


LARS TYDÉN, HANNA ANDERSSON, ULRIKA ANDERSSON, FREDRIK FORSLUND,
LEIF FESTIN, DANIEL HAAVISTO, MORGAN NORDIN, SEBASTIAN OLSSON,
MIKAEL PETERSSON, PETER KLUM, CHRISTER WIGREN



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.

Lars Tydén, Hanna Andersson, Ulrika Andersson, Fredrik Forslund, Leif Festin,
Daniel Haavisto, Morgan Nordin, Sebastian Olsson, Mikael Petersson, Peter
Klum, Christer Wigren

Lägesrapport

Duellsimulering framtida telekriginsatser

Utgivare FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--2136--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 6. Telekrig och vilseledning	
	Månad, år December 2006	Projektnummer E7015
	Delområde 61 Telekrigföring med EM-vapen och skydd	
	Delområde 2	
Författare/redaktör Lars Tydén Morgan Nordin Daniel Haavisto Hanna Andersson Peter Klum Leif Festin Mikael Petersson	Projektledare Lars Tydén	
	Godkänd av Martin Rantzer	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Lars Tydén	
Rapportens titel Lägesrapport Duellsimulering framtida telekriginsatser		
Sammanfattning Rapporten beskriver genomförd verksamhet inom projektet Duellsimulering framtida telekriginsatser under 2006. Projektet är treårigt och bedrivs inom FoT 16 från 2006 till och med 2008. Projektet använder och vidareutvecklar ramverket EWSim (Electronic Warfare Simulation interface model) för distribuerade telekrigssimuleringar till vilket modeller integrerats och nyutvecklats. Ramverket består av tre delar: • Scenarioplanering och konfiguration (NetScene) där olika plattformar (t ex stridsvagnar och helikoptrar) konfigureras med olika komponenter (t ex sensorer och vapen). Dessutom kan räckviddsberäkningar utföras. • Dynamisk duell. Realtidssimulering av ingående delar. • Utvärdering där dueller kan återuppspelas och loggade data analyseras. Under året har det tillkommit planeringsdelar i form av verktyget EWPlan där man i dagsläget kan presentera ett antal yttäckningsdiagram. Det teoretiska underlag som tagits fram inom EWPlan är dock betydligt mer omfattande än det som finns implementerat i programmet. EWSim har vidareutvecklats med en rad generiska modeller, t ex ett traditionellt andra generationens pansarvärnsrobotsystem och olika signalspaningssystem som använder antingen bäringar eller tidmätning för positionering samt en modell av UV-varnare.		
Nyckelord Simulering, telekrig, elektrooptik (EO), radar, kommunikation, HLA, federation, EWSim, EWPlan, HLA.		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 28 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--2136--SE	Report type User report
	Programme Areas 6. Electronic Warfare and deceptive measures	
	Month year December 2006	Project no. E7015
	Subcategories 61 Electronic Warfare including Electromagnetic Weapons and Protection	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Lars Tydén Ulrika Andersson Hanna Andersson Leif Festin Fredrik Forslund Daniel Haavisto Peter Klum	Project manager Lars Tydén	
	Approved by Martin Rantzer	
	Sponsoring agency FM	
	Scientifically and technically responsible Lars Tydén	
Report title (In translation) Status report for the project Future Electronic Warfare Duel Simulation		
Abstract This document describes the work of the project Future Electronic Warfare Duel Simulation during 2006 to 2008. The project uses and improves the multispectral framework EWSim (Electronic Warfare Simulation interface model) for distributed electronic warfare simulations. The framework consists of three parts, one for scenario planning and configuration, where models are configured and where some range calculations can be made, one for dynamic duels, and finally one assessment module where the duels can be replayed and logged data analyzed. EWSim has models of platforms, countermeasures, warners, sensors and missiles with target trackers and motion models. In 2006 a planning tool EWPlan has been developed. The planning tool currently gives coverage diagrams showing the influence of Electronic Warfare in various scenarios. A lot more theoretical work has been done, which can be implemented in the future. EWSim has been further developed with a number of generic models, e.g. a second generation anti tank missile and a generic direction finder for traditional direction finding and Time Difference of Arrival. Another example is UV-warners currently being implemented in the Swedish defense.		
Keywords Simulation, Electronic Warfare (EW), Electro-Optical (EO), HLA, Federation, Radar, Communication, EWSim, EWPlan.		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 28 p.	
Price acc. to pricelist		

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Projektbeskrivning	5
1.2	Bakgrund	6
1.3	Metod	6
1.4	Genomförd verksamhet	8
2	Planeringsverktyg	9
2.1	Terräng och kartdata	9
2.2	Radar	10
2.3	Optronik	12
2.4	Kommunikation	14
2.4.1	Nätverk	14
2.4.2	Placeringsstöd signalspaning	15
2.4.3	Placeringsstöd störning	15
2.5	Tidshantering	16
3	Duellverktyg	17
3.1	Integration med operatörmiljö	17
3.2	Radar	17
3.2.1	Allmänna förbättringar	17
3.2.2	Vidareutveckling av radarmodellen	17
3.2.3	Remsor	18
3.3	Optronik	18
3.3.1	UV-varnare	18
3.3.2	PV-robot	19
3.4	Kommunikation	20
3.4.1	Nätverkskommunikation	20
3.4.2	Signalspaning och störning	20
3.5	Övrigt	21
4	Analys	22
4.1	EWLogger	22
4.1.1	Uppspelning	22
5	Kunskapsöverföring	23
6	Diskussion	24
7	Fortsatt verksamhet	26
8	Referenser	28

1 Inledning

Rapporten beskriver genomförd verksamhet inom projektet *Duellsimulering framtida telekriginsatser* som under 2006 bedrivits inom FoT 16. Projektet är treårigt och pågår från 2006 till och med 2008.

1.1 Projektbeskrivning

Dagens försvar har begränsade resurser att utbilda förband i telekrigföring. Det är också svårt att vidareutveckla teknik och taktik eftersom antalet tillfällen för övningar och praktiska prov är begränsade. Med simuleringsverktyg kan bilden radikalt förändras. Verksamheten ämnar komma FM (Försvarmakten) till nytta genom att:

- Stödja utveckling och kravsättning på samverkande telekrigssystem.
- Öka förståelsen för nyttan av samverkande system.
- Använda modeller som planeringsverktyg inför fältprov, övningar och vid internationella insatser.
- Utbilda i telekrigföring på olika plan för framtida beredskap i konfliktsituationer.
- Utveckla modeller som ger tillfälle att öva och utveckla telekrigsförmåga där det annars inte är möjligt på grund av tid, sekretess eller personsäkerhet.

Slutmålet för projektet är att år 2008 kunna demonstrera exempel på duellsimuleringsverktyg som kan användas som hjälpmedel för bland annat planering och värdering av telekriginsatser vid internationella insatser. Simuleringsmiljön som demonstreras har integrerade nätverkslösningar för samverkande sensor- och telekrigsfunktioner i olika våglängdsområden i dueller några mot några. Simuleringsresultat från modellerna kommer att kunna utnyttjas för systemstudier inom telekrig (Tk) inför internationella insatser.

Som delmål ska projektet:

- Utveckla metodik och modeller i kundnära samverkan för värdering av tekniska telekrigdueller inom kommunikation, radar, och optronik.
- Ta fram metodik för värdering av telekrig i scenarier med olika militära enheter och multispektralt samverkande system.
- Stödja FM i frågor avseende telekrigvärdering.

1.2 Bakgrund

I många militära operationer är kombinationer av radar- (RR) och elektrooptiska (EO) system som samverkar med hjälp av radiokommunikation en realitet. Med telekrig finns möjligheten att skaffa information om motståndarens medel och förmåga (ES, Elektronisk Stödverksamhet), skydda sig mot motståndarens vapen (EP, Elektronisk Protektion) och dessutom ha verkan (EA, Elektronisk Attack). Det är viktigt att ha kännedom om hur dessa förmågor kan utnyttjas både enskilt och tillsammans. För att kunna utnyttja telekrigsförmågor på bästa sätt är det viktigt hur ledningsstödet är utformat.

En vanlig metod att utvärdera telekrig och dess användning är simuleringar. Att utveckla ett ramverk för simuleringar är ett omfattande arbete, och det är därför bra om ett sådant ramverk är flexibelt och fungerar för flera olika typer av plattformar i mark-, luft- och sjöfallet. Dessutom bör ramverket använda den vanligast förekommande simuleringsstandarden HLA (High Level Architecture) [HLA] som gör det lättare att bli interoperabel med modeller utvecklade av andra.

Det föregående projektet *Duellsimulering telekrig* tog fram en simuleringsmiljö som kan simulera telekrig i ett nätverksbaserat försvar. Det nya projektet *Duellsimulering framtida telekriginsatser* (DFTk) tar tillvara och vidareutvecklar simuleringsmiljön för nya behov som finns vid de framtida telekriginsatserna. Dessa kan dels ses i ett perspektiv av att vi kommer att få mer och mer nätverksbaserade lösningar men även att det kommer att krävas snabba internationella insatser med sammansatta förband i internationell samverkan.

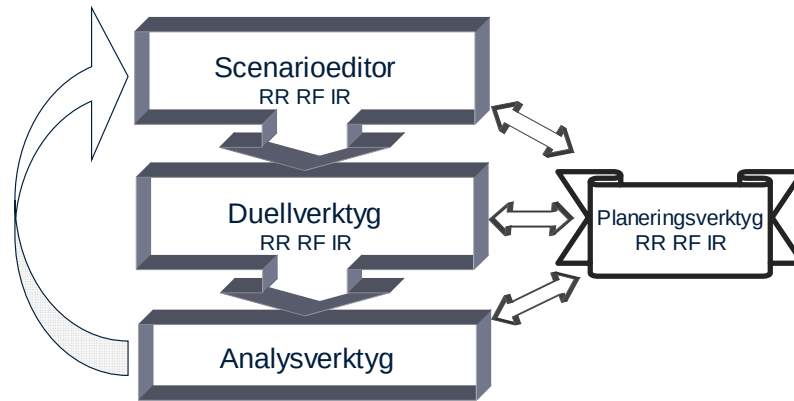
1.3 Metod

Projektet använder och vidareutvecklar ramverket *EWSim* (Electronic Warfare Simulation interface model) för distribuerade telekrigssimuleringar till vilket modeller integrerats och nyutvecklats. Ramverket består av tre delar (Figur 1):

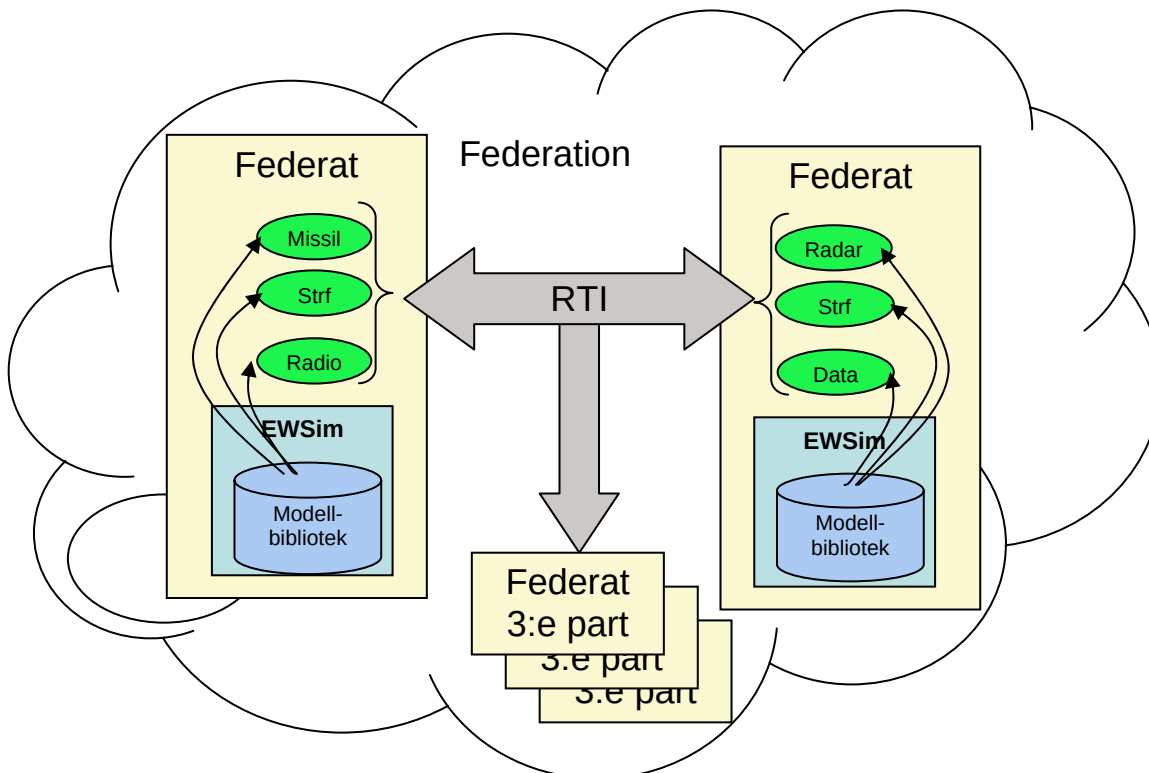
- Scenarioplanering och konfiguration (NetScene) där olika plattformar (t ex stridsvagnar och helikoptrar) konfigureras med olika komponenter (t ex sensorer och vapen). Dessutom kan räckviddsberäkningar utföras.
- Dynamisk duell. Realtidssimulering av ingående delar.
- Utvärdering där dueller kan återuppspelas och loggade data analyseras.

EWSim använder sig av HLA vilket innebär att program som ska överföra simuleringsdata mellan varandra gör detta enligt HLA-standarden m h a en RTI-applikation (Run-Time Infrastructure) som tillhandahåller gränssnitt så att data utbyts på ett kontrollerat och standardiserat sätt. Ett program som är anslutet till ett RTI kallas för en federat och alla program som ingår i en och samma simulering och är anslutna till detta RTI för en federation.

EWSim innehåller alla modeller (plattformar, utrustningar etc.) i ett bibliotek. Vid start av en federation startas en eller flera *EWSim*-applikationer. Applikationen skapar en federat dynamiskt vilket Figur 2 illustrerar och startar precis de modeller som behövs (och inga andra). Kopplingen mellan olika modeller sker endast via RTI. Det är därför lätt att lägga till, ta bort eller byta ut olika modeller efter behov.



Figur 1 Beskrivning av hur *EWSim* konceptuellt är uppbyggt.



Figur 2 *EWSim* som federat.

Att ha ett bra ledningsstöd för Tk-förmågor är en viktig del i hur dessa förmågor ska kunna utnyttjas på bästa sätt. Av den anledningen har ett planeringsverktyg utvecklats. Verktöget kallas *EWPlan* och kan dels användas som en helt fristående applikation eller tillsammans med de dynamiska simuleringsmodellerna. I det senare fallet är *EWPlan* en del av simuleringen och används innan, under och efter duellsimuleringen. Då *EWPlan* fokuserar på telekrig måste det ge stöd för de ofta komplexa situationer som uppstår när mål, sensorer och störare är utplacerade i terrängen och interagerar med varandra. Därför räcker inte enklare metoder som t ex att rita direkt på en papperskarta. Istället behövs stöd i form av ett datoriserat verktyg. Planeringsverktyget *EWPlan* är den testbänk där man kan prova idéer som i en framtid kan tänkas bli operativa. Genom den plugin-baserade arkitekturen i *EWPlan* så är det enkelt att utveckla nya moduler.

1.4 Genomförd verksamhet

Under 2006 har arbetet med planeringsverktyget *EWPlan* inletts. Verksamheten har genomförts genom att först ta fram och dokumentera teoretiska underlag som sedan delvis designats och implementerats. Arbetet redovisas i rapporten *Planeringsverktyg EWPlan med yttäckningsberäkningar för kommunikation, radar och optronik* [EWPLAN] och en referensgrupp kommer under nästa år att få tycka och tänka runt detta.

I *EWSim* finns sedan tidigare ett flertal tredje generationens målsökare av typen fire-and-forget men de flesta robotsystem som används operativt idag utnyttjar andra generationens styrmetoder SACLOS (Semi-Automatic Command to Line of Sight). Därför har en generisk modell av ett traditionellt andra generationens pansarvärnsrobotsystem implementerats. Helikopter 14 kommer att utrustas med en UV-varnare och av den anledningen så har en sån modell utvecklats.

De dynamiska telekrigmodellerna har under året fått ett gränssnitt för att kunna simuleras med en ledningsfunktion. Detta arbete har till stor del utförts inom projektet *Ledningskrigförings-simulatore*n (LKS) vilket är ett demonstratorprojekt som leds av FMV. LKS-projektet har under året utnyttjat ett flertal av de modeller som finns utvecklade på telekrigsidan. Dessutom har DFTk-projektet stöttat LKS med modeller av signalspaningssystem som använder traditionell pejling (som ger bäringar) eller Time-Difference-Of-Arrival (TDOA) för positionering. Inom LKS har även en HLA-kompatibel nätverksmodell med inbyggda protokoll utvecklats. Nätverksmodellen kan nu användas tillsammans med pejling och störning inom Tk-området och simulera nätverkeffekter som Joint tactical Radio System (JTRS) har på telekrigssystem.

Projektets modeller har under året nyttiggjorts externt mot BAE Systems Hägglunds och IKS¹.

¹ Internationella Korvettstykan

2 Planeringsverktyg

I detta kapitel ges en kort beskrivning av det arbete som genomförts för planeringsverktyget. En mer detaljerad beskrivning finns i en separat rapport [EWPLAN]. Verktöget *EWPlan*, som är en del av simuleringen, används innan under och efter duellsimuleringen men kan även användas helt fristående. Verktöget blir hemligt först när modellerna är parametersatta med skarpa data som ligger i separata konfigurationsfiler.

2.1 Terräng och kartdata

Då simulering av telekrig i många fall är beroende av den omgivande terrängen behövs ett sätt att införa terräng- och kartdata till både planerings- och duellverktyget. Därför har verktyget *EWMapEditor* utvecklats där standardiserade geodataformat importeras och behandlas för att tillgodose behovet av data för beräkningar samt visuell presentation i 3D och 2D, se Figur 3 och Figur 4.



Figur 3 En 2D-karta över Ångelholm från EWMapEditor, manérsatt för att efterlikna tryckta 1:50 000 Terrängkartan.

För simulering i *EWSim* behövs terränginformation i ett format som lämpar sig för 3D-visualisering i realtid. Traditionella geodata representeras sällan eller aldrig på detta sätt, varvid en konvertering från tillgängliga data är nödvändig. För att inte överbelasta simulering och grafikrendering med för mycket data krävs även att data struktureras så att den går att komma åt i varierande detaljrikedom. Typiskt för renderingen är att fler detaljer återges nära betraktaren än vad som återges på längre avstånd.



Figur 4 Vy över 3D-terräng väster om Kabul genererad med EWMapEditor (Hkp14 i förgrunden).

Förutom 3D- och 2D-modeller för visualisering och siktlinjes-/kollisionsberäkningar är tanken att *EWMapEditor* även ska tillgodose behovet av geografiska data för olika typer av simuleringar. Dessa kan vara markklassningstabeller för beräkning av vågutbredning och framkomlighet, samt IR- och årstidanpassade texturer.

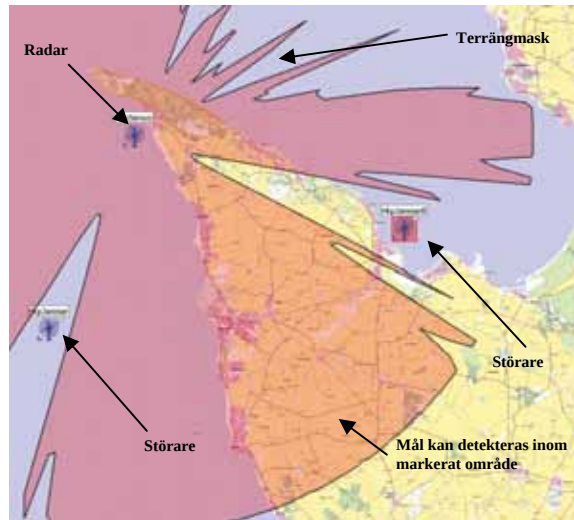
2.2 Radar

Planeringsverktygets radardel kan till exempel användas för att placera ut ett radarsystem med så stor yttäckning som möjligt eller för att, givet en utplacerad radarstation, bestämma bästa rutt för en plattform för att minimera upptäckt.

Om plattformen inte är utrustad med någon form av täckande störning är det väsentligen *line-of-sight* (en beräkning av hur långt man kan se i en viss riktning utgående från en viss punkt beroende på terrängens höjddata), radarns räckvidd samt plattformens uppvisade radarmålarea som bestämmer om plattformen upptäcks. Om däremot plattformen är utrustad med en brusstörare måste hänsyn tas till genombrottsavstånd, d v s om radarekot vinner över störningen i radar-mottagaren. Enskilda mål presenteras färgmarkerade i planeringsverktyget om de kan upptäckas från den aktuella radarn.

Vid planering för taktisk utplacering av radarsystemet är det intressanta att se hur stort område radarn ser, och om den kan upptäcka ett mål med eventuell störare i en given position, med given radarsignatur och med given störeffekt. Vid planering för taktiskt uppträdande hos plattformen är det intressant att se om plattformen kan ta sig från punkt A till punkt B utan att radarn kan registrera ett måleko från plattformen. Taktiken kan anpassas genom att störarens antenn riktas lämpligt och också genom att visa upp minsta möjliga radarsignatur mot radarsystemet. Tre olika presentationsformer har implementerats för att stödja taktisk utplacering och uppträdande:

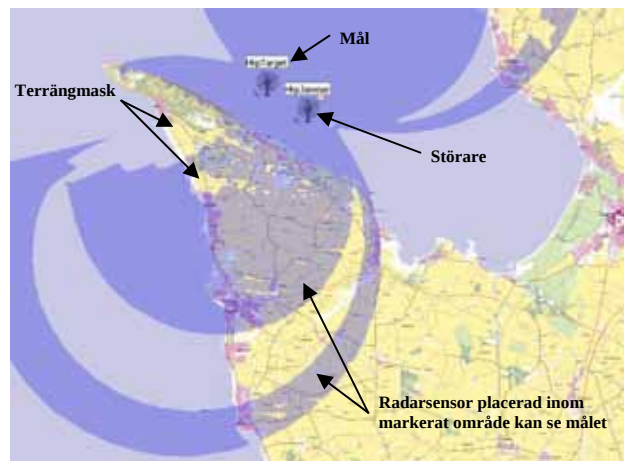
- Presentation av vilket område som täcks (täckningsdiagram) för att upptäcka mål med angiven målarea påverkad av eventuella störare. Presentationen av radartäckningen kan antingen ske för en angiven höjd över marken eller för angiven elevationsvinkel från radarn (koniskt snitt). Se Figur 5.
- Presentation av vilket område som en angiven störare kan placeras inom för att ett skyddsobjekt ska undgå upptäckt. Se Figur 6.
- Presentation över vilket område som radarsensorer kan finnas i för att upptäcka ett störskyddat mål. Se Figur 7.



Figur 5 Radarsensorn kan detektera mål inom markerat område.



Figur 6 Radarsensorn kan inte detektera målet om en störare placeras inom markerat område.



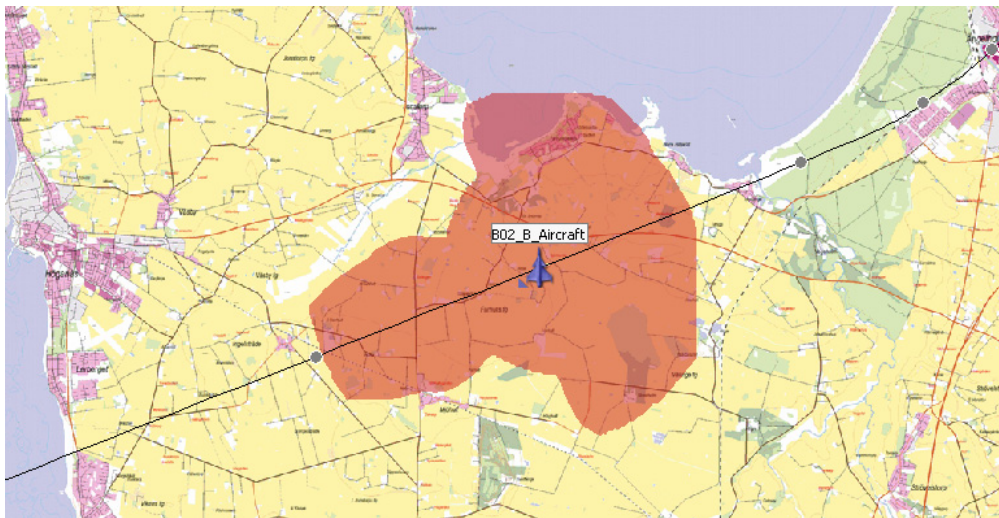
Figur 7 Radarsensorer placerade inom det markerade området kan detektera målet.

Genom att interaktivt använda de implementerade funktionerna och presentationsformerna kan en förståelse fås för hur olika parametrar påverkar detektionsmöjligheterna i störda och ostörda fall. Däremot har inga funktioner för att automatiskt finna den bästa radarplaceringen eller den bästa ruten implementerats. För detta syfte måste kriterier för vad som är "bäst" tas fram.

2.3 Optronik

Inom optronikområdet finns en rad intressanta situationer ur planeringssynpunkt. Ett flertal av dessa har modellerats och implementerats i *EWPlan*.

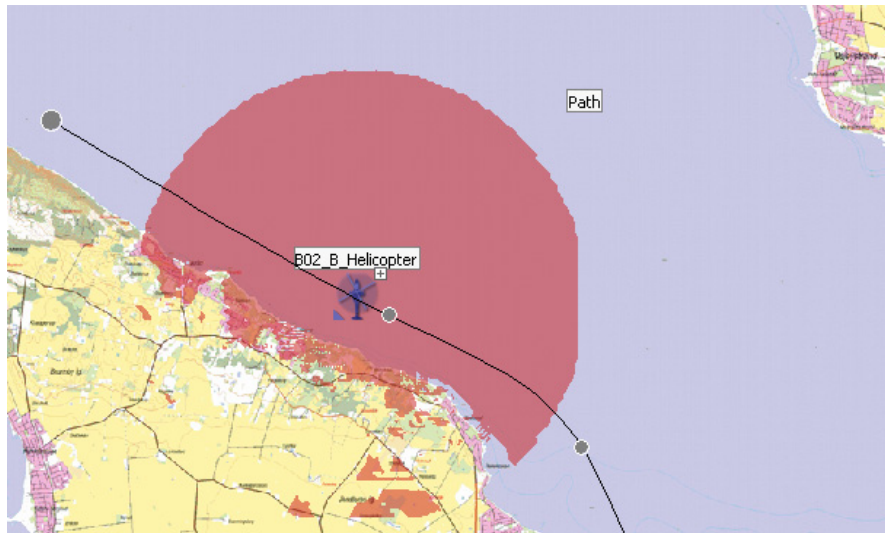
När man rör sig genom terrängen med en plattform vill man veta hur utsatt man är för olika typer av hotssystem och hur man ska uppträda för att minimera risken för upptäckt och pålösning av dessa. Ett vanligt förekommande hot inom det elektrooptiska området är t ex manburna luftvärnssystem, s k MANPADS (Man Portable Defense Systems). Dessa kan låsa på och bekämpa mål med en hög IR-signatur. Genom att ta hänsyn till plattformens IR-signatur kontra robotsystemets känslighet och dessutom väga in bakgrundsstrålning och atmosfärens dämpningsegenskaper, kan man räkna ut från vilka positioner på marken plattformen kan bekämpas. Denna information kan t ex användas för att planera flygrutter. Figur 8 visar hur information kan presenteras i *EWPlan*. [EWPLAN]



Figur 8 Diagram för upptäckt av EO-system. Inom det röda området kan ett MANPAD-system upptäcka och låsa på flygplanet.

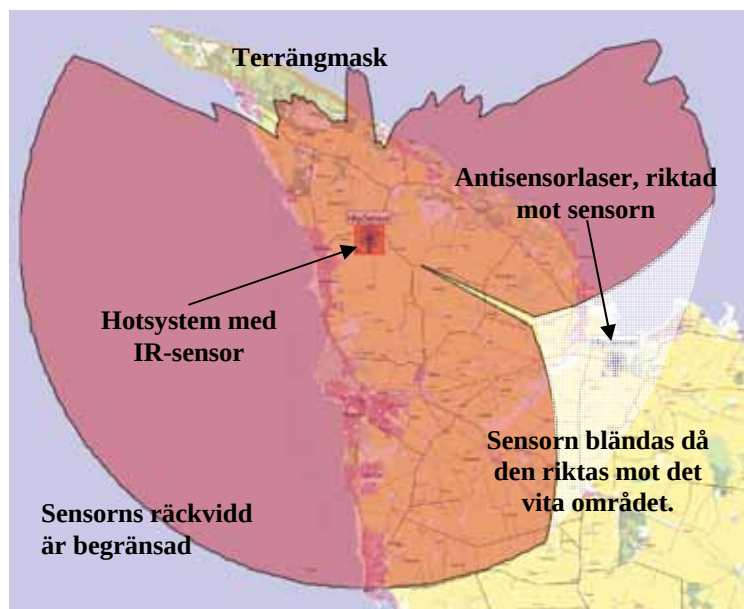
Förmågan att kunna planera sin rutt och känna till var olika hot kan befinna sig är en bra grund, men det är inte tillräckligt för att säkra plattformens överlevnad i alla situationer. I vissa fall kan man inte välja rutt, t ex vid start eller landning på en flygplats. Då är det viktigt att ha ett fungerande motmedelssystem som kan neutralisera hotet. I *EWPlan* finns moduler för optikspaning, bländning (med laser) och laservarning. Dessutom finns teoretiska underlag till nya moduler i form av passiva varningssystem (t exIRST och UV-varnare) samt preventiv fackelfällning för att förhindra pålösning. Mer finns att läsa i [EWPLAN].

En optikspanare [EO] har förmåga att upptäcka optiska system i terrängen. Det kan t ex vara elektrooptiska målsökare eller sikten. Med hjälp av planeringsverktyget kan man ta reda på inom vilket område som en viss typ av optiskt system kan upptäckas, vilket är viktigt för att tidigt kunna agera med sina motmedelsinsatser, se Figur 9. I modellen tas hänsyn till bl a atmosfärsegenskaper, optikens lasermålarea (reflexionsegenskap) och terrängmask.



Figur 9 Helikoptern är utrustad med optikspanare, som kan upptäcka ett MANPAD-system inom det röda området. Över land begränsar terrängen möjligheten för upptäckt, men just därifrån kan heller inte MADPAD-systemet verka (fri sikt nödvändig).

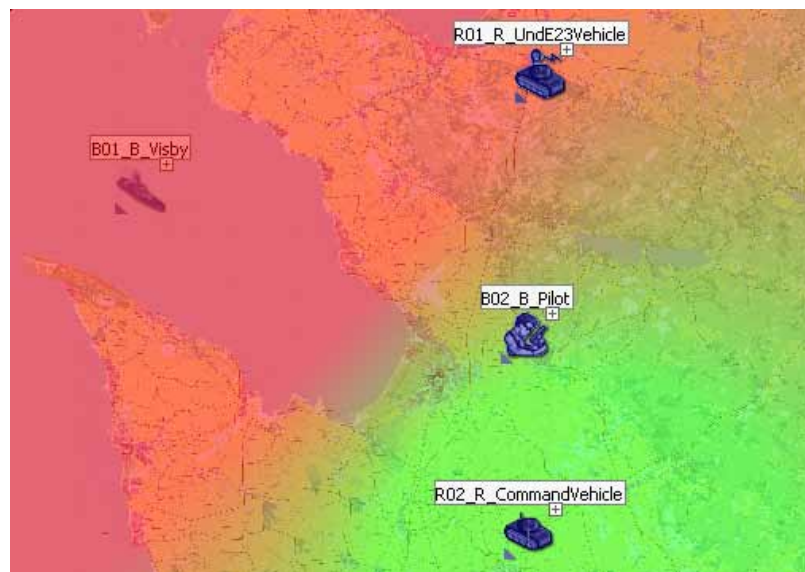
En typ av motmedel som kan användas för att störa ut optiska system, såsom sikten och IR-robotar, är antisensorlaser. I *EWPlan* kan räckvidden för en antisensorlaser beräknas avseende bländning eller störning av optiska system. Frågeställningen kan gälla både störning av fientliga system eller att själv undgå störning. Resultatet presenteras i olika diagram, beroende på den exakta frågeställningen. Indata som användaren har att spela med är positionerna för den optiska sensorn, antisensorlasern och målet (det som betraktas av sensorn) samt egenskaper för de olika objekten (t ex laserns effekt, målets signatur, sensorns känslighet). Figur 10 visar hur man kan skydda ett större område från beskjutning av IR-robotar med en enda antisensorlaser. Robotsystemets IR-sensor (mitt i bilden) kan inte låsa på mål utanför det röda området. Inom det vita området hindras pålåsningen av bländning från antisensorlasern, som således kan skydda ett stort område i sin närhet.



Figur 10 Hotsystemets IR-sensor kan inte låsa på mål utanför det röda området. Antisensorlasern fungerar således som motmedel för plattformar inom ett ganska stort område i sin närhet.

2.4 Kommunikation

Planeringsverktyget för kommunikation används för att se vilken yta som kan täckas för kommunikation. Störsändningar behandlas som brus och minskar en sändares täckningsområde genom att signal-brus förhållandet (SNR) sänks i berörda mottagare. Verktöget beräknar om kommunikation är möjlig givet parametrar hos sändare, mottagare och en eller flera störare som ingår i ett uppsatt scenario. Positionen hos antingen sändare, mottagare eller en störare kan sättas som okänd. Utifrån SNR-beräkningar kan ett täckningsdiagram ritas där den okända positionen varierar inom ett valt område och informationen om kommunikation är möjlig ges med hjälp av färgkodning. Med hjälp av diagrammet kan man besvara frågor om var en störsändare ska placeras för att störa en viss länk, inom vilket område det är möjligt att kommunicera med en viss sändare eller var en sändare kan placeras för att kommunicera med en viss mottagare. Figur 11 visar ett exempel på en störsändares påverkan på en sändares täckningsområde.

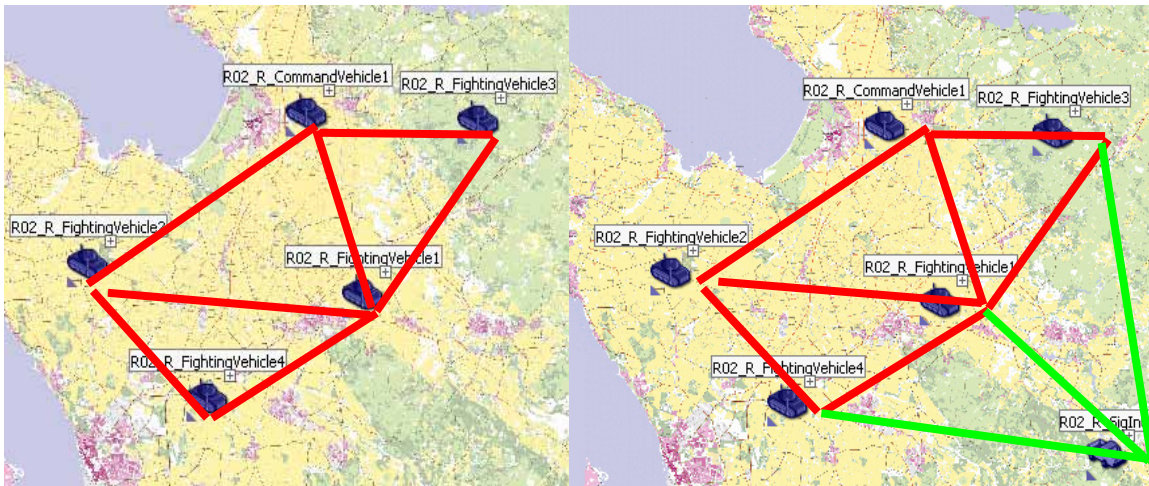


Figur 11 Kommunikationsstäckning med störare på B01_B_Visby och sändare på R02_R_CommandVehicle. Grönt område markerar var en mottagare kan placeras för att kommunicera med sändaren. En övergångszon (i framtiden ett valbart antal dB) markerad som en gradient från grönt till rött markerar områden där kommunikation är möjlig men svår. I rött område är inte kommunikation möjlig.

2.4.1 Nätverk

Vi har utvecklat förslag på stöd vid upprättande av kommunikationsnätverk. Grundförslaget är att visa nätkonnektivitet för ett antal utplacerade nätnoder. Om kommunikation är möjlig mellan två nätnoder ritas en linje mellan dem. På detta sätt kan man se om någon nod/enhet faller utanför en nätbildning. Grundförslaget kan utökas genom att även ta in upptäcktsaspekter i nätplaneringen. Beräkningar görs då även mot ett utplacerat SIS-system (signalspaning). Figur 12 visar konnektivitet och konnektivitet med avseende på upptäckt.

Verktöget skall också kunna användas för robusthetsanalys med avseende på att studera verkan av störning, se hur länkarna går upp och ned då en störsändare förflyttas i terrängen. En robusthetsanalys kan också handla om att minska risken att bli upptäckt. Blir man inte upptäckt blir man heller inte störd. I framtiden skulle analysen kunna utökas med att testa olika protokoll och värdera dessa mot den prestanda som nätet måste uppfylla. Det kan t ex handla om att öka störtligheten genom ökad redundans till priset av minskad datatakt eller att styra informationens väg i nätverket på olika sätt.



Figur 12 Vänster: konnektivitet. Höger: konnektivitet avseende upptäckt.

2.4.2 Placeringsstöd signalspaning

För signalspaningsutrustning har vi tagit fram två förslag på utveckling, *Placeringsstöd signalspaning* (PSIS) och *Positionering, pejl, upptäckt* (PPU). Egenskaper hos de ingående utrustningarna samt terrängens inverkan avgör var det är möjligt att stå för att utföra en viss uppgift. Problemets geometri kan ge ytterligare påverkan på bästa möjliga position, t ex vid uppställning av pejlbas.

I PSIS definieras ett målområde och ett grupperingsområde. Beroende på typ av SIS-system och antalet däri ingående SIS-enheter ger PSIS ett utgångsförslag till gruppering i grupperingsområdet för bästa möjliga upptäckts- eller positioneringsförmåga i målområdet.

I PPU är ett SIS-system redan utplacerat. SIS-enheternas förmåga att upptäcka och positionera en sändare beräknas i ett målområde. SIS-enheterna kan flyttas och ny beräkning genomförs. Beroende på typ av SIS-system och antalet däri ingående SIS-enheter blir beräkningarna något olika.

I båda fallen ovan redovisas resultatet i täckningsdiagram och ett antal parametrar, såsom täckningsandel för upptäckt respektive positionering. Täckningsandel visar hur stor del av målområdet som täcks, givet kriterier som lägsta detekterbara effekt och största tillåtna positioneringsfel.

2.4.3 Placeringsstöd störning

Vi har även tagit fram förslag på stöd för utplacering av störsändare. Verktuget talar idag om var i ett givet grupperingsområde som störsändaren kan placeras för att få önskad effekt, givet att man som störoperatör antingen spanat upp data om motståndarsidan eller att man har en kvalificerad gissning. Den parameter framför andra som man måste uppskatta är vilken nyttoeffekten är i målmottagaren.

I framtiden kan stödet för störsändarplacering utvidgas. I ett typiskt fall spanas ett antal kommunikationsnoder upp. Emitttrar lägesbestäms och emittertyp identifieras. Nätbildning görs för att kartlägga vilka noder som kommunicerar med vilka andra noder. Nätbildning i kombination med lägesbestämning ger kommunikationsavstånd i nätet. Detta i kombination med emittertyp kan ge en uppskattning om trolig uteffekt. Nätbildning avgör även vilka noder som är mest kritiska för nätverket. Dessa noder är troligen de mest attraktiva målen för störsändning

2.5 Tidshantering

Förutom att flyttas runt manuellt kan alla enheter och diagram som visas i planeringsverktyget även gå längs banor som de flyttar sig längs över tiden. Idag kan en hastighet ställas in som gäller hela banan. För framtiden skulle detta behöva förfinas så att man t ex kan ange vid vilka tidpunkter ett objekt ska befinna sig på en viss position längs banan eller kunna ställa in hastigheten i olika intervall längs banan. Idag kan man heller inte ändra tiden på ett tillfredställande sätt. Man kan stega fram tiden i olika hastigheter och pausa. Men det finns ingen möjlighet att backa tiden (annat än att börja om från början), något som skulle underlätta då man studerar längre händelseförlopp.

3 Duellverktyg

3.1 Integration med operatörmiljö

Vid institutionen för Människa-System-Interaktion (MSI) på avdelningen för ledningssystem har under några år en operatörmiljö för tex stridsfordon utvecklats och använts för att skapa operatörsplatslika förhållanden under simuleringsbaserad värdering. Operatörmiljön ger en realistisk känsla av stridsfordonets rörelse i terräng då en rörelseplattform används och det finns även möjlighet att registrera huvudrörelser och blickriktning hos operatören vilket är värdefullt när MSI-frågor studeras.

Utrustning för tekniskt beslutstöd kan kopplas in och ett exempel på en sådan utrustning som studerats är taktila gränssnitt. Under hösten har ett arbete påbörjats med att via HLA integrera denna operatörmiljö med den telekrigs- och ledningssystemsfunktionalitet som finns i *EWSim*. Både *EWSim* och HiFi Engine, vilket är den simuleringsmotor som används i MSI:s operatörmiljö, använder MOSART för integration med HLA.

Under en första test för att visa på möjligheter med denna integrering har ett scenario studerats där tre stridsfordon kör längs en skogsväg i Kvarn (terrängmodellen av Kvarn är framtagen från en laserkartering av området som gjordes i tidigare projekt [KART]) innan de kommer ut på ett öppet fält. Ett av fordonen styrs via MSI:s operatörmiljö och de andra två styrs via två *EWSim*-federater. På ett hustak ungefär 1,5 km från stridsfordonen är ett hotsystem placerat med möjlighet att avfyra en PV-robot. De tre stridsfordonen är utrustade med VMS (Varnar- och MotverkansSystem) i ett nätverk som simuleras av *EWSim*. Vid robotskottvarning kastas rök i riktning mot hotet från något eller några av de hotade fordonen. Riktningen till hotet som kommer från varningssystemet kan också visa in tornet för moteldsåtgärder. Dessutom kan varningar förmedlas till taktila bälten för att ge operatören på rörelseplattformen information om hotriktning. Vidare kan ledningsvyn i *EWSim* visas för operatören av rörelseplattformen vilket ger möjlighet att studera ledningsfunktioner under realistiska operatörsförhållanden.

3.2 Radar

Under 2006 har arbetet med radar inte inneburit några stora förändringar i modellerna. En del små ändringar för att förbättra prestanda och funktionalitet har gjorts, men det största arbetet har varit att integrera modellen med andra modeller i *EWSim*.

3.2.1 Allmänna förbättringar

För att ett objekt ska vara synligt för radarn måste den ha en radarsignatur definierad (radarmålarea). Under året har *EWSim* utvecklats så att denna signatur skapas automatiskt utifrån plattformens *EntityType*². Detta innebär att då man skapar ett scenario i *NetScene* behöver man inte bekymra sig över radarsignaturer - det initieras automatiskt då simuleringen startar (så länge man har definierat rätt *EntityType* för plattformen).

3.2.2 Vidareutveckling av radarmodellen

Radarmodellens HLA-anpassning har vidareutvecklats under 2006. Det som har hänt är att modellerna nu speglas av HLA-objekt som uppdateras då *EWSim*-modellerna uppdateras. Denna Anpassning gör modellerna mer användbara i nätverkssimuleringar med andra federater som inte är *EWSim*-federater eftersom det då är enkelt att interagera med radarn genom att följa FOM:en (Federation Object Model) som definierar radarns HLA-objekt.

Radarns avsökningssmönster (styrning av antenner) har förbättrats. Tidigare fanns ett antal fördefinierade mönster som passade en markbunden spaningsradar. Under året har det tagits fram ytterligare ett fördefinierat mönster som sänder i en avgränsad sektor framför plattformen, till exempel för att kunna användas i flygfallet. Radar för flygfallet har använts inom projektet Datafusion i sensornätverk med fokus på telekrig. Dessutom finns numera möjlighet att som

² *EntityType* är en standardisering av typ av plattform. www.sisostds.org/dis%2Ddd/entity/index.htm

användare definiera sitt eget avsökningsmönster i *NetScene* innan simuleringen startar. På detta sätt kan man själv bestämma hur antennen ska styras för sitt radarsystem.

Då en antenn är synlig för en radar som sänder kommer den att ge upphov till en direktreflex. Tidigare har denna effekt försumrats, men nu finns den med i radarberäkningarna.

3.2.3 Remsor

En modell för radarremsor har funnits sedan tidigare, men den har endast inneburit att remсор kan kastas och att deras rörelse kan beräknas då de faller till marken. Under året har denna tidigare remssmodell använts för att skapa remsoobjekt som kan interagera med radarmodellen. Resultatet är att det nu finns remsoobjekt som kan kastas och som även registreras av en radar som sänder. Ett exempel på hur det kan se ut i spaningsradargränssnittet då remсор kastats visas i Figur 13.



Figur 13 Remсор har kastats och registrerats av spaningsradarn. Röda trianglar är målsår som genereras ur observationer mha ett kalman filter, gröna trianglar är observationer.

3.3 Optronik

3.3.1 UV-varnare

UV-varnare används som robotskottsvarnare och är en viktig del av en plattform VMS. De första sekunderna efter avfyrning av en robot emitteras en stor mängd ultraviolett strålning av robotens flamma. En UV-varnare arbetar i våglängdsintervallet 0,2-0,3 μm och kan detektera denna strålning, speciellt som atmosfärens transmissionsegenskaper där är gynnsamma och det nästan inte finns någon bakgrundsstrålning.

I *EWSim* har det sedan en tid funnits en enkel modell av en UV-varnare [EO]. Denna modell har under året vidareutvecklats till en generisk modell för passiva stirrande varnarsystem. Modellen är i första hand tänkt som en UV-varnare men det finns principiellt inget som hindrar att den används som en stirrande varnare även i andra våglängdsband (t ex IR). Att varnaren är stirrande innebär att den hela tiden överblickar hela sitt synfält (till skillnad från ett skannande system). Utvecklingen inom VMS går allt mer mot stirrande system där en array av detektorer noggrant kan spåra ett flertal mål/hot.

Den nya UV-varnarmodellen är uppbyggd på ett liknande sätt som IRST-modellen som sedan tidigare finns i *EWSim* [EO]. Detektion av objekt sker när ett antal kriterier är uppfyllda; objektet måste ligga inom varnarens synfält, det får inte vara dolt av terräng eller andra objekt (t ex rök) och irradiansen från objektet måste vara över en viss tröskelnivå (för att ge ett tillräckligt högt signal-brus-förhållande).

Vid beräkningen av den infallande irradiansen skiljer sig IRST- och UV-varnarmodellen åt. UV-varnaren kan hantera objekt med en tidsvarierande EO-signatur, vilket är av största vikt vid en realistisk duellsimulering då varningssystemet ska upptäcka en inkommande robot. Roboten konfigureras med en tidsberoende UV-signatur som de första sekunderna efter avfyrning är hög och som sedan klingar av mot noll.

En annan utbyggnad av UV-varnarmodellen gäller spridning av UV-strålning i atmosfären. Atmosfären innehåller en mängd luftburna partiklar, aerosoler, som sprider och dämpar den elektromagnetiska strålningen. Dessa fenomen påverkar i allra högsta grad detektionsavståndet för en varnare i en given situation. Framför allt strålning i det ultravioletta våglängdsbandet påverkas av spridning p g a aerosolernas storleksfördelning. Spridningen är viktig att modellera eftersom den defokuserar den inkommande strålningen och därmed avsevärt kan minska varnarens upptäcktsavstånd för punktmål, t ex ankommande robotar. Ett mål som lyser tillräckligt starkt för detektion i ett enda detektorelement utan spridning (punktmål), kan lysa svagt i ett flertal detektorelement med spridning så att detektion inte kan erhållas; strålningen fördelas och drunkar i detektorbruset. Spridningen modelleras med Mie-teori [EOHB].

3.3.2 PV-robot

I *EWSim* finns sedan tidigare ett flertal olika typer av optroniska robotsystem implementerade (korrelations-, centroid-, kryssdetektor- och retikelmålsökare samt rosettskannande system). Gemensamt för dessa är att de är av typen fire-and-forget och alltså tredje generationens målsökare. De flesta robotsystem som används idag utnyttjar andra generationens styrmetoder och är trådstyrda (SACLOS – Semi-Automatic Command to Line of Sight), se t ex Figur 14. Därför har en generisk modell av ett traditionellt andra generationens pansarvärnsrobotsystem implementerats.



Figur 14 AT-4 Spigot team³.

SACLOS-system kan delas upp i två delar; sikte och robot. Roboten har inga egna sensorer utan får sina styrsignaler från en operatör som styr siktet. Operatören måste kontinuerligt hålla målet i siktet medan roboten flyger mot målet. Med hjälp av elektronik i sikte och robot beräknas styrsignaler som leder roboten till målet.

SACLOS-modellen följer i stort samma uppbyggnad som tidigare implementerade optroniska robotar. De består av en målsökardel (EWSeeker) och en rörelsemodell (EWMotion). SACLOS-systemet har ingen målsökare i egentlig mening men siktet, tillsammans med operatörens

³ http://en.wikipedia.org/wiki/AT-4_Spigot

interaktion, tolkas i detta fall som dess målsökare. Den stora skillnaden jämfört med tidigare implementerade system blir då siktets/målsökarens placering relativt roboten. För tidigare implementerade robotsystem är målsökaren monterad på roboten, medan den för SACLOS-systemet är skild från roboten. De flesta trådstyrda robotar flyger i en LOS-flygbana (LOS = Line-Of-Sight), vilket innebär att roboten hela tiden strävar mot att flyga längs siktlinjen mellan mål och operatör. En sådan rörelsemodell har implementerats, men i och med att modellen är generisk är det möjligt att koppla en annan rörelsemodell till den om behov skulle uppstå.

Beroende på det system som ska simuleras sätts våglängdsområdet för siktet till visuellt eller IR. Operatören följer målet genom att rikta in siktet i sid- och höjdled med hjälp av två rattar. I den implementerade modellen görs detta genom att operatören pekar ut målet (i siktesvyn) med hjälp av musmarkören och siktet styrs därefter in mot denna punkt. Siktet har olika synfält för att följa roboten och målet på olika avstånd. Synfältet ställs automatiskt om när roboten flugit en valbar distans. Denna omställning görs för att förbättra precisionen i utpekningen av målet i slutfasen.

För att roboten ska kunna ta emot styrsignaler och träffa målet krävs att roboten hela tiden befinner sig i operatörens siktlinje. Baktill på roboten sitter det en IR-källa som siktet detekterar för att beräkna styrsignaler till roboten. Genom att utnyttja blinkstörare kan fienden föra roboten på avvägar, eftersom målinmätningen i siktet då försvåras eller till och med omöjliggörs. För att kunna göra denna typ av simuleringar finns det ett behov av att förfina den idag implementerade PV-robotmodellen.

3.4 Kommunikation

Grunden för all kommunikation i *EWSim* är *EWRadioSystem*. *EWRadioSystem* är ett generiskt radiosystem som kan konfigureras på olika sätt beroende på hur det scenario som skall köras är definierat; till att vara såväl störsändare som signalspaningsmottagare, vanlig truppradio eller radiodelen i en nätnod (se 3.4.1).

3.4.1 Nätverkss kommunikation

Det simulerade nätverket består av ett antal nätnoder. En nätnod är uppdelad i en fysisk del (*EWRadioSystem*) och en del som simulerar kommunikationsprotokoll (*ComNet*). Protokollen är specialiserade på olika uppgifter, t ex routing och schemaläggning av kanaltillgång. Nätnoden innehåller även modeller för simulering av CNO-attacker (CNO = Computer Network Operations). *EWRadioSystem* beräknar om en sändning rent fysiskt kan tas emot. Om detta är fallet bollas sändningen upp till *ComNet*, där det t ex tas hänsyn till om man är utsatt för CNO-attack. Om meddelandet passerar alla dessa hinder visas det slutligen för adressaten. *ComNet* är utvecklad inom LKS-projektet där CNO är en central del. Mer detaljer om nätverkssimulering kan läsas i [LKSV1].

Vid uppstart konfigureras nätverket genom att signalering utbyts mellan nätnoderna. Signalstyrkor beräknas och en initial routingtabell sätts upp. Därefter uppdateras routingtabellen varje gång en förändring sker i någon av de ingående nätnoderna. En sådan förändring kan t ex vara att en nätnod förflyttas eller att en störsändning startar.

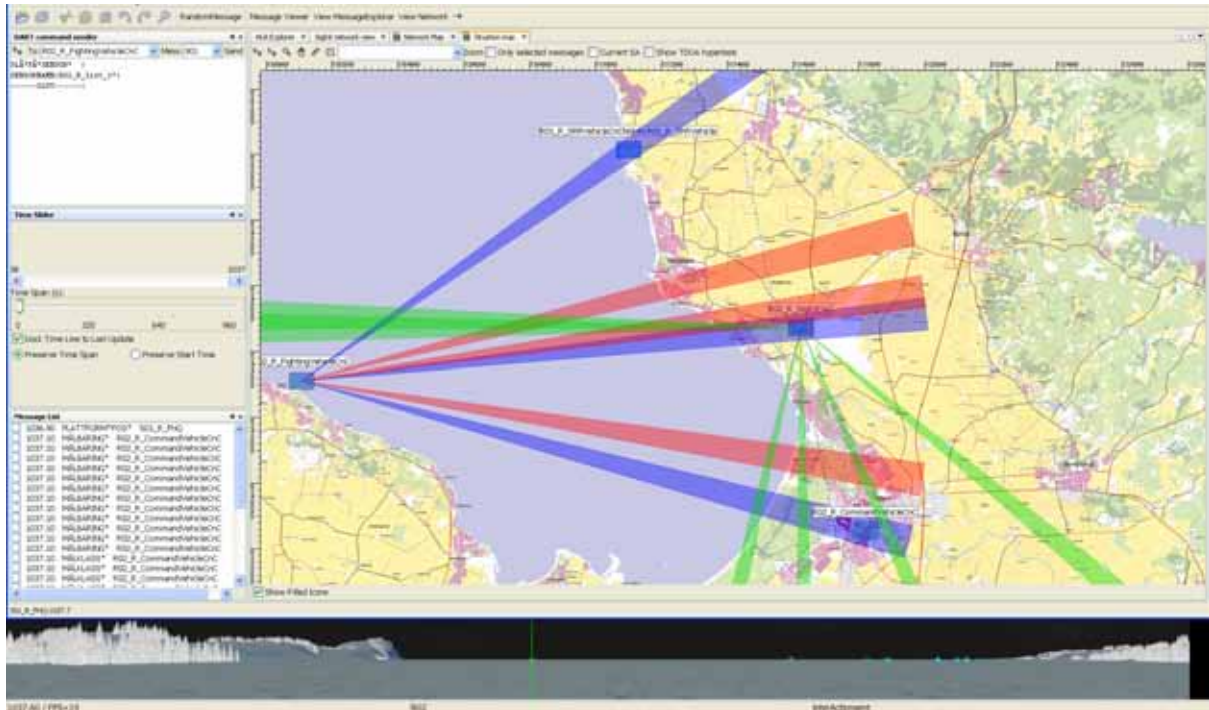
Eftersom routingtabellen hålls uppdaterad, vet den sändande nätnoden om ett meddelande kommer fram eller inte. Om meddelandet enligt routingtabellen skall komma fram, så startar samtidigt med meddelandet en radiosändning. Dessa radiosändningar gör att nätverket och dess noder kan upptäckas och positioneras av utplacerade signalspaningssystem.

3.4.2 Signalspaning och störning

EWRadioSystem ligger även till grund för de olika typer av telekrigssystem (inom kommunikationsområdet) som är modellerade i duellverktyget. Det ena systemet är ett sk närsystem. Systemet består av en huvudenhet och ett antal underenheter. Underenheterna får order från och rapporterar till huvudenheten via meddelanden. Systemet har förmåga att positionera genom Time-Difference-Of-Arrival (TDOA). Det är också möjligt att beordra underenheterna att

utföra störsändning. Typiskt arbetar detta system så att underenheterna har rundstrålande antenner och står nära målet.

Det andra systemet är ett sk fjärrsystem. Även detta system består av en huvudenhet och ett antal underenheter. Positioneringen sker här genom att underenheterna producerar bäringar. Störning sker genom riktantenn från stora avstånd, se Figur 15.



Figur 15 Bild på en ledningsvy där pejlmодellen ger bäringar. Underst i bilden är en IR-bild vars spaningsinformation kan fusioneras med pejlbäringarna.

3.5 Övrigt

- Sensorerna som sitter på plattformar har anpassats så att de fungerar tillsammans med den ledningsfunktion som har utvecklats i *EWSim* under året. Detta innebär att t ex radarn kan ta emot och utföra olika ordrar som ledningen skickar. Exempel på ordrar som är specifika för t ex radarn är sensorstatus (aktiv, passiv, av), intermittent sändning och sektorsändning. Naturligtvis har plattformen som radarn sitter på även möjlighet att hantera andra ordrar också, till exempel att omgruppera eller sända och ta emot lägesbilder.
- Civila folkmassor och mål kan nu simuleras med en enkel modell som i simuleringar sedan kan interagera med andra typer av objekt.
- Datafusion genomförs med sensordata från olika sensorer. Fusionerat data kan t ex ge möjlighet till positionering via krysspejling från sensorer kopplade till olika typer av system. De mål som fusionen tar fram klassificeras automatiskt.

4 Analys

4.1 EWLogger

För att möjliggöra en analys av en genomförd duellsimulering, kan all HLA-trafik spelas in av federaten *EWLogger*. Detta innebär att objekt och interaktioner loggas med samtliga uppdaterade attribut.

För loggning av särskilt intressanta mätpunkter, händelser eller internattribut som normalt inte uppdateras via HLA, används interaktionen *LogPoint*. För att en mätpunkt eller ett internattribut ska loggas krävs anpassning av koden i *EWSim*. För närvarande kan *LogPoint* användas för att logga:

- Träff eller bomavstånd för missiler.
- Om en kommunikations störare startar/avslutar en störning.
- Om en kommunikationslänk går upp eller ner.
- Antal objekt i lägesbilden.

Om ett Objekt ska logga en av ovanstående mätpunkter anges detta i *NetScene* med en kryssruta eller ett loggningsintervall (för antal objekt i lägesbilden). *EWLogger* kan efter avslutad simulering generera en xml-fil av HLA-trafiken för vidare analys i t ex Excel, se Figur 16.

Time	Recipient	From	message
212,1	R02_R_SigIntCnC	R02_R_SigIntCnC	TX_ID: 149* ME_ID: 168* TX_TIME: 212.000000* TX_BEARING_DEG: -52.163036* SIGST: 933
212,3	B01_B_VisbyCnC	B01_B_SK37ECnC	PLATTFORM*POS* X: 1309952.000000 * Y: 6259140.000000 * Z: 213.373611 * stdDevX: 929
212,3	B01_B_VisbyCnC	B01_B_SK37ECnC	PLATTFORM*POS* X: 1304299.125000 * Y: 6254030.500000 * Z: 3.471648 * stdDevX: 0 929
212,3	B01_B_VisbyCnC	B01_B_SK37ECnC	PLATTFORM*POS* X: 1316042.875000 * Y: 6265757.500000 * Z: 213.373657 * stdDevX: 929
212,4	R02_R_SigIntCnC	R02_R_SigIntCnC	TX_ID: 182* ME_ID: 168* TX_TIME: 212.300003* TX_BEARING_DEG: -0.521129* SIGSTR: 933
212,4	R02_R_SigIntCnC	R02_R_SigIntCnC	TX_ID: 182* ME_ID: 168* TX_TIME: 212.300003* TX_BEARING_DEG: -0.521129* SIGSTR: 933
212,4	R02_R_SigIntCnC	R02_R_SigIntCnC	TX_ID: 182* ME_ID: 168* TX_TIME: 212.300003* TX_BEARING_DEG: -0.521129* SIGSTR: 933
212,7	R02_R_FightingVehi	R02_R_FightingVehi	MALBARING* MAL*ID: 0 * X: 1301061.250000 * Y: 6243123.500000 * Z: 2.000790 * BA: 927
212,7	R02_R_FightingVehi	R02_R_FightingVehi	MALBARING* MAL*ID: 2 * X: 1301061.250000 * Y: 6243123.500000 * Z: 2.000790 * BA: 927
Message	ReceiveMessageFromNode	ReceiveMessageToNode	SendMessageFromNode / SendMessage

Figur 16 Exempel på xml-fil öppnad i Excel. Varje interaktion och objekt hamnar i ett eget kalkylblad.

4.1.1 Uppspelning

Inspelade scenarier kan även återuppspelas. *EWLogger* skapar då ingående objekt och skickar interaktioner enligt det inspelade scenariot. Tiden kontrolleras via *EWLogger* och därmed kan man stega framåt och bakåt i tiden. Återuppspelningen observeras genom att en *EWSim*-federat ansluts till uppspelningsfederationen.

I framtiden planeras att införa funktionalitet i *EWLogger* som möjliggör att scenarion kan startas från en inspelning vid valfri tidpunkt. Detta innebär att man kan starta om en genomförd simulering vid en godtycklig tidpunkt för att t ex prova utfall av olika beslut.

5 Kunskapsöverföring

Projektet har medverkat vid ett antal seminarier och utbildningar och tillhandahållit resurser i form av modeller och kompetens om telekrigmodeller till andra projekt (t ex LKS-projektet som drivs av FMV). En referensgrupp för projektet har skapats och projektet har aktivt deltagit i att starta EDA⁴-projektet EW COMARMS⁵.

Exempel på kunskapsöverföring är:

- Utbildning inom bl a kurserna HKEK (Högre kurs elektronisk krigföring) och kurser inom NBF (Nätverksbaserat försvar).
- Stöd till FMV Fartygs utvecklingsverksamheter rörande skydd av fartyg inom radar, optronik och kommunikation.
- Stöd till Ledningskrigföringssimulatorens med telekrigmodeller.
- Modellerings- och simuleringsdagen i Kista 10/5 med temat *Tillämpad modellering och simulering*.
- Workshop –*Tk-stöd till FM vid planering, genomförande och uppföljning av uppdrag*.
- BAE Systems Hägglunds utbildning och utvärdering av simuleringsverktygs för VMS.
- Internt FOI till projekten: NätSim, Störning i multisensormålsökare, Datafusion i sensornätverk med fokus på telekrig m fl. Vissa av dessa har i sin tur bidragit med kunskap till detta projekt genom merutnyttjande av forskningsresultat.

⁴ European Defense Agency

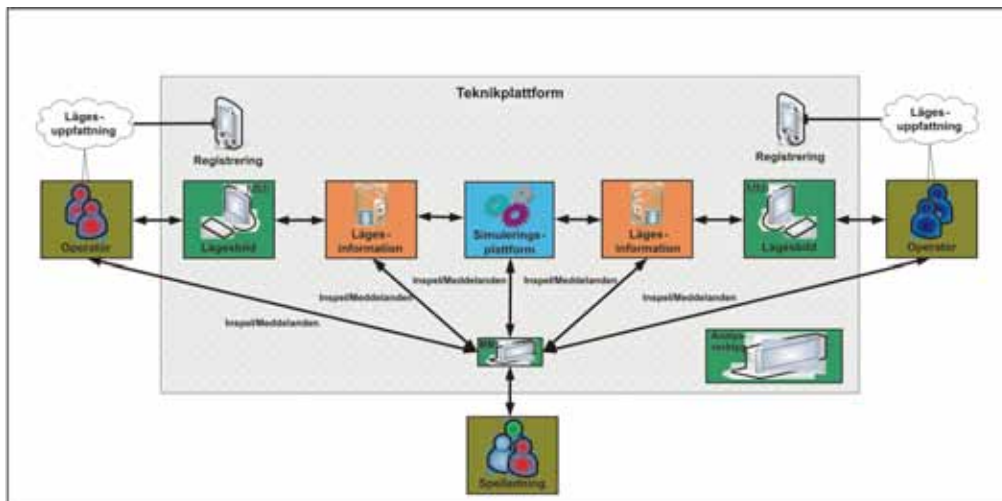
⁵ Electronic Warfare Common Modular Architecture for Mission Simulation

6 Diskussion

Under året har ett intensivt arbete med att föra samman simuleringsmodellerna till en helhet samt att ta fram telekrigplaneringsverktyget EWPlan genomförts. I helheten ingår att information går genom ett nätverk som simulerar hur data överförs mellan olika system. Arbetet har skett genom att merutnyttja den kunskap och de modeller som utvecklats evolutionärt sedan 15 år tillbaks vad avser duellsimulering av telekrig.

En klar styrka med EWSim och EWPlan är att de kan användas tillsammans, vilket ger möjlighet att testa telekrig i nya koncept som t ex hur telekrig effekterna av EBAO⁶ konceptet kan tydliggöras. Detta ligger i linje med den av FM uttalade CD&E⁷ metoden för utveckling. EWSim och EWPlan är baserade på egen kod samt öppen källkod (typ LGPL⁸) vilket innebär att det inte finns några licenskostnader för att distribuera programvarorna inom FM.

Utvecklingen av en nätverksmodell har skett inom den beställning som FMV lagt på FOI för att utveckla verktyg (program) till Ledningskrigföringssimulatorens. Nätverksmodellen tillsammans med EWSim tydliggör effekterna av telekrig på en högre nivå än tidigare, dels hur nya möjligheter uppstår för telekrigssystem att samverka, men även hur en nätverkslösning kan angripas, framför allt att det är lättare att angripa då telekrig ej beaktats vid upprättandet. se Figur 17 [FEDEP2v2].



Figur 17 Principskiss för demonstrator LKS v2.

EWSim kan användas som i Figur 17 med spelade sidor eller med en eller båda sidorna simulerade. Några exempel på tillämpningar kan vara att:

- Befälhavaren för den internationella korvett styrkan styrs från blå sida på röd sida kan fientliga styrkor simuleras och dessutom kan en grön sida läggas till med allierade som i detta fall kan vara den befälhavare som leder en samansatt styrka från flera nationer. Syftet kan vara att pröva ny teknik och taktik i ett internationellt hot scenario.
- Stridsfordon med olika konfigurationer av sensorer i form av varnare och pejlar samverkar över ett nätverk i olika typ situationer. Syftet är att prova ut hur sensorerna kan användas dels enskilt men även samverka i strategiska typsituationer.
- Ett medevac uppdrag där helikoptrar utrustade med Tk-system supportas av markbaserade Tk-förband samt SEAD förmågor. Syftet är samordning och merutnyttjande varandras förmågor samt att se hur nya förmågor nyttiggörs.

⁶ Effects Based Approach to Operations

⁷ Concept Development and Experimentation

⁸ Lesser General Public License

Utvecklingen av planeringsverktyg kommer att pågå under de kommande två projektåren. Det finns stora behov inom området så det är viktigt att en avgränsning sker på rätt sätt, så att det som gör mest nytta hos FM prioriteras. För de pågående internationella operationerna har vissa simuleringsuppdrag genomförts så att effekten av motmedelssystem mot hotsystem har kunnat påvisas.

7 Fortsatt verksamhet

Projektet kommer att fortsätta arbetet med det moduluppbyggda HLA-ramverket, *EWSim*. Alla nya modeller och funktioner ingår i denna miljö som består av planerings-, duell- och analys-verktyg. Här följer en kort beskrivning av de modeller och funktioner där utveckling troligen kommer att ske under kommande år inom respektive verktyg. Verksamheten kan dock förändras om det uppkommer andra behov från t ex referensgruppen för projektet.

7.1 Planeringsverktyg

Verktyget är i nuvarande form en testbänk för att prova idéer och koncept. Vissa delar kan i en framtid tänkas bli operativa. Ett koncept som kan vara intressant att studera är hur Tk-resurser kan nyttjas inom Service Oriented Arcitecture [SOA] (Tjänstekonceptet). Huvudverksamheter under kommande år är att:

- Vidareutveckla modeller för prediktion av bästa plats för utplacering av Tk-utrustning inom kommunikation, radar och optronik, t ex hur och var i terrängen ett SIS-system bör grupperas för att få bästa verkan mot ett givet område.
- Påbörja verktygsutveckling för att ta fram geografisk beslutsstödpresentation för förflyttning i terrängen med hänsyn taget till hela Tk-scenariot med beräkning och visualisering av hur nätverkets yttäckning för sensor- och verkanssystem påverkas av Tk.
- Vidareutveckla metoder och verktyg så att utländska kartdataformat kan användas vid planering och duellsimulering.

7.2 Duellverktyg

Huvudverksamheter under kommande år är att:

- Påbörja modellering och metodutveckling för hur ledningsstöd för Tk kan genomföras genom att ha ledningsstödet knutet till den dynamiska duellsimuleringen.
- Slutföra arbete med en generisk RR-Rb-modell.
- Modellera civila folkmassor och mål så att de kan simuleras för att kunna ta hänsyn till hur dessa kan bekämpas, störas eller signalspanas.
- Modellera datakommunikation för samverkande system med inverkan av störning.
- Vidareutveckla en generisk SIS-modell med TDOA för rörliga enheter.

7.3 Analysverktyg

Huvudverksamheter under kommande år är att:

- Införa funktioner så att mätpunkter för vissa typer av händelser kan loggas.
- Uppspelning med spår bakom objekt där räckviddsberäkningar inkluderas för att tydliggöra sensorers påverkan av Tk.
- Utveckling av metoder för känslighetsanalys.
- Modellutveckling för att studera utfall av möjliga händelseförlopp i scenarier vilket innebär att ett simulerat scenario kan startas om från en valfri tidpunkt.

7.4 Kunskapsöverföring och nyttiggörande

Att vid behov:

- Delta i FM/FMV systemstudier, utvecklings- och utbildningsverksamhet (löpande 2007).
- Delta i utbildning inom bl a kurser som efterföljarna till Robusta radar-, optronik-, och kommunikationssystem samt vid HKEK och kurser inom NBF.
- Delta i FMV Fartygs utvecklingsverksamheter rörande skydd av fartyg inom radar, optronik och kommunikation.
- Stödja Ledningskrigföringssimulatoren med telekrigmodeller.

7.5 Övriga aktiviteter

Projektet kommer under kommande år att:

- Genomföra arkitekturförbättringar så att moduler kan testas individuellt.
- Införa ny arbetsmetodik för modellutvecklingen inom projektet.
- Söka efter andra modeller och försöksdata som kan användas till validering av modeller och för att generera nya idéer.
- Anpassa och vidareutveckla för FM tänkbara scenarion så att de kan användas inom projektet.
- Utveckla internationellt samarbete. Sverige är ledande nation i EDA-projektet *EW COMARMS*. Tidigare har projektet från svensk sida drivits av FoT-projektet *EW Misson lab* som upphör 2007. Projektet Duellsimulering Framtida Telekrigsinsatser kommer att överta denna verksamhet.

Referenser

- [HLA] <https://www.dmsomil/public/transition/hla/>
- [EWPLAN] Lars Tydén m fl, Planeringsverktyg EWPlan med yttäckningsberäkningar för kommunikation, radar och optronik, FOI-R--2129--SE, November 2006.
- [KART] S. Ahlberg, M. Elmqvist, Å. Persson, U. Söderman. "Metoder för framställning av högupplösta syntetiska omgivningar / omvärldsmodeller för sensorsimulering". FOI-rapport, FOI-R--1110--SE. 2003.
- [EO] H. Andersson, C. Hedberg, M. Petersson, L. Tydén, C. Wigren, "Integrerad EO duellmodell". FOI-rapport, FOI-R--1724--SE. Sep 2005.
- [EOHB] F.G. Smith (editor). *The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook, Vol 2, Atmospheric Propagation of Radiation* (Chapter 1.4). Infrared Information Analysis Center and SPIE Optical Engineering Press, 1996. ISBN 0-8194-1072-1.
- [LKSV1] FOI (2006). *Design LKS Version 1*. FMV beteckning: VO FoT 23321:22650/2006
- [FEDEP2v2] Ledningskrigföringssimulator version 2 (LKS v2) FEDEP 2, Konceptuell analys, FMV beteckning: VO FoT 23 321:57062/2006.
- [SOA] N. Bieberstein, S. Bose, M. Fiammante, K. Jones, R. Shah. *Service-Oriented Architecture Compass - Business Value, Planning and Enterprise Roadmap*. IBM Press Books by Pearson. ISBN 0-13-187002-5.