



# M&S Infrastruktur för Rapid prototyping

JOHAN PELO

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 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.



FOI  
Totalförsvarets forskningsinstitut  
Informationssystem  
Box 1165  
581 11 Linköping

Tel: 013-37 80 00  
Fax: 013-37 81 00

[www.foi.se](http://www.foi.se)

FOI-R--2626--SE Användarrapport  
ISSN 1650-1942 December 2008

**Informationssystem**

M&S Infrastruktur för Rapid prototyping



Johan Pelo

# M&S Infrastruktur för Rapid prototyping





<b>Titel</b>	M&S Infrastruktur för Rapid prototyping
<b>Title</b>	M&S Infrastructure for Rapid prototyping
<b>Rapportnummer / Report no</b>	FOI-R--2626--SE
<b>Rapporttyp / Report type</b>	Användarrapport / User report
<b>Utgivningsår / Year</b>	2008
<b>Antal sidor / Pages</b>	30
<b>Kund / Customer</b>	Försvarsmakten (FM)
<b>Forskningsområde</b>	2. Operationsanalys, modellering och simulering
<b>Research area</b>	2. Operational Research, Modelling and Simulation
<b>Delområde</b>	21. Modellering och simulering
<b>Sub area code</b>	21. Modelling and Simulation
<b>Projektnummer / Project no</b>	E7139
<b>Godkänd av / Approved by</b>	Martin Rantzer <small>Chef, Informationssystem</small>
<b>ISSN</b>	ISSN-1650-1942

FOI Totalförsvarets forskningsinstitut  
Informationssystem  
Box 1165  
581 11 LINKÖPING



## Sammanfattning

Framtagning av komplexa simuleringar är tyvärr ofta tidskrävande och kostsamma. I syfte att snabbt kunna prova idéer, minska osäkerheten i beslutsunderlag eller skaffa sig en uppfattning om en viss situation har vi i detta projekt undersökt möjligheterna att använda *Rapid prototyping* (RP) som ett sätt för att minska ledtider och kostnader för att ta fram simuleringsmodeller.

I denna rapport ger vi en beskrivning av RP, samt visar hur konceptet kan användas inom M&S, i syfte att reducera ledtider, kostnader och risk samt öka kvalitén. En klass av M&S-infrastrukturer som kan användas för RP är kommersiella simuleringsramverk. Ett simuleringsramverk tillhandahåller mycket av den tekniska infrastruktur som behövs för modellutveckling och simulering.

Genom att tillämpa konceptet RP på den verksamhet som bedrivs inom projektet "Datorgenererade styrkor" har vi försökt åstadkomma en plattform för experimentell verksamhet, samt skapa förutsättningar för att också kunna bidra till produktionen av modeller som kan nyttjas i M&S-anläggningar som används av FM.

Med projekt som är korta i förhållande till verktygets förväntade livslängd inom organisationen, måste någon del av organisationen ta ansvaret för att tillse att förutsägbara kostnader har täckning.

## Nyckelord

modellering, simulering, prototyping, infrastruktur, ekonomi, CGF



## Abstract

Development of complex simulations, unfortunately, is often time-consuming and expensive. In order to be able to test ideas quickly, reduce uncertainty in decisions or find out about a particular situation we have in this project explored the possibilities of using *Rapid prototyping* (RP) as a way to reduce lead times and costs to develop simulation models.

This report gives us a description of RP, and shows how the concept can be used within M&S, in order to reduce lead times, costs and risk and increase quality. One class of M&S infrastructures that can be used for RP is commercial simulation frameworks. A simulation framework provides much of the technical infrastructure required for modeling and simulation.

By applying the concept of RP on the activities of the "Computer generated forces"-project have we tried to achieve a platform for experimentation, and create conditions that also contribute to the production of models that can be used in M&S facilities used by the Swedish armed forces.

With projects that are short relative to the expected tool life within the organization, some part of the organization have to take responsibility to ensure predictable costs has coverage.

## Keywords

modeling, simulation, prototyping, infrastructure, economics, CGF

# Innehåll

<b>1 Inledning</b>	<b>13</b>
1.1 Bakgrund till projektet . . . . .	13
1.2 Syfte och mål . . . . .	13
1.3 Avgränsningar . . . . .	14
1.4 Läsanvisning . . . . .	14
<b>2 Rapid prototyping</b>	<b>15</b>
2.1 Konceptet Rapid prototyping (RP) . . . . .	15
2.2 Rapid prototyping och M&S . . . . .	16
2.3 M&S Infrastruktur . . . . .	17
2.4 Modellering och simulering (M&S) Ramverk . . . . .	18
2.5 Programvara som en tjänst . . . . .	18
<b>3 Verksamhetsberättelse</b>	<b>21</b>
3.1 ITEC . . . . .	21
3.2 Behovsanalys . . . . .	21
3.3 Utvärdering av verktyg . . . . .	22
3.4 Diskussion . . . . .	23
<b>4 Resultat</b>	<b>27</b>
<b>Litteraturförteckning</b>	<b>29</b>



## Förkortningar

<b>COTS</b>	Commercial off the shelf
<b>FHS</b>	Försvarshögskolan
<b>FLSC</b>	FOI avdelning stridssimulering
<b>FOI</b>	Totalförsvarets forskningsinstitut
<b>FoT</b>	Forskning och teknikutveckling
<b>FM</b>	Försvarsmakten
<b>FMV</b>	Försvarets materielverk
<b>IML</b>	Integrerad materielledning
<b>M&amp;S</b>	Modellering och simulering
<b>RP</b>	Rapid prototyping
<b>SBA</b>	Simuleringsbaserad anskaffning
<b>SE</b>	Software engineering



# 1 Inledning

Inom Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) och Försvarmakten (FM) finns idag förmågan att kunna skapa komplexa simuleringar. Men framtagning av sådana simuleringar är tyvärr ofta mycket tidskrävande och kostsamma. För att snabbt kunna prova sina idéer, minska osäkerheten i beslutsunderlag eller skaffa sig en uppfattning om en viss situation behövs nya verktyg och metoder som minskar kostnader och ledtider.

## 1.1 Bakgrund till projektet

Ett sätt att bemöta problemet med höga utvecklingskostnader och långa ledtider för simuleringar är att använda en *infrastruktur*, som tillhandahåller tjänster som underlättar simuleringsmodellernas utvecklings- och användningsfaser.<sup>1</sup> I en tidigare studie vid FOI undersöktes möjligheterna att använda simuleringsramverk för undervattensområdet (Bergström et al., 2005b). Resultaten från den studien utgör också de bärande idéerna för detta projekt:

1. En infrastruktur möjliggör att relativt enkelt kunna koppla ihop mindre modellobjekt till större modeller och snabbt kunna simulera olika komplexa förlopp. Inte bara inom olika problemområden (mark, luft, sjö, undervatten) utan även med kombinationer av samtliga områden blir det därigenom möjligt att genomföra simuleringar på operativ och taktisk nivå som inkluderar såväl flygfarkoster som markgående fordon, fartyg och ubåtar.
2. Verktyg och infrastruktur som kan baseras på *Commercial off the shelf* (COTS) minskar behovet av egenutveckling av grundläggande funktionalitet, och möjliggör att resurser kan fokuseras på den huvudsakliga frågeställningen. Därmed minskas även projektrisken, då organisationer inte alltid är optimerade för utveckling av programvara.
3. Tekniska krav och behov utgör endast en delmängd av framgångsfaktorerna. I praktiken kan randvillkor så som tidsramar, ekonomi och befintliga programvaror vara avgörande för valet av produkt.

Till idéerna ovan vill vi även foga ett sätt att arbeta på, som lånas från tillverkningsindustrin:

4. Vi vill undersöka möjligheterna att använda *Rapid prototyping (RP)* som ett sätt för att minska ledtider och kostnader för att ta fram simuleringsmodeller.

## 1.2 Syfte och mål

Målsättningen med projektet "M&S infrastruktur för Rapid Prototyping" är att bygga upp ett Rapid prototyping verktyg med tillhörande ramverk och

<sup>1</sup>Dessa faser är: modellutveckling, scenarioupbyggnad, exekvering samt analys och efterbearbetning.

kompetens, med vars hjälp det snabbt ska gå att implementera simuleringar för många olika problemområden. Under denna uppbyggnad skall projektet:

1. Följa marknadsutbudet och utvecklingen inom området.
2. Skaffa en god kännedom om vilka typer av uppgifter verktygen är lämpliga att användas till
3. Ta hem det mest lovande verktyget på prov för fortsatt utvärdering.
4. Genomföra pilotstudier med verktyget, där viss funktionalitet implementerats.

### 1.3 Avgränsningar

Enligt FM beställning till FOI för verksamhetsåret 2008 beskrivs projektet "M&S infrastruktur för Rapid Prototyping" inom FoT Modellering och simulering, som ett 3-årigt projekt, 2008-2010. Enligt "FM Planeringsarbete FoT 2008-02-14 bilaga 2" skall emellertid projektet "Rapid Prototyping" utgå fr o m 2009. För att ändå försöka tillhandahålla ett för många inom försvaret användbart verktyg för Rapid prototyping har en kortversion av projektet genomförts under 2008.

En konsekvens av den korta tiden för genomförande är att behovsidentifieringen begränsats till redan kända behov och verksamheter. Potentiella användare inom FM, eller Försvarets materielverk (FMV), Försvvarshögskolan (FHS), FOI, och andra myndigheter kan ha förbigåtts.

I praktiken medför detta att behovsinventeringen begränsas till behov som redan är väl kända, och där konceptet med *rapid prototyping* förväntas vara applicerbart. Vidare genomförs ingen etableringsfas, vilket lägger ett stort ansvar på användarna av de föreslagna verktygen vad gäller anskaffning, kompetensuppbyggnad och vidmakthållande.

### 1.4 Läsanvisning

Denna rapport vänder sig främst till beställaren, ansvariga inom Forskning och teknikutveckling (FoT), men även till personer inom FM, FOI och FMV som arbetar med frågor som berör produktion av simuleringsmodeller.

I kapitel 2 ger vi en översikt av olika användningsområden för Modellering och simulering (M&S)-prototyper och -infrastruktur.

I kapitel 3 beskriver vi de aktiviteter som genomförts, och för en kort diskussion kring resultaten.

Slutligen, i kapitel 4 redogör vi för de resultat vi kommit fram till och för en diskussion kring dessa.

## 2 Rapid prototyping

I detta kapitel ger vi en beskrivning av RP, samt visar hur konceptet kan *användas* inom M&S, i syfte att reducera ledtider, kostnader och risk samt öka kvalitén.

Utgångspunkten för resonemanget är att utveckling av simuleringsmodeller till stora delar består av utveckling av programvara, alltså produkter av *Software engineering* (SE). Användning av prototyper inom området Software engineering (SE) torde därför till stora delar vara tillämpligt även inom M&S, om än med vissa restriktioner.

### 2.1 Konceptet RP

En prototyp till en *produkt* kan beskrivas som korrekt med avseende på funktionalitet, men inte med avseende på produktionsmetod. Prototyper kan också användas för olika ändamål. Ett syfte är att använda prototyper för att avgöra *vad* som skall konstrueras, till exempel vilken funktionalitet som målsystemet skall ha. Ett annat syfte är att tidigt implementera delfunktioner för att komma tillrätta med exempelvis prestandaproblem, som kan få långtgående konsekvenser om de upptäcks sent i utvecklingsfasen (Brooks, 1995).

En prototyp till en *simuleringsmodell* kan definieras på olika sätt. Enligt Thayer and Christensen (2002) finns det (om än något förenklat) två olika sätt som en programvaruprototyp kan användas på:

1. En artefakt som föregår utvecklingen av ett större system. Prototypen bidrar till att öka förståelsen för de krav och behov som föreligger, och bidrar därför till att det slutliga systemet bättre kan uppfylla dessa krav, än vad som vore fallet om ingen prototyp använts. När utvecklingen av målsystemet tar fart kan prototypen kasseras.
2. Prototyper kan också användas som steg vid inkrementell utveckling. Varje ny (del)prototyp kan användas för att utforska ett nytt behovsområde, medan tidigare funktionalitet förfinas. Prototypen kan här även vara en del av målsystemet, som bygger på den funktionalitet som redan implementerats.

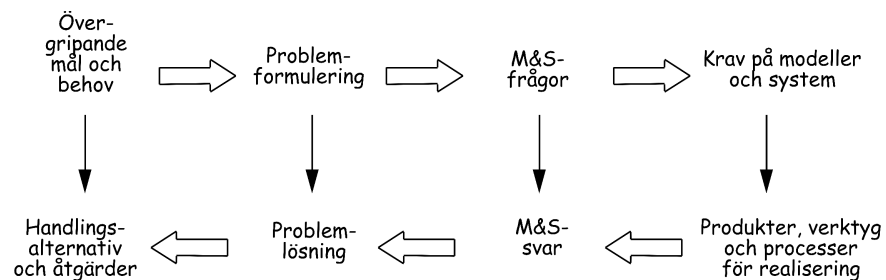
Med *Rapid Prototyping* avses vanligen det första användningsområdet. Kombinationer av dem båda förekommer också i litteraturen, med varierande benämningar.

Thayer and Christensen (2002) fastslår att båda ansatserna för prototyping har potential att förkorta ledtider. För *rapid* prototyping sker detta genom att man med oförändrad utvecklingstid kan bygga ett system som har en bättre träffbild på de krav och behov som föreligger. Detsamma gäller för *inkrementell* prototyping, men här utgör prototypen även ett ramverk för programvaran, vilket även bidrar till en snabbare utvecklingstakt.



## 2.2 Rapid prototyping och M&S

Modellering och simulering är dock en disciplin som omfattar mer än SE. Användningen av prototyping för M&S blir följaktligen mer komplex, vilket illustreras av figur 2.1. Emedan utveckling av programvara ofta görs i syfte att uppfylla konkreta behov, görs modellutveckling ofta i syfte att besvara frågeställningar av olika slag. Även om dessa frågor har sitt ursprung i verkliga behov, finns ett ytterligare steg i värdekedjan mellan modellen och verkligheten.



Figur 2.1: Den roll M&S har i ett övergripande perspektiv för problemlösning (Jacquart, 2004).

Användning av prototyping för modellutveckling skiljer sig inte från användning av RP för SE. Men användningen av *prototyping för simulering* blir annorlunda, på samma sätt som modellutveckling förhåller sig till simulering. Robinson (2004) tar upp två tydliga exempel på användning av prototyper för simulering:

1. För att avgöra om en modelleringsansats är tillräckligt bra, med hänsyn till de behov som föreligger.
2. För att inte behöva utveckla en mer komplicerad modell än nödvändigt.

I sak handlar båda fallen fortfarande om prototyping. Det sistnämnda, att endast utveckla precis den funktionalitet som behövs, faller inom ett område som snarare bör kallas *Lean M&S* än Rapid prototyping. Poppendieck and Poppendieck (2003) ger en mer precis definition av hur begreppet *lean* kan tolkas och relateras till och appliceras på *Software engineering* (SE).

De olika ansatserna för RP utesluter inte varandra. Ett välkänt exempel på användning av prototyper för simulering är Simuleringsbaserad anskaffning (SBA), där M&S-verksamheten i sig görs i syfte att ta fram en prototyp till systemet som skall upphandlas. Anskaffning av tekniskt avancerade materiel-system kräver ofta att olika systemegenskaper i ett tidigt skede kan värderas i förhållande till den taktiska användningen av systemet. Simulering med en modellprototyp är då en lämplig ansats.<sup>1</sup>

Det kanske allra främsta motivet för att använda Rapid prototyping för M&S är att RP inte bara tillåter, utan även underlättar att göra fler misstag

<sup>1</sup>I SBA-sammanhang förekommer även begreppet *virtuell* prototyp, som avser en datormodell som beskriver materiel-systemets egenskaper. (Committee on Modeling and Simulation Enhancements for 21st Century Manufacturing and Defense Acquisition, National Research Council, 2002)

på kortare tid än som annars vore möjligt. Misstag som därmed på goda grunder kan antas komma att vara åtgärdade i det slutliga systemet (Grimm, 1998).

Det andra skälet är att RP gör det möjligt med kortare tid mellan iterationer (under förutsättning att en iterativ process används). Detta ger i sin tur bättre förutsättningar för kontakten mellan utvecklare, domänexperter och slutanvändare.

Rapid prototyping (RP) för M&S omfattar således inte enbart verktyg. Det berör människor som skall använda verktygen enligt en process, för att bemästra komplexa problem och frågeställningar (Zittel, 2001).

$$Performance = Complexity^{Process} \cdot Team \cdot Tools$$

Boehm et al. (2000)

Det är därför relevant att se på hur dessa storheter hänger samman. Boehm et al. (2000) beskriver hur ett programvaruprojekts prestationsförmåga kan predikteras enligt en ekvation. Booch (2007) gör utifrån samma ekvation en intressant observation: Att ett systems komplexitet kan antingen förstärkas av en dålig process, eller dämpas av en god process. Egenskaper hos personer och verktyg bidrar tämligen likvärdigt till ett projekts framgång.

Användning av RP inom SE får således anses vara en väl beprövad metod för att minska osäkerhet och risk vid utveckling. Detsamma kan sägas om användningen av RP för SBA – simulering med prototyper. Det finns alltså goda skäl att tro att detta även gäller generellt för M&S.

## 2.3 M&S Infrastruktur

Med infrastruktur menar vi allmänt ett system av anläggningar och driften av dessa, som utgör grund för försörjningen och förutsättningen för att produktionen skall fungera: bl.a. vägar och järnvägar, flygplatser och hamnar, kraftverk, eldistribution och andra anordningar för energiförsörjningen, vatten- och avloppssystem, teleförbindelser och utbildningsväsen.<sup>2</sup>

De utredningar som gjorts för att belysa frågan om en försvarsmaktsgemensam infrastruktur behandlar bland annat en nationell handlingsplan för M&S (HKV, 2000), betydelsen av "mjuka" faktorer (Försvarsmakten, 2004), samt ekonomiska aspekter för M&S-infrastruktur (FMV, 2005; Pelo et al., 2006).

I rent teknisk bemärkelse är en M&S-infrastruktur en samling verktyg, komponenter och hjälpmedel för att utveckla modeller, genomföra simuleringar och analysera resultaten. Samma *tekniska* infrastruktur kan också användas för RP. Frågan om hur pass väl tekniken sedan stöder just RP blir specifik för varje enskilt fall; vi är inte ute efter att finna några allmänna tekniska rekommendationer för utformning av infrastruktur.

Det främsta motivet för att eftersträva användning av M&S-infrastruktur är ekonomiskt. FMV (2005) för fram ett antal indikatorer kopplade till ekonomiska motiv för M&S i tidiga faser:

1. Besparing genom att kunna nyttja nya och bättre metoder
2. Besparing genom att uppgiften slutförts snabbare än avsett
3. Besparing genom tidig terminering av projektet
4. Reducerad kostnad för möten och presentationer

<sup>2</sup>Nationalencyklopedins definition.

5. Minskat personalbehov
6. Tidigare identifiering av potentiella problem

Vi kan konstatera att ovanstående indikatorer också är applicerbara på *prototyping* inom SE. Det finns även fler fördelar än de ekonomiska, men som inte sällan är betydligt svårare att kvantifiera.

## 2.4 M&S Ramverk

En klass av M&S-infrastrukturer som kan användas för *prototyping* är kommersiella simuleringsramverk.<sup>3</sup> Ett ramverk tillhandahåller mycket av den tekniska infrastrukturen som behövs för modellutveckling och simulering, och har några signifikanta egenskaper:

1. Det är baserat på Commercial off the shelf (COTS), och har därmed ett tydligt leverantörsberoende.
2. I egenskap av *ramverk* ställer det krav på att modeller måste anpassas till det.

Tekniskt löser man ovanstående genom att ge kunden möjlighet att själv anpassa sina egna, sekretessbelagda modeller till ramverket. Vidare behöver ramverket tillhandahålla tillräckligt mycket funktionalitet för att det ska bli attraktivt för en större krets av användare.

Om man accepterar de ovan nämnda begränsningarna, så kan de kommersiella produkter som idag finns på marknaden också användas för *prototyping*. Krav på ledtid och kostnad kan då premieras utan att man behöver ge upp krav på interoperabilitet och underhållsmässighet.

## 2.5 Programvara som en tjänst

Vår uppfattning är att det finns huvudsakligen två faktorer som hämmat utvecklingen inom militär M&S, i jämförelse med civil dito. Framför allt har marknaden för militär M&S varit en begränsad nisch, även om det förhållandet nu har förändrats. De krav på sekretess som föreligger kommer även fortsättningsvis att behöva särskilda hänsyn. Liknande, men inte nödvändigtvis samma orsaker kan ligga bakom den sparsamma förekomsten av Open Source programvara för militära tillämpningar.

Vidare vill vi hävda att programvara i allmänhet bör ses som en *tjänst*, snarare än en sekvens av bytes på något lagringsmedia. Programvara är inte statisk, utan måste vidareutvecklas i takt med att krav och behov vid dess användning förändras.

Ett fall som kan motivera avsteg från synsättet ovan är när programvaran finns inom den egna organisationen, och används där för att skapa tjänster. Då är det mer motiverat att se på den som en *tillgång* – med den nödvändiga och förhoppningsvis tillhörande kunskap och kompetens om tillgången som bör finnas inom organisationen.

För simuleringsmodeller som har en kort förväntad livslängd är det ofta mer kostnadseffektivt att använda kommersiella verktyg, om de finns, än att

<sup>3</sup>Begreppet simuleringsramverk förklaras utförligt i (Bergström et al., 2005a,b).

initiera egen utveckling. S.k. *throwaway prototypes* har per definition en mycket kort livslängd.



## 3 Verksamhetsberättelse

I detta kapitel ger vi en kortfattad redovisning verksamheten i projektet under året. I syfte att följa följa marknadsutbudet och utvecklingen inom området har projektet besökt ITEC<sup>1</sup>. I detta kapitel ger vi en beskrivning av våra intryck därifrån, samt resultaten från behovsanalysen och utvärderingen.

### 3.1 ITEC

Ett forum för leverantörer och användare av militär M&S är ITEC, som i år var förlagd till Stockholm. I år var *integration* ett centralt begrepp vid öppningsanförandet. Internationella operationer genomförs sällan av ensamma nationer, utan tillsammans med andra. Detta för med sig två konsekvenser:

- Utrustningen måste vara interoperabel.
- Man måste utöver att träna, öva och utbilda, även arbeta *tillsammans* med att analysera, förstå och värdera potentiella hot.

Att få träningsanläggningar att tekniskt fungera tillsammans är visserligen inte triviale, men heller inte omöjligt. Men det riktigt intressanta ligger i att finna gemensamma verktyg för att utvärdera nya hot, och öva för att bemöta dem. Ett bestående intryck var att förekomsten av träningsnätverk i sig inte kommer att lösa militära problem - men träning i nätverken bidrar till att göra det.

På verktygssidan kunde man se olika kategorier av leverantörer på mässan. En kategori bestående av ett fåtal större aktörer som säljer nyckelfärdiga träningsanläggningar, ibland som en del av ett komplett vapensystem. En annan kategori består av underleverantörer av vissa specialiserade komponenter för terräng, beteende, ljudeffekter, etc.

### 3.2 Behovsanalys

Det finns inom FM en mängd olika områden som åtminstone i teorin skulle kunna dra nytta en M&S infrastruktur för Rapid prototyping. Men som vi nämner i avsnitt 1.3 så kan vi av flera skäl inte genomföra en noggrann inventering av alla dessa områden.

Ett område som uppfyller kraven för att försöka etablera en M&S-infrastruktur för RP är FoT-projektet "Datorgenererade styrkor" som bedrivs vid FOI på uppdrag av FM:

1. Det finns ett uttalat behov av verktyg för att kunna bygga och pröva prototyper av beteendemodeller.
2. Vi har de möjligheter som behövs att kunna koordinera verksamheterna i detta projekt och vårt.

<sup>1</sup>[www.itec.co.uk](http://www.itec.co.uk). I/ITSEC Är ett betydligt större forum, men som på grund av tidsmässiga begränsningar inte kunde besökas.

3. Vi kan säkerställa att de medel som används för att försöka etablera en M&S-infrastruktur för RP används på ett sätt som kommer FM till godo.

Den effekt som projektet "Datorgenererade styrkor"<sup>2</sup> förväntas ge FM är kunskap om modellering av mänskligt beteende. Inom ramen för projektet har flera prototyper byggts, i syfte att dels kunna demonstrera framtagna koncept och modeller, men också för att ha en plattform för experimentell verksamhet.

Genom att tillämpa konceptet RP på den verksamhet som bedrivs inom projektet "Datorgenererade styrkor" vill vi inte bara åstadkomma en plattform för experimentell verksamhet. Vi vill skapa förutsättningar för att också kunna bidra till produktionen av modeller av mänskligt beteende som kan nyttjas i M&S-anläggningar som används av FM.

### 3.3 Utvärdering av verktyg

Två verktyg har utvärderats av projektet: *AI.Implant* och simuleringsramverket *STAGE*, båda från samma leverantör: *Presagis*.<sup>3</sup>

Av samma skäl som begränsat behovsanalysens omfång har vi tvingats begränsa även mängden möjliga verktyg att studera. Att *STAGE* redan används vid FOI avdelning stridssimulering (FLSC) har bidragit till verktygsvalet. FLSC är också en av intressenterna och avnämarna till projektet "Datorgenererade styrkor".

**AI.Implant** kan användas för att befolka simulerade världar med simulerade aktörer som kan ta kontextberoende beslut och röra sig på ett realistiskt sätt. Verktyget har stöd för att beskriva rörelsemönster och beslutslogik (Presagis, 2008). Programvaran används såväl för kommersiella spel som för militära M&S-tillämpningar. (Se figur 3.1)

**STAGE** kan användas som simuleringsmiljö för träning och analytiska tillämpningar. Som koncept har *STAGE* stora likheter med andra produkter som *FLA-MES*<sup>4</sup> och *VR-Forces*<sup>5</sup>. (Se figur 3.2)

Projektet har haft tillgång till en utvärderingslicens, och genomfört försök med att integrera egenutvecklade modeller i *STAGE*. Möjligheterna att integrera befintlig programvara<sup>6</sup> har undersökts, och det har visat sig att det finns goda möjligheter till integration av befintliga plattformsmodeller i *STAGE*.

Projektet har också tillsammans med FLSC deltagit i en *STAGE*-kurs för att få en mer heltäckande bild av verktyget och dess användningsområden.

*STAGE* och *AI.Implant* kan visserligen användas som fristående verktyg, men de kan även användas integrerat, exempelvis kan en entitet i *STAGE* kontrolleras av *AI.Implant*.

De verktyg som utvärderats kan utgöra den plattform som behövs för att pröva projektets resultat i militära sammanhang, och fungera som länken mellan forskning och kundnytta. Verktygen kan också utgöra den plattform som projektverksamheten behöver för experiment och försöksverksamhet.

<sup>2</sup>En sammanställning av resultaten från projektet "Datorgenererade styrkor" samt pro-

### 3.4 Diskussion

Utvärderingen av *STAGE* och *AI.Implant* har visat att de kan användas som teknisk M&S-infrastruktur för projektet "Datorgenererade styrkor". Dels för att demonstrera och pröva resultat i militära sammanhang, men också som teknisk plattform för projektets kärnverksamhet: forskning om beteendemodeller. I korthet kan de eftersträvsvärda egenskaperna för verktygen sammanfattas som:

- att beskriva även komplexa beteenden
- Enkelt att simulera och analysera resultat
- Möjligt att integrera befintliga plattformsmodeller

*STAGE* och *AI.Implant* är inte de enda verktygen som uppfyller dessa krav. Men som vi nämnt i avsnitt 1.1 kan andra faktorer spela en avgörande roll för val av verktyg. Förhållandet att FLSC använder *STAGE* är en sådan faktor.

Länken mellan forskning och kundnytta kan dock inte utgöras endast av programvara. Man bör ställa sig frågan om CGF-projektets resurser är dimensionerade för att klara av en uppgift som inbegriper modellförsörjning. Simuleringsramverk för militär M&S är inte *svåra* att lära sig använda, men det är en uppgift som tar tid i anspråk, och kräver en god förståelse för simulering samt det aktuella problemområdet. Utveckling av modeller för dessa verktyg kräver utöver goda kunskaper inom systemutveckling, även att organisation och processer är anpassade för den uppgiften.

Ett rimligt alternativ till att förpacka forskningsresultat från projektet "Datorgenererade styrkor" så att de kan användas av FM i form av verktyg, är att utveckla samarbetet med FLSC. Frågan om kompetensförsörjning kan då förenklas genom att utöka användar- och utvecklarkretsen inom en och samma organisation, utan att låsa upp militär personal för det ändamålet.

En inte oväsentlig del av anskaffning av ett Rapid prototyping verktyg är hur den ekonomiska kalkylen ser ut. En grundläggande förutsättning är att investeringen i infrastruktur kan motiveras ekonomiskt. Från tidigare erfarenheter<sup>7</sup> vet vi hur de fasta och förutsägbara kostnaderna faller ut:

**Avskrivningar och räntor** Inköp av de verktyg som utvärderats ger upphov till utgifter som anses avskrivningsbara.

**Underhåll och vidmakthållande** Utöver inköp tillkommer utgifter till leverantören för support och uppgraderingar.

Generella ramar för rörliga kostnader från användning av M&S-infrastruktur är svårare att bestämma. Vi kan dock dela in dem enligt följande:

---

jektets förutsättningar och behov av verktyg ges i (Nilsson, 2008).

<sup>3</sup><http://www.presagis.com>

<sup>4</sup><http://www.ternion.com>

<sup>5</sup><http://mak.com>

<sup>6</sup>MERLIN Salling et al. (2008)

<sup>7</sup>Erfarenheter och siffror från användning av FLAMES i flertalet forsknings- och utvecklingsprojekt vid FOI, 1997 - 2005.



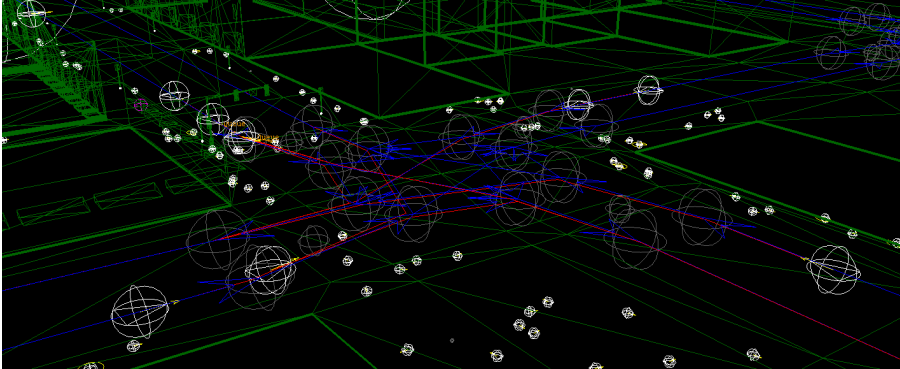
**Utbildning och kurser** Den personal som skall använda verktygen behöver utbildas, kurser är oftast det mest kostnadseffektiva sättet att tillägna sig den kunskap som behövs.

**Utveckling av modeller** för användning i infrastrukturen. Denna post kan utgöra i stort sett hela projektverksamheten, eller bedrivas som ett delprojekt.

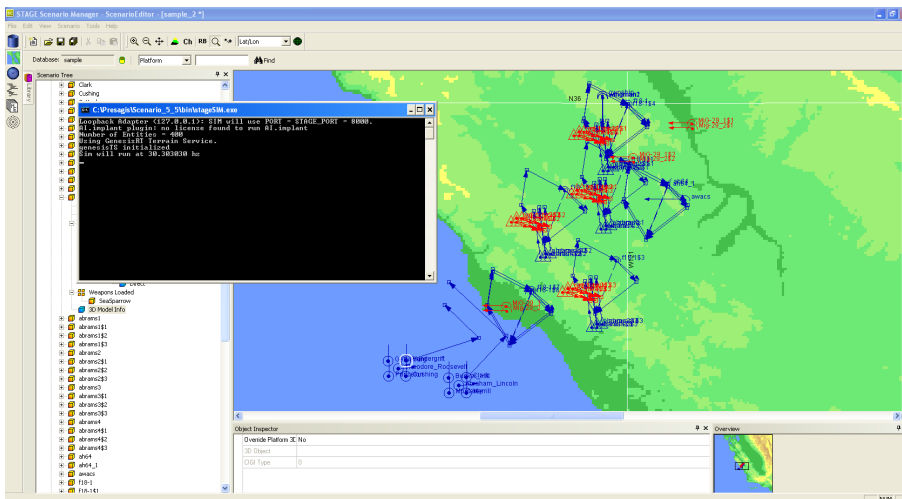
Med projekt som är korta i förhållande till verktygets förväntade livslängd inom organisationen, måste någon del av organisationen ta ansvaret för att tillse att förutsägbara kostnader har täckning. Det förhållandet blir särskilt tydligt vid statlig verksamhet där organisationen måste låna medel för investeringar i verktyg.

Från avsnitt 2.3 vet vi också hur nyttan med användningen av M&S och RP kan te sig. Den del av organisationen som ansvarar för täckning av kostnader måste också kunna ta del av utfallet i form av reducerat personalbehov och kortare projektider, annars uppstår problem. De kan ta sig uttryck i att vinster i form av minskat personalbehov i själva verket leder till en förlust därför att omsättningen minskar. För statlig verksamhet som inte *skall* gå med vinst blir det förhållandet särskilt tydligt.

Projekten skulle därför behöva dimensioneras med hänsyn till att RP och M&S används. Problemet kan inte enbart förklaras med att det för det ändamålet inte finns tillräckligt empiriskt underlag; frågan är retrospektiv. När vi väl kan mäta skillnaden i tid och pengar kommer frågeställningen att vara utagerad (FMV, 2005).



Figur 3.1: Virtuell trafikerad korsning (simTown, AI.Implant). Linjerna representerar navigationsbanor och hinder.



Figur 3.2: STAGE Scenario editor.



## 4 Resultat

Frasen "M&S är ett område i ständig utveckling" är visserligen något sliten, men inte mindre sann för den skull. Och citatet nedan visar att det finns långtgående ambitioner att fortsätta driva den utvecklingen.

Användning av prototyper kan aldrig ersätta de modeller som används idag - men kompletterar dessa med avseende på de behov som ställs av simuleringsbaserad anskaffning och FMs alltmer skiftande uppgifter.

*"In the next 30-year generation, CAE has designs on becoming something akin to the Microsoft of the simulation and training industry."*

Adams (2005)

De specifika behov av M&S-infrastruktur som diskuteras i avsnitt 3.2 är inte unika för det där relaterade projektet.

Användning av avancerade M&S-verktyg omfattar dock mer än *förmågan* att använda verktygen för utförande av vissa uppgifter. Ett tydligt tecken på att M&S är ett område som börjar mogna är att två frågor blir allt mer aktuella:

1. Hur kan man få *lönsamhet* i användningen av verktygen?
2. Hur bör arbetssättet anpassas för att dra nytta av utvecklingen?

Vi kan inte ge något allmängiltigt svar på ovanstående frågor, men för den verksamhet som tjänat som försöksområde kan vi bidra med ett antal förslag till åtgärder.

Ett sätt att kringgå problematiken i avsnitt 3.4 är att i vissa avseenden beakta M&S-verksamhet, inklusive RP, som en *tjänst*. Det synsättet är en utvidgning av vår syn på programvara från avsnitt 2.3, som omfattar inte bara programvara och support, utan i viss mån även dess användning. Frågan om vilka verktyg som används för tjänstens utförande överlämnas till tjänsteleverantören. Det är då också upp till denne att reda ut eventuella problem med fördelning av kostnader och vinster.

De olika former av *prototyping* som diskuteras i denna rapport tillämpas redan i varierande utsträckning inom FM, övriga myndigheter och industri. De insatser som skulle behövas berör främst M&S-infrastruktur, snarare än *prototyping*.

Användning av simuleringsramverk som RP infrastruktur för M&S är fullt möjlig, även om FM M&S inte kan baseras fullt ut på COTS. De frågor som FM bör ställa sig är:

1. Vilken grad av inlåsning till enskilda leverantörer av COTS för M&S är acceptabel för FM?
2. Inom vilka områden anser FM att det är motiverat att själv ha kontroll över programvara för M&S?

Dessa frågor saknar enkla svar, men metoden för att hantera dem har tagit form bland annat inom Integrerad materielledning (IML). Användning av

COTS är ett sätt för FM att ta del av den utveckling och de framsteg som görs inom M&S.

## Litteraturförteckning

- Rick Adams. CAE's Next-Gen NeTTS-Centric Business Model. *MS&T Magazine*, (Issue 1), 2005.
- Göran Bergström, Mattias Karlsson, and Vahid Mojtahed. En jämförelse av ansatserna SaSS-UV och UV-strid. Technical Report FOI-R-1568-SE, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI), 2005a.
- Göran Bergström, Johan Pelo, Mattias Karlsson, and Vahid Mojtahed. SaSS-UV, System-av-System Simulering med simuleringsramverk - inriktning UV. Technical Report FOI-R-1769-SE, Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI), 2005b.
- Barry W. Boehm, Clark, Horowitz, Brown, Reifer, Chulani, Ray Madachy, and Bert Steece. *Software Cost Estimation with Cocomo II*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 2000. ISBN 0130266922.
- Grady Booch. Handbook of software architecture. <http://www.booch.com/architecture>, 2007.
- Frederick P. Brooks. *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, 20th Anniversary Edition*. Addison-Wesley Professional, 1995. ISBN 0-201-83595-9.
- Committee on Modeling and Simulation Enhancements for 21st Century Manufacturing and Defense Acquisition, National Research Council. *Modeling and Simulation in Manufacturing and Defense Acquisition: Pathways to Success*. The National Academies Press, 2002.
- FMV. Ekonomiska motiv för modellering och simulering. Technical Report Bilaga 1 till 72613/2005, VO StraMtrl, 2005.
- Försvarsmakten. Studie infrastruktur för försvarsmaktens modellering och simulering. 21 120:76007, 2004.
- Todd Grimm. The human Condition: A Justification for Rapid Prototyping. *Time-Compression Technologies*, 3(3), May 1998.
- HKV. Försvarsmaktens inriktning för Modellering och Simulering (M&S), April 2000. 09 621:65218.
- René Jacquart. VV&A Methodological Guidelines Reference Manual, September 2004. THALES JP 11.20-WE5100-METHOD-D5103.
- Sten-Åke Nilsson. Datorgenererade styrkor – Slutrapport 2008, December 2008. FOI-R-2627-SE.
- Johan Pelo, Kjell Ohlson, and Mats Fredriksson. Ekonomiska och andra aspekter på paradigmer för Modellering och Simulering - En förstudie, 2006. FOI-R-2032-SE.
- Mary Poppendieck and Tom Poppendieck. *Lean Software Development: An Agile Toolkit for Software Development Managers*. Addison-Wesley Professional, 2003. ISBN 0-321-15078-3.
- Presagis. *AI Implant Tools User's Guide*, 2008. Version 5.3.

Stewart Robinson. *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0-470-84772-7.

Emil Salling, Peter Strömbäck, Jan Lindh, Casper Hildings, Niklas Wallin, and Mats Fredriksson. MERLIN Software Architecture Document, March 2008. FOI-R-2486-SE.

Richard H. Thayer and Mark Christensen, editors. *Software Engineering*, volume 2: The Supporting Processes. Wiley-IEEE Computer Society Pr, 2nd edition, March 2002.

Randy C. Zittel. The Reality of Simulation-Based Acquisition – And an Example of U.S. Military Implementation. *Acquisition Review Quarterly*, March 2001.