

# Utvecklingsmetoder för samhällsförsvaret

Magnus Morin, Johan Jenvald, Mirko Thorstensson (Red.)





TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

Ledningssystem

Box 1165

581 11 Linköping

FOI-R--1064--SE

November 2003

ISSN 1650-1942

**Användarrapport**

Magnus Morin, Johan Jenvald, Mirko Thorstensson (Red.)

## Utvecklingsmetoder för samhällsförsvaret



# Förord

De snabba förändringarna i vår omvärld gör att de flesta organisationer kontinuerligt måste arbeta med utveckling av sin verksamhet. Detta är speciellt viktigt inom samhällets insatsorganisationer och det är något som vi alla förutsätter sker kontinuerligt. Vi tar för givet att våra samhällsvärden, vår demokrati och vårt sätt att leva skyddas från olika hot. Dagens och framtidens hot är svåra att förutse, och för att hantera dessa hot måste samhällets resurser utnyttjas på ett effektivt sätt. Uppföljning och träning av samhällets olika insatsstyrkor är ett sätt att både förbättra den direkta ledningsförmågan och att skapa bättre förutsättningar för erfarenhetsöverföring mellan insatsorganisationerna. Modellering, simulering och visualisering är medel som rätt utnyttjade kan stödja effektiv uppföljning och träning. I den här boken vill vi från FOI:s avdelning för ledningssystem redovisa våra resultat från tre års forskning inom modellerings- och simuleringsområdet och ge rekommendationer för hur detta kan bidra till den kontinuerliga utvecklingen. Det är min förhoppning att boken skall förmedla viktig kunskap och erfarenheter från forskningen och att detta kan leda till en utveckling av insatsförmågan i vårt samhällsförsvär.

Martin Rantzer  
Chef för FOI:s avdelning för ledningssystem



# Projektledarens tack

I denna tid av stora förändringar känns det angeläget att arbeta med utformning och utveckling av funktioner, system och enheter för framtidens försvar. Modern teknik ger oss nya möjligheter att utveckla vår förmåga att möta morgondagens hot. I den här rapporten ger vi en översikt av vår forskning kring ramverk och metoder för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor. Forskningen har genomförts inom FoT-området modellering och simulering mellan 2001 och 2003. Vi beskriver våra resultat och ger rekommendationer för den fortsatta utvecklingen av försvaret.

Jag har haft förmånen att forska tillsammans med mycket kvalificerade medarbetare kring hur utvecklingsprocesser kan stödjas med hjälp av modellering och simulering. Jag vill här framföra mitt varma tack till alla som deltagit i projektet eller på annat sätt hjälpt oss i vår forskning. Det har varit mycket stimulerande att samarbeta med personer med olika bakgrund ur olika organisationer både nationellt och internationellt.

Vi har tecknat ett informationsutbytesavtal med USA inom modellering och simulering (IEA-A-01-SW-1605) där US Army Project Execution Office for Simulation Training and Instrumentation (PEOSTRI) och US Army Research Development and Engineering Command (RDECOM) ingår som avtalsparter. Jag vill särskilt tacka Dr. Mona J. Crissey och Dr. J. Peter Kincaid som vi har haft ett mycket givande samarbete med. Dr. Greg Schow och Mr. Gene B. Wiehagen har bidragit genom samarbete kring avtalet. Vi har även etablerat The Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation (SAWMAS) och där har Dr. Avelino Gonzales bidragit stort. Jag vill också tacka Dr. Randy Shumaker och Dr. Erol Gelembé för deras bidrag till SAWMAS.

Mitt varma tack går till de författare som bidragit till projektets publikationer: Dr. Magnus Morin, Dr. Johan Jenvald, Pär-Anders Albinsson, Markus Axelsson, Dr. Mona J. Crissey, Anders Nygren, Dr. Sören Palmgren, Dr. Alma Schaafstal, Dr. Jan Maarten Schraagen och Marcel P. W. Van Berlo.

Många personer har på olika sätt hjälpt oss i vår forskning genom att diskutera problemställningar eller genom att göra sin verksamhet tillgänglig för oss att studera. Ett stort tack till alla er!

Mirko Thorstensson  
Projektledare

**Tack!**

**FOI:** Lars Rejnuš, Stefan Sjökvist, Git Roxström, Håkan Hasewinkel, Joakim Dahlman, Staffan Nählinder, Per-Erik Johansson, Lars Sandström, Krister Pallin, Per Johansson

**Försvarsmakten:** Peter Sjöstrand, Mikael Wikh, Rickard Rörberg, Kenneth Gerdeskans, Johan Rudhe, Erik Drevious, Jonas Eriksson, Jerker Andersson, Roger Petterson, Gunnar Lundström, Johan Brorson, Jonas Bergström, Johan Ström, Björn Danielsson, Per-Arne Persson, Thomas Uneholt, Dag N.H. Malmström

**US Army:** Mona Crissey, Gene Wiehagen, Greg Schow, Michael Moran, Kathleen Schultz

**US Air force Research Laboratory:** Barbara Sorensen

**Statens räddningsverk:** Bo Johansson, Stefan Lundqvist, Lars Hedström

**Räddningstjänsten i Linköping:** Anders Nygren, Lars Jonsson, Johan Josefsson, Per-Åke Larsson, Ulf Waltersson, Johan Forsgren, Per Ahlberg och alla andra

**Stockholms Brandförsvär:** Bo Tingland, Anders Bergquist

**Polismyndigheten i Stockholms län:** Anders Björneberg

**Polismyndigheten i Östergötlands län:** Mats Annerud, Bo Andersson, Mikael Kinnå

**Landstinget i Östergötland:** Eva Bengtsson, Anders Rüter, Tore Wikström, Anita Mohall

**University of Central Florida:** Peter Kincaid, Avelino Gonzales, Clint Bowers, Eduardo Salas, Erol Gelembe, Randy Shumaker

**TNO:** Alma Schaafstal, Jan Maarten Schraagen, Marcel van Berlo, Richelle van Rijk

**Ecole de Mine de Paris:** Jean-Luc Wybo

**Technische Universiteit Delft:** Giampiero Beroggi

**Linköpings universitet:** Henrik Eriksson, Sture Hägglund

**Följande personer har bidragit med illustrationer:**

**Fotografier:**

Per Ahlberg, Johan Allgurén, Pär-Anders Albinsson, Markus Axelsson, Johan Jenvald, Johan Josefsson, Magnus Morin, Anders Nygren, Stefan Sjökvist, Bo Tingland, Mirko Thorstensson, Ulf Waltersson

**Teckningar:**

Per Thornéus

# Innehåll

Förord.....	1
Projektledarens tack.....	3
Innehåll .....	5
Översikt .....	7
Frågor och ansatser .....	11
Resultat och rekommendationer .....	17
Utvecklingsvägar.....	23
Forskning nära användarna.....	27
Teorier och modeller.....	31
Metoder för modellering av insatser .....	35
Ramverk för modellering och visualisering.....	39
Luftburen förmåga.....	45
Samverkan .....	49
Uppföljning av insatser.....	53
Uppsatser .....	57



# Översikt

**”Vi gjorde en lyckad insats men huset brann ned till grunden”, sa brandchefen. ”Det var en bra övning och alla förband löste sina uppgifter”, sa övningsledaren. Och det var kanske sant. Av lyckade insatser kan man lära sig mycket om vad som fungerar bra och vad som behöver förbättras. Att penetrera en komplex insats med många aktörer för att skaffa sig en bild av styrkor och svagheter kräver dock vettiga verktyg. Den här rapporten redovisar resultat från tre års forskning om metoder och teknik för att hjälpa professionella medarbetare i exempelvis försvaret och räddningstjänsten att lära sig mer från insatser och övningar. Forskningen har genomförts i nära samarbete med personal i operativ tjänst.**

Grunden för samhällets förmåga att hantera kriser av skilda slag är att det finns välutbildade och motiverade människor som kan och vill genomföra insatser. I boken *Ledarskap* framhåller armén: ”Framgång i strid kommer att i hög grad bero på

sammanhållning och samverkan inom och mellan de minsta enheterna. Självständiga initiativ från enskilda och grupper kommer att krävas för att man ska nå resultat. Redan i den fredstida verksamheten måste därför sammanhållningen i grupper byggas upp och all personal inom försvarsmakten i ökad grad tränas i samverkan och aktiv medverkan” (Chefen för armén, 1976, s. 8). Detta resonemang kan överföras till andra delar av försvaret och till civila insatsorganisationer, till exempel räddningstjänsten och polisen. Kompetens i meningens kunskap, erfarenhet och vilja skapar förutsättningar för att handla ändamålsenligt i olika situationer. Förutom att ha kunskap och erfarenhet måste en person vilja och våga använda sina kunskaper. Grunden för denna handlingsberedskap skapas genom utbildning och träning. Den befasts genom insatser och befrämjas av framgångar. Inläring och överinläring är även i fortsättningen avgörande för samhällets beredskap för krishantering.



*Sammansatta insatsstyrkor.* En insats syftar till att lösa en avgränsad uppgift med avdelade resurser under en begränsad tid. Insatsstyrkan sätts samman av olika enheter utgående från de behov av kompetens som finns i den specifika situationen. Insatsstyrkans enheter kan komma från både militära och civila myndigheter. Ledningen av insatsen är en angelägenhet för alla deltagare, men den formaliseras på olika sätt i ledningssystemet beroende på uppgiftens karaktär och vilken organisation som har ansvaret för insatsen. Att kunna verka inom ramen för en insatsstyrka ställer krav både på fackkompetens och på ledningsförmåga i vid mening. Medarbetare på skilda platser måste kunna samordna sin verksamhet för att insatsstyrkan som helhet ska kunna lösa sin uppgift.

*Uppföljning av insatser.* Den grundläggande tesen i den här boken är att systematisk

dokumentation, uppföljning och analys av övningar och insatser har en avgörande betydelse för den långsiktiga utformningen och utvecklingen av samhällets militära och civila funktioner för krishantering. Lyckade insatser kan åskådliggöras för att lyfta fram framgångsrika sätt att hantera komplexa situationer. Det goda exemplet stärker önskvärda beteenden. Oklara situationer kan ligga till grund för att utforska och reflektera över olika möjligheter att handla. Erfarenheter från insatser och övningar kan ge värdefull information om hur teknik, organisation och metoder fungerar och hur de kan förbättras. Utgående från denna grundsyn har vi i projektet forskat kring metoder och teknik för att registrera händelseförlopp vid insatser med sammansatta insatsstyrkor och för att åskådliggöra dessa. Forskningen har

bedrivits i nära samarbete med användare i militära och civila insatsorganisationer.

*Samhällsförsvaret.* Risken för ett väpnat angrepp mot Sverige under de närmaste tio åren framstår som liten. Däremot kan konflikter i omvärlden komma att beröra vårt land på olika sätt. En viktig del av Sveriges säkerhetspolitik är därför att delta i internationellt fredsbejämjande arbete inom ramen för exempelvis FN och EU. I sin utrikesdeklaration 2002 sa Regeringen: "För framtiden är det tydligare än någonsin att säkerhet är mer än avsaknad av militära konflikter. Hot mot freden och vår säkerhet kan bäst avvärjas i gemenskap och samverkan med andra länder." (Riksdagen, 2002). Samtidigt kan detta internationella engagemang innebära en risk för att Sverige kan komma att utsättas för olika typer av hot och påtryckningar.

Mot bakgrund av det ökande internationella samarbetet kring civil krishantering menade Helén Jarlsvik (2003) att "ett flertal nationella arrangemang och förhållanden bör ses över" (s. 23). Bakgrunden till denna slutsats står att finna i arbetet med att utveckla system för civil krishantering inom FN, EU och Nato, som enligt Jarlsvik kommer att påverka svenska förhållanden. Hon menade att bland annat styrande dokument, åtgärder för beredskap och strukturer för ledning av insatser kan behöva anpassas.

Bengt Sundelius (2001) förde fram begreppet samhällsförsvaret som ett alternativ till totalförsvaretsbegreppet. Han menade att "Den klassiska och för Sverige speciella totalförsvarets tanken byggde på en logik av samhälleligt stöd till nödvändiga militära insatser till skydd av landets territorium och nationens överlevnad" (s. 8). Logiken för begreppet samhällsförsvaret är då "att det

svenska samhället, inklusive dess nödvändiga länkar till den internationella omgivningen, måste skyddas på olika sätt" (s. 8). Detta skifte, menar vi, svarar mot behovet att utveckla samhällets förmåga att hantera kriser i en vidare bemärkelse än vid ett väpnat angrepp, i syfte att skydda samhällets infrastrukturer och centrala funktioner. Den gamla tanken att hela samhället på en given signal ställs på krigsfot ter sig förlegad mot bakgrund av det rådande världsläget. I stället måste samhället ha en förmåga att kunna hantera ett brett spektrum av säkerhetshotande situationer med såväl civila som militära medel beroende på den aktuella situationen. Vi använder därför benämningen samhällsförsvaret för att markera skillnaden i synsätt.



*Utveckling.* Grunden för det militära försvaret är förmågan till väpnad strid. Denna förmåga ska kunna användas för att avvärja ett väpnat angrepp på Sverige, men den är också en förutsättning för deltagande i internationella fredsbevarande och fredsframtvingande operationer. Sammantaget innebär dock det förändrade säkerhetspolitiska läget att både det civila och det militära försvaret måste arbeta med att förändra och utveckla sin förmåga att på ett flexibelt sätt möta olika kriser och katastrofer, eftersom komplexiteten för dessa ökar.

Nya arbetsformer och samarbetsområden ställer krav på fördjupad fackkompetens inom skilda områden och en utvecklad ledningsförmåga för insatser såväl inom landet som internationellt. Vi ser ett stort behov av metoder som kan stödja denna utvecklingsprocess.

*Boken i översikt.* I den här boken presenterar vi tre års forskning kring metoder och teknik som kan stödja utvecklingen av samhällets insatsstyrkor. Den första delen av boken består av följande avsnitt.

- *Frågor och ansatser* beskriver våra forskningsfrågor och huvuddragen i vårt tillvägagångssätt.
- *Resultat och rekommendationer* redovisar våra bidrag och resultat. Vi ger också ett antal rekommendationer grundade på våra erfarenheter och resultat.
- *Utvecklingsvägar* diskuterar hur våra resultat kan ligga till grund för fortsatt forskning och utveckling inom viktiga områden för Försvarmakten och civila myndigheter.
- *Forskning nära användarna* innehåller argument för varför forskning inom vårt område måste ske i nära samarbete med användarna i de olika insatsorganisationerna.
- *Teorier och modeller* beskriver kortfattat

de teoretiska utgångspunkterna för vår forskning.

- *Metoder för modellering av insatser* redogör för de fem stegen i vår metod för att skapa och åskådliggöra modeller av insatser med sammansatta insatsstyrkor.
- *Ramverk för modellering och visualisering* presenterar principerna för det verktyg vi har utvecklat som stöd för modellering, datainsamling och presentation i samband med insatser.
- *Luftburen förmåga* ger exempel på hur ramverk och metoder användes under övningen ASÖ 2003 för att modellera insatser med luftburna förband.
- *Samverkan* beskriver modellering av en insats med polis, räddningstjänst, ambulans, militär och akutsjukvård i syfte att stödja genomgång och analys vid en samverkansövning.
- *Uppföljning av insatser* diskuterar de speciella svårigheter som måste bemästras när metoder och teknik utvecklade vid övningar flyttas över till skarp verksamhet.

Den andra delen av boken innehåller elva uppsatser som skrivits inom projektet. Syftet med att infoga uppsatserna är att samla dem på en plats och ge möjlighet till fördjupning inom olika områden.

#### Referenser:

- CHEFEN FÖR ARMÉN (1976). *Ledarskap*. Sundbyberg: Försvarets bok- och blankettförråd.
- JARLSVIK, H. (2003). Ett gränslöst civilt krishanteringssystem. *Försvaret i nutid*, 4, 3–23.
- RIKSDAGEN (2002). *Protokoll 2001/02:68*. Stockholm: Riksdagen.
- SUNDELIUS, B. (2001). *Totalförsvaret är överspelat — vi behöver ett samhällsförsvaret*. Försvarsberedningens debattserie, Stockholm: Försvarsdepartementet.



## Frågor och ansatser

I en insats finns det sällan eller aldrig någon enskild person som kan överblicka hela förloppet. Deltagarna formar egna bilder av insatsen i sina sinnen, enskilt och i diskussioner med varandra. Hur ska man då kunna skapa en gemensam grund för att förstärka det som fungerar bra och förbättra det som brister. Det finns ett stort behov av metoder och verktyg som gör det lättare att dokumentera, åskådliggöra och analysera insatser. Målet är att nå en samsyn på *vad* som hände under en insats för att det ska vara möjligt att fokusera på

*varför* det hände och *hur* man kan bli ännu bättre på att lösa sina uppgifter.

Insatser till samhällets försvar berör aktörer från många olika organisationer som måste kunna utföra krävande uppgifter inom ramen för tillfälligt sammansatta insatsstyrkor. Noggranna förberedelser i form av planering, materielanskaffning, utbildning och övning är nödvändiga för att bygga upp och vidmakthålla denna förmåga. Alla dessa uppgifter kräver en god förståelse för de processer som ingår i insatsen och hur dessa samverkar. Analyser av tidigare insatser och

noggranna uppföljningar av genomförda övningar är viktiga sätt att fördjupa denna förståelse. Ett fundamentalt problem i detta sammanhang är att kunna förena de olika aktörernas bilder av insatsen för att identifiera brister och styrkor. Vår övergripande forskningsfråga är att undersöka hur metoder och verktyg för modellering, simulering och visualisering kan användas för att konstruera och presentera innehållsrika beskrivningar av insatser i syfte att stödja uppföljning och träning för hållbar utveckling av operativa förmågor.

### Projektets syfte

Projektet *Modellering och simulering: ramverk och metoder för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor* har till syfte att finna nya och effektiva metoder och tekniker som kan stödja uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor inom totalförsvaret.

På de följande raderna utvecklar vi denna formulering och tolkar de olika begreppen.

*Nya och effektiva metoder och tekniker.* Detta är forskningsbidraget som kan bestå både i helt nya metoder eller tekniska lösningar eller i nya sätt att kombinera redan kända metoder och tekniker. I projektet finns båda typerna av bidrag representerade.

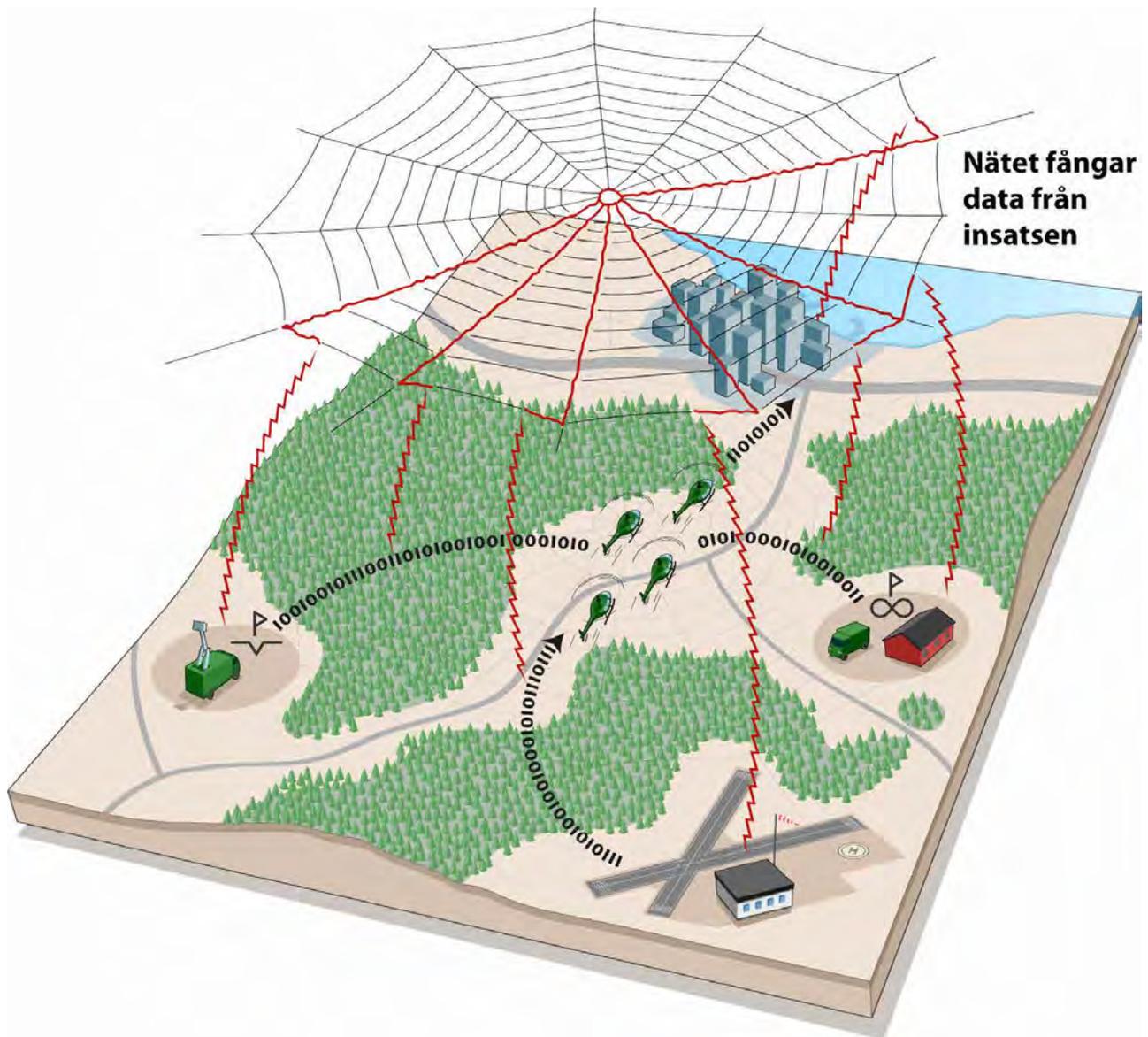
*Stödja uppföljning och träning.* Uppföljning syftar på förmågan att i efterhand analysera insatser och identifiera styrkor och svagheter i genomförandet. Vid träning, det vill säga övningar av tillämpad karaktär, finns det ett särskilt behov av att ge återkoppling till deltagarna i närtid efter övningen för att skapa en gemensam grund för fortsatt analys. Vår ansats innebär att båda problemen förenklas

om man kan använda en modell av insatsen som visar det faktiska händelseförloppet. En sådan modell kan överbrygga skillnader i synsätt och perspektiv hos olika deltagare. Resonemang och slutsatser kan då förankras i modellen och få ökad validitet.

*Sammansatta insatsstyrkor.* I framtiden kommer insatser i allt högre grad att ske med behovssammansatta insatsstyrkor. De fasta organisatoriska strukturer som tjänat som ram för försvarets verksamhet kommer i hög grad att ersättas av flexibla konstellationer med begränsad varaktighet. Operativa förmågor måste skapas utifrån vilken effekt som skall uppnås och utgående från de enheter som kan disponeras. Effekten av sådana insatsstyrkor beror både på de enskilda enheternas fackkompetens och på insatsstyrkans samlade ledningsförmåga. Uppbyggnaden av sådan förmåga och utformningen av ledningssystemet kräver kunskap och metoder för att ta tillvara erfarenheterna från fältförsök, övningar och insatser.

*Totalförsvaret.* Metoderna och teknikerna ska kunna tillämpas på insatsstyrkor som innehåller enheter från olika organisationer och myndigheter med uppgifter i totalförsvaret. Det finns alltså inga begränsningar i vår ansats som har att göra med insatsstyrkornas organisatoriska hemvist.

*Forskningsansats.* Vår forskning grundar sig på resultat som har redovisats i två doktorsavhandlingar vid Linköpings universitet. Johan Jenvald (1999) presenterade metoder och teknik för datorstödd träning av sammansatta insatsstyrkor och Magnus Morin (2002) beskrev metoder och verktyg för att konstruera och utforska modeller av distribuerade taktiska insatser. Grunden i tillvägagångssättet är att modellera insatsövningar tillsammans med medarbetare i försvaret



och i andra myndigheter och organisationer. Erfarenheterna från att bygga och använda modellerna för uppföljning och återkoppling ligger till grund för att vidareutveckla metoder och verktyg. I vår forskning har vi behandlat modellering, visualisering samt ramverk för modeller och presentationsverktyg.

*Modellering.* För att illustrera principerna för modellering av insatser använder vi ett taktiskt exempel. Bilden ovan visar en luftburna insats där ett helikopterförband transporterar enheter ur den luftburna

bataljonen till ett insatsområde. Detta scenario innehåller flera distribuerade aktörer som bidrar till att uppgiften kan lösas:

- Helikopterförbandet som transporterar det luftburna förbandet från ilastningsplatsen till insatsområdet.
- Helikopterförbandets ledningscentral.
- Helikopterbasen som ansvarar för helikopterförbandets bastjänst.
- Det luftburna förbandet som ska landsättas i insatsområdet.

- Det luftburna förbandets ledningscentral.
- Fjärrspaningsförband som spanar i insatsområdet.

Aktiviteterna på olika platser i insatsen dokumenteras i detalj genom att vi skapar ett virtuellt nät som fångar data. Exempel på sådana data kan vara order, rapporter, orienteringar, positioner, sensordata, bilder, video och operatörskommandon. I gynnsamma fall kan de data som behövs extraheras ur ledningssystemet på en form som gör dem lätta att bearbeta och sammanställa. Erfarenheterna från våra fältförsök visar dock att dagens verklighet befinner sig långt från detta mål. För närvarande måste nätet knytas ihop genom att olika instrument för datainsamling tillförs insatsstyrkan. NBF kommer att kunna underlätta datafångst för analys och uppföljning av insatser. Modellen av insatsen kombinerar data från genomförandet med modeller av de förband som deltar i insatsen. Resultatet blir en insatsmodell som är:

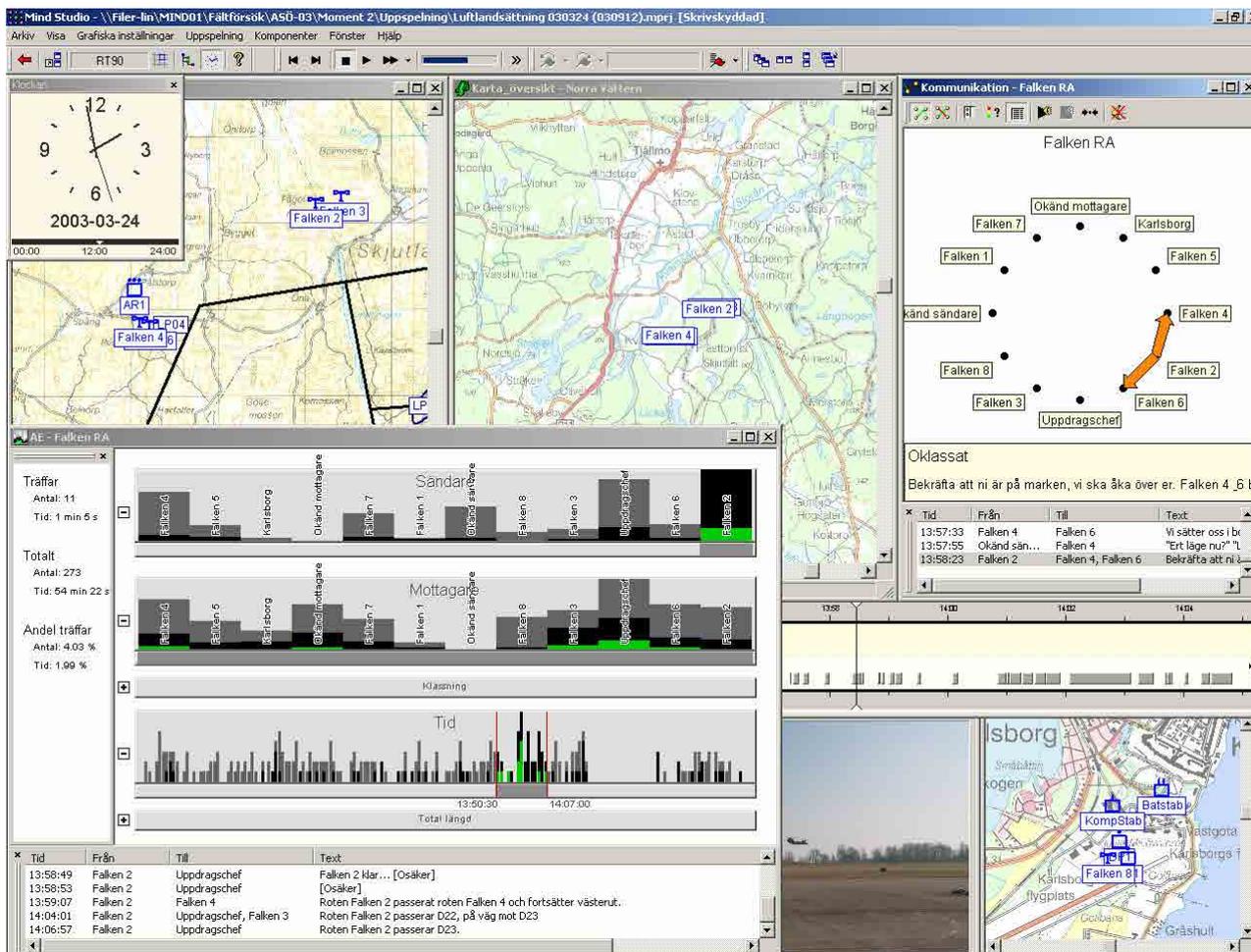
- Händelsedrivna (tillståndsövergångar i modellen representerar händelser under insatsen)
- Tidssynkroniserad (alla händelser kommer i rätt ordning)
- Uppspelningsbar (animering i olika hastigheter ger en bild av utvecklingen över tiden)
- Multimedial (text, ljud, bilder och video beskriver tillsammans olika aspekter av insatsen)

*Visualisering.* Det är människor som tolkar data, utvinner information och skaffar sig insikter, förståelse och kunskap. För att stödja denna process och har vi utvecklat olika presentationstekniker för att åskådlig-



göra, strukturera och utforska insatsmodellerna. Teknikerna har utformats som komponenter i ramverket MIND. Bilden på nästa sidar visar hur en insatsmodell kan presenteras i MIND. Modellen i exemplet kommer från en luftburen insats under Arméns slutövning 2003. Genom att välja olika vyer och spara deras inställningar som teman kan användaren själv skapa en arbetsmiljö som passar hans eller hennes uppgift. I det här fallet har användaren valt att studera kommunikation under luftland-sättningsfasen och därför har hon öppnat två vyer med dynamiska länkar respektive statistik. I bakgrunden finns lägeskartor för landsättningsplatsen på Kvarn och för basområdet i Karlsborg. Dessutom finns det en dynamisk tidslinjal som ger överblick och stödjer navigering i datamängden. Samtliga vyer är tidssynkroniserade och visar läget klockan 13:58:27 den 24 mars 2003. Vyerna är dessutom kopplade på så sätt att användaren kan välja ut ett meddelande i någon av vyerna för kommunikationsanalys och hoppa till tidpunkten för meddelandet. Då kommer samtliga vyer att visa läget vid denna tidpunkt.

*Ramverk.* Genom att utveckla ett ramverk för modeller och presentationsverktyg har vi skapat en generell och flexibel struktur



för att återge insatsförlopp. Ramverket är generellt i meningen att det stödjer uppföljning av insatser av många olika slag. Hittills har det använts för insatser och övningar med marina förband, luftburna förband, helikopterförband, akutsjukvård, räddningstjänst och polis. Det har också provats vid utbildning av helikopter-sjukvårdare vid US Army School of Aviation Medicine i Fort Rucker, Alabama. Flexibiliteten ligger i att komponenterna i ramverket kan skräddarsys för att skapa nya modeller, kartformat, mediatyper, analysverktyg och presentationsvyer. Exempel på detta är helikoptermodellerna och analysverktygen för kommunikation som infogats i ramverket. Sammantaget utgör ramverket ett stöd för att kunna fånga upp, representera och återge distribuerade

händelseförlopp till stöd för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor.

*Relevans för NBF.* Det nätverksbaserade försvaret blir aldrig färdigt. En grundbult i konceptet är att olika delsystem måste kunna vidareutvecklas eller bytas ut oberoende av varandra när gamla lösningar blir förlegade och nya blir realiserbara. Operativa förmågor måste byggas upp och anpassas i takt med att omgivningens krav förändras. Detta kräver en systematisk och fortlöpande utveckling av verksamheten i samhällsförsvaret. Ett nödvändigt inslag är förmågan att ta tillvara erfarenheter från insatser och övningar och omsätta dessa till krav och riktlinjer för utformning av system, doktrin och utbildning.

**Referenser:**

JENVALD, J. (1999). *Methods and tools in computer-supported taskforce training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping: Linköpings universitet.

MORIN, M. (2002). *Multimedia representations of distributed tactical operations*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, Linköping: Linköpings universitet.



## Resultat och rekommendationer

**Samhällets förmåga att hantera kriser förutsätter att det finns god kunskap om träning av sammansatta insatsstyrkor och uppföljning av insatser. Projektet har bidragit både till ny kunskap och till ökad insikt och förståelse genom att lyfta fram centrala frågor och belysa dem tillsammans med användare i olika organisationer. Konkreta rekommendationer baserade på kunskap och erfarenhet ger vägledning för utvecklingen av såväl militära och civila funktioner.**

Våra forskningsresultat innehåller såväl nya som vidareutvecklade metoder och tekniker för effektiv uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor. Resultaten har provats praktiskt genom fältförsök med olika organisationer. De har kvalitetssäkrats genom en omfattande granskning i samband med publicering av vetenskapliga uppsatser vid konferenser och i tidskrifter. Dessutom har projektet resulterat i att ett internationellt kunskapsnätverk av forskare är under uppbyggnad och har funnit etablerade former. Sammanfattningsvis ger vi



rekommendationer som stödjer praktisk omsättning av nyvunnen kunskap så att förmågan till effektiv träning och uppföljning kan säkerställas. Detta, menar vi, är avgörande för att omsätta visionen om ett samhällsförsvaret med god förmåga att hantera kriser till målinriktad utveckling av organisationer, arbetsformer och tekniska system.

*Ramverk och modeller.* I projektet har vi samarbetat med personal i Marinen vid utveckling av ramverket och av modeller för visualisering av taktisk information vid ytstridsförband. Genom samverkan med användare har vi utvecklat och anpassat ramverket till olika användbarhetskrav. Dessutom har vi utvecklat ett antal nya komponenter för uppföljning av marina insatser. Ramverket använder data från ledningssystemet ombord på korvetterna av Göteborgsklass. Forskningen med Marinen beskrivs i uppsats2 i den här

Vi har vidareutvecklat ramverkets presentationsgränssnitt bland annat genom utökad

stöd för användaranpassning med hjälp av teman. Nya komponenter för visualisering av kommunikation har utvecklats. I sitt examensarbete på civilingenjörsnivån utvecklade Joel Fjordén (2002) modeller för representation och visualisering av skadeflöden vid masskadesituationer.

Projektet har även samverkat med andra FOI-projektet och i detta sammanhang bistått med fältmätning av infraröda signaturer tillsammans med Andra ytstridsflottiljen och Försvarets materielverk.

Vi har även utvecklat ramverket för att möjliggöra visualisering av simulerade förlopp inom ramen MOSART (Modeling and Simulation for Analysis and Research Test-bed) vid FOI. I detta projekt utvecklade vi en komponent för anslutning av ramverket som en federat i en HLA-federation.



Vårt projekt har lämnat stöd till ett annat FOI-projekt som studerar sensorer för minspaning från helikoptrar. Stödet bestod i att ramverket här användes för registrering och visualisering av fältförsök vid skarpa minfält i Kroatien.

De genomförda studierna visar entydigt att ramverket är flexibelt nog att kunna inordna modeller och presentationsverktyg för olika

ändamål och verksamhetsfält. Vi har inte kunnat identifiera några begränsningar i detta avseende. Genom samverkan med användare identifierade vi behov av att ytterligare utveckla olika sätt för en användare att strukturera och konfigurera presentationen av taktisk information.

*Metoder.* Ett tema för metodutvecklingen har varit frågan hur metoder för uppföljning av insatser kan utvecklas från att i huvudsak fokusera på träning till att också inbegripa skarpa insatser. En viktig fråga i detta sammanhang är vilka metoder för att samla in data som är lämpliga under olika förhållanden. Två uppsatser i den här boken handlar om datainsamling under övningar respektive vid skarpa insatser. Uppsats 3 undersöker problemet att använda observatörer för att samla in data vid övningar. Uppsats 4 redovisar en studie som undersöker hur insatsledare vid räddningstjänsten använde digitala kameror för att dokumentera de insatser de ledde i syfte att underlätta uppföljning av insatserna.

Data om hur olika aktörer kommunicerar med varandra ger viktig information om ledningsprocessen. För att underlätta analysen av sådana data har vi utvecklat metoder och verktyg baserade på ett utforskande arbetssätt. Detta har resulterat i två komponenter i ramverket samt flera uppsatser som presenterats vid olika konferenser (uppsats 5, 6 och 7). Uppsats 7 fick utmärkelsen Best Paper Award vid konferensen Information Visualization i London 2002.

*Luftburen förmåga.* I projektet har vi studerat luftburna insatser som ett exempel på verksamhet med komplexa sammansatta insatsstyrkor. Under åren har vi studerat metodfrågor och teknik för uppföljning och

träning av såväl luftburna som flygande förband. Vi genomförde initiala metod- och teknikförsök vid helikopterflottiljen i Linköping. Dessutom provade vi metoder och ramverk vid två luftlandsättningar under ASÖ 2003 med lyckat resultat.

En andra del av projektet med koppling till luftburen förmåga var den studie av Försvarmaktens stöd till samhället i samband med ett eftersök av en försvunnen person i skogarna söder om Linköping på sommaren 2002. I denna studie följde vi med kort varsel upp denna skarpa insats, vilket gav en god indikation på metodernas fältmässighet. Denna insats rapporterades i uppsats 1, som återfinns i den andra delen av den här boken.



I en tredje del av projektet studerade vi helikopterburen evakuering av skadade. Inom informationsutbytesavtalet för modellering och simulering mellan Sverige och USA fick vi tillfälle att visa upp och prova våra uppföljningsmetoder under utbildningen av helikoptersjukvårdare vid US Army School of Aviation Medicine i Fort Rucker, Alabama. Dessutom har vi belyst frågan om hur modellering och simulering kan stödja träning för MEDEVAC i uppsatserna 9 och 10 i denna bok.



*Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation.* I oktober 2002 organiserades för första gången en svensk-amerikansk workshop i Orlando, Florida, inom området modellering och simulering i samarbete mellan FOI, Linköpings universitet, University of Central Florida, Institute for Simulation and Training samt US Army Program Executive Office for Simulation, Training and Instrumentation (PEO STRI). Vid konferensen presenterade forskare från Sverige, USA och Nederländerna 22 uppsatser med tillämpningar inom områdena ledning, träning, syntetiska omgivningar, representationer av mänskligt beteende och artificiell intelligens. Dessutom genomfördes ett antal studiebesök och demonstrationer i Orlandoområdet. I februari 2004 genomförs konferensen för andra gången i Cocoa Beach, Florida. Under två dagar kommer forskare att presentera 32 uppsatser. Dessutom talar två särskilt inbjudna gäster. Den tredje konferensen planeras att genomföras i Sverige i augusti 2005.

*Forum för internationell samverkan.* Inom projektet har vi deltagit i ett stort antal internationella aktiviteter. Projektledaren är *Technical Project Officer* för avtalet om informationsutbyte mellan Sverige och USA inom området modellering och simulering (IEA-A-01-SW-1605). Exempel på verksam-

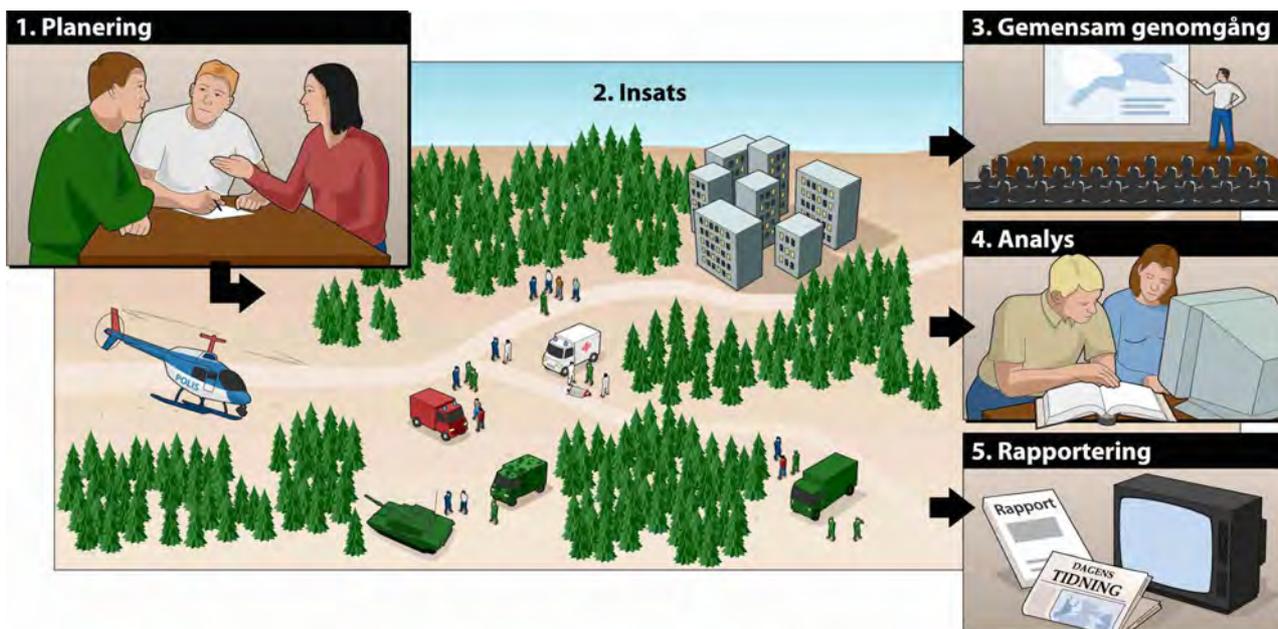
het inom detta avtal är besöket vid US Army School of Aviation Medicine, Fort Rucker, och SAWMAS-2002 samt ett flertal forskarmöten i Sverige och USA. Dessutom har vi inom avtalet stått som värd för besökare från PEO STRI och US Army Research, Development and Engineering Command. Projektledaren redovisade verksamheten inom avtalet vid en genomgång av forskningssamarbete mellan Sverige och USA för Undersecretary of Defense Dr. Robert Foster.

*Internationellt forskarutbyte.* Forskare i projektet har samarbetat med forskare i USA och Nederländerna. Detta har skett både genom att ömsesidigt delta i övningar och genom att skriva och publicera gemensamma forskningsuppsatser. En fältövning som genomfördes i Orlando, Florida, redovisas i uppsats 8.

Forskare vid TNO i Nederländerna deltog i en samverkansövning i Linköping med polis, räddningstjänst, akutsjukvård och militär. Detta följdes upp med uppsats 11 i denna bok. Våra studier av luftburen MEDEVAC resulterade i uppsatserna 9 och 10 tillsammans som är skrivna tillsammans med en amerikansk forskare vid PEO STRI.

Forskare inom projektet har inbjudits av professorerna Clint Bowers och Eduardo Salas vid University of Central Florida att bidra med ett kapitel till en bok om kommunikationsanalys. Boken är under utgivning.

*Övning för samverkan.* En förändrad omvärld ställer nya krav på samverkan mellan olika myndigheter och organisationer för att de skall kunna hantera säkerhetshotande situationer. Resultat från projektet i form av metoder och tekniker för uppföljning och träning av insatsstyrkor har använts vid



flera samverkansövningar. Bilden överst på denna sida visar olika skeden i en sådan övning. Genom gemensam planering, genomförande, uppföljning, genomgång efter övning, analys och rapportering har övningarna utgjort ett forum för samverkan mellan medarbetare i olika organisationer. I dessa fora har personalen delat med sig av sina kunskaper och erfarenheter till kollegor med andra professioner och uppgifter i insatsstyrkan. Samtidigt har forskarna i projektet medverkat till att praktiker och användare i insatsorganisationerna kommit i kontakt med teorier och modeller när metoder och ramverk provats i verkligheten.

Erfarenheterna från projektet visar vikten av att planera och genomföra scenario-utveckling, datainsamling, övning, genomgång efter insats, analys och rapportering tillsammans. Störst inlärningseffekt vid övning eller skarp insats får man om alla tillämpliga faser genomförs tillsammans. En utmaning för framtiden är att finna flera forum för samverkan, som kan stimulera

utbytet av kunskap och erfarenheter mellan medarbetarna i våra insatsorganisationer.

En närliggande fråga är hur erfarenheter och lärdomar från genomförda insatser ska förvaltas. Hur ska rapporter från insatser utformas för att budskapet ska nå fram? Modeller av insatser med kommentarer och exempel från verkligheten kan vara ett sätt att nå detta mål. Erfarenheterna från projektet är att en cd med en informativ webbstruktur kan ge en lämplig inramning till sådana modeller.

*Rekommendationer.* Sammanfattningsvis formulerar vi några rekommendationer grundade på vår kunskap och erfarenhet från tre års arbete med modellering, simulering och visualisering inom olika delar av samhällsförsvaret.

- Prioritera samverkansövningar där planering, datainsamling, övning, genomgång efter insats, analys och rapportering sker i samverkan mellan insatsorganisationerna.

- Planera och avdela tid för gemensamma genomgångar och utvärderingar efter insatser och övningar. Sådan reflektion är en förutsättning för ett systematiskt och livslångt lärande i våra insatsorganisationer. Finns det inte tid för gemensamma genomgångar, så finns det inte tid för lärande!
- Säkerställ åtkomst av data vid utveckling eller upphandling av nya system och datakällor. Det är svårt eller omöjligt att i förväg veta vilka analysbehov som finns i framtiden. Det är därför viktigt att säkerställa åtkomst av grunddata.
- Använd de registrerade insatsförloppen för att skapa en erfarenhetsbank. Denna erfarenhetsbank kan användas för både kunskapsspridning och för att kalibrera övningsscenario, ledningsspel och övrig utbildning mot verklighetens krav.
- Utbilda personalen i insatsorganisationerna i metoden att genomföra uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor.
- Studera skillnader och likheter mellan skarpa och övade insatser i syfte att utnyttja de pedagogiska möjligheterna från datorstött träning av insatser vid utvärdering av skarpa insatser.
- Stöd uppbyggnaden av internationella kunskapsnätverk inom modellering och simulering genom att säkerställa att SAWMAS kan genomföras 2004 och 2005. Detta är särskilt viktigt när konferensen tar steget över Atlanten till Sverige första gången 2005.

*Något om framtiden.* Under projektet har vi märkt en ökande insikt hos medarbetare i samhällsförsvaret om hur viktigt det är att följa upp insatser. Efterfrågan på vår medverkan i övningar och fältförsök ökar. Det är dock viktigt att komma ihåg det övergripande och långsiktiga målet: att öka förmågan till uppföljning och träning ute i de organisationer som bygger upp insatsstyrkor och genomför insatser. Därför är det särskilt positivt när medarbetare vid Helikopterflottiljen, Markstridsskolan, Amfibestridsskolan och Räddningstjänsten självständigt tar del av metoder och teknik och tillämpar dessa i den egna organisationen utifrån sina lokala förutsättningar. Det kan aldrig vara en forskningsuppgift att bygga upp den här förmågan. Däremot kan forskare bidra med viktiga byggstenar i processen.

#### Referenser:

FJORDÉN, J. (2002). *Representation and visualisation of casualty flows in rescue operations*. Examensarbete vid Linköpings universitet. FOI-R--0496--SE. Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

JENVALD, J. & PALMGREN, S. (red.) (2002). *Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation, SAWMAS-2002, Orlando, Florida, USA, October 30-31, 2002*. FOI-R--0597--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.



## Utvecklingsvägar

**Den fortsatta utvecklingen av samhällets insatsorganisationer är starkt beroende av kunskap och beprövad erfarenhet. För att ta tillvara erfarenheter från verksamheten är det angeläget att snabbt bygga upp förmågan att följa upp insatser och övningar. Rätt utformade och använda kommer modeller av insatser att kunna spela en viktig roll i utvecklingen av funktioner, organisationer och tekniska system i framtidens försvar.**

Tre års forskning har genererat ett antal resultat och rekommendationer. Dessutom

har den gett insikter om kvarstående problem och forskningsbehov. Många av dessa är på olika sätt relevanta för arbetet med att bygga upp operativa förmågor i samhällsförsvaret.

*Träning och utbildning.* Träning och utbildning är grundläggande för att forma en effektiv insatsorganisation. På den militära sidan ställer det nätverksbaserade försvaret nya krav på sina medarbetare. Samtidigt kommer det att kunna erbjuda helt nya möjligheter att öva. Med största sannolikhet kommer de tekniska systemen i NBF att

integrera simuleringsfunktioner för att personalen ska kunna träna i sin ordinarie arbetsmiljö. Ur den enskilda operatörens synvinkel kommer gränsen mellan verkliga och simulerade förband att suddas ut, eftersom de två kan blandas och presenteras tillsammans i ledningssystemet. Denna miljö ställer helt nya krav på metoder för utbildning och uppföljning. Hur utnyttjar man på bästa sätt de möjligheter som NBF erbjuder för att träna en insatsstyrka för en specifik insats? Och hur genomför man en bra genomgång efter övning när deltagarna är spridda?

På sikt bör utvecklingen av NBF också kunna komma de civila delarna av samhällsförsvaret tillgodo. Infrastrukturen i NBF kan anpassas och användas som teknisk plattform för ett civilt krishanteringssystem. För att lyckas med ett sådant system krävs det dock att man kan överbrygga de skillnader i synsätt och prioriteringar som finns mellan olika civila aktörer. Gemensamma övningar med efterföljande reflektion och analys kan vara ett sätt att skapa samsyn på problem och utvecklingsvägar.

Projektgruppen har positionerat sig i den internationella forskningsfronten vad gäller datorstödd träning och utbildning och står väl rustad för fortsatt forskning inom det här angelägna området.

*Anpassning av förmågor.* För att kontinuerligt kunna utveckla sin förmåga att möta aktuella hot med tillfredställande resultat måste insatsorganisationerna ha verktyg som stödjer dokumentation och analys av genomförda insatser. Insatsmodeller ger ett gott underlag för reflektion, analys och förändring. Det finns dock behov av forskning och utveckling för att föra ut metoder och verktyg till medarbetarna i insatsorganisationerna.

*Interoperabilitet för analys och uppföljning.* En särskilt viktig fråga är behovet av väldefinierade format för att sammanställa data från olika system i samhällsförsvaret. Eftersom det inte är möjligt att idag förutse alla analysbehov, måste formaten vara så generella att morgondagens analyskomponenter kan hantera dem utan kostsamma och tidskrävande konverteringar. Våra studier med såväl civila som militära insatsstyrkor ger ett gott underlag för att kunna ställa krav på sådana dataformat.



*Återkoppling från internationella insatser.* En stor del av Försvarsmaktens insatser genomförs idag utomlands. I framtiden kommer andelen sannolikt att öka snarare än minska. Även de civila myndigheterna kan i högre grad komma att delta i internationell krishantering. Vårt moderna samhälle är mer integrerat i sin omvärld än tidigare och framtida konflikters karaktär innebär att nationsgränser kommer att få minskad betydelse vid kriser av skilda slag. Den miljö och de uppgifter som möter personalen vid internationella insatser har en karaktär som är svår att representera vid traditionella övningar hemma i Sverige. Det

är därför viktigt att ta till vara och förmedla erfarenheter från internationella insatser, både som förberedelse för nya insatser i samma område och som ett led i att återföra erfarenheter i en systematisk process för ökad fackkompetens och ledningsförmåga. Här finns stora vinster att göra genom att införa datorstödd insatsmodellering för att stödja återkoppling och erfarenhets-spridning.

#### *Validering av demonstratorer och förband.*

Validering är problemet att säkerställa att ett system uppfyller givna behov med rimlig effekt. Detta är skilt ifrån verifiering som är problemet att avgöra om systemet uppfyller ställda krav. Skillnaden ligger i att validering inte kan utgå från att kraven på systemet motsvarar behoven. Det kan ju finnas behov som inte fångas upp av kraven, eller krav som inte svarar mot något reellt behov. Verifiering kan göras med hjälp av testning, där systemets egenskaper kontrolleras mot kraven i specifikationen med hjälp av testfall och mätpunkter. Validering innebär att systemets uppträdande och effekt är rimliga med hänsyn till behoven. Detta är en vagare frågeställning som är svårare att formalisera och som innehåller ett element av bedömning. I ett komplext system som NBF är validering av helheten ett närmast oöverkomligt problem.

En pragmatisk ansats är att validera delsystem och att göra det vid upprepade tillfällen under utvecklingsprocessen. Detta innebär att systemen provas i sin målmiljö under så realistiska förhållanden som möjligt. Då är det möjligt att tidigt upptäcka krav som saknas eller som behöver formuleras om. I en sådan utvecklingsprocess finns det stort behov av att kunna dokumentera fältprov med mycket hög detaljeringsgrad. Våra forskningsresultat kan vidareutvecklas

för att bli ett valideringsstöd i utvecklingen av NBF.

Ett begynnande intresse för de här frågorna har väckts i samband med att Försvarmaktens demonstratorer ska provas och utvärderas. Vilka metoder behöver tillgripas för att avgöra om demonstratorerna håller måttet och leder till målet? Mycket står på spel i de vägval som ligger längs vägen mot NBF.

*Erfarenhetsöverföring.* Genom att skapa en modell av händelseförloppet baserat på registrerade data från insatsen är det möjligt att både presentera en helhetsbild och att illustrera detaljsituationer från insatsen. Samma modell kan användas för genomgång efter insats eller övning som för detaljanalys av insatsförloppet. Modellen tillsammans med ramverket kan också vara en del i rapporteringen tillsammans med traditionella skriftliga dokument. Genom att åskådliggöra insatsmodellen i ramverket kan erfarenheterna presenteras för grupper som inte själva deltog i insatsen, men som på så sätt ändå kan ta del av erfarenheterna.

*Erfarenhetsbank.* Genom att systematiskt dokumentera övningar och skarpa insatser med hjälp av insatsmodeller skapas grunden för en erfarenhetsbank. Det blir möjligt att katalogisera insatser för att välja ut lyckade insatser som kan tjäna som goda exempel. Samtidigt blir det möjligt att identifiera systematiska brister och behov av förändringar. Erfarenhetsbanken kan användas vid formell och tillämpad utbildning och vid utveckling av scenarion för ledningsspel.

*Ledningsanalys.* Insatser med sammansatta insatsstyrkor ställer stora krav på ledningsförmåga och ledningssystem. För att kunna värdera olika nya lösningars effektivitet är

det viktigt att kunna dokumentera och analysera simuleringar, fältprov och övningar. I detta sammanhang spelar kommunikation en stor roll. Såväl talkommunikation som olika former av datakommunikation har stor betydelse som bärare av information för samordning av distribuerad verksamhet. Vid analys och värdering av ledning och ledningssystem är det därför viktigt att kunna studera kommunikationen mellan olika aktörer under olika skeden av en insats. I projektet har vi utvecklat nya metoder för kommunikationsanalys som bygger på ett utforskande arbetssätt baserat på innehållsrika modeller av insatsens händelseförlopp (se uppsatserna 6 och 7 i slutet av den här boken för ytterligare information). Dessa metoder och verktyg kan utvecklas till en verktygslåda för ledningsanalys för att stödja utvecklingen av ledningsprinciper och ledningssystem i NBF och i de civila insatsorganisationerna.

*Konceptutveckling.* I de tidiga faserna av utvecklingen av nya förmågor och system finns det ett stort behov av att undersöka egenskaperna hos olika möjliga lösningar. Det kan till exempel ske med hjälp av simulering. Våra metoder och vårt ramverk har använts för detta ändamål i samband med konceptuella studier av nya mark-sensorsystem (Morin, Thorstensson & Fransson, 2001). Modeller av olika typer av sensorer användes tillsammans med inspelade händelseförlopp från övningar för att belysa taktiska möjligheter och konsekvenser av olika tekniska lösningar i sensorsystemet. Denna simulering användes som underlag och illustration när vi träffade användare vid olika förband för att diskutera behov och möjligheter. Frågorna rörde exempelvis täckningsgrad, antal, spridningsätt och kommunikationsbehov. En liknande

användning diskuteras för närvarande för att undersöka olika koncept inom området telekrig.

*Utformning av presentationsytor.* Ett mål för NBF är att skapa lägesbilder som befrämjar en gemensam lägesuppfattning hos distribuerade aktörer. Målet med detta är att förmågan att genomföra samordnade insatser öka, samtidigt som tiden för samordningsåtgärderna kan minska. Detta ställer stora krav på representationen av efterfrågad information i ledningssystemet under olika skeden av en insats. Vårt komponentbaserade ramverk gör det enkelt att testa olika sätt att presentera information baserat på taktiska händelseförlopp som registrerats under övningar och insatser.

*Sammanfattning.* Samtliga utvecklingsvägar som vi har diskuterat i det här avsnittet grundar sig på principen att synliggöra dolda samband och förlopp genom att sammanföra och åskådliggöra information som finns på olika platser i ett distribuerat system. Människor är bra på att se mönster och hitta lösningar i komplexa situationer, men de behöver hjälp av åskådliga representationer av data som gör informationen uppenbar. Allra tydligast blir detta i den sista punkten som handlade om hur informationen i NBF ska visas för olika aktörer för att skapa förutsättningar för samordning baserat på samsyn.

#### **Referens:**

MORIN, M., THORSTENSSON, M. & FRANSSON, J. (2001). *Interactive Adaptive Ground-Sensor Nets in a User Perspective*, Scientific Report FOA-R--0343--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.



## Forskning nära användarna

Det är viktigt att forskningen kring insatser och insatsstyrkor är förankrad i den verklighet som möter medarbetarna i insatsorganisationerna. Vår ansats till forskning innebär att vi söker upp och arbetar tillsammans med experter och användare i olika myndigheter med uppgifter i samhällsförsvaret. På så sätt kan vi skapa miljöer för att effektivt bygga upp och utbyta kunskap mellan forskare och medarbetare i olika myndigheter och organisationer.

Att byta ut den trygga miljön i forskarlabbet mot en komplex och stundtals kaotisk tillvaro i fält lockar inte alla forskare. Vägen till det framtida försvaret innehåller dock många frågor och problem som måste studeras under realistiska förhållanden i fält. Därför är det viktigt för Försvarmakten att det finns forskare som är vana att arbeta nära försvarets verksamhet. En förutsättning för att lyckas med detta är kunskap hos forskarna om försvaret och dess verksamhet och kultur.

*Helikopterförband.* Under hela projektet har vi samarbetat med personal från Försvarsmaktens helikopterflottilj i Linköping. Förbandet håller på att införa nya typer av helikoptrar. Samtidigt anpassar man sin organisation och doktrin till de nya krav och möjligheter som uppstår i förändringen av försvarets inriktning mot ett nätverksbaserat försvar. Nya principer och system gör att utvecklingen inte kan vila på beprövad erfarenhet. I stället måste man finna nya metoder för att på kort tid skapa ett fungerande ledningssystem. Ledningsspel, experiment och fältstudier är viktiga delar i detta arbete. Vårt bidrag till denna utveckling har varit metodutveckling och modellering för att dokumentera och analysera insatser i samband med de övningar som förbandet har genomfört.



*Luftburen bataljon.* Den luftburna bataljonen ska kunna genomföra luftburna insatser med helikopter upp till 20 mil från den plats där förbandet ilastar. Uppgifterna ställer stora krav på samträning mellan bataljonen och helikopterförbandet som transporterar bataljonen till insatsområdet och understödjer dess verksamhet där. Vi studerade den luftburna bataljonen vid dess insatser tillsammans med helikopterflottiljen vid Arméns slutövning 2003. Genom att

betrakta bataljonen och det understödjande helikopterförbandet som ett system, kunde vi prova våra metoder och modeller på en komplex, sammansatt insatsstyrka under fältmässiga förhållanden.

*Räddningstjänst.* I en insatsorganisation måste uppföljning av insatser vara en naturlig del i den dagliga verksamheten. Detta ställer stora krav på att metoder och verktyg är anpassade till användarnas behov och förutsättningar. Tillsammans med Räddningstjänsten i Linköping har vi studerat hur metoder för att dokumentera och modellera insatser fungerar i skarp miljö. Bland annat har vi undersökt hur insatsledare använder digitala kameror som stöd för analys och utvärdering.

*Fältstudier.* Övningar är viktiga för försvarsforskningen, eftersom de ger en möjlighet att studera en stor del av systemet på samma gång. Det är väl känt att många egenskaper hos ett komplext system visar sig först när de olika delarna sätts samman. Dessutom är övningarna viktiga för utvecklingen av nya tekniska system, ledningsmetoder, och organisationsformer både för att identifiera krav och för att validera resultaten. Fältmiljön kan också användas för olika typer av försök där betingelserna systematiskt varieras för att svara på frågor och jämföra alternativ. En sådan forskningsmiljö ställer stora krav på forskarnas förmåga att mäta relevanta storheter under fältmässiga förhållanden och analysera stora mängder data, till exempel i form av radiotrafik, e-post och videosekvenser.

*Forskningens villkor.* Utvecklingen av system i kunskapens framkant kräver att forskare arbetar nära experter och användare. Man kan fråga sig vad det då är för skillnad på en forskare och en konsult. I båda fallen rör det sig om en kvalificerad medarbetare som

tillför specifik kunskap och kompetens till en process. Kravet på forskaren är dock att delta i uppbyggnaden av ny kunskap och ta ansvar för att kunskapen dokumenteras och görs tillgänglig för andra att ta del av. Detta kan ske på många olika sätt. Kunden har behov av konkreta föredragningar och redovisningar samt överskådliga redogörelser. Samtidigt måste underlaget och vägen fram till slutsatser och rekommendationer vara dokumenterad och därmed spårbar. Slutligen måste kvaliteten på forskningens metoder och resultat säkras, vilket sker genom publicering av uppsatser i professionella tidskrifter och presentationer vid forskarmöten och konferenser.

*Sammanfattning.* Det finns stora vinster med att forskare, experter och användare arbetar tillsammans. Genom att skapa miljöer där forskningskompetens möter fackkunskap och erfarenhet skapar vi en god grund för utvecklingen av det nya försvaret. Nya nödvändiga förmågor formas i en process där studier, experiment, fältförsök och övningar är viktiga inslag. Återföringen av resultat från genomförda studier och försök till utformningen av system måste ske så snabbt att man hinner göra tillräckligt många iterationer. Korta ledtider skapas genom nära samverkan mellan användare, forskare och systemutvecklare. Ytterligare ett skäl för nära samverkan är att morgondagens system måste vara utformade så att de står i samklang med användarens uppgifter, behov och förutsättningar.

### **System på människans villkor**

Den amerikanske professorn Donald Norman är en föregångare i arbetet att skapa system som fungerar på människans villkor.

I sin bok *Things that make us smart* (1993) menade han att många system fortfarande utvecklas i enlighet med mottot för 1933 års världsutställning i Chicago:

Science Finds,  
Industry Applies,  
Man Conforms

Detta synsätt leder till system som är illa anpassade till människors behov och förutsättningar. Som ett alternativ menar Norman att teknik ska hjälpa och stödja människor i deras arbete och föreslog följande mera tidsenliga motto:

Man Proposes,  
Science Studies,  
Technology Conforms

### **Referens:**

NORMAN, D. A. (1993). *Things that make us smart*. Reading: Addison-Wesley.





## Teorier och modeller

**Forskning sker alltid i sammanhanget av tidigare vunna kunskaper. Uttalade eller outtalade antaganden och synsätt ligger bakom beslutet att använda en viss forskningsmetod eller att försöka besvara en viss fråga. Genom att förklara de teorier och modeller som ligger till grund för vår forskning förankrar vi våra ansatser och rön i den befintliga kunskapsbasen.**

Vår forskning har sin grund i de fundamentala konsekvenserna av att människor som arbetar i en distribuerad miljö uppfattar ett och samma händelseförlopp på olika sätt. De uppfattar och

värderar situationer baserat på sina tolkningar av den information de kan få tillgång till där de befinner sig. Men all information finns inte överallt i ett distribuerat system. Lokala aktörer upplever ofta att de har ofullständiga och stundtals motstridiga uppgifter om läget. Detta landskap av fragmenterad information gör det svårt att skapa en gemensam lägesuppfattning som grund för att koordinera verksamheten. Dessutom försvårar det utvärdering och validering av system samt uppföljning och träning av insatser.

*Ledningens funktion.* Pigeau och McCann (2000) ger en generell och funktionell definition av ledning som betonar dess roll i en distribuerad, mänsklig aktivitet. De ser ledning som att skapa samsyn på avsikten med aktiviteten i syfte att koordinera handlingarna hos de olika deltagande aktörerna. I detta syfte skiljer de på avsikter som uttrycks öppet (explicit) och avsikter som förmedlas genom kulturella och organisatoriska sammanhang eller som har assimilerats av deltagarna genom utbildning och träning (implicit).

*En ledningsmodell.* Shattuck och Woods (2000) kopplar den ovanstående definitionen av ledning till en process för kommunikation för att förmedla planer, instruktioner, order och rapporter i en hierarkisk och distribuerad organisation. Utgående från modellen diskuterar de den inbyggda konflikten mellan central styrning för maximal samordning och lokal autonomi för att hantera dynamiska förändringar i lokala förhållanden. Vi känner igen de här frågorna från resonemang kring uppdragstaktik och graden av central kontroll och styrning. Här är det viktigt att notera att den modell som Shattuck och Woods presenterar är beskrivande. De förespråkar inte en viss grad av styrning eller autonomi, utan anger ett teoretiskt ramverk för att analysera olika typer av problem som kan uppstå vid distribuerad ledning av insatser.

*Kommunikation.* En avgörande förmåga i ett distribuerat system är att kunna överföra korrekt, begriplig och ändamålsenlig information mellan olika aktörer. Detta kan vara ett problem både när bandbredden är liten, till exempel vid taltrafik på radio, och när den är stor, som vid dataöverföring på optisk fiber i ett nätverksbaserat försvar. I det första fallet måste budskapet vara

komprimerat och ordknäppt vilket kräver att mottagaren kan tolka meddelandet genom sin implicita förståelse av det som inte utsägs explicit. I det andra fallet kan ett överflöd av data sändas vilket innebär risker för att mottagaren inte förmår urskilja och tolka den mest väsentliga informationen i meddelandet.

Weaver (1963) menade att det finns tre nivåer av problem i kommunikation:

- Det *tekniska problemet* handlar om signalöverföring på olika typer av kanaler.
- Det *semantiska problemet* handlar om hur mottagaren tolkar det överförda meddelandet jämfört med det budskap som avsändaren avsåg att överföra.
- *Effektproblemet* handlar om i vilken grad det överförda meddelandet förmår mottagaren att bete sig på det sätt som avsändaren avsåg.

Ledning är ett medel för att skapa effekt av en insats. Kommunikationsproblem visar sig därför tydligast i effektdimensionen. Otillräcklig ledningsförmåga kan dock ha sina orsaker i alla tre nivåerna. Erfarenheter från övningar och insatser visar att svårigheter med kommunikationen mycket ofta orsakar problem i genomförandet. Vår slutsats är att kommunikationsanalys är en central förmåga för att kunna följa upp insatser och förbättra träningen.

*Kommunikationsanalys.* Kommunikation ger ett synligt och mätbart spår av åtgärder för att samordna en insats. Frågan vi ställer är vad som måste kommuniceras explicit före och under en insats och vad som kan hanteras lokalt med stöd av det som har överförts och det som kan härledas från sammanhanget. För att kunna besvara den frågan måste vi dels kunna fånga upp och analysera

meddelanden och data som har överförts och dels kunna sätta detta i relation till den situation då kommunikationen skedde. Läget och aktörernas uppfattning av läget kommer därför att vara viktiga pusselbitar i analysen av de meddelanden som skickats. Som faktarutan här intill visar, finns det många olika aspekter på lägesinformation som måste vägas in i analysen. Ett problem med att analysera kommunikation är att det kan ta lång tid att gå igenom de stora datamängderna och att skaffa sig en överblick över materialet. Därför har vi utvecklat metoder som bygger på visualisering för att underlätta analys av kommunikation vid insatsledning.

*Processpårnig.* Den amerikanske professorn David Woods föreslog 1993 att man bör använda sig av utförliga processmodeller när man studerar mänsklig styrning av komplexa processer. Metoder som bygger på processpårnig har ofta sitt ursprung i studier av operatörer i kontrollrum i till exempel kärnkraftverk eller processindustrier. Fördelen med denna ansats är att det är möjligt att jämföra människornas uppfattning av en dynamisk process vid olika tidpunkter med det verkliga tillståndet i processen som det beskrivs i modellen. Möjligheten att koppla ihop studier av mänsklig kognition med data om processen ökar validiteten för de slutsatser man kommer fram till.

*Återkoppling.* Erfarenheterna från genomförda insatser och realistiska övningar kan ge viktiga styrsignaler till taktikutveckling, materielutformning, utbildning och träning. Denna insikt är starkt besläktad med tankarna på lärande organisationer med engagerade och reflekterande medarbetare som Donald Schön (1983) förde fram. Inom utbildning

### **Faktorer att beakta vid analys av kommunikation i insatser**

- *Aktörerna:* vilka insatsenheter finns och vilka nyckelpersoner?
- *Organisationen:* hur är aktörerna indelade och hur ser ledningsstrukturen ut?
- *Kommunikationsmedel:* vilken utrustning finns och hur ser sambandsstrukturen ut?
- *Uppgifter:* vilka uppgifter ska aktörerna lösa och vilka regler har de att rätta sig efter?
- *Platser:* var finns aktörerna och i vilka områden kan de verka?
- *Aktiviteter:* vad håller aktörerna på med?
- *Koordinering:* vilka aktiviteter behöver koordineras och hur ska det ske?
- *Tidsförhållanden:* när ska uppgifter vara lösta och vilka begränsningar finns i handlingsfriheten vid olika tider?
- *Artefakter:* vilka verktyg och tekniska system för ledning disponerar aktörerna och vilken status har de?
- *Omgivning:* vilka begränsningar och möjligheter innebär terräng, väder och andra faktorer?

och träning har många av de här tankarna utvecklats vidare. Linda Lederman (1992) presenterade en modell för systematisk återkoppling från övningar. Morrisson och Meliza (1999) beskriver den här frågan från många perspektiv – tekniskt, metodiskt, pedagogiskt och socialt. Men det vore ett svårt misstag att tro att dessa frågor endast har betydelse för träning och utbildning.

## Referenser:

- LEDERMAN, L. C. (1992). Debriefing: toward a systematic assessment of theory and practice. *Simulation & Gaming*, 23(2), 145–160.
- MORRISON, J. E. & MELIZA, L. L. (1999). *Foundations of the after action review process*. Special report 42, Alexandria: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- PIGEAU, R. & MCCANN, C. (2000). Redefining command and control. I C. MCCANN & R. PIGEAU (red.), *The human in command: Exploring the modern military experience*, s. 163–184, New York: Kluwer/Plenum.
- SCHÖN, D. A (1983) *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books
- SHATTUCK, L. G. & WOODS, D. D. (2000). Communication of intent in military command and control systems. I C. MCCANN & R. PIGEAU (red.), *The human in command: Exploring the modern military experience*, s. 279–291, New York: Kluwer/Plenum.
- WEAVER, W. (1963). Recent contributions to the mathematical theory of communication. In C. E. SHANNON & W. WEAVER, *The mathematical theory of communication*, s. 1–28, Urbana: University of Illinois Press.
- WOODS, D. D. (1993). Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory. I G. A. KLEIN, J. ORASANU, R. CALDERWOOD & C. E. ZSAMBOK (red.), *Decision making in action: Models and methods*, s. 228–251, Norwood: Ablex.

Återkoppling är nödvändigt för allt självkorrigering beteende, vilket i sin tur är en förutsättning för flexibilitet, anpassningsförmåga och robusthet i en organisation för insatser. För att vara effektiv måste denna återkoppling vara baserad på fakta. Ett problem vi möter här är att beskriva ett distribuerat händelseförlopp så att sambandet mellan händelser på olika platser och vid olika tidpunkter blir tydligt. Denna fråga är i hög grad kopplad till utvecklingen av modeller och presentationstekniker för ledningssystem.

*Sammanfattning.* I detta avsnitt har vi presenterat några teoretiska och metodiska utgångspunkter för att studera sammansatta insatsstyrkor i tillämpade situationer och dra slutsatser av betydelse för fortsatt utveckling och utformning av utbildning, utrustning och organisationsformer. Utgångspunkten är insikten om och respekten för svårigheten att hantera och studera komplexa och distribuerade system. Vår ansats till att dokumentera processer i form av modeller gör det möjligt att rekonstruera, presentera och utforska insatser till gagn för organisatoriskt lärande och utveckling.



## Metoder för modellering av insatser

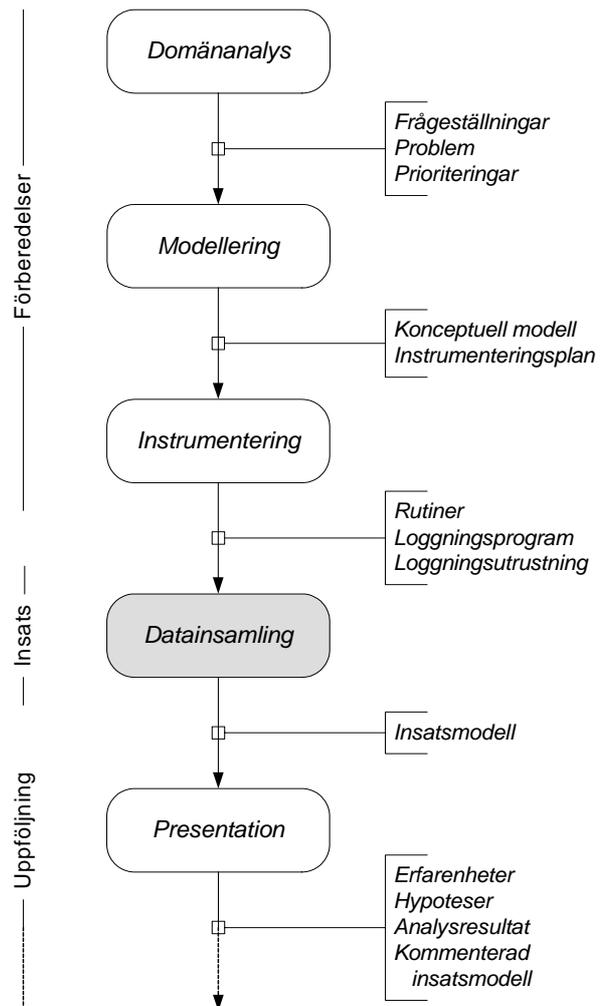
**Man får bara en chans. Grunden för datafångst vid insatser är densamma som för alla andra typer av fältstudier: noggranna förberedelser. Dessutom underlättas uppgiften av goda metoder och verktyg. Resultatet av att använda vår metod är en uppspelningsbar modell av händelseförloppet under en insats som vi kallar insatsmodell.**

I det här avsnittet presenterar vi den modelleringsmetod som vi har använt och vidareutvecklat i projektet. Metoden bygger på att en konceptuell modell av en taktisk domän – tillämpningsområde – kombineras

med data som samlas in från ett stort antal källor under en insats i syfte att konstruera en modell av händelseförloppet under insatsen. Resultatet blir en insatsmodell som åskådliggörs i ett presentationsverktyg för multimedia. Såväl själva insatsmodellen som presentationsvyer och analysverktyg är uppbyggda som komponenter i ett gemensamt ramverk. Detta ger stor flexibilitet om nya analysbehov uppstår. Till exempel kan man infoga nya analysverktyg, om man vid uppföljningen av en insats upptäcker att det finns viktiga obesvarade frågor som kräver fördjupad analys.

*Metodöversikt.* Figuren till höger visar de fem huvudstegen i modelleringsmetoden.

- *Domänanalys* har som mål att klarlägga vilka frågeställningar som är centrala i tillämpningsområdet, vilka problem som ska studeras särskilt och en preliminär prioritering bland de olika frågorna som vägledning för senare steg i metoden.
- *Modellering* ska generera en objekt-orienterad konceptuell modell av aktörerna och aktiviteterna i domänen. Denna modell ligger till grund för att utforma en plan för instrumenteringen, det vill säga de mätmetoder och mät-instrument som utgör nätet för datafångst.
- *Instrumentering* är steget att införa rutiner för dataloggning i insatsstyrkan. Detta kan innebära att existerande loggningssystem konfigureras och aktiveras eller att extern hård- och mjukvara för loggning placeras ut. Nätet läggs ut i väntan på insatsen.
- *Datainsamling* sker under insatsen. I detta steg träder fångstnätet i funktion och registrerar händelser över hela insatsområdet i enlighet med instrumenteringsplanen. Insamlade data sammanställs och överförs till ett gemensamt format i form av en modell av händelseförloppet—en insatsmodell.
- *Presentation* är steget att åskådliggöra en insatsmodell för att stödja analys och uppföljning. Ett stort antal standardvyer täcker de vanligaste presentations-behov. Eftersom olika användare har olika behov och intressen kan presentationen anpassas med hjälp av stöd för brytpunkter, teman och infogade kommentarer.



*Standardmodeller.* Vi har tillämpat metoden vid modellering av ett stort antal insatser i olika domäner. En erfarenhet från detta arbete är att det finns ett antal centrala aspekter som är intressanta och relevanta i nästan alla typer av insatser och i alla domäner. Genom att utveckla standardmodeller för dessa aspekter är det möjligt att minska tiden som krävs för modellering. Exempel på standardmodeller är fordonsobjekt med attributlista och positionsföljning, radiokanalobjekt med inspelningsfunktion och tidsmärkning, och kamerakälla med bilder och tidsmärkning. Standardmodeller frigör resurser för att utveckla modeller och verktyg för specifika uppföljningsbehov.



*Standardinstrumentering.* På liknande sätt kan instrumenteringssteget förenklas med hjälp av standardisering. Hård- och mjukvara för registrering av exempelvis positioner, radio- trafik och digitala fotografier kan återanvändas i olika typer av insatser. Rutinerna för insamling är svårare att standardisera, eftersom de lokala förutsättningarna varierar från insats till insats och tyngdpunkten för data- insamlingen är beroende av frågeställningen.

*Instrumentering i praktiken.* I en rapport om en studie av luftförsvarsfunktionen ombord på en Aegiskryssare gav Wayne Zachary och hans kollegor (1998) en provkarta på de svårigheter som kan möta en forskare i fält. Begränsat fysiskt utrymme för forskare och försöksutrustning, slutna system utan möjligheter att exportera data och begränsad tillgång till nyckelpersoner med kännedom om verksamhet och system var några av problemen i deras fall. Vi har i vår forskning stött på liknande svårigheter i olika sammanhang. Ett exempel med marin anknytning är våra försök att få ut taktisk information ur stridsledningssystemet på en korvett av Göteborgsklass i syfte att ge snabb återkoppling efter insatser mot ytmål. Problemet fick i det fallet lösas genom att emulera den

skrivare som finns i stridsledningscentralen för att kunna fånga upp och konvertera utskrifter till ett format som gick att infoga i insatsmodellen. Ett annat exempel kommer från räddningstjänsten. Bilden till vänster visar en operatörsplats i ett ledningsfordon. Vilka möjligheter finns det att registrera kommunikationen vid detta ledningsbord? Finns det inbyggd loggning och i så fall på vilket format? Hur kommer man åt dessa data? Kan man koppla in externa loggnings- enheter? Var? Och så vidare...

*Tidsmärkning.* Oavsett från vilken källa data kommer måste de tidsmärkas. En sådan märkning är en förutsättning för att kunna tidsordna händelser på olika platser i insatsen, vilket i sin tur krävs för att kunna analysera orsak och verkan. Problemet är att olika tekniska system innehåller egna klockor som inte är synkroniserade med varandra. Det krävs noggranna förberedelser i instrumenteringssteget för att införa rutiner för synkronisering av data från olika källor.

*Skarpa insatser.* Övningar ger goda möjligheter att genomföra studier och utveckling i en någorlunda realistisk miljö. Våra metoder är utvecklade under övningsförhållanden men även testade vid skarpa insatser. En viktig skillnad är att skarpa insatser ställer andra krav på att instrumenteringen integreras i den ordinarie miljön så att data samlas in och sammanställs utan att störa insatsen. Uppföljning av skarpa insatser kräver också att man utformar principer för lagring och märkning av insatsdata så att det går smidigt att finna rätt insatsmodeller vid genomgångar och uppföljningar.

*Erfarenhetsspridning.* Vid uppföljningen av en insats uppstår reflektioner, frågor och idéer. Dessa kan dokumenteras i insatsmodellen genom att kommentarer fogas in och

## Referenser:

BERNERS-LEE, T. (1999). *Weaving the Web*. London: Orion Business Books.

JENVALD, J., MORIN, M. & KINCAID, J. P. (2001). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Operations. *International Journal of Emergency Management*, 1(1), 82–94.

ZACHARY, W. W., RYDER, J. M. & HICINBOTHOM, J. H. (1998). Cognitive task analysis and modeling of decision making in complex environments. I J. CANON-BOWERS & E. SALAS (red.), *Decision making under stress: Implications for training and simulation*. Washington D.C.: American Psychology Association.

kopplas till relevanta och belysande episoder i händelseförloppet. Detta är ett exempel på hur metadata—det vill säga data om data—kan komma till användning för att fördjupa beskrivningen av insatsen och göra den tillgänglig även för människor som inte själva deltog. Metadata är också viktiga för att kunna klassificera och strukturera modeller av olika slags insatser och göra dessa tillgängliga exempelvis i ett intranät med hjälp av webbt teknik. Johan Jenvald och hans kollegor (2001) beskrev hur en tjänst för återföring av erfarenheter från insatser skulle kunna utformas med insatsmodeller som grund. Tim Berners-Lee (1999) beskrev nya metoder som syftar till att göra det enklare att hitta rätt information i stora datamängder på webben, till exempel med hjälp av semantiska nätverk.

*Modellering i NBF*. I ett kontrollrum finns den styrda processen tydligt representerad i form av instrumenttavlor och styrpaneler som motsvarar processens olika delar. Till skillnad från en industriell process saknar en insatsstyrka den här typen av beständig fysisk struktur. Antalet enheter i styrkan och deras positioner, status och förmåga varierar över tiden. Därför måste medlemmarna av insatsstyrkan hantera såväl dess interna dynamik som omgivningens föränderlighet.

En förväntning på det nätverksbaserade försvaret är att det ska kunna skapa en struktur för förmedling av information som skapar goda möjligheter för medarbetarna att snabbt uppfatta det dynamiska läget, förstå risker och möjligheter och förutse konsekvenserna av olika handlingsmöjligheter. Från modellerings synpunkt är en sådan struktur mycket värdefull, eftersom den skulle kunna vara ett generellt instrumenteringssystem för modellering av insatser för uppföljning och träning. För att detta ska vara möjligt måste det finnas stöd i NBF för att konfigurera loggning och datainsamling. Dessutom måste det gå att exportera data på väldefinierade fysiska och logiska format för behov som vi idag har svårt att förutse i detalj. Inom ramen för NBF måste det också finnas ett systematiskt stöd för uppföljning av insatser i syfte att kunna göra snabb taktikanpassning baserat på nya erfarenheter.

*Vägen till NBF*. Utvecklingen av NBF kommer att kräva ett stort antal fältförsök, demonstrationer och övningar. De behöver dokumenteras och följas upp för att säkerställa att erfarenheter, reflektioner, hypoteser och idéer fångas upp och återförs till utvecklingsprocessen.



## Ramverk för modellering och visualisering

**Genom att skapa gemensamma bilder av komplexa förhållanden och förlopp kan man göra dem synliga och därmed gripbara för analys, diskussion och påverkan. Modeller av insatser är kraftfulla redskap, men för att de ska vara användbara måste experter, användare och utvecklare kunna utforska dem enskilt och tillsammans. Hur man åskådliggör efterfrågad information på ett begripligt sätt har därför varit en viktig fråga att studera i projektet.**

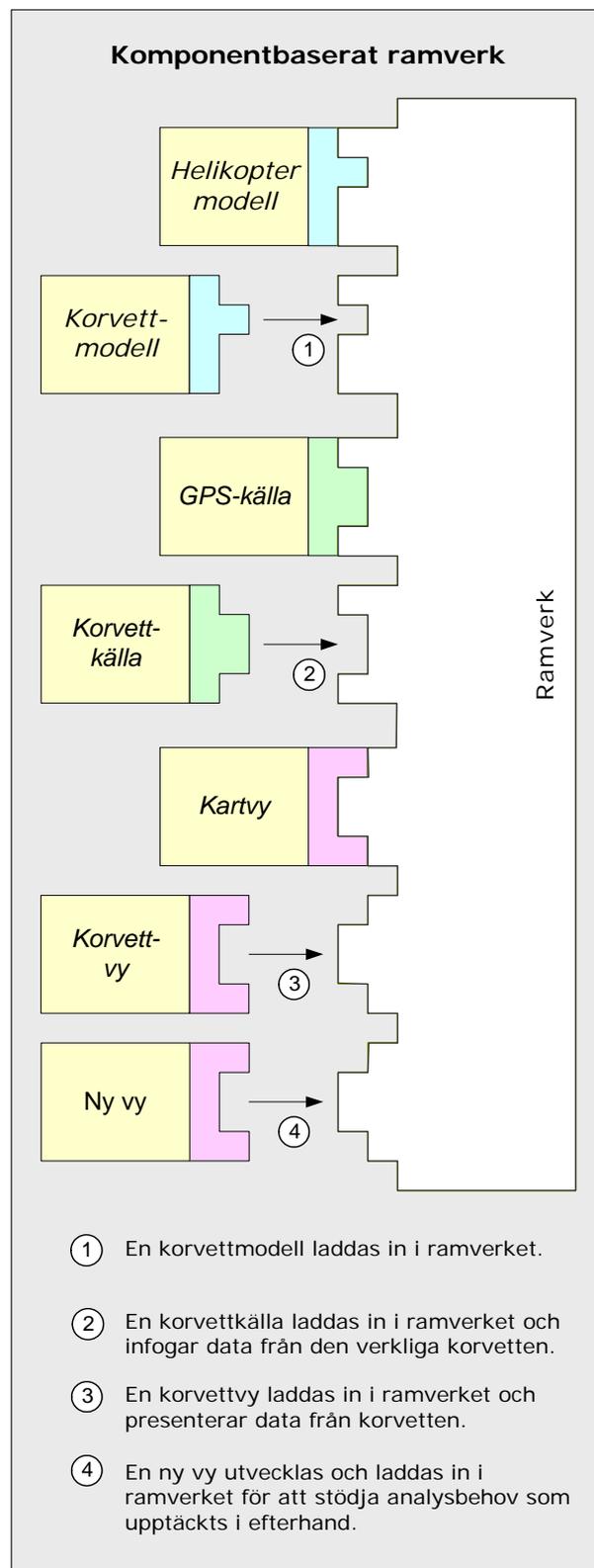
För att kunna göra experiment med olika sätt att åskådliggöra insatser har vi utvecklat ramverket MIND för modellering och visualisering. Ramverket definierar och implementerar en flexibel arkitektur för att infoga, byta ut och förändra såväl modeller som presentationsvyer. Den stora fördelen med en sådan lösning är att alla delar som är specifika för en viss tillämpning kan utformas som fristående och utbytbara komponenter. För att återanvända

ramverket i ett annat tillämpningsområde räcker det att byta ut enskilda komponenter, medan huvuddelen av systemet förblir intakt.

*Arkitektur.* Ramverket definierar olika klasser av komponenter och deras gränssnitt. Figuren till höger illustrerar principerna för anslutning av komponenter. I det här exemplet finns tre klasser av komponenter: *objektmodeller*, *källor* och *vyer*. Objektmodellerna representerar de objekt, till exempel personer, fordon och förband, som deltar i insatsen samt deras egenskaper och tidsberoende tillstånd. Källorna representerar datakällor i insatsens instrumentering. De importerar tidsmärkta data från olika mätpunkter och konverterar dem till ett gemensamt format. Vyerna åskådliggör olika aspekter av insatsmodellen, till exempel i form av en lägeskarta med objektsymboler eller genom att visa digitala fotografier tagna av en observatör.

Alla komponenter som tillhör en viss klass måste stödja det gränssnitt som definierar klassens roll i insatsmodellen. Ramverket använder gränssnitten för att kommunicera med komponenterna och förmedla information mellan dessa. I exemplet finns från början en objektmodell som beskriver en helikopter. En GPS-källa importerar tidsmärkta positioner från helikopterns GPS och översätter dem till ramverkets interna positionsformat. Kartvyn presenterar helikopterns positioner på en lägeskarta i ett valbart geografiskt referenssystem.

Genom att lägga till komponenter i modellen kan vi representera andra aspekter av insatsen. I exemplet laddas komponenter in i tre steg för att beskriva verksamheten vid ett korvettförband. Korvettmodellen beskriver korvetten och dess egenskaper och tillstånd. Korvettkällan



innehåller data från ledningssystemet ombord. Korvettvyn presenterar korvettspecifik information. Samtidigt kommer den befintliga kartvyn att visa korvettens position tillsammans med

helikopterns. Det fjärde steget illustrerar möjligheten att utveckla nya vyer och infoga dem i insatsmodellen. Denna mekanism är strategiskt viktig eftersom den gör det möjligt att göra experiment med olika sätt att åskådliggöra taktisk information med utgångspunkt från existerande insatsmodeller. På så sätt kan forskning och utveckling av presentations-system utnyttja genomförda insatser.

*Presentationsvyer.* Även om möjligheten finns att skapa egna vyer för specifika analysbehov, kan man i många situationer klara sig med existerande vyer. Standard-komponenter hanterar bland annat geografisk position, radiokommunikation, fotografier och video. Texttrutan till höger beskriver kortfattat de olika standardvyerna i ramverket.

*Synkronisering.* Vyerna är kopplade så att de alltid visar läget vid en given tidpunkt i insatsen. Ramverkets interna klocka håller reda på den aktuella tidpunkten som visas på en särskild klockpanel. Genom att ange olika tider kan användaren undersöka läget vid olika tidpunkter. Han eller hon kan stega framåt och bakåt i tiden med valbara intervall. Användaren har även möjlighet att ställa tiden från vissa vyer, till exempel för att synkronisera presentationen till tidpunkten för en viss kommunikations-händelse i länkvyn.

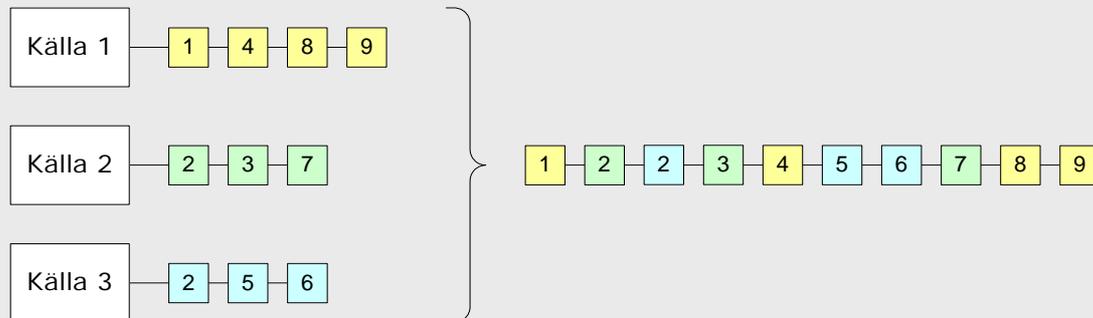
*Uppspelning.* Ramverket kan spela upp händelseförloppet för att ge en bild av insatsen. Grunden för uppspelningen är att alla data från insatsen är tidsmärkta. Uppspelaren i ramverket kan manipulera den interna klockan. Genom att stega fram tiden automatiskt, i den takt som användaren väljer, och synkronisera vyerna successivt skapar uppspelaren en animering av

### Presentationsvyer i ramverket

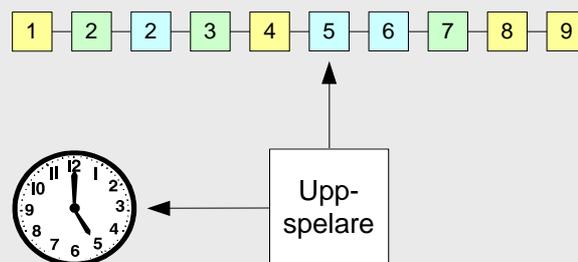
- *Kartvy:* visar geografisk information i två dimensioner i valbara refererenssystem. Rasterkartor, vektorkartor och koordinat-satta flygfotografier kan användas som underlag.
- *Bildvy:* visar digitala fotografier med möjlighet att filtrera dessa beroende på från vilken kamera-källa de kommer ifrån.
- *Videovy:* visar videosekvenser.
- *Ljudsekvenslista:* visar information om inspelad kommunikation i kronologisk ordning.
- *Länkvvy:* visar kommunikations-länkar med möjlighet att filtrera på meddelandetyper. Vyn kan också visa ackumulerade länkar för att visa nyckelnoder i nätet.
- *Länkforskarvy:* visar kommunikationslänkar fördelade över sändare, mottagare, klassificering, meddelandelängd och tidpunkt för länken. Genom att filtrera länkarna med avseende på de olika dimensionerna erhåller man en lista på de länkar som uppfyller filtervillkoren.
- *Rapportvy:* visar textrapporter där observatörer redogör för sina iakttagelser.
- *Attributvy:* visar egenskaper och tillståndsvariabler för utvalda objektmodeller.
- *Skadeflödesvy:* visar flöde och behandling av skadade i vård-kedjan vid masskadesituationer.
- *Tidslinjal:* ger möjlighet att lägga in kommentarer, frågor och idéer och koppla dem till specifika tidpunkter i insatsen. Vyernas utseende och inställningar kan också konfigureras för att belysa frågeställningen med insatsdata.

## Presentation av händelseförlopp genom uppspelning i Mind

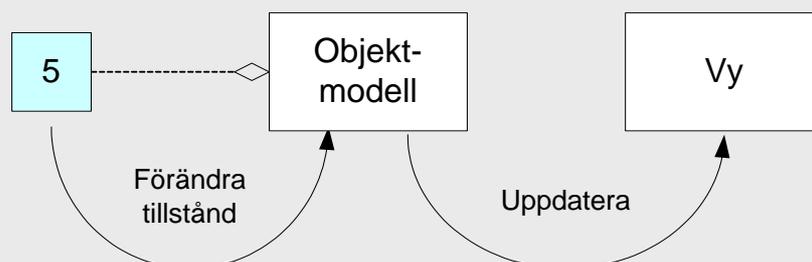
Källornas data representeras som tidsmärkta händelser. Källornas händelser sorteras in i tidsordning i insatsmodellens gemensamma händelselista.



Uppspelaren genomlöper händelselistan och jämför tidsmärket på händelsen med ramverkets interna klocka. När tiderna sammanfaller aktiveras händelsen.



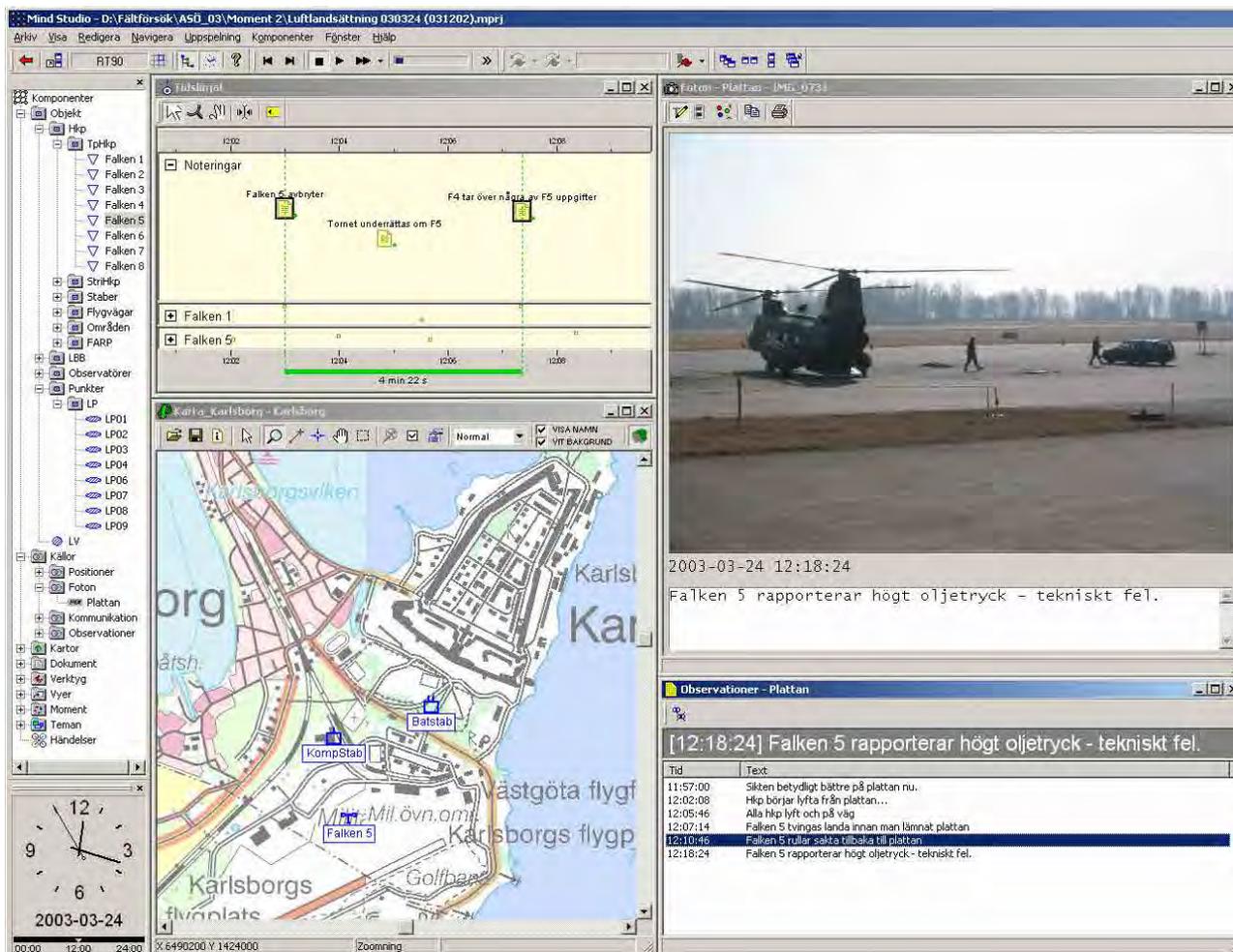
Den aktiverade händelsen påverkar sin kopplade objektmodell genom att förändra en eller flera tillståndsvariabler. Objektmodellen signalerar till vyerna att de behöver uppdateras för att visa tillståndsförändringen.



Vyerna ritar om sin grafiska yta så att objektmodellens tillstånd visas korrekt.

skeendet. Snabbuppspelning innebär att tiden stegas upp snabbare än realtid, vilket skapar en illusion av snabbspolning av förloppet. Figuren på den här sidan visar

principen för händelshantering och uppspelning av tidsmärkta data i MIND. Exemplet har bara tio händelser, men en verklig insatsmodell kan innehålla hundra-



tusentals händelser av olika slag. Exemplet illustrerar vårt tidigare påstående att modellen av insatsen är händelse driven, tidssynkroniserad och uppspelningsbar.

*Händelsetyper.* Händelser i insatsmodellen representerar data som fångats och tidsmärkts i insatsen. Det finns många olika data i en insats. Eftersom ramverkets händelser är komponenter är det enkelt att lägga till nya typer av händelser för att representera olika slags data. På så sätt finns det en beredskap att hantera system som kan komma att utvecklas i framtiden.

*Användargränssnitt.* Presentationen av insatsmodellen sker i MIND. Användaren väljer själv vilka vyer han eller hon vill se och hur de ska placeras. Inställningarna kan sparas som ett tema i insatsmodellen.

Genom att aktivera olika teman går det snabbt att växla mellan olika vyer och grupper av vyer. Överst på sidan visas en skärmbild från den luftburna verksamheten vid ASÖ 2003. Till vänster i gränssnittet finns ett träd där alla laddade komponenter visas i olika kategorier. Under trädet ligger klockpanelen som visar aktuell tid i insatsen. Överst i gränssnittet finns menyer och uppspelningskontroller. I exemplet har användaren valt att använda fyra vyer. Överst till vänster finns en tidslinjal där man kan lägga in kommentarer, frågor och slutsatser för att stödja analys och dokumentera erfarenheter. Användaren kan koppla en kommentar till ett tema för att på så sätt illustrera den med data från insatsen, presenterade med en viss vyinställning. Under tidslinjalen finns en karta över basområdet i Karlsborg med

symboler för olika enheter i helikopter-bataljonen. Överst till höger finns en bildvy som presenterar kommenterade och tidsmärkta fotografier från insatsen. I det här fallet ser vi helikoptern Falken 5 som har fått motorproblem. Under bildvyn finns en rapportvy som visar textrapporter från den observatör som följde verksamheten på plattan i Karlsborg.

*Sammanfattning.* Att bygga upp ett ramverk för komponenter är en investering för framtiden. Genom att formulera regler för utformning av information och interaktion i en arkitektur skapar vi förutsättningar för flexibilitet och anpassning till nya behov och verksamheter. Med hjälp av utbytbara komponenter anpassas ramverket till olika tillämpningar, samtidigt som dess huvuddel kan återanvändas. Under projektet har vi fått ytterligare indikationer på att detta är rätt väg att gå. Tack vare ramverket har vi med kort varsel kunnat möta uppkomna behov av modeller och vyer inom projektet. Dessutom har vi kunnat stödja andra projekt inom så skilda områden som minsparing i Kroatien och visualisering av simulerade sensorer i en HLA-federation. Vi ser att ramverket stödjer uppföljning och träning av insatser. Detta är nödvändiga funktioner för att bygga upp och bevara såväl fackkompetens som samordningskompetens inom samhällets olika insatsorganisationer.



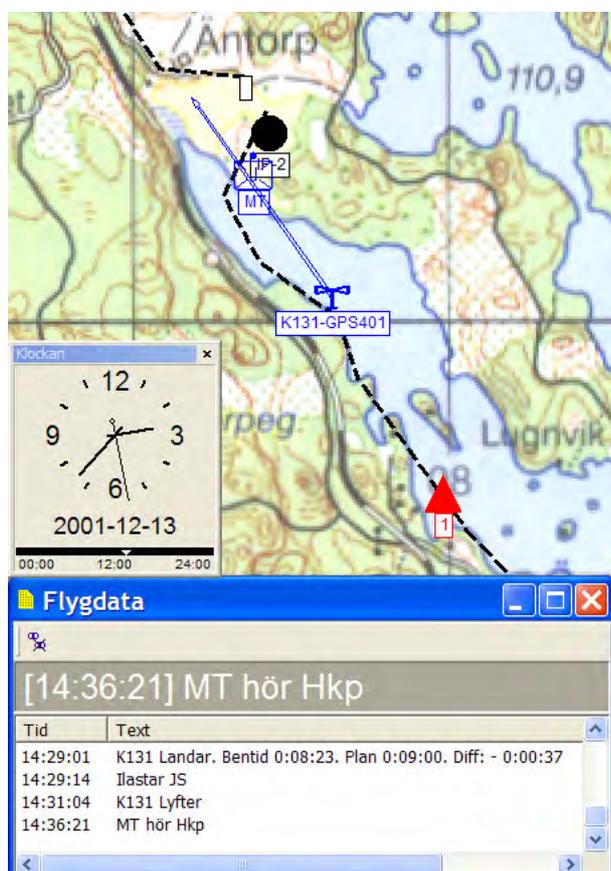
## Luftburen förmåga

**Luftburen förmåga är den uppgift som dimensionerar helikopterflottiljen och de två krigsförband som den ska sätta upp. Krigsförbanden är en sjöoperativ och en markoperativ helikopterbataljon. Förbanden sätts upp med ny materiel i en ny organisation och skall kunna lösa såväl dagens som morgondagens uppgifter. I denna miljö finns både behov av och förutsättningar för utveckling av roller, arbetssätt och tekniska stödsystem. Därför valde vi att studera helikopterförbanden och deras koppling till den luftburna bataljonen.**

Utveckling av nya förband och förmågor kommer att vara en viktig del i NBF för att kunna möta en föränderlig omvärld med anpassade insatsenheter. Luftburen förmåga är en uppgift som Försvarsmakten valt att utveckla genom att organisera ett helikopterförband och en luftburen bataljon som tillsammans skall kunna genomföra luftburna insatser. I detta avsnitt skall vi beskriva hur vi gick till väga för att utveckla ramverket för att kunna möta de behov av uppföljning som finns för att kunna stödja träning, analys och utveckling av luftburen förmåga. Vi valde en utvecklingssekvens

som började med en förstudie, för att därefter gå vidare med metodutveckling och sedan använda ramverket vid ett fullskaleförsök.

*Förstudie:* Den 13 december 2001 genomförde vi ett avgränsat fältförsök tillsammans med andra helikopterkompaniet vid fjärde helikopterbataljonen i Linköping. Vi provade metoder och teknik för uppföljning av flygande enheter och markförband med en uppsättning datakällor. Scenariot var att en helikopter skulle genomföra tidtabellnavigering för att taktiskt luftlandsätta och hämta tre jägar-

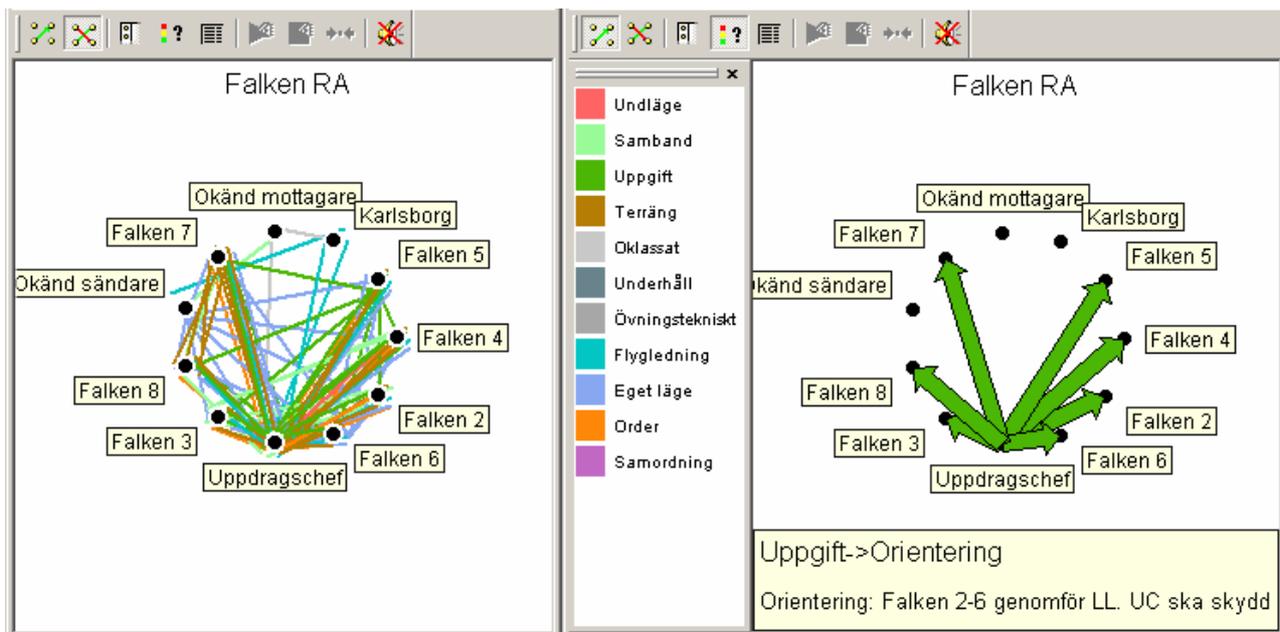


förband i en övningsterräng i södra Östergötland enligt en förutbestämd tidsplan. Vi deltog i planeringsprocessen och dokumenterade de planer som upprättades och registrerade sedan

händelseförloppet under fältförsöket med olika datakällor för helikopter- och markförbandens olika aktiviteter. Efter fältförsöket sammanställde vi materialet och byggde en insatsmodell där vi analyserade utfallet i förhållande till gjorda planer. Vid en gemensam genomgång med representanter från helikopterflottiljen och markenheterna utvärderades metoden att dokumentera och visualisera luftburna insatser. Slutsatsen var att metoden och verktyget väl svarar upp mot de krav som ställs för att kunna analysera interaktion mellan individer och enheter inom helikopterförbandet och mellan helikopter- och markenheter i ett distribuerat taktiskt scenario. Vi valde att gå vidare med att utveckla metoder och teknik för att dokumentera insatser i större skala samt att utveckla de modeller som behövs i ramverket för att bättre representera olika plattformar.

Figuren till vänster visar ett utsnitt ur MIND när helikoptern är på väg att hämta ett av markförbanden. Klockan visar aktuell scenariotid och fönstret för flygdata visar när markförbandet hört helikoptern samt andra i modellen ingående texthändelser.

*Metodutveckling:* Ett identifierat behov var att utveckla modellbiblioteket i MIND till att omfatta generiska plattformsmodeller som kunde representera godtyckliga helikoptrar eller andra plattformar. Vi utvecklade också metoderna för uppföljning till att bli mer fältmässiga och lätthanterliga vilket prövades vid uppföljning av en skarp insats där helikopterflottiljen stödde Polisen vid eftersök av försvunnen person. Det fältförsöket finns beskrivet i uppsats 1 i den andra delen av den här boken.



I syfte att stödja utveckling av samverkan mellan de olika aktörerna i en luftburen insats förbättrade vi våra metoder att analysera kommunikation. Bilden ovan visar två verktyg för kommunikationsanalys. Den vänstra delen visar ackumulerad kommunikation under en insats, medan den högra delen visar en ögonblicksbild av en orientering från uppdragschefen till förbandet Falken. Analyser av kommunikation och informationsbehov i olika taktiska situationer är något som även utnyttjas i verksamhetsmodellering och identifiering av behov för framtida ledningssystem vid helikopterflottiljen.



*Fullskaleförsök:* Under arméns slutövning 2003 deltog vi för att tillsammans med

helikopterflottiljen och luftburen bataljon (LBB) ur K3 genomföra ett fältförsök att dokumentera en stor insats med två sammansatta förband i nära samverkan, med många aktörer distribuerade över en stor yta. Vi följde två luftlandsättningsmoment som utgick från en för helikopter bataljonen och LBB gemensam bas i Karlsborg. En luftburen skvadron ilastades och luftlandsattes genom ett antal helikopterlyft på Kvarn för att lösa stridsuppgifter under cirka ett dygn.

Vid båda genomföranden följde vi planerings- och förberedelsefasen under eftermiddagen och kvällen samt genomförandet av luftlandsättningen under följande dag. Helikopterförbandet bestod av en transporthelikopterenhet med åtta helikoptrar samt en understödande strids-helikopterpluton med fyra helikoptrar. Markförbandet bestod av en luftburen skvadron med tre plutoner och en stabs och ledningsgrupp samt en skvadronsförbandsplats. Totalt cirka 100 soldater med utrustning. Insatsen planerades av uppdragschefen på helikopterkompaniet i samarbete med helikoptersamverkansbefälet ur LBB.



Vi dokumenterade planeringsfasen för att kunna jämföra planen med det verkliga utfallet.

Händelseförloppet dokumenterade vi genom att instrumentera alla helikoptrar och delar av LBB med utrustning för positionsföljning och kommunikationsregistrering. Vi använde observatörer för att dokumentera åtgärder och händelser kring nyckelaktörer på alla ledningsnivåer i helikopterförbandet, och vid första genomförandet även hos skvadronschefen vid LBB. Insatsmodellen har använts för att diskutera utbildningseffekt hos LBB och helikopterflottiljen. Vi har även använt modellen som ett underlag för att göra en verksamhetsbeskrivning av helikopterförbandets agerande i en luftlandsättning.

Genom att dokumentera ledningen på olika ledningsplatser och på olika ledningsnivåer i den distribuerade insatsen har vi kunnat jämföra den lägesbild som fanns vid olika tidpunkter. Detta är en mycket viktig funktion att beakta när vi tar stegen mot NBF. Hur relaterar informationsinnehållet i den presenterade lägesbilden till den lägesuppfattning som byggs upp på olika håll i en insats? Olika enheter har skilda behov av information med olika upplösning i tid, rum och detaljningsnivå för att kunna lösa sina uppgifter i samverkan med övriga enheter i insatsen. I analysen av övningen

har vi utnyttjat möjligheten att använda ramverket för att presentera information med olika innehåll och upplösning för olika användare. En annan möjlighet är att göra försök och experiment med taktiska lägesbilder. Kan vi till exempel använda kommunikationsdata från insatsen för att göra analyser om intensitet och belastning hos olika aktörer?



*Slutsatser.* Efter försöksserien tillsammans med helikopterflottiljen och LBB drar vi slutsatsen att verktyg för att åskådliggöra händelseförlopp och samverkan, stöjda insatsanalyser och sprida resultat ger goda resultat i utvecklingen av nya förband och förmågor. Helikopterflottiljen och LBB vill utöka samarbetet kring MIND för att stödja den kommande utvecklingen av den egna förmågan och den samordning som krävs för att kunna lösa gemensamma uppgifter i ett nätverksbaserat försvar.



## Samverkan

Den 11 december 2002 genomfördes övningen Daniela i Linköping. Syftet med övningen var att öva samverkan under en insats som startar som en polisinsats, övergår till en räddningstjänstinsats och slutar som en sjukvårdsinsats. Forskargruppen deltog i planeringen, genomförandet, analysen och dokumentationen av övningen. Forskargruppen ansvarade också för datainsamlingen under övningen och genomgången direkt efter övningen.

Förutsättningen för övningen var att bråk bryter ut när demonstranter protesterar mot

ett politiskt möte som har anordnats av ett parti på yttersta högerkanten. I samband med bråket utbryter det en brand i samlingslokalen och många personer skadas.

*Scenario.* Ett politiskt parti (det vita partiet) genomför ett partimöte i sin tillfälliga samlingslokal i Garnisonens Folkets Hus. Det vita partiet är ett extremparti på högerkanten med mycket radikala och främlingsfientliga medlemmar. Partimötet samlar cirka 50 personer som kommit från hela landet. Flertalet av mötesdeltagarna är mellan 18 och 25 år. På plats finns dock ett

## Samverkansövning Daniela den 11 december 2002

I övningen deltog:

- Räddningstjänsten i Linköping
- Landstinget i Östergötland
- Polismyndigheten i Östergötland
- SOS-Alarm
- Ulfab (ambulansentreprenör)
- Socialtjänsten i Linköpings kommun
- Försvarsmaktens helikopterflottilj

antal äldre personer i partiet, vilka kan anses tillhöra den ideologiska eliten inom partiet. Inom polisens underrättelsetjänst är mötet inte tidigare känt. Det har dock funnits vissa ryktesspridningar som sagt att ett möte eventuellt skulle äga rum i Mellansverige vid denna tidpunkt. Lokalerna har hyrts av en privatperson under förespegling att lokalerna skulle användas till ett möte i en hobbyförening.

Ett annat politiskt parti (svarta partiet) har fått kännedom om mötet och genomför en motdemonstration utanför samlingslokalen. Det svarta partiet är aktivt på den yttersta vänsterkanten. Båda partierna är kända för att använda våld i syfte att väcka uppmärksamhet. De har också vid flera tillfällen angripit varandra med vapen och stenar.

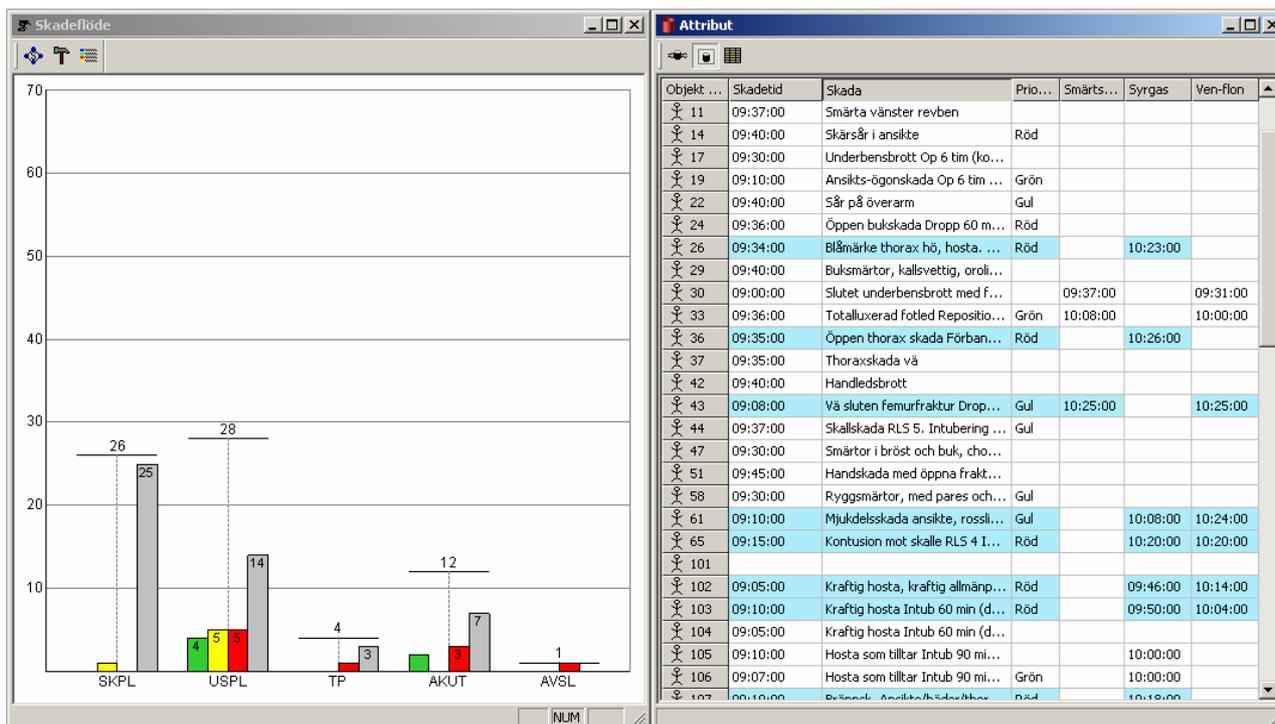
När övningen börjar har det svarta partiet påbörjat en motdemonstration utanför möteslokalen. Denna demonstration är inte tillståndsprövad av polismyndigheten.

*Händelseförlopp.* Klockan 08.58 kommer ett telefonsamtal till SOS-Alarm om bråk utanför Folkets Hus. SOS kopplar samtalet vidare till polisens länskommunikations-

central (LKC), som beordrar ut en polispatrull till platsen. När polisen kommer fram ser de att demonstrationen har urartat till kraftigt bråk mellan de två grupperna. Det ligger ett par skadade personer vid entrén till Folkets Hus. Polispatrullen begär förstärkning och två ambulanser till platsen. Insatsen leds av polisinsatschefen och polisens IMF-styrka (insats mot folkmassa) sätts in för att skilja de bråkande grupperna. Våldsamheterna ökar och rök- och brandbomber kastas. Polisinsatschefen begär räddningstjänst till platsen. Räddningstjänsten får larm om brand i publik lokal och anländer med flera styrkor. Brand och



rökutveckling uppstår i Folkets Hus samtidigt som polisen försöker att mota bort demonstranterna från området och gripa dem som begått brott. Insatsen övergår från en polisinsats till en räddningsinsats som leds av en brandingenjör vid räddningstjänsten. Räddningstjänsten påbörjar livräddning med flera rökdykargrupper. Människor evakueras från båda våningsplanen i Folkets Hus. Flera ambulanser från Ulfab och Försvarsmakten börjar transportera skadade till sjukhuset. Efter att branden har släckts och alla personer har evakuerats från Folkets Hus övergår insatsen till en sjukvårdsinsats. Insatsen



leds nu av ledningsläkaren med stöd från övriga organisationer.

*Planering.* Övningsplaneringen påbörjades ett år före övningen i samverkansgruppen RAPS (Räddningstjänst, Alarmering, Polis och Sjukvård). Forskargruppen deltog med metodstöd i detta arbete. RAPS-gruppen enades om scenariot och vikten av att genomföra en tillämpningsövning, det vill säga en övning där övningsledningen inte styr de övades agerande. Problem kring samverkan och ansvarsfördelningen under insatsens olika faser ansågs som speciellt intressanta att öva och studera. Planeringen intensifierades tiden före övningen.

Forskargruppen utformade en konceptuell modell av insatsen som innehöll modeller av enheterna och det förväntade skadeflödet. Dessutom utarbetade gruppen en instrumenteringsplan som låg till grund för att samla in data under övningen.

*Insats.* Under övningen samlades data in från både tekniska system och utbildade

observatörer. Även skademarkörerna och figuranterna utnyttjades som observatörer. De observerade och dokumenterade hur de blev behandlade under insatsen, vilket gav indata till skadeflödesmodellen. Bilden överst på sidan visar skadeläget klockan 10:28:20 som det presenteras i MIND.

*Genomgång efter övning.* Modellerna och datainsamlingen skapade förutsättningar för att sammanställa och presentera insatsförloppet vid en gemensam övningsgenomgång två timmar efter insatsen. Vid genomgången deltog samtliga övade, observatörer och skademarkörer. Forskargruppen ledde genomgången efter övningen utgående från de nyckelhändelser som identifierats och sammanställt av övningsledningen. Genom att diskutera nyckelhändelserna med stöd av insatsmodellen kunde deltagare och observatörer skapa sig en överblick över händelseförloppet. Övningsledarna från respektive organisation fick möjlighet att ställa frågor till de övade som berättade hur de hade

tänkt och agerat i olika situationer.  
Alternativa lösningar till olika problem  
under insatsen diskuterades.

*Analys.* Forskargruppen deltog i analys-  
arbetet tillsammans med Räddningstjänsten  
i Linköping. Resultatet från analysen redo-  
visades med stöd av insatsmodellen och  
ramverket för samtliga skiftlag inom  
Linköpings räddningstjänst, även för de  
som inte varit med under övningen.

*Dokumentation.* RAPS-gruppen har lämnat  
en gemensam rapport med underkapitel  
från respektive organisation om  
erfarenheterna från Daniela. Insatsmodellen  
över Daniela finns kvar och kompletterar  
den skriftliga rapporteringen. Det är möjligt  
att själv studera och bedöma RAPS-  
gruppens slutsatser genom att titta på  
videosekvenser och bilder, lyssna på  
radiotrafik, se enheters rörelser och  
skadeflödet över tiden samt studera  
detaljhanteringen av enskilda patienter.

*Slutsatser.* Vår erfarenhet från större  
samverkansövningar är att det är mycket  
viktigt med en gemensam planering av såväl  
scenario, datainsamling och genomgång  
efter övning. Värdet av övningen ökar  
väsentligt om man avdelar resurser för en  
systematisk datainsamling och presentation  
av insatsförloppet. Det är endast då som  
övningsgenomgången och utvärderingen  
kan ske på saklig grund. Med hjälp av ett  
ramverk för visualisering kan också olika  
situationer visualiseras och erfarenheter  
spridas på ett pedagogiskt sätt till personer  
utanför den aktuella övningen.



## Uppföljning av insatser

**Att ta steget från uppföljning av övningar till uppföljning av skarpa insatser handlar i hög grad om förtroende. Modeller av insatser stödjer reflektion och utveckling endast om medarbetarna accepterar dem som korrekta och relevanta. Allvaret i den skarpa insatsen ställer etiska krav på hur man skapar och hanterar insatsmodeller. Samtidigt finns metodiska svårigheter kring instrumenteringen. Modellen av insatsen måste byggas upp av data från källor som finns inbäddade i insatsstyrkan utan att påverka denna negativt.**

För att undersöka hur metoder utformade och provade under övningar kan användas för att följa upp skarpa insatser har vi samarbetat med Räddningstjänsten i Linköping. Fördelen har varit att vi på nära håll har haft tillgång till en organisation som kontinuerligt genomför insatser. Vi har därmed haft ett forum där vi kunnat ta upp såväl tekniska och metodiska frågor som spörsmål av etisk och existensiell natur. Denna del av forskningen har delvis finansierats av Statens räddningsverk.

## Insatsorganisationen vid Rådningstjånsten i Linköping

### Huvudstation i Linköping:

1 brandingenjör i beredskap  
1 stabsbrandmästare  
1 insatsledare  
2-3 räddningsstyrkor

### Räddningsstyrkor i:

Ljungsbro  
Malmslätt  
Bestorp  
Gistad  
Ulrika  
Vikingstad

*Förtroende.* En förutsättning för att kunna forska kring uppföljning av skarpa insatser är att det finns ett förtroende mellan forskarna och räddningstjänstens personal. Eftersom insatsmodellen beskriver skeenden som kan vara livsavgörande är det viktigt att alla inblandade är överens om syftet med modelleringen och hur modellerna får användas. I inledningen av samarbetet satsade vi mycket på att förklara vilka vi var, vad vi gjorde och hur detta skulle kunna vara till nytta för räddningstjänsten. Detta arbete gav utdelning i form av ett mycket gott samarbete med personalen vid räddningstjänsten och en hög tillgänglighet för frågor, diskussioner och försök.

*Instrumentering.* Vid skarpa insatser måste alla data fångas jämsides med räddningsarbetet, som i alla lägen har högsta prioritet. Det innebär att automatiska metoder för datainsamling måste användas i så stor utsträckning som möjligt. Dessutom kan dokument och rapporter som upprättas vid insatsledningen och på den bakre ledningsplatsen samlas in och infogas i modellen av

insatsen. I vårt fall innebar det att vi införde automatiska metoder för att samla in positionsdata och radiokommunikation. Dessutom utrustade vi insatsledarna med en digital kamera för att de skulle kunna dokumentera olika aspekter av insatserna. Faktarutan på högersidan beskriver hur datainsamlingen gick till. I faktarutan till vänster redovisar vi insatsorganisationen vid Rådningstjånsten i Linköping. Varje räddningsstyrka har ett befäl som leder styrkan. När två eller flera styrkor larmas får insatsledaren till uppgift att samordna styrkornas verksamhet. Det betyder att vid större och mer komplexa insatser kommer insatsledaren att ha en central roll. Detta är anledningen till att vi valde att fokusera datainsamlingen på insatsledaren.



*Användning.* Fotografier från insatsen är den mest använda formen av återkoppling från insatserna. I en studie som baserade sig på bilddata undersökte vi hur insatsledarna använde digitala kameror för att dokumentera insatser under 15 månader. Bilden ovan kommer från en brand i en rostskyddsverkstad i Linköping där man använde en något okonventionell metod för att komma åt brandhärden. Vid den här insatsen togs 57 bilder av två personer. Bilderna användes vid genomgångar med de olika styrkor som

## Instrumentering av Räddningstjänsten i Linköping

Vi utrustade fordon och medarbetare vid räddningstjänsten med olika typer av registreringsutrustning för att fånga data vid insatserna som underlag för att konstruera insatsmodeller.



I Linköpings kommun finns ständigt en insatsledare med 90 sekunders beredskap. Hans uppgift är att leda insatser där mer än en räddningsstyrka deltar. En typisk styrka har ett befäl och fyra brandmän.

För att registrera positionsdata utrustade vi insatsledarens fordon med en GPS-mottagare. Radiotrafiken till och från insatsledaren fångade vi med en avsökande radiomottagare. Positioner och radiosekvenser tidsmärktes och sparades i en dator i fordonet.



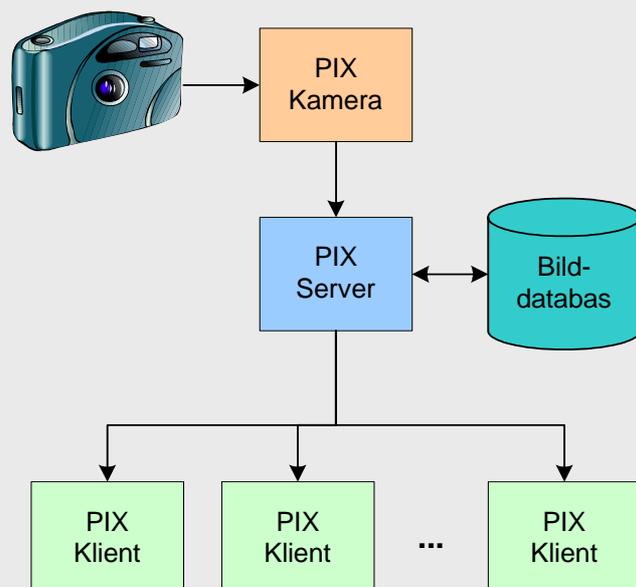
Insatsledaren disponerade också en digital kamera. Med hjälp av denna kunde han dokumentera situationer i insatsen för analys i ett senare skede. Bilderna tidsmärktes i kameran.

Eftersom alla data tidsmärktes kunde de ligga till grund för en tidsordnad beskrivning av händelseförloppet under insatsen.

Bilderna från insatsledarens kamera hanteras av programvaran PIX.

PIX Kamera läser in bilderna direkt från den digitala kameran och lagrar dem i en databas som hanteras av PIX Server. Tillsammans med bilderna sparas tidsmärkningen samt eventuella kommentarer från fotografen.

Med hjälp av PIX Klient kan de anställda vid räddningstjänsten studera bilder från insatserna. Flera personer kan arbeta samtidigt mot PIX Server.



deltog i insatsen, samt med fastighetsägare och representanter för försäkringsbolagen. Studien om digitalkameror redovisas i Uppsats 4 längre fram i boken. Ett mål är att sammanföra bilderna med andra typer av tidsmärkta data för att skapa en insatsmodell i ramverket.

*Erfarenheter.* Vår forskning tillsammans med personalen vid Räddningstjänsten i Linköping bekräftar den bild som vi har från tidigare samarbeten med olika militära och civila insatsorganisationer. Medarbetarna är engagerade och intresserade av olika sätt att behålla och utveckla sin kompetens. Här följer några generella erfarenheter som blev extra tydliga i samband med skarpa insatser:

- Det är viktigt att vara tydlig med vad syftet är med forskningen. Metoder för återföring av erfarenheter uppfattas oftast som ett stöd om de används för kompetensutveckling och extern utbildning. Däremot kan de uppfattas som hotfulla om man tror att de ska användas för bedömning och prestationsmätning.
- Diskutera etiken i verksamheten. Vilka data kan registreras och hur får de användas? På en skadeplats finns det inte utrymme för den diskussionen.
- Det är viktigt med långsiktighet och mål. Eftersom det tar tid att etablera ett förtroendefullt samarbete måste det finnas utrymme att arbeta med frågorna under en längre tid.

Generellt påverkar utformningen av tekniska system hur människor agerar. God design underlättar och hjälper folk att göra sitt jobb. Samtidigt hittar människor på sätt att använda systemen som konstruktörerna kanske inte alls hade tänkt på. Detta är styrkan med mänsklig kreativitet.



Bilden visar hur utbildningsansvariga insatsledare använde digitalkameror på ett kreativt sätt för att visa principer för arbetet på skadeplatsen vid en trafikolycka. Fordonen på bilden är uppställda på vägen och fotograferade från ett höjdfordon. Detta är ett exempel på hur tillgången till en viss teknik leder till att man kommer på nya sätt att använda den.

Metod och teknik går hand i hand i utvecklingsprocessen. Ny teknik gör det möjligt att utveckla metoderna för att dra nytta av landvinningarna. Samtidigt kan framsteg på metodsidan leda till behov av nya tekniska lösningar.

# Uppsatser

**Elva uppsatser ger möjlighet till fördjupning i olika områden som projektet har behandlat. De är uppdelade i tre teman: metoder och teknik, analys och uppföljning samt utbildning och träning.**

**Metoder och teknik.** De fyra första uppsatserna beskriver generella aspekter på metod- och teknikutveckling för ökad förmåga till uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor.

UPPSATS 1: *Fältförsök med helikopterförband.* I den här uppsatsen redovisar Thorstensson initiala försök med metoder och teknik vid Försvarmaktens helikopterflottilj. Dessa försök låg till grund för fortsatt arbete tillsammans med flottiljens personal med sikte på att följa upp luftburna insatser under övningen ASÖ 2003.

UPPSATS 2: *Modellering och visualisering av marina förband.* I den här uppsatsen redovisar

Thorstensson med kollegor resultat från modellering och visualisering av insatser med olika förband i marinen. Tre fallstudier behandlar amfibiestrid, ytstrid och militär-civil samverkan. För varje fall behandlas metodstegen domänanalys, modellering, instrumentering, datainsamling och presentation.

UPPSATS 3: *Observatörer som datakällor.* I den här uppsatsen utreder Jenvald med kollegor vad som krävs i form av utbildning och instruktioner för att observatörer ska kunna fungera som datakällor vid modellering av insatser under övningsbetingelser med olika inslag av simulering. Resultat från tre fältstudier redovisas och påvisar behovet av att träna, instruera och leda observatörerna.

UPPSATS 4: *Digitalkameror för uppföljning av räddningsinsatser.* I den här uppsatsen beskriver Morin med kollegor ett 15 månader långt försök med att använda

- [1] THORSTENSSON, M. (2002). *Rapportering av genomfört fältförsök med FM Helikopterflottilj*, FOI Memo 02-2918, Linköping, Sverige: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- [2] THORSTENSSON, M., JENVALD, J. & MORIN, M. (2002). *Modellering och visualisering av marina förband*, Teknisk rapport FOI-R--0524--SE, Linköping, Sverige: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- [3] JENVALD, J., CRISSEY, M. J., MORIN, M. & THORSTENSSON, M. (2002). Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises. *Proceedings of The 13th International Training and Education Conference (ITEC 2002)*, s. 68-78, 9-11 april, Lille, Frankrike. Utgiven som särtryck FOI-S--0454--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- [4] MORIN, M., JENVALD, J., NYGREN, A., AXELSSON, M. & THORSTENSSON, M. (2003). A study of first responders' use of digital cameras for documenting rescue operations for debriefing and analysis. *Proceedings of The International Emergency Management Society's Tenth Annual Conference, (TIEMS' 2003)*, s. 221-230, 3-6 juni, Sophia Antipolis, Frankrike. Utgiven som särtryck FOI-S--0904--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

digitalkameror för att dokumentera skarpa insatser vid Räddningstjänsten i Linköping. Ungefär 30 procent av insatserna dokumenterades men med avsevärda variationer mellan de olika insatsledarna.

**Analys och uppföljning.** De tre uppsatserna i detta avsnitt har tyngdpunkten på analys och uppföljning av ledningsprocesser i insatser. Ansatsen är att ledningsprocessen måste analyseras tillsammans med den verksamhet som den leder. Insatsmodellen fångar båda aspekterna och ramverkets komponenter stödjer analysen.

UPPSATS 5: *Kommunikation på ledningsplatser.* I den här uppsatsen redovisar Thorstensson med kollegor hur en 40 år gammal metod baserad på länkanalys kunde vidareutvecklas för att fånga kommunikation mellan medlemmarna i en ledningsgrupp. Genom att märka varje informationsutbyte med sändare, mottagare, tidpunkt och innehåll skapas en abstrakt modell av kommunikationen byggd på tidsmärkta länkar. Länkarna kan sedan analyseras i ramverkets länkvyy och länkutforskare.

UPPSATS 6: *Insatsmodeller för ledningsanalys.* Morin beskriver i den här uppsatsen hur insatsmodellering kan vara en metod att skapa ett tillräckligt underlag för att analysera ledning av insatser med sammansatta styrkor. Den baserar sig på teorier om hur utförliga processmodeller gör det möjligt att nå en djupare förståelse av hur människor och system samverkar för att hantera komplexa dynamiska situationer.

UPPSATS 7: *Analys av kommunikation i ledning.* I den här uppsatsen beskriver Albinsson och Morin hur den kraftfulla presentations-tekniken Attribute Explorer kan användas för att analysera ledningskommunikation representerad som länkar. Genom att filtrera länkarna med avseende på sändare, mottagare, tid och innehåll kan man hitta mönster i kommunikationen och identifiera intressanta avvikelser och potentiella problem. Uppsatsen belönades med utmärkelsen Best Paper Award vid konferensen Information Visualization i London 2002.

**Utbildning och träning.** De fyra uppsatserna i detta avsnitt belyser olika aspekter av träning av sammansatta

[5] THORSTENSSON, M., AXELSSON, M., MORIN, M. & JENVALD, J. (2001). Computer-Supported Monitoring of Command Post Communication in Taskforce Operations – A Cognitive Systems Approach. *Proceedings of The 12th International Training and Education Conference (ITEC 2001)*, s. 710-717, 24-26 april, Lille, Frankrike. Utgiven som särtryck FOI-S--0074--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

[6] MORIN, M. (2002). Modeling Distributed Tactical Operations for Command and Control Analysis. *Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation, (SAWMAS-2002)*, s. 9-16, 30-31 oktober, Orlando, Florida. Utgiven som särtryck FOI-S--0676--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

[7] ALBINSSON, P.-A. & MORIN, M. (2002). Visual Exploration of Communication in Command and Control. *Proceedings of The 6th International Conference on Information Visualization (IV 02)*, s. 141-146, 10-12 juli, London, England. Utgiven som särtryck FOI-S--0668--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

insatsstyrkor. De sträcker sig från konkreta redogörelser för genomförda övningar, via metodfrågor för utbildning av nyckelpersonal, till möjligheten att använda ramverket som presentationsverktyg i simuleringar för ledningsträning.

UPPSATS 8: *Fältövning i USA*. I den här uppsatsen beskriver Crissey med kollegor en fältövning som genomfördes i Orlando, Florida. I övningen tränade personal från räddningstjänsten och polisen insats vid ett utsläpp av giftiga kemikalier i ett köpcentrum. Uppsatsen behandlar planering och genomförande av övningen med tyngdpunkt på metodfrågor i instrumentering och genomgång efter övning med stöd av insatsmodeller.

UPPSATS 9: *Modellering och simulering för träning av MEDEVAC*. Luftburen evakuering av skadade är en komplicerad verksamhet med många inblandade. I den här uppsatsen gör Crissey med kollegor en

översiktlig genomgång av befintlig teknik byggd kring modellering och simulering som kan stödja träning för den uppgiften.

UPPSATS 10: *Träningmetod för MEDEVAC*. I den här uppsatsen utvecklar Morin med kollegor ansatsen i den föregående uppsatsen genom att identifiera olika träningsbehov och skissera skeden i ett träningsprogram för MEDEVAC.

Uppsatsen innehåller konkreta exempel på hur modellering och simulering kan stödja olika skeden i träningen.

UPPSATS 11: *Ledningsträning för kris och katastrof*. I den avslutande uppsatsen beskriver van Berlo med kollegor möjligheten att kombinera system för att träna ledning med ett ramverk för uppföljning. Uppsatsen diskuterar principerna för sådan träning och konkretiserar tankarna genom att diskutera en ihopkoppling av systemen CRISKIT från TNO och MIND från FOI för träning av krishantering.

[8] CRISSEY, M., MORIN, M. & JENVALD, J. (2001). Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise. *Proceedings of The 12th International Training and Education Conference (ITEC 2001)*, s. 462-476, 24-26 april, Lille, Frankrike. Utgiven som särtryck FOI-S--0073--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

[9] CRISSEY, M. J., THORSTENSSON, M., MORIN, M. & JENVALD, J. (2002). How Modeling and Simulation Can Support MEDEVAC Training. *Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation, (SAWMAS-2002)*, s. 41-48, 30-31 oktober, Orlando, Florida. Utgiven som särtryck FOI-S--0667--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

[10] MORIN, M., CRISSEY, M. J., JENVALD, J. & THORSTENSSON, M. (2003). Joint Efforts to Promote Multiple Stages of MEDEVAC Training. *Proceedings of The 14th International Training and Education Conference (ITEC 2003)*, 30 april-1 maj, London, England. Utgiven som särtryck FOI-S--0859--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.

[11] VAN BERLO, M., THORSTENSSON, M., SCHAAFSTAL, A., MORIN, M., SCHRAAGEN, J.M. & JENVALD, J. (2003). Improving learning from emergency management training: Sweden and the Netherlands are teaming up. *Proceedings of The International Emergency Management Society's Tenth Annual Conference, (TIEMS' 2003)*, s. 278-288, 3-6 juni, Sophia Antipolis, Nice, Frankrike. Utgiven som särtryck FOI-S--0905--SE, Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.



# Rapportering av genomfört fältförsök med FM Helikopterflottilj

Mirko Thorstensson

FOI Memo 02-2918  
2002



Mirko Thorstensson  
Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI  
Avdelningen för Ledningssystem  
Institutionen för Systemanalys och IT-säkerhet

## **Rapportering av genomfört fältförsök med FM Helikopterflottilj**

Lördagen den 27 juli 2002 klockan 18.00 försvann handikappade 19-årige Mikael i skogen i södra Östergötland. Mikael var på en utflykt tillsammans med kamrater och personal från det vårdhem i Stockholm som Mikael bodde på. Efter att ha sökt i några timmar på egen hand larmade personalen Polisen. Efter 3 dygn var Mikael fortfarande inte återfunnen trots att man disponerade omfattande resurser och hade sökt igenom ett 18 gånger 23 kilometer stort område. I situationer som denna genomför Försvarsmakten (FM) en av sina huvuduppgifter, stöd till civila samhället vid svåra påfrestningar. FM deltog i eftersöket med enheter ur FM Helikopterflottilj och ur Hemvärnet.

Institutionen för Systemanalys och IT-säkerhet vid FOI Ledningssystem genomför på uppdrag av FM forskning kring datorstödd uppföljning av insatser. Inom ramen för denna forskning deltog personal ur MIND-gruppen i eftersöket under en dag för att göra ett fältförsök med metoder och instrument för att rekonstruera, analysera och förmedla händelseförloppet kring helikopterförbandets deltagande i insatsen. Ledning, samordning och sökrutiner fokuserades. Målet med fältförsöket var att på plats studera hur helikopterförbandet genomför den här typen av insats, samt att prova olika datainsamlingstekniker i snabbt uppkomna situationer. Ett delmål var även att öka forskargruppens förståelse av eftersöksoperationer och däri ingående samverkan mellan militära enheter och polis.

Detta dokument beskriver delar av fältförsöket.

Mirko Thorstensson  
Projektledare

## Innehållsförteckning

1	Introduktion.....	65
2	Bakgrund.....	65
3	Scenario och händelseförlopp.....	66
4	Uppföljning av helikopterförbandets insats.....	68
4.1	Försöksfrågor.....	68
4.2	Metod.....	68
4.3	Verksamhetsfaktorer.....	68
4.4	Datakällor.....	69
4.5	Modeller.....	69
4.6	Visualisering.....	71
4.7	Erfarenheter.....	71
4.8	Utvecklingsmöjligheter.....	72
5	Slutsatser och resultat.....	73
6	Referenser.....	73

## 1 Introduktion

Försvarsmaktens förband är under utveckling mot att kunna fungera i tillfälliga behovssammansatta insatsstyrkor för att lösa specifika uppgifter. Förmåga att leda och samverka i nätverk är en förutsättning för att kunna genomdriva det nätverksbaserade försvaret. De militära förbanden kommer att möta nya mångfacetterade uppgifter som de skall kunna lösa i samverkan med andra aktörer. Likaväl skall traditionella uppgifter kunna lösas med ökad effektivitet. Detta innebär att det krävs en ökad förståelse för de ingående enheternas förmåga till samspel och samverkan. Den tekniska utvecklingen leder till att de ingående systemen blir allt mer komplexa och därför finns ett stort behov av experimentell utveckling av både metoder och teknik. Modellering, simulering och visualisering är viktiga instrument för att stödja Försvarsmakten i denna förändringsprocess.

I utvecklingsarbetet är det viktigt att kunna pröva olika lösningar tidigt i utvecklingsprocessen. Framför allt är det viktigt att möjliggöra prov av nya koncept och systemlösningar i realistiska situationer. Ett kvalificerat förband som står inför en stor utvecklingsprocess är Försvarsmaktens Helikopterflottilj. Ny teknik är under införande vilket möjliggör förutsättningar att lösa nya uppgifter, men även *förändrade* möjligheter att lösa *befintliga* uppgifter. Utveckling av organisation, metoder, och personal kommer också att genomföras.

Syftet med detta fältförsök var att undersöka hur modellering och visualisering kan stödja dokumentation och analys av ett komplext distribuerat händelseförlopp vid en skarp insats av ett militärt förband i samverkan med civila enheter.

## 2 Bakgrund

Systemanalysgruppen vid FOI i Linköping forskar kring metoder och teknik för att stödja analys och värdering av befintliga och framtida tekniska och organisatoriska system. Tillämpningsområdena inkluderar ledning, systematisk organisationsutveckling användarcentrerad systemutveckling och systemvärdering (Crissey, Morin & Jenvald, 2001; Thorstensson, Axelsson, Morin & Jenvald, 2001b; Jenvald, Morin & Kincaid, 2001; Jenvald, Crissey, Morin & Thorstensson, 2002; Albinsson & Morin, 2002).

I en verklig händelseutveckling registreras information och sammanställs i en datormodell med hjälp av vårt forskningsinstrument MIND, som gör det möjligt att spela upp och presentera hela eller delar av det studerade händelseförloppet. Systemet och angreppsmetoden gör det möjligt att ge konstruktiv feedback till deltagarna i direkt anslutning till händelseförloppet samt att stödja en djupanalys tillsammans med ämneskunniga efteråt. Det färdigställda materialet kan sedan användas i såväl utbildning som underlag till taktiska och organisatoriska anvisningar (Jenvald, 1996; Jenvald, Morin, Worm & Örnberg, 1996; Jenvald & Morin, 1997; Jenvald & Morin, 1998; Worm, Jenvald & Morin, 1998; Jenvald, 1999).

Hög flexibilitet hos vårt forskningsinstrument gör det möjligt att angripa nya frågeställningar genom att anpassa metoder och teknik till nya behov. Den öppna strukturen medger också att vi kan lägga till nya komponenter allteftersom ny kunskap om nya områden och tillämpningar växer fram. Dessutom är det möjligt att ta tillvara tidigare utvecklade komponenter i nya tillämpningar (Morin, 2001; Albinsson & Fransson, 2001).



Figur 1: Karta över området med inritade sökområden.

### 3 Scenario och händelseförlopp

Lördagen den 27 juli 2002 klockan 18.00 försvann handikappade 19-åriga Mikael i skogen i södra Östergötland. Mikael var på en utflykt tillsammans med kamrater och personal från det vårdhem i Stockholm som Mikael bodde på. Efter att ha sökt i några timmar på egen hand larmade personalen Polisen. Efter 3 dygn var Mikael fortfarande inte återfunnen trots att man disponerade omfattande resurser och ett flertal gånger hade sökt igenom ett 18 gånger 23 kilometer stort område.

De resurser som disponerades för insatsen omfattade totalt cirka 200 personer fördelade på polis, räddningstjänst, helikopterförband, hemvärn, frivilliga motorcyklister, orienterare, ryttare, hundpatruller och cyklister. Terrängen i området är mycket kuperad med stort inslag av rasbranter, har mycket tät vegetation och är väldigt gles befolkad. Kartan i Figur 1 visar området med utritade gränser för indelningen i sökområden.

Den eftersöksmetod polisen i Östergötland arbetar efter kallas MSO och bygger på att man tar hänsyn till vissa parametrar för den person man eftersöker och sedan definierar ett dynamiskt sökområde som förändras över tiden. Man identifierar platsen personen försvann ifrån (IPP) och platsen personen senast sågs på (LKP). Dessa platser och parametrar är utgångspunkter för eftersöksinsatsen och den indelning man gör i sökområden. Områdesindelningen för den här insatsen kan ses i Figur 1. I ett tidigt skede söker man snabbt igenom troliga delar av området med ”genomspringningar” och punktvis sökning vid särskilda platser, till exempel byggnader eller höjder. Om positivt resultat uteblir börjar man om från sökområdets centrala delar med finare områdesindelning och noggrannare sökteknik, till exempel skallgångskedjor.

Under söndagen begärde polisen in extra resurser och började disponera orienterare, hemvärn och helikoptrar ur FM. Den dagen disponerades 2 egna polishelikoptrar av den nya modellen, med bland annat värmekameror fast monterade, och 4 FM helikoptrar av modell Hkp 9 ur 4:e helikopterbataljonen, baserade på Malmen. Efter söndagen disponerades 1 polishelikopter under återstoden av insatsen och efter tisdagen 1 FM helikopter. Vädret var mycket varmt under hela insatsen men dagstemperaturer kring 27 grader och nattetemperaturer som inte gick under 20 grader. Detta medförde att värmekamerorna inte kunde användas på grund av mängden falska indikationer från stenar och klipphällar som blev uppvärmda under dagen och sedan inte svalnade mycket under natten.

Sökningarna under söndag och måndag blev resultatlösa. Man hade indikationer på att Mikael i vissa fall kunde bli skrämmd av motorljud och använde därför även cyklar för att tyst kunna söka av vägar och stigar. Lyssnarposter sattes ut vid vissa platser under nätterna för att om möjligt kunna höra om någon fanns i terrängen. Under tisdagen sattes även frivilliga hundpatruller in och ryttare började användas för att tyst kunna söka igenom större terrängpartier. Tips från allmänheten bearbetades under hela insatsen och kunde omfatta allt från att någon sett Mikael i Stockholm till att folk i sökområdet hört konstiga ljud utanför gården.

På onsdagen gick insatsen in på sitt fjärde dygn och alla sökområdet var genomsökta ett flertal gånger med olika sökteknik. Sjöarna i området genomsöktes ytterligare ifall Mikael hade drunknat. Helikoptrarna användes för att söka i viss terräng utanför det definierade sökområdet. I huvudsak var vegetationen så tät att helikopterbesättningarna inte kunde se marken genom trädkronorna varför helikoptrarna i huvudsak användes för att söka längs vägar, stigar och stråk, samt sjöar och berg. Under onsdag eftermiddag utnyttjades helikoptrarna för att på nytt söka i områdets centrala delar. Erfarenheter och statistik visar att eftersökta personer hittas inom en radie av 3,5 kilometer från den senast kända positionen.

Onsdag eftermiddag klockan 15.20 kör en privatperson boende i området längs en väg nära LKP för att åka och bada. Hon upptäcker Mikael på vägen, tar hand om honom och ringer polisen på sin mobiltelefon. Mobiltelefon täckningen i området är dålig och samtalets bryts några gånger vilket medför att helikoptrarna sänds för att leta i området kring kvinnans bostad innan det misstaget kan korrigeras några minuter senare. Kvinnan för Mikael till en närbelägen fastighet där helikoptrarna ej kan landa varför Mikael hämtas av en polispatrull i bil för att köras till sjukhuset i Linköping för kontroll.

Mikael hade legat och gömt sig under en gran mindre än 500 meter från LKP. Han hade inte ätit under de nästan 4 dygnen, men han hade gått ner till sjön på nätterna och druckit vatten. Han var i god form vid läkarundersökningen.

## 4 Uppföljning av helikopterförbandets insats

Syftet med det här fältförsöket var att undersöka om MIND-metodik kan användas i en skarp insats, utan möjlighet till förberedelser, för att registrera, rekonstruera, analysera och förmedla händelseförloppet vad avser helikopterförbandets ledning, samverkan och sökmetoder. Ett syfte var också att öka forskargruppens kunskap om hur insatser genomförs när FM helikopterförband stödjer polisen vid eftersök av försvunnen person, vilka frågeställningar och problem personalen ställs inför samt hur de löser uppgiften med dagens teknik.

### 4.1 Försöksfrågor

De försöksfrågor vi valde att studera i detta fältförsök var om befintliga verktyg i MIND kan användas, eller om vi behöver utveckla nya, för att registrera och förmedla information om nedanstående frågor:

- Hur leds helikopterförbandets insats?
- Vilken samverkan sker mellan helikopterförbandet och andra enheter?
- Vilka sökmetoder använder helikopterförbandet?

### 4.2 Metod

Vi har utvecklat en generell metod för att återge komplexa distribuerade händelseförlopp (Jenvald, 1999; Morin, Jenvald & Thorstensson, 2000; Morin, 2002). Syftet med metoden är att ge en helhetsbild (Morin, Jenvald & Worm, 1998) av ett förlopp som gör det möjligt att inom ramen för ett operativt sammanhang åskådliggöra olika aspekter av ingående förband, enheter och system (Jenvald, Morin, Worm & Örnberg, 1996; Thorstensson, Jenvald & Morin, 2002). Helhetsbilden skapas genom att bygga en tidssynkroniserad, händelsedrivna, uppspelningsbar modell av ett händelseförlopp över ett realistiskt scenario och sedan visualisera denna (Morin, 2001).

### 4.3 Verksamhetsfaktorer

Det här fältförsöket inriktades mot helikopterförbandets agerande i den skarpa eftersöksinsatsen med särskilt fokus på ledning, samverkan och sökmetoder. Tabell 1 visar en översikt av de verksamhetsfaktorer som modellerades och visualiserades.

Tabell 1: Verksamhetsfaktorer i helikopterförbandet.

<b>Verksamhetsfaktor</b>	<b>Datakälla</b>	<b>Status</b>	<b>Visualisering</b>	<b>Kommentarer</b>
<i>Hkp, grunddata, prestanda</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M</i>	<i>Vid inspektion av modellen</i>	
<i>Hkp, position, kurs, fart, spår</i>	<i>GPS</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Symbol på karta</i>	
<i>Besättning, grunddata</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M</i>	<i>Vid inspektion av modellen</i>	
<i>Besättning aktivitet</i>	<i>Digitalt foto, video</i>	<i>D,V</i>	<i>Fotovisare, Videovisare</i>	<i>Spaning, navigering, flygning</i>
	<i>Observationer</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Dokumentvisare, egenskapsvy</i>	<i>Ordergivning, rapportering, orientering</i>
	<i>Kommunikation</i>		<i>Kommunikationsvy</i>	<i>Tekniskt möjligt men användes ej</i>

*Förkortningar: Hkp*–Helikopter, *D*–Data har samlats in, *M*–Data har infogats i modell, *V*–Data har presenteras visuellt.

#### 4.4 Datakällor

I detta fältförsök deltog en forskare som observatör vid förbandet och genomförde där prov och försök med olika typer av datainsamling. Data samlades med tekniska system och manuellt. Den tekniska registreringen utfördes med 2 bärbara kommersiella GPS-mottagare som bars av observatören. De användes för att samla in positionsdata för helikoptern. Observatören använde en digitalkamera och en digitalvideokamera för att dokumentera ledningstablåer, kartor och aktiviteten vid förbandet. Dessutom användes strukturerad rapportering (Thorstensson, 1997) för att dokumentera verksamhet, samverkan och ledning vid förbandet.

#### 4.5 Modeller

Idag finns en grundmodell för farkoster representerad i MIND. Ett godtyckligt antal farkoster kan skapas utgående från denna grundmodell och infogas i ett händelseförlopp för att sedan visualiseras i olika verktyg vid en uppspelning. Varje farkostobjekt kan inspekteras genom att betrakta de olika vyer som beskriver modellens egenskaper.

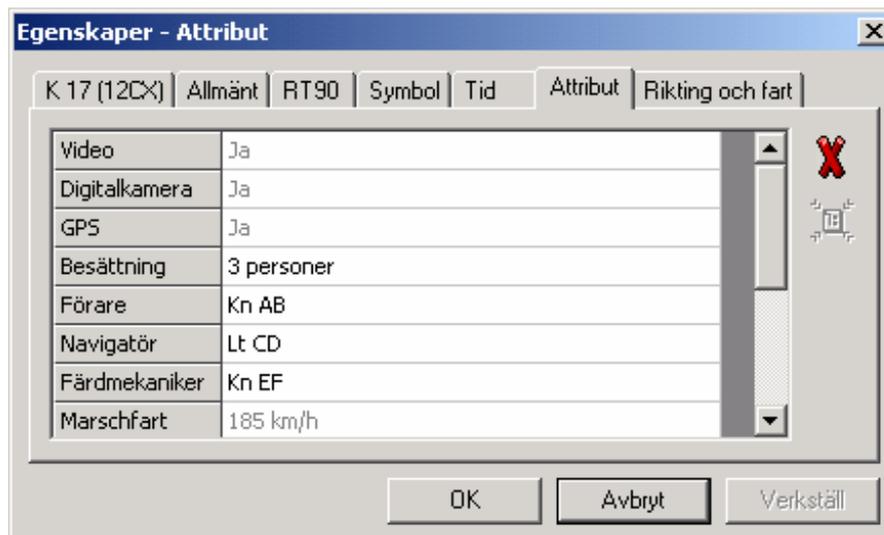
I det här fältförsöket definierades ett farkostobjekt för den helikopter som följdes, en Hkp 9 med identiteten K17. Olika vyer ur modellen visas i Figur 2 - 5.



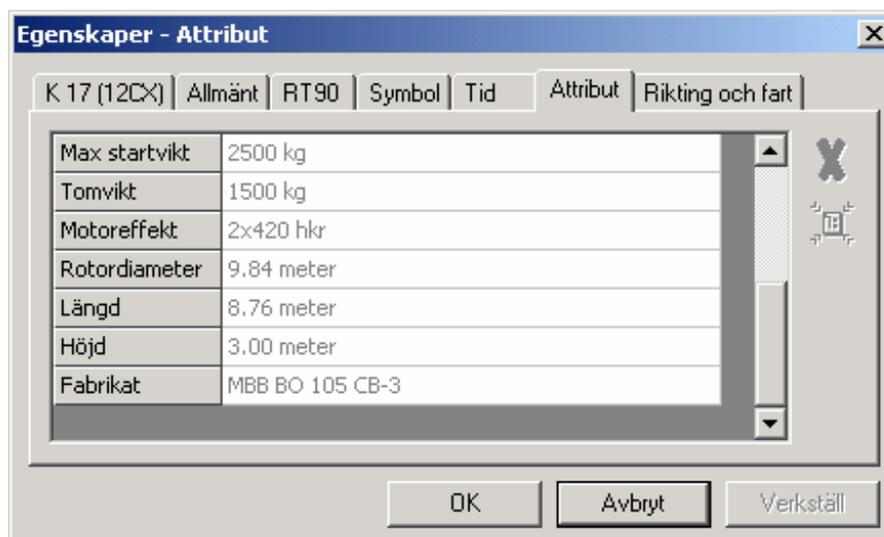
Figur 2: Bildvyn för farkostobjekt K17 som representerar helikoptern K17.



Figur 3: Allmänna egenskaper för objekt K17.



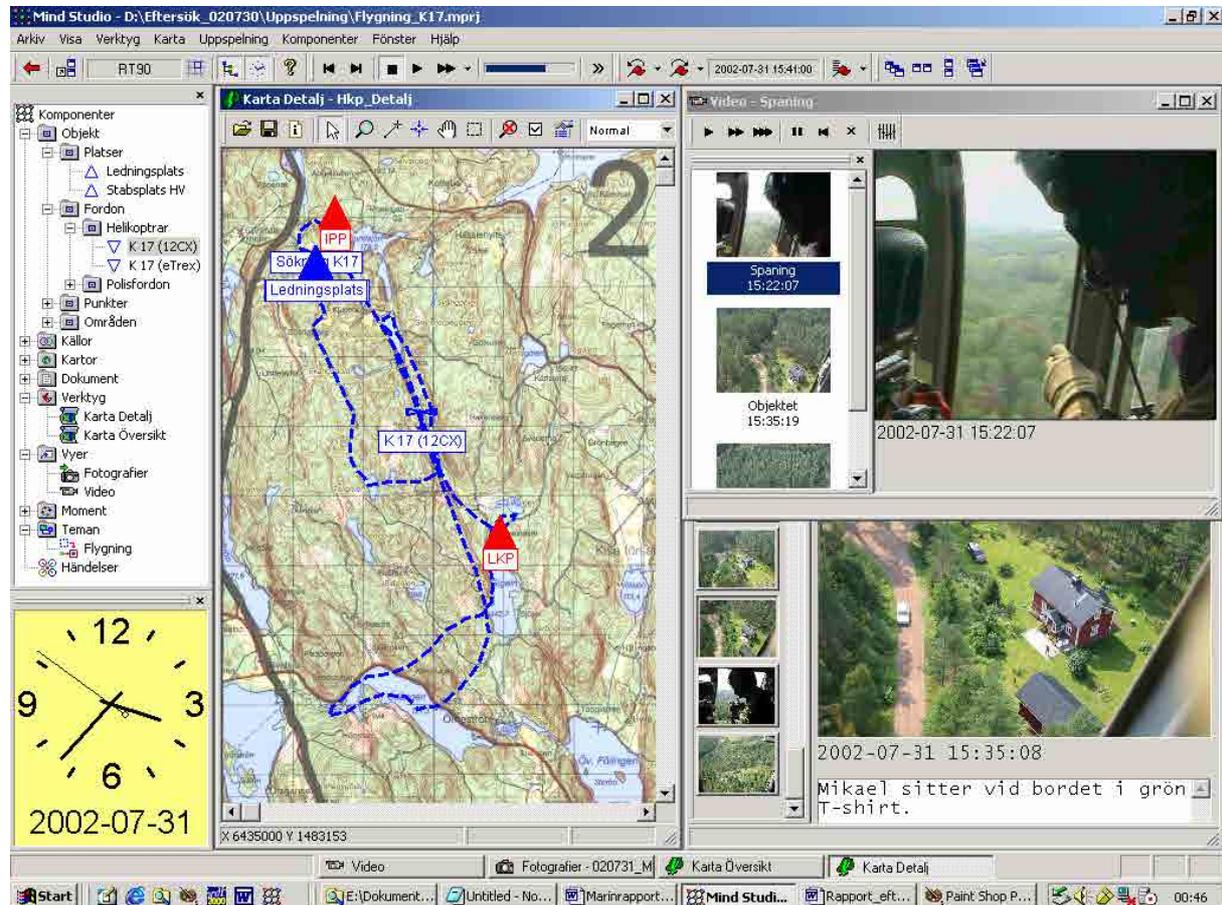
Figur 4: Attribut för farkostobjekt K17.



Figur 5: Attribut för farkostobjekt K17.

## 4.6 Visualisering

Data från fältförsöket sammanställdes till ett uppspelningsbart moment i MIND. Figur 6 visar ett exempel på hur en uppspelning kan se ut. I kartvyn till vänster visas hur en registrerad söklinje från ett objekt kan visualiseras. Tjockleken på linjen kan modifieras för att representera sannolikt upptäcktsområde för den aktuella flyghöjden och terrängen.



Figur 6: Figuren visar en skärmdump från MIND-systemet vid uppspelningen av helikopterförbandets sökning under onsdag eftermiddag. Till vänster visas komponentträdet med objektstruktur, kartunderlag, dokument, och vyer, samt uppspelningsklockan. I mitten visas en kartvy med fältkartan i digitaliserad form. På kartan visas objekt för Ledningsplats, IKP, LKP, K17 samt K17s loggade söklinje. Längst ned till höger visas en fotovisare, och längst upp till höger visas en videovisare.

## 4.7 Erfarenheter

På onsdag efter lunch inleddes observationer av helikopterförbandets deltagande i insatsen. Förbandet bestod av en Hkp 9 med anropssignal K17 och en besättning på 3 personer, en förare en navigatör och en färdmekaniker. Det var första dagen i eftersöksinsatsen för den här besättningen. Uppgiften man löst under förmiddagen hade inneburit att söka i terrängen angränsande till sökområdets nordvästra kant. Vegetationen hade varit mycket tät och sökningen resultatlös. Uppgiften som nu skulle lösas var att söka i ett område med radien 3 km utgående från ledningsplatsen.

Ledningen av hela eftersöksinsatsen karakteriserades av uppdragsstyrning. Polisinsatschefen (PIC) gav uppgifter till resurserna och inväntade avrapportering av resultat. Under tiden genomförde staben analys av utförda uppdrag, stöttade PIC i framtagning av olika alternativ att fortsätta insatsen enligt MSO-metoden samt analyserade de tips som kontinuerligt strömmade in från allmänheten. Helikopterförbandet leddes genom muntlig uppgiftsställning av PIC vid ledningsplatsen. Förbandet fick ett område tilldelat och skulle där söka enligt bästa förmåga med sökmetoder anpassade till terrängen. När området var genomsökt återvände förbandet till ledningsplatsen och anmälde resultatet

till PIC. Avrapporteringen genomfördes muntligt och omfattade dels vilka sökmetoder som använts och vilka observationer som gjorts, men även uppgifter om hur terrängen i området var beskaffad. Under flygningen upprätthölls visst samband mellan helikopterförbandet och polisens ledningsplats genom att färdmekanikern i besättningen lånade en handradio med öronmussla av polisen. Detta innebar att helikopterförbandet till viss del kunde höra ledningsplatsen och med dålig hörbarhet även sända tillbaka. Mottagningsförhållandena i insatsområdet var dåliga på grund av den mycket kuperade terrängen och eftersom förbandet flög lågt påverkades även flygande enheter av detta. En annan bättre fungerade möjlighet till kommunikation mellan polis och militärt helikopterförband var att låta den polishelikopter som också deltog i insatsen utnyttja den vanliga flygradion. Radioutrustningen i båda helikoptertyperna är anpassade för att kunna använda civila flygradiofrekvenser, men endast polishelikoptern hade installerad radioutrustning som kunde kommunicera med polisens handradioapparater. Den datainsamling som gjordes för att registrera ledningsinformation kring denna insats genomfördes med manuell registrering av ledningshändelser samt med foto och video. En viktig datakälla vid ledningsuppföljning är digital registrering av kommunikation, men detta genomfördes ej vid detta fältförsök. De manuella metoderna fungerade bra vid denna insats.

Den samverkan med andra enheter som helikopterförbandet genomförde var under den observerade delen av insatsen begränsad till samverkan med polishelikopterenheten. Ledningsplatsen kontaktade polishelikoptern med instruktioner att följa upp ett tips och därför gå mot ett visst område. Denna instruktion gavs via polishelikoptern till helikopterförbandet och genom samverkan delades området i en nordlig och en sydlig del för respektive enhet att söka i. Förtydligande av tipset ledde till att båda helikopterenheter något senare sändes till en specifik plats. Denna plats fanns ej utmärkt på den karta som användes i polishelikoptern varför samverkan skedde igen för att ange platsen i terrängen. Till denna platsen hade Mikael förts av en privatperson och hela eftersöksinsatsen kunde därmed avbrytas. Datainsamling för att rekonstruera samverkan genomfördes genom manuell registrering av avlyssnad kommunikation. Metoden är robust och fungerade bra även vid denna skarpa insats. Digital registrering av kommunikation hade varit en bra informationskälla men användes ej vid detta försök.

De sökmetoder helikopterförbandet använde i huvuddelen av området var ”sökning längs vägar, stigar och stråk” samt ”sökning över sjöar och stränder”. Vegetationens täthet medgav inte sökning av ytor. Vid vissa mindre terrängpartier med glesare vegetation användes ”söklingor” vilket innebär att flyga fram och tillbaka med rak kurs, med en bestämd sidoflyttning mellan varje slinga. Under den observerade delen av insatsen identifierades ett område där ”söklingor” skulle användas i ett senare skede, men ordern från ledningsplatsen om att följa upp tipset från allmänheten innebar att detta inte genomfördes. Visualisering av sökmetoder genomfördes i detta försök genom positionsregistrering med handhållna GPS-mottagare genom intern loggning med 10 sekunders intervall. Metoden är rättfram och fungerar vid skarpa insatser om utrustningen kan tillföras observerade enheter.

#### **4.8 Utvecklingsmöjligheter**

En faktor som kan behöva belysas mer vid analys av eftersöksinsatser är när beslut fattas om sökmetod, när sökmetoden initieras och hur den realiserar. Registrering av beslut och initiering av sökmetod kan göras av en deltagande observatör genom strukturerad rapportering, alternativt kan informationen finnas i kommunikationen inom besättningen. Realisering av sökmetoden kan registreras genom att logga flygväg med GPS och rita ut spåret, vilket visas i kartvyn i Figur 6. För att visualisera när i tiden en speciell sökslinga gjordes behöver metoder utvecklas för att åskådliggöra hur olika sökslingor förhåller sig till varandra tidsmässigt. Överlagring av multipla sökslingor kan stödja analys av upptäcktssannolikheter i olika sökområden.

## 5 Slutsatser och resultat

Syftet med detta fältförsök var att undersöka hur modellering och visualisering kan stödja dokumentation och analys av ett komplext distribuerat händelseförlopp vid en skarp insats av ett militärt förband i samverkan med civila enheter. Vår dokumentationsmetod med tidssynkroniserade, händelse drivna, multimediala datamodeller av distribuerad händelseförlopp har beskrivits utförligt i tidigare dokument (Morin, 2002; Morin, Jenvald, Thorstensson, 2000; Thorstensson, Jenvald, Morin 2002). Detta fältförsök visar att metoden är användbar vid skarpa insatser av militära förband vid stöd till civila samhällen.

De registreringar som provades under detta fältförsök medgav att förmedla information om hur helikopterförbandet leddes, samverkade och hur ansatta sökmetoder realiserades. Försöket visar även att en observatör med anpassad utrustning på kort tid kan genomföra uppföljning vid denna typ av insatser. Ett bättre underlag för analys av ledning och samverkan erhålls om även datakällor för digital registrering av kommunikation används. Det insamlade materialet har använts för att till PIC förmedla helikopterförbandets deltagande i insatsen, samt att tillsammans med personal från FM helikopterflottilj analysera helikopterförbandets insats.

## 6 Referenser

Albinsson, P.-A., and Fransson, J. (2001). Communication visualization—an aid to military command and control evaluation. In *Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*, pp. 590–594, Minneapolis, Minnesota, USA.

Albinsson, P.-A., and Morin, M. (2002). Visual exploration of communication in command and control. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Visualization (IV 02)*, July 10-12, London, England.

Crissey, M. J., Morin, M., and Jenvald, J. (2001). Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise. In *Proceedings of The 12th International Training and Education Conference, ITEC 2001*, pp. 462-476, April 24-26, Lille, France.

Jenvald, J. (1996). *Simulation and Data Collection in Battle Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Thesis 567, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.

Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.

Jenvald, J., Crissey, M. J., Morin, M., and Thorstensson, M. (2002). Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises. In *Proceedings of the 13th International Training and Education Conference, ITEC 2002*, pp. 68-78, April 9-11, Lille, France.

Jenvald, J., and Morin, M. (1997). Multiple Use of Information from Force-on-Force Battle Training. In *Proceedings of The 8<sup>th</sup> International Training and Education Conference, ITEC'97*. pp. 637–647, April 22-27, Lausanne, Switzerland.

Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Tactical Evaluation of New Military Systems using Distributed Modeling and Simulation. In *Proceedings of the 12th European Simulation Multiconference*, pp. 279–284, June 16-19, Manchester, UK.

Jenvald, J., Morin, M., and Kincaid, J. P. (2001). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Exercises and Operations. *International Journal of Emergency Management*. 1(1), 82–94.

Jenvald, J., Morin, M., Worm, A., and Örnberg, G. (1996). *MIND – Ett Instrument för värdering, utveckling och utbildning av krigsförband*. Technical Report FOA-R--96-00351-3.8--SE, Linköping, Sweden: Swedish Defence Research Agency.

- Morin, M. (2001). MIND—Methods and Tools for Visualization of Rescue Operations. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference, TIEMS'2001*. June 19-22, Oslo, Norway.
- Morin, M. (2002). Multimedia Representation of Distributed Tactical Operations. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, ISBN 91-7219-547-9, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Morin, M., Jenvald, J., and Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3–27.
- Thorstensson, M. (1997). *Structured reports for manual observations in team training*. M. Sc. Thesis LiTH-IDA-Ex-97/64, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (2001b). Computer-Supported Monitoring of Command Post Communication in Taskforce Operations: - A Cognitive Systems Approach. In *Proceedings of The 12<sup>th</sup> International Training and Education Conference, ITEC'2001*, April 24-26, Lille, France.
- Thorstensson, M., Jenvald, J. & Morin, M (2002). *Modellering och visualisering av marina förband*. Technical Report FOI-R--0524--SE. Linköping, Sweden: Swedish Defence Research Agency.
- Worm, A., Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Mission Efficiency Analysis: Evaluating and Improving Tactical Mission Performance in High-Risk, Time-Critical Operations. *Safety Science*, 30(1-2), 79–98.

## Modellering och visualisering av marina förband

Mirko Thorstensson, Johan Jenvald, Magnus Morin

Teknisk rapport: FOI-R--0524--SE  
2002



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INTRODUKTION.....</b>	<b>79</b>
1.1	BAKGRUND.....	79
1.2	RAPPORTÖVERSIKT .....	80
<b>2</b>	<b>METOD .....</b>	<b>81</b>
2.1	HELHETSILD .....	82
2.2	REKONSTRUKTIONSMETOD .....	82
2.3	DATAINSAMLINGSMETODER .....	83
2.4	MODELLERING .....	84
2.5	PRESENTATION, ANALYS OCH VÄRDERING.....	85
<b>3</b>	<b>MODELLERINGS- OCH SIMULERINGSRAMVERKET .....</b>	<b>86</b>
3.1	MODELLER .....	86
3.2	GEOGRAFISKA REFERENSSYSTEM .....	87
3.3	KARTOBJEKT I RAMVERKET .....	88
<b>4</b>	<b>SJÖSTRIDSFÖRBAND.....</b>	<b>90</b>
4.1	VERKSAMHETSFAKTORER.....	90
4.2	DATAKÄLLOR.....	91
4.3	MODELLER .....	92
4.4	VISUALISERING .....	96
4.5	ERFARENHETER.....	97
4.6	UTVECKLINGSMÖJLIGHETER .....	97
<b>5</b>	<b>AMFIBIEFÖRBAND .....</b>	<b>99</b>
5.1	VERKSAMHETSFAKTORER.....	99
5.2	DATAKÄLLOR.....	100
5.3	MODELLER .....	100
5.4	VISUALISERING .....	102
5.5	ERFARENHETER.....	102
5.6	UTVECKLINGSMÖJLIGHETER .....	102
<b>6</b>	<b>MILITÄR – CIVIL SAMVERKAN .....</b>	<b>104</b>
6.1	VERKSAMHETSFAKTORER.....	105
6.2	DATAKÄLLOR.....	105
6.3	MODELLER .....	108
6.4	VISUALISERING .....	108
6.5	ERFARENHETER.....	108
6.6	UTVECKLINGSMÖJLIGHETER .....	108
<b>7</b>	<b>INTERNATIONELLA OPERATIONER.....</b>	<b>109</b>
<b>8</b>	<b>SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNING .....</b>	<b>110</b>
8.1	SLUTSATSER .....	110
8.2	FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNING.....	111
<b>9</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>112</b>
	<b>BILAGA 1: EXEMPEL PÅ EN XML-FIL SOM BESKRIVER MODELLATTRIBUT (FÖRKORTAD ATTRIBUTLISTA) .....</b>	<b>115</b>
	<b>BILAGA 2: RAPPORTFORMULÄR FÖR LV-FUNKTIONEN.....</b>	<b>118</b>
	<b>BILAGA 3: OBSERVATÖRSPROTOKOLL FRÅN LV-PLUTONEN .....</b>	<b>119</b>
	<b>BILAGA 4: BETANSKA FLYKTINGAR I KARLSHAMN.....</b>	<b>125</b>



# 1 Introduktion

Försvarsmaktens utveckling skall inriktas mot ett nätverksbaserat försvar och förbanden skall anpassas till nya behov och uppgifter. Särskilt innebär kraven på att kunna agera i uppgiftsanpassade insatsstyrkor en ökad förståelse för de ingående förbandens förmåga till samspel och samverkan. Samtidigt leder den tekniska utvecklingen till att systemen blir allt komplexare. Det finns därför ett stort behov av en ökad experimentell verksamhets- och teknikutveckling. Ett utvecklat internationellt forskningssamarbete ger möjlighet att tidigt identifiera kritiska alternativ vilket möjliggör välgrundade vägval i utvecklingsprocessen. Det ska vidare skapas tydliga samband mellan den pågående utvecklingen och det militära försvarets framtida operativa förmåga. Modeller, simulering och visualisering är viktiga instrument för att stödja Försvarsmakten i denna förändringsprocess.

I utvecklingsarbetet är det viktigt att kunna pröva olika lösningar tidigt i utvecklingsprocessen. Framför allt är det viktigt att möjliggöra prov av nya koncept och systemlösningar i realistiska situationer. Inom marinen finns och utvecklas högt kvalificerade förband som innehåller olika specialfunktioner. Dessa är representativa för utvecklingen inom Försvarsmakten i stort och har därför använts som studieobjekt. Resultaten från studien är därför tillämpbara inom övriga delar av Försvarsmakten.

Syftet med studien är att undersöka hur modellering och visualisering kan stödja dokumentation och analys av komplexa distribuerade händelseförlopp. Det långsiktiga målet är att studera hur modeller av taktisk verksamhet kan tjäna både som långsiktiga kunskapsbärare och som direkta kunskapsförmedlare när det gäller att påvisa och dokumentera styrkor och svagheter hos våra marina förband i olika situationer. Extra tydligt blir detta i komplicerade situationer som kräver samverkan mellan flera olika funktioner och förmågor. Särskilt studerar vi hur systematisk dokumentation, analys och förmedling av erfarenheter från såväl övningar som insatser kan skapa goda förutsättningar för att ta tillvara nya kunskaper som är viktiga för såväl organisations-, taktik- som teknikutvecklingen. I rapporten redovisas tre fallstudier som behandlar olika aspekter av marin verksamhet: sjöstrid, amfibiestrid och civil-militär samverkan. Dessutom diskuterar vi särskilda behov och möjligheter i internationella operationer.

## 1.1 Bakgrund

Systemanalysgruppen vid FOI i Linköping forskar kring metoder och teknik för att stödja analys och värdering av befintliga och framtida tekniska och organisatoriska system. Tillämpningsområdena inkluderar användarcentrerad systemutveckling, systemvärdering och systematisk organisationsutveckling. Inom projektet *Modellering och simulering: ramverk och metoder för uppföljning och träning av sammansatta insatsstyrkor* studeras hur metoder och teknik inom modellerings-, simulerings- och visualiseringsområdet kan stödja dessa processer (Crissey, Morin & Jenvald, 2001; Thorstensson, Axelsson, Morin & Jenvald, 2001b; Jenvald, Morin & Kincaid, 2001; Jenvald, Crissey, Morin & Thorstensson, 2002; Albinsson & Morin, 2002).

I MIND-laboratoriet är det möjligt att samla forskare och användare för att tillsammans pröva nya idéer och koncept. De nya koncepten kan sedan provas i verkligheten samtidigt som händelseutvecklingen systematiskt registreras med hjälp av såväl automatiserade som manuella metoder. Den registrerade informationen från den verkliga händelseutvecklingen sammanställs i en datormodell med hjälp av vårt forskningsinstrument MIND, som gör det möjligt att spela upp och visualisera hela eller delar av det studerade händelseförloppet. Systemet och angreppsmetoden gör det möjligt att ge konstruktiv feedback till deltagarna i direkt anslutning till momentet samt att stödja en djupanalys tillsammans med ämneskunniga efteråt. Det färdigställda materialet kan sedan användas i såväl utbildning som underlag till taktiska och organisatoriska anvisningar (Jenvald, 1996; Jenvald, Morin, Worm & Örnberg, 1996; Jenvald & Morin, 1997; Jenvald & Morin, 1998; Worm, Jenvald & Morin, 1998; Jenvald, 1999).

Hög flexibilitet hos vårt forskningsinstrument gör det möjligt att angripa nya frågeställningar genom att anpassa metoder och teknik till nya modellerings-, simulerings- och visualiseringsbehov. Den öppna strukturen stödjer också att vi kan lägga till nya komponenter allteftersom ny kunskap om nya områden och tillämpningar växer fram. Dessutom är det möjligt att ta tillvara på tidigare utvecklade komponenter i nya tillämpningar (Morin, 2001; Albinsson & Fransson, 2001).

I följande tillämpningar har metoder och teknik från systemanalysgruppen använts:

- Funktionsstudier inom marinen (amfibiekåren och flottan).
- Verktyg för studier och operationsanalys vid Marincentrum (MarinC) och Marinens taktiska kommando (MTK).
- Uppföljning och analys av förbandsverksamhet vid 2:a ytstridsflottiljen.
- Användarcentrerad systemutveckling för utveckling av bataljonsledningssystem SLB.
- Operativ prövning av stridskrafter inom armén. (OPAS).
- Militär – civil samverkan vid internationella insatser.
- Dubbelsidig stridsträning av mekaniserade förband (STA).
- Samverkansövningar inom räddningstjänst, polis och akutsjukvård.
- Räddningstjänst i C-miljö.
- Uppföljning av skarpa räddningstjänstinsatser.
- Visualiserings- och analysstöd vid minspaning med IR-teknik.

## 1.2 Rapportöversikt

I denna rapport beskriver vi modeller och visualisering av marina förband. Vi redovisar erfarenheter från användningen av modellerna och modellerings- och simuleringsramverket för studie av ytstridsförband, amfibieförband samt för en samverkansinsats med både civila och militära enheter. För varje delområde redovisar vi:

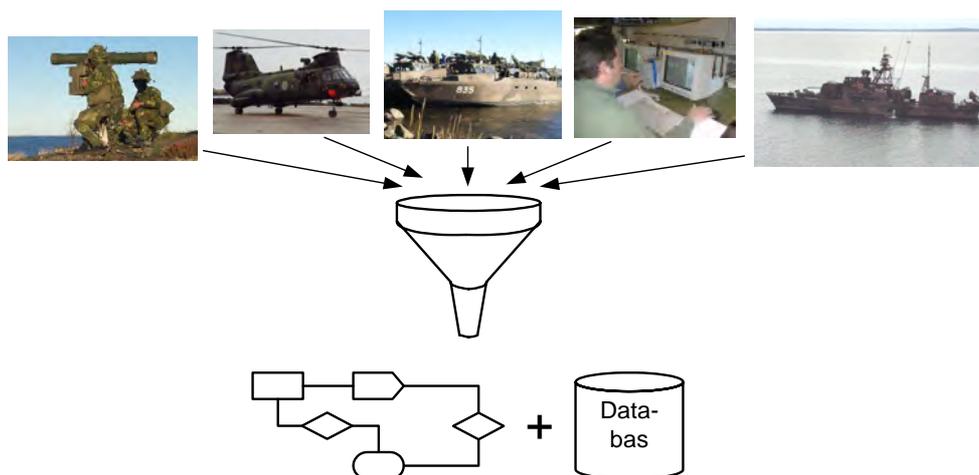
- En informationsanalys med definition av verksamhetsfaktorer
- Källor. Varifrån kommer data till modellerna?
- Innehållet i modellerna. Vad representerar modellerna?
- Visualisering. Hur visas modellerna?
- Erfarenheter från domänen.
- Utvecklingsmöjligheter

Rapporten avslutas med en diskussion kring användningen av metoden och ramverket för uppföljning av internationella övningar och operationer. Dessutom beskrivs utvecklingsvägar och förslag till fortsatt forskning.

## 2 Metod

I distribuerade operationer handlar människor på grundval av hur de tolkar den information som de har tillgång till lokalt. Men lokal information är alltid ofullständig, ofta fragmentarisk och ibland tvetydig, vilket gör det svårt för chefer på olika nivåer att skapa och upprätthålla en gemensam lägesbild. Skilda tolkningar av samma situation skapar problem såväl för personal i operativ tjänst som för forskare och utvecklare när de skall utvärdera förbands- och försöksverksamhet i utvecklingen av det nya försvaret.

Vi har utvecklat en generell metod för att överbrygga skillnader mellan människors individuella tolkningar av komplexa distribuerade händelseförlopp (Jenvald, 1999; Morin, Jenvald & Thorstensson, 2000). Syftet med metoden är att ge en *helhetsbild* (Morin, Jenvald & Worm, 1998) av ett förlopp som gör det möjligt att inom ramen för ett operativt sammanhang åskådliggöra olika aspekter av ingående förband, enheter och system (Jenvald, Morin, Worm & Örnberg, 1996). Metoden anger principer för att identifiera kritiska faktorer, organisera och genomföra datainsamling, sammanställa data och modellstruktur till en exekverbar dynamisk modell av händelseförloppet. Figur 2-1 visar hur information från verkliga händelser registreras och sammanställs i en uppspelningsbar modell. Resultatet blir en datormodell av det operativa förloppet som kan användas för presentation, analys och utvärdering av stridens dynamiska förlopp. Genom att skapa gemensamma representationer av distribuerad verksamhet tydliggörs samband mellan olika aktörers handlingar som annars skulle ha förblivit osynliga och därmed inte beaktats i analyser och utvärderingar (se även Suchman, 1995).



Figur 2-1: Viktiga faktorer i de studerade förbandens verksamhet representeras i en modell av händelseförloppet. Metodiken anger principer för att identifiera kritiska faktorer, organisera och genomföra datainsamling, sammanställa data och modellstruktur till en exekverbar dynamisk modell av händelseförloppet.

Det är viktigt att studera människor, teknik och system som en helhet och i rätt operativ miljö för att kunna dra riktiga slutsatser om funktion och verkan (Hoffman & Woods, 2000). Det är dock förknippat med stora metodiska och tekniska svårigheter att genomföra sådana studier, särskilt i militära system. Zachary, Ryder och Hichinbothom (1998) beskriver utförligt de svårigheter de mötte när de försökte att studera luftförsvarsfunktionen ombord på fartyg i USA:s flotta. Trånga utrymmen och slutna system gjorde datainsamlingen så svår genomförd att de tvingades att avbryta studien. En mycket noggrann planläggning, goda kontakter med användarna och väl utprovade datainsamlingsmetoder kan dock överbrygga många av svårigheterna.

## 2.1 Helhetsbild

Helhetsbilden skapas genom att bygga en tidssynkroniserad, händelsedriven, uppspelningsbar, modell av ett händelseförlopp över ett realistiskt scenario och sedan visualisera denna (Morin, 2001). Scenariot kan vara en fullskaleövning med många inblandade enheter utspridda över stora ytor, eller en mindre övning med få enheter och system på en begränsad yta. Modellen över händelseförloppet anpassas så att ingående enheter och system representeras med önskad noggrannhet. De enheter som skall detaljstuderas kan ges mycket hög upplösning i tid och rum och följas med flera olika datakällor, samtidigt som andra enheter kan ges mer övergripande uppföljning för att bidra till helhetsbilden. Många olika typer av datakällor används för att registrera de händelser i verkligheten som påverkar händelseutvecklingen. Systemloggar, kommunikationsregistrering, tillförd automatisk registrering, stillbilder, video och observatörsrapporter är några exempel på datakällor. Genom att visualisera händelseförloppet från flera olika enheter och flera olika typer av enheter i samma modell och i samma visualiseringsverktyg skapas en överskådlig och för människan gripbar helhetsbild av komplexa skeenden. Visuella representationer har stor potential att göra stora komplexa datamängder begripliga för olika grupper av användare (Card, Mackinlay & Shneiderman, 1999; Ware, 2000; Spence, 2000).

## 2.2 Rekonstruktionsmetod

Den metod (Jenvald, 1999; Morin, Jenvald & Thorstensson, 2000) som utvecklats inom projektet för att rekonstruera verkliga händelseförlopp innehåller följande steg:

- *Informationsanalys*, genomförs i samverkan med företrädare för det förband som skall följas upp för att identifiera vilken information som är relevant för att kunna utvärdera genomförandet i förhållande till aktuell målsättning.
- *Datainsamlingsplan*, upprättas för att säkerställa att rätt data samlas in i rätt mängd för att fylla informationsbehovet för målsättningen med uppföljningen.
- *Teknik och metoanpassning*, genomförs för att i den nu aktuella situationen och miljön kunna samla in den data som är specificerad i datainsamlingsplanen.
- *Försöksförberedelser*, omfattar utbildning av personal och installation av utrustning. Personal ur förbandet kommer att hantera teknisk registreringsutrustning eller användas som observatörer och genomföra manuell dataregistrering. Detta kräver utbildning för att resultatet skall hålla hög kvalitet redan från början. Viss ny teknisk utrustning kan komma att behöva installeras för att genomföra teknisk registrering eller för att stödja manuell registrering och sammanställning.
- *Genomförande*, omfattar själva övningen när all registrering genomförs. Detta måste övervakas för att säkerställa full funktionalitet och i vissa lägen måste eventuella funktionsbortfall åtgärdas eller ersättas med annan registrering.
- *Sammanställning*, innebär att efter genomförandet bearbeta och sammanställa all registrerad information till ett sådant format som är möjligt att visualisera på olika sätt. Ofta måste data från olika källor konverteras på lika många olika sätt för att erhålla ett gemensamt format som går att integrera i visualiseringssystemet.
- *Genomgång efter övning eller försök*, omfattar en strukturerad genomgång av och diskussion kring genomförandet, där registrerade data används som bas för återuppspelning för att visualisera det registrerade händelseförloppet i syfte att öka förståelse och inläring.
- *Analys*, av genomförd verksamhet görs efter övningen av domänexperter och chefer på olika nivåer i syfte att lära så mycket som möjligt av det som hänt och därifrån vidareutveckla förbandet. Den datoriserade visualiseringen av händelseförloppet används för att återuppspela olika delar av verksamhetsförloppet upprepade gånger för att identifiera kritiska skeenden och parametrar.
- *Avrapportering*, genomförs för att sprida resultat och lärdomar från ett övningstillfälle till personal som inte var med vid den aktuella övningen.

Vid genomförandet av en övning eller fältförsök är en noggrann tidsmärkning av registrerade händelser nyckeln för att kunna sammanställa händelseförloppet på ett korrekt sätt. Exempel på händelser som kan registreras är:

- *Positionsföljning*, av ingående enheter.
- *Verkanssimuleringar*, av vapeninsatser eller andra objekt som måste simuleras av säkerhetsskäl.
- *Taktisk radiotrafik*, som ofta kan ge en uppfattning om vilken information som finns tillgänglig för förbanden och vilken aktivitet detta ger upphov till. Radiotrafiken spelas in digitalt och tidsstämplas vilket möjliggör tillägg av skriftliga kommentarer och synkron uppspelning i förhållande till övriga registreringar.
- *Foto- och videoregistrering*, kan visa aktiviteten hos enheter och miljöbilder från fältet som belyser viktiga förhållanden eller beteenden. Registreringen görs digitalt, tidsstämplas och kommenteras.
- *Manuella observationer*, utnyttjas för att samla in data som måste inhämtas av observatörer. Data registreras med strukturerad rapportering för att möjliggöra automatisk bearbetning av data. Registreringar kan till exempel omfatta informationsläget och förändringar i detta hos en beslutsfattare eller tillståndsförändringar hos en observerad förbandsenhet.

Den beskrivna metodiken är flexibel och kan anpassas för att med begränsade resurser följa enstaka mindre enheter eller för att på stor bredd följa upp en stor övning med många enheter av olika komplexitet som uppträder oberoende av varandra med stor geografisk spridning.

## 2.3 Datainsamlingsmetoder

För att beskriva ett komplext händelseförlopp som omfattar ett stort antal distribuerade aktörer i form av förband, plattformar, grupper och individer krävs data från många olika slags källor. Endast genom att integrera data från ett stort antal källor är det möjligt att skapa en tillräckligt god bild av komplicerade processer för att möjliggöra systematiska analyser av verksamheten (Woods, 1993).

Datainsamlingsplanen skall beskriva vilka aspekter som måste fångas av ett övningsförlopp för att det skall vara möjligt att ge deltagarna en effektiv återkoppling på sitt beteende. Datainsamlingsplanen skall också föreslå med vilka metoder data skall samlas in. De följande styckena beskriver kortfattat teknisk registrering och observation som två metoder för att samla in data från verkliga händelser och övningsförlopp.

Noggrann registrering och strukturerad datainsamling från stridsfältet är mycket viktiga. Vid registrering av händelseförloppet vid olika övningar är målet att de tekniska mät- och registreringssystemen skall vara så heltäckande som möjligt. Teknisk registrering kan också ske med hjälp av befintliga informations- och ledningssystem samt från övningsspecifika system. Problemet med befintliga system är att de kan vara slutna och svåra att tömma på data. Det krävs ofta anpassningar för att man skall kunna extrahera data på ett enhetligt format. Dessutom innebär synkronisering av data från olika system med egna klockor ett stort problem som måste lösas för att observationer skall kunna ordnas i tiden. Mänskliga observationer utgör ett ovärderligt komplement till de tekniska registreringarna, framför all på grund av människors förmåga att hantera dynamiska situationer som är svåra att karaktärisera och specificera i förväg. Observation är en direkt form av kunskapsinhämtning som ofta används för att dokumentera och förstå hur experter och mindre grupper agerar i olika situationer samt för att förstå områdesspecifika företeelser (Hoffman, 1987; Wilson & Corlett, 1995; Langan-Fox, Code & Langfield-Smith, 2000; Cooke, Salas, Cannon-Bowers, & Stout, 2000).

I olika tränings- och övningssituationer kan rätt utbildade och instruerade observatörer bidra till att skapa goda förutsättningar för en saklig genomgång efter övning. Genom att utnyttja både extern och deltagande observation (Cooke, 1994) kan flera aspekter av

övningsförloppet fångas och användas för återkoppling till de övade (Jenvald, Crissey, Morin, & Thorstensson, 2002). Metoder och teknik för strukturerad rapportering (Thorstensson, 1997) kan stödja observatörerna i arbetet med att dokumentera viktiga händelser i förhållande till det övergripande övningsmålet. Strukturerade rapporter underlättar också automatisk databehandling av de registrerade observationerna, så att dessa kan klassificeras och sammanställas tillsammans med data från olika tekniska registreringssystem.

Registreringar möjliggör uppbyggnad av en kunskapsbas som kommer att utgöra en viktig resurs för analys och långsiktig utveckling av våra förband och deras uppträdande och användande. Även vid registrering är kraven på flexibilitet och redundans stort. Det måste vara möjligt att lägga till nya eller kompletterande informationskällor allteftersom utvecklingen fortskrider. Teknik och metoder måste utvecklas kontinuerligt för att kombinationen av teknisk registrering och manuell observation skall bli så heltäckande som möjligt. Vid all datainsamling är det viktigt att vara medveten om och lagra information om eventuella skillnader i upplösning i olika modeller och insamlingssystem, för att kunna stödja en objektiv och saklig analys med värdering (Ingber, 1991). Förutom det registrerade händelseförloppet är det viktigt att registrera de förutsättningarna som gällde för de olika förbanden vid övningstillfället.

## 2.4 Modellering

Alla simulatorer arbetar med *modeller*, det vill säga fysiska eller abstrakt matematiska representationer av verkliga anordningar eller fenomen. Sådana modeller kan vara mycket enkla eller oerhört komplexa, bland annat beroende på vilket fenomen som skall modelleras och graden av *granularitet* och noggrannhet som eftersträvas i modellen. Syftet med modelleringen är avgörande för hur detaljerade och sofistikerade modeller som behöver utvecklas. En avgörande faktor vid modellering och simulering i samband med stridsträning är huruvida syftet är *förbandsutbildning*, *förbandsvärdering* eller *systemvärdering*.

Vid förbandsutbildning är det huvudsakliga syftet att skapa en stridsmiljö där de olika vapensystemen påverkar stridsförloppet på ett realistiskt sätt. I utbildningssituationen är det mindre viktigt att varje vapensystem är tekniskt korrekt modellerat. Det är viktigare om resultatet av den kombinerade simuleringen av de samverkande vapensystemen på stridsfältet upplevs som verklighetstrogen. Det innebär att korrekt taktiskt och stridstekniskt uppträdande premieras. Målet är att uppnå god inläring inom ramen för en pedagogisk idé.

Vid förbandsvärdering ställs det högre krav på att modellerna på ett korrekt sätt representerar de olika systemens egenskaper. I annat fall blir det mycket svårt att dra några slutsatser om vilka system som kommer till korta eller faller avgörandet i en stridssituation. Speciellt ställs höga krav på att verkan av och insatstiderna för olika vapensystem modelleras på ett korrekt sätt.

Vid systemvärdering är syftet att avgöra om ett visst system fungerar på avsett sätt i en stridssituation. Avsikten kan vara att utvärdera en prototyp till ett system under anskaffning eller att validera en specifikation av ett tänkt system. I detta fall måste såväl modellen av systemet som skall utvärderas som modellerna av de faktorer som direkt påverkar systemet ha hög noggrannhet.

## **2.5 Presentation, analys och värdering**

De data som har registrerats under en övning eller ett fältförsök ligger till grund för återkoppling till deltagande personal och stöd för analys och värdering. Den lagrade informationen presenteras på olika sätt beroende på målgrupp och syfte. För att nå genomslag och acceptans hos soldater och chefer är det viktigt att den presentationsteknik som används är entydig, saklig och anpassad till respektive målgrupp. Detta kräver en för respektive situation anpassad presentationsteknik, särskilt gäller detta informationsurval och utformning.

Analys och värdering bygger på registrerad information och expertbedömningar. Effektiva presentationssystem medger sammanställningar av data vilket bidrar till struktur och överblick (Albinsson & Morin, 2002). Analyspersonalen kan identifiera behov av ytterligare information i något avseende, vilket ger underlag för komplettering av simulerings- och registreringsfunktionerna inför fortsatta försök.

### 3 Modellerings- och simuleringsramverket

Modellerings- och simuleringsramverket inrymmer modeller av verkliga objekt, företeelser och händelser och möjliggör återuppspelning av registrerade händelseförlopp. Händelseutvecklingen visualiseras via olika vyer och data kan sammanställas dynamiskt över tiden. Det övergripande syftet med ramverket och dess modeller är att understödja ökad förståelse av komplexa händelseförlopp genom att dels erbjuda en översikt över vad som har hänt och dels möjliggöra djupanalys av olika företeelser (Albinsson & Morin, 2002), till exempel olika orsaks – verkans sammanhang.

#### 3.1 Modeller

I modellerings- och simuleringsramverket MIND som vi använder för vår forskning finns ett antal klasser av modeller. Varje klass har sina egna egenskaper som representerar specifika attribut hos en modell. Till varje modellobjekt kan en lista över attribut kopplas. Attribut kan löpande läggas till eller tas bort och värden för attributen kan ändras dynamiskt.

Vid skapandet av ett modellobjekt väljs en grundmodell som initieras med grunddata. Detta sker genom att användaren fyller i ett antal dialoger i MIND-systemet. Dessutom kan bilder läsas in och kopplas till modellobjektet. Slutligen läggs den dynamiska attributlistan till genom inläsning av en XML-fil som beskriver enskilda attribut, värdebegränsningar samt initialvärden. Grundmodellen innehåller typspecifika data och attributlistan innehåller enhetsspecifika data. I bilaga 1 finns ett förenklat exempel på en XML-fil som beskriver några av helikopterobjektet Y65's attribut.

Figur 3-1 visar bildvyn från helikopterobjektet Y65. Figur 3-2 visar delar av Y65:s egenskapslista och tillhörande värden. Fler exempel på modellrepresentationer finns i respektive områdeskapitel (Sjöstridsförband, amfibieförband och militär – civil samverkan).



Figur 3-1: Bildvyn för objektet Y65.



Figur 3-2: Delar av egenskapslistan för objektet Y65.

### 3.2 Geografiska referenssystem

Ett försvarsmaktsgemensamt uppföljningssystem måste kunna hantera flertalet av de olika geografiska referenssystem som används för att beskriva enheter och aktiviteter kopplat till geografien.

Geografiska (spatiala) referenssystem är system för identifiering av position direkt eller indirekt i den värld som vår jord utgör. Vi berörs oftast av de referenssystem som anpassats till den del av vår jord som Sverige utgör. Försvarsmaktens nya internationella uppgifter kräver dock att vi kan hantera andra referenssystem med tillfredställande noggrannhet.

Geografiska referenssystem kan delas in i två huvudtyper: direkta och indirekta. Med direkta referenssystem avses modeller eller representationer som kan beskrivas med någon form av koordinatsystem. Dessa referenssystem är oftast kontinuerliga och entydiga. De kan också vara lokalt eller regionalt anpassade för att ge en högre noggrannhet i ett lokalt område till priset av att vara mindre allmängiltiga och generella.

Med indirekta referenssystem avses att positionering av ett objekt görs relativt ett annat objekt, en så kallad geografisk identifierare. Dessa geografiska identifierare måste vara kända och accepterade av dem som använder dem. Exempel på positionering i ett indirekt referenssystem är en positionsangivelse av typen UPK, utgångspunkt på kartan, till exempel fordonet befinner sig 250 meter sydväst UPK5. Ett indirekt referenssystem måste därför bestå av ett tillräckligt antal diskreta geografiska identifierare för att täcka den omvärld man vill beskriva och positionerna sig i.

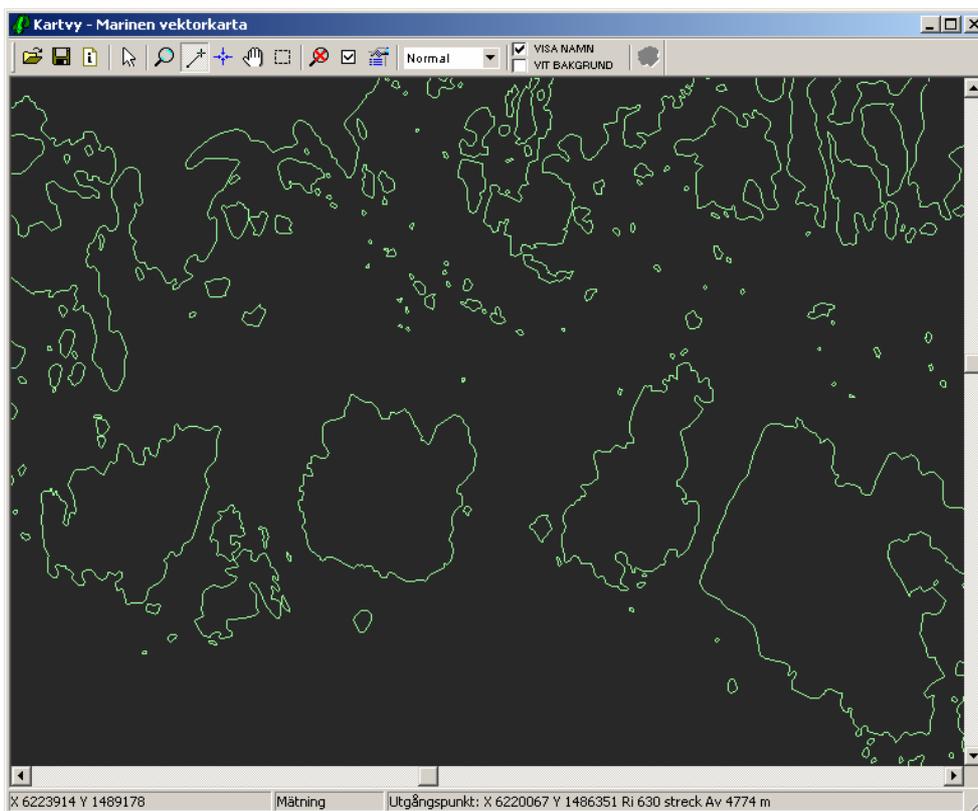
Mellan referenssystem av samma eller olika typer finns i vissa fall samband som gör det möjligt att för en position i det ena referenssystemet bestämma en position i det andra. Under vissa förutsättningar kan detta utföras entydigt i båda riktningarna. Exempel på vanliga koordinatsystem är UTM, WGS 84 och RT 90. Mer information om geografiska referenssystem finns bland annat att finna i (Snyder, 1987, 1993; Andersson, 2001; Lantmäteriet, 2000).

Kartan kan sägas vara den visuella bilden av ett geografiskt referenssystem. Inom marinen används bland annat följande karttyper:

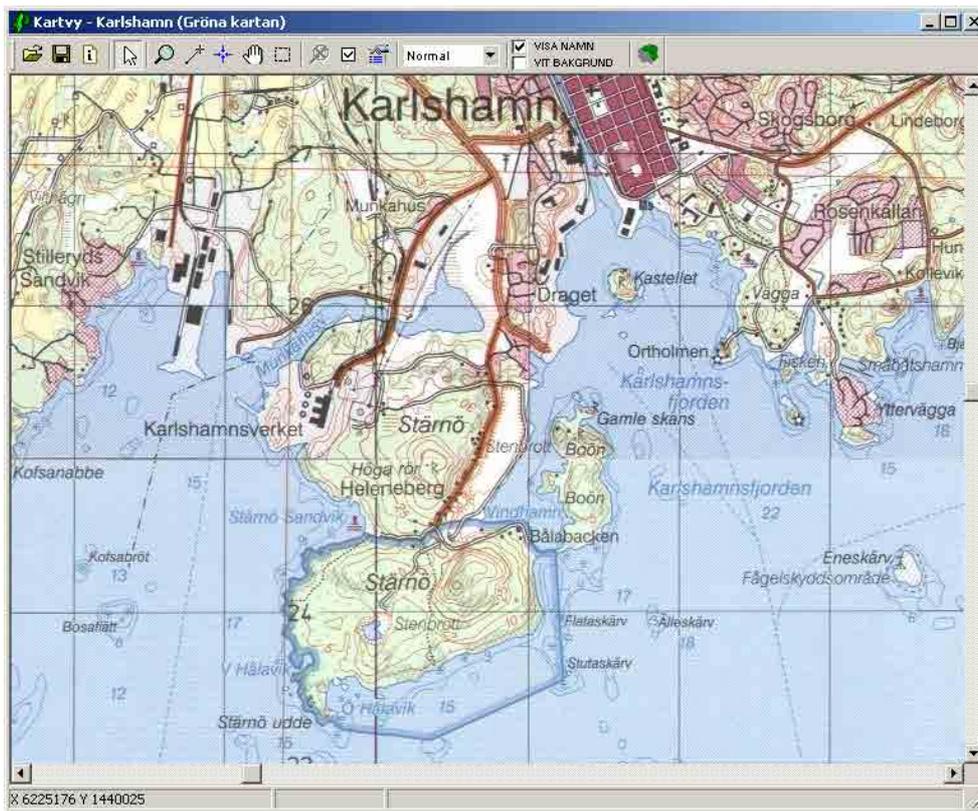
- Fältkarta (1:50000)
- Amfibiekarta
- Sjøkort
- Flygkarta
- Vektoriserade kartor och sjökort till stridsledningssystem
- Flyg- och satellitfoto
- Systemspecifika kartor och referenssystem

### 3.3 Kartobjekt i ramverket

För att behålla flexibilitet och öppenhet och stödja Försvarmakten i både nya och traditionella uppgifter bör ett försvarsmaktsgemensamt ramverk för träning och uppföljning kunna hantera flertalet av Försvarmaktens referenssystem och kartor. I ramverket innehåller därför varje kartobjekt en egen modell som beskriver både det aktuella geografiska referenssystemet och den visuella representationen och deras relation. Detta medger att flera kartfönster med olika referenssystem och kartor kan hanteras parallellt och i samverkan. Det går också dynamiskt att byta referenssystem så att objektens positioner på en viss karta visas i önskat referenssystem. Figur 3-3 visar marinens vektorkarta över Karlskrona presenterad i ramverkets generella kartvyn. Figur 3-4 visar en del av Gröna kartan över Karlshamn.



Figur 3-3: Marinens vektorkarta representerad som ett kartobjekt i MIND och presenterad i den generella kartvyn.



Figur 3-4: Gröna kartan representerad som ett kartobjekt i MIND och presenterad i den generella kartvyn.

## 4 Sjöstridsförband

Vår forskning kring modellering och visualisering av sjöstridsförband inleddes 1998 i samverkan med dåvarande Marincentrum, nuvarande MTK, och den grupp operationsanalytiker som FOI har placerade där. De metoder och tekniska stödsystem som då användes för registrering och visualisering av händelseförlopp i sjöstridsrummet innehöll väsentliga begränsningar både vad avser innehåll i modeller och registrering av taktiska händelseförlopp. Vår uppgift bestod i att undersöka möjligheterna att tillvarata våra forskningsresultat från andra domäner (Morin, Jenvald, Worm, & Thorstensson, 1998; Thorstensson, Morin, & Jenvald, 1999) och överföra dessa till domänen sjöstrid. Rapporten *Inledande studier av uppföljning och analys för ledning av den framtida marina striden* (Thorstensson, Morin, Jenvald, & Axelsson, 1999) beskriver de preliminära resultaten.

Under 1999 och 2000 genomfördes förändringar i modellerings- och simuleringsramverket och en version för flexibel hantering av modeller och datakällor utvecklades. Under 2000 och 2001 genomfördes ett antal fältförsök och utvecklingsmöten på förband, i första hand i nära samarbete med 20:e korvettdivisionen vid 2:a ytstridsflottiljen, för att analysera informationsbehov och datakällor. I detta arbete identifierades möjligheten till datafångst ur stridsledningssystemet SESYM och metoder och teknik för detta utvecklades. Under början av 2001 genomfördes ett samarbete för att utveckla det taktiska innehållet i korvettmodellen och visualiseringen av densamma. Arbetet skulle utvärderas vid övningar under 2:a halvan av 2001, men fick ställas in på grund av nedskärningar i förbandets övningsverksamhet.

### 4.1 Verksamhetsfaktorer

Inledande analyser visar att det primära behovet för förband och analytiker är att utöka innehållet av taktisk information på plattformsnivå för att kunna värdera och utveckla förbandens taktik och stridsteknik. Vi har därför fokuserat registrering och visualisering av plattformars sensor-, vapen- och ledningssystem. Hittills har vi avgränsat arbetet till att omfatta korvetter, men metoderna och modellerna är generella och kan anpassas till andra typer av plattformar. Tabell 4-1 visar en översikt av de verksamhetsfaktorer som identifierats för korvetter.

Sensor- och vapensysteminformation i modellen registreras som grundinformation och påverkas sedan genom registreringar av observationer. Observationerna utgörs av de protokoll som systempersonalen använder för att dokumentera hur respektive system används. Lägesinformationen om den egna plattformen loggas ur ledningssystemet ombord vilket för korvett är SESYM.

De mål som hanteras i korvettens ledningssystem SESYM registreras med den noggrannhet som SESYMs interna format har, men endast målets typ och position infogas i korvettmodellen och visualiseras. Anledningen till att vi inte infogat övrig målinformation är att vi ännu inte haft möjlighet att tillsammans med förbandsföreträdare utveckla hur detta bör göras. De initiala försöken med målvisualisering resulterade i ett antal kvarstående frågor kring hur målen bör visualiseras för att få en överensstämmelse med SESYMs interna visualisering samtidigt som helhetsbilden bevaras när flera korvetter visualiseras i samma verktyg.

Grunddata för besättning, underhåll, ammunition och drivmedel initieras i modellen. Förändringar i grunduppsättningen kan sedan registreras med observationer eller systemloggar för förbrukad ammunition.

Tabell 4-1: Verksamhetsfaktorer som modellerats och visualiserats för korvetter

<b>Verksamhetsfaktor</b>	<b>Datakälla</b>	<b>Status</b>	<b>Visualisering</b>	<b>Kommentarer</b>
<i>Position, kurs, fart, spår</i>	<i>Ledningssystem</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Symbol på karta</i>	
<i>Sensorer typ, räckvidd</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Symbol på karta, räckviddscirklar, egenskapsvy</i>	<i>Olikfärgade cirklar för olika sensorer</i>
<i>Vapen typ, räckvidd</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Symbol på karta, räckviddscirklar, egenskapsvy</i>	<i>Olikfärgade cirklar för olika vapensystem</i>
<i>Mål typ, position</i>	<i>Ledningssystem</i>	<i>D,M,V</i>	<i>Symbol på karta</i>	
<i>Mål kurs, fart, kategori, klassificering</i>	<i>Ledningssystem</i>	<i>D</i>		<i>Data fångas ur ledningssystemet men infogas ej i modellen och visualiseras ej</i>
<i>Mål källa, uppdateringsfrekvens, borttagning</i>	<i>Ledningssystem</i>	<i>D</i>		<i>Data fångas ur ledningssystemet men infogas ej i modellen och visualiseras ej</i>
<i>Grunddata besättning</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M</i>		
<i>Grunddata underhåll, ammunition, drivmedel</i>	<i>Grundinformation, observationer</i>	<i>D,M</i>		

*Förkortningar: D–Data har samlats in, M–Data har infogats i modellen, V–Data presenteras visuellt.*

## 4.2 Datakällor

En mycket viktig datakälla för analys och värdering är den information som finns i de skarpa system som används ombord på fartyg för ledning och styrning av sensorer och vapensystem. Ombord på marina fartyg finns ett antal olika system med ett stort innehåll av data. Ett problem är att data är bundet internt i systemet och registrering för extern analys inte är förberedd och därmed svår att göra. Vissa system skriver interna loggfiler men möjliggör inte uthämtning av data. Under 2000 utvecklade vi metoder för att registrera data från korvettens stridsledningssystem SESYM, så att det idag finns möjligheter att få ut loggfiler ur SESYM på ett generellt format som sedan kan användas i olika sammanhang för uppspelning och analys.

SESYM är en viktig datakälla för att rekonstruera ett händelseförlopp för korvettförbanden men den kräver noggranna förberedelser för att kunna registrera önskad information med önskad noggrannhet. Hittills har vi infogat information från registreringar om eget fartyg och målinformation. Vi har även möjliggjort att infoga information från de protokoll som förs för registrering av sensorinformation.

Andra datakällor som är integrerade idag är:

- Talkommunikation på olika radionät eller interna sambandsnät.
- Stillbildsinformation i form av kommenterade, tidstämlade digitala fotografier.
- Rörliga bilder i form av video.
- Observatörsinformation i form av strukturerade rapporter.

- Data från extern referensutrustning för att jämföra med intern systeminformation.
- Data från andra marina system, (PC-Maril, TRANSAS, Hannalys)

Dessa datakällor gör att det går att belysa olika händelseförlopp med önskvärd noggrannhet för att till exempel göra olika taktiska metodförsök.

### 4.3 Modeller

Idag finns en grundmodell för korvett representerad i MIND. Ett godtyckligt antal korvettobjekt kan skapas utgående från denna grundmodell och infogas i ett händelseförlopp för att sedan visualiseras i olika verktyg vid en uppspelning. Varje korvettobjekt kan inspekteras genom att betrakta de olika vyer som beskriver modellens egenskaper. Korvettmodellens olika vyer visas i bilderna 4-1 till 4-11.



Figur 4-1: Bildvyn för korvettobjektet Gbg som representerar korvetten Göteborg.



Figur 4-2: Allmänna egenskaper för objektet Gbg som representerar korvetten Göteborg.



Figur 4-3: Geografisk position för korvetten Göteborg representerad i RT90 i korvettojektet Gbg.



Figur 4-4: Geografisk position för korvetten Göteborg representerad i WGS84 i korvettojektet Gbg



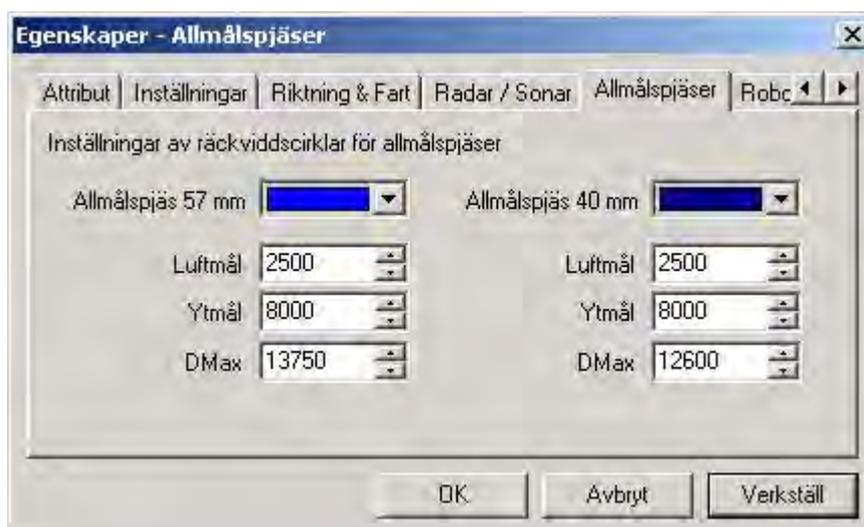
Figur 4-5: Inställningar som påverkar visualiseringen av taktiska parametrar i korvettojektet.



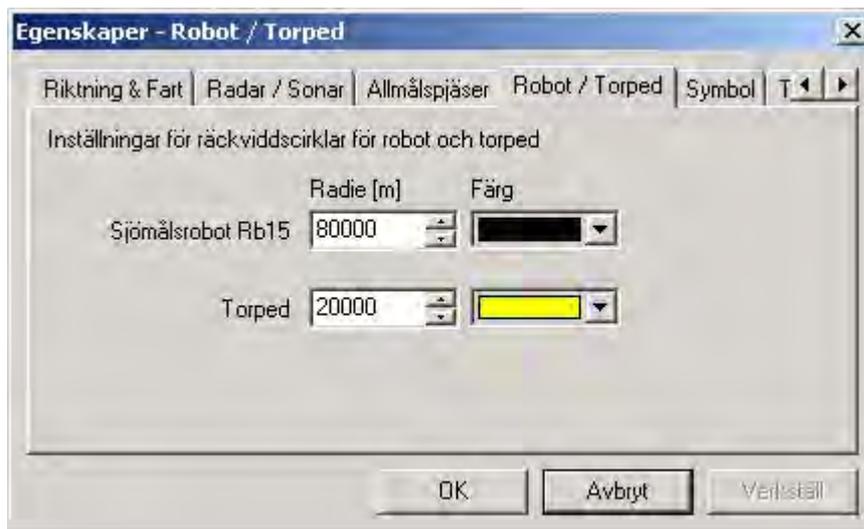
Figur 4-6: Kurs och fart för korvetten Göteborg representerade av objektet Gbg.



Figur 4-7: Inställningar för räckviddscirklar för sonar och radar i korvetmodellen.



Figur 4-8: Inställningar för räckviddscirklar för allmålsbjäser i korvetmodellen.



Figur 4-9: Inställningar för räckviddscirklar för robot och torped i korvettmodellen.



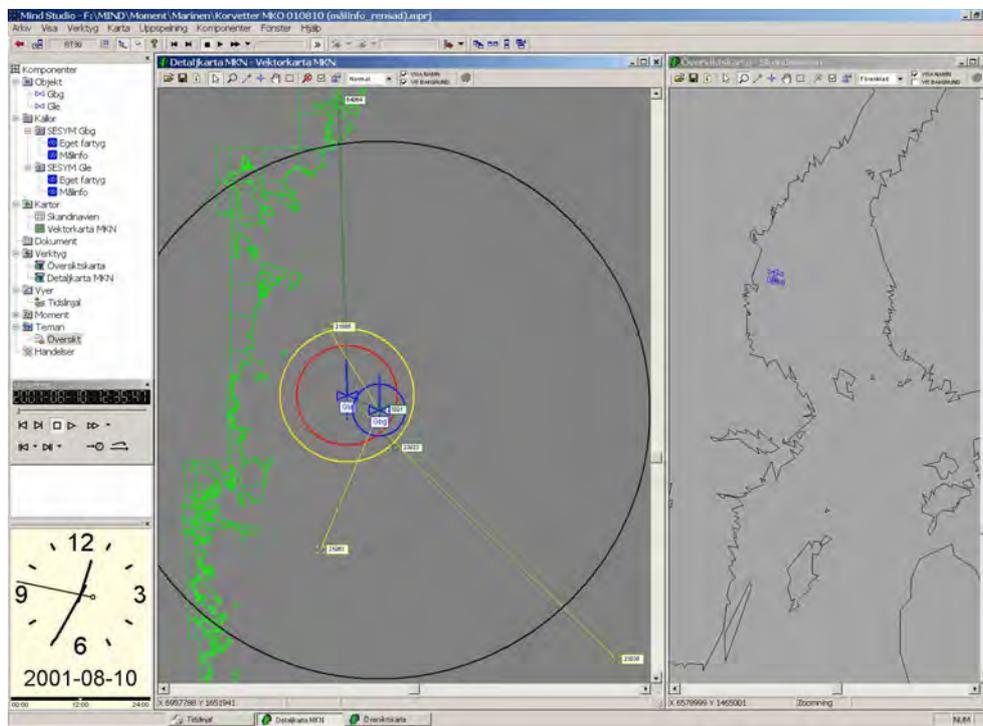
Figur 4-10: Inställningar för symbol och symbolfärg för korvettobjektet.



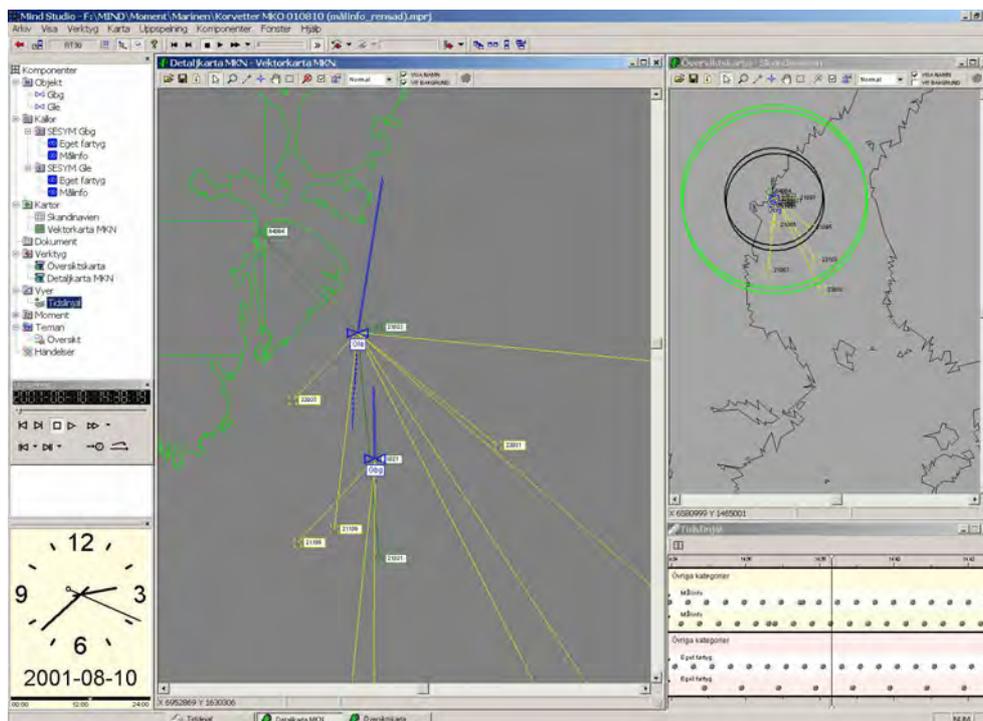
Figur 4-11: Spårbarhet i modelldata för korvettobjektet Gbg.

## 4.4 Visualisering

Korvettförband är komplexa enheter med mycket information koncentrerad till enskilda plattformar. Detta ställer krav på flexibel och överskådlig visualisering. Idag kan vi visualisera de data som registreras på olika sätt. Figur 4-12 och 4-13 visar två skärmdumpar från MIND vid visualisering av korvetter.



Figur 4-12: Figuren visar en skärmdump från MIND-systemet vid uppspelningen av ett moment med korvetterna Göteborg (Gbg) och Gävle (Gle). Till vänster visas komponentträdet med förbandsstruktur, kartunderlag, dokument och vyer, samt uppspelningsklockan och menyn för avancerade uppspelningskontroller. I den vänstra kartvyn visas båda korvetterna med position, kurs, fart, spår och mål, samt olika räckviddscirklar. Gävle har räckvidd för sonar (röd) och torped (gul) aktiverad. Göteborg har räckvidd för allmålspjäs 57 mm mot ytmål samt sjömålsrobot Rb15 aktiverad. I det högra kartfönstret visas en översiktskarta över Skandinavien med korvetterna visade förenklade med endast position.



Figur 4-13: Figuren visar samma moment som figur 4-12 men vid ett senare tillfälle i händelseförloppet. I den vänstra kartvyn har information filtrerats för att möjliggöra analys av mållägen hos de båda korvetterna (Göteborg och Gävle). I det högra kartfönstret visas nu förbandets gemensamma radartäckning (ljusgrön) och robotverkansområde (svart), samt respektive plattformsmålläge. I nedre högra hörnet finns en tidslinjal där olika dataregistreringshändelser visas.

## 4.5 Erfarenheter

Resultaten av diskussioner med användare vid förbandet har gett följande initiala erfarenheter:

- Sensor- och vapensystemanvändning bör indikeras på något sett i anslutning till fartygssymbolen när zoomningen är sådan att räckviddscirklarna inte syns i visningsvyn.
- Information från krigsdagboken bör integreras i korvetmodellen.

Nu finns möjligheten att visualisera olika enheters mållägen i samma kartvy (tillsammans med målens verkliga parametrar om dessa registrerats) och därmed möjliggörs analyser av lägesuppfattningen vid förbandet och dess enheter. För att kunna genomföra dessa analyser med hög noggrannhet behöver visualiseringen av mål registrerade i SESYM utvecklas:

- Mål kopplade till en plattform bör kunna visas enligt specifikt val.
- Målinformationen bör även innehålla beräknad kurs och fart om dessa finns tillgängliga i ledningssystemet.
- Registreringsinformation för varje enskilt mål bör kunna visas i detalj i eget fönster, där det bland annat bör framgå vilken informationskälla som rapporterat, uppdateringsfrekvens, första indikation samt senaste måluppdatering.

Behoven av taktisk information i det registrerade händelseförloppet är stort och det finns många önskemål att tillmötesgå. Ovanstående lista är de primära önskemålen som framkommit i diskussionerna med användare vi 20:e korvettdivisionen.

## 4.6 Utvecklingsmöjligheter

Erfarenheterna från de olika domänerna visar på behovet av att kunna koppla protokoll och observationer till egenskaper och förändringar hos enskilda modeller och objekt. Exempel är information från krigsdagbok, order inom och mellan olika enheter, beslut på olika nivåer och orienteringar till förbanden. Dessa händelser har ofta avgörande betydelse för händelseutvecklingen och kan om de registreras och visualiseras ofta svara på frågor angående omvärldsuppfattning och planerat och faktiskt utfall i olika situationer.

Korvettförbanden är komplexa enheter med flera avancerade delsystem och stort informationsinnehåll. Det återstår mycket arbete för att åstadkomma en överskådlig bild av de taktiska situationer och de informationsflöden som ingår i de händelseförlopp där korvetter är inblandade. Ramverket är idag ett verktyg för att integrera information från flera olika system i marinen och förutsättningar är goda för att fortsätta forskningen och tillföra mer information kring taktiska händelseförlopp.

## 5 Amfibieförband

Denna fallstudie baseras på data från en övning med en amfibiebataljon i Stockholms norra skärgård i augusti 1999. Under denna övning studerades verksamheten vid en reducerad luftvärnsrobotpluton inom ramen för amfibiebataljonens strid. Plutonen bestod av två robotgrupper (JC och JD) och en plutonsstab (CP). Varje robotgrupp var utrustad med ett robotsystem (RBS 70) och en stridsbåt 90H. Plutonsstaben var grupperad på en stridsbåt 90E.

### 5.1 Verksamhetsfaktorer

Studien inriktades mot luftförsvarsfunktionen vid amfibiebataljonen med tyngdpunkt på genomförandenivån. Särskilt studerades orderkedjor, gruppering och beredskap på grupp- och plutonsnivå. Tabell 5-1 visar en översikt av de verksamhetsfaktorer som modellerades och visualiserades i studien.

Tabell 5-1: Verksamhetsfaktorer i luftvärnsförband i amfibiebataljon.

<b>Verksamhetsfaktor</b>	<b>Datakälla</b>	<b>Status</b>	<b>Visualisering</b>	<b>Kommentarer</b>
<i>Rbgrp position</i>	GPS	D,M,V	Symbol på karta	
<i>Rbgrp aktivitet</i>	Digitalt foto	D,V	Fotovisare	Rekognoscering, gruppering
	Observationer	D,M,V	Dokumentvisare, egenskapsvy	Ordergivning, rapportering, orientering
<i>Robotsystemets gruppering, räckvidd</i>	Grunddata, GPS, observationer	D,M,V	Symbol på karta, räckviddscirkel, egenskapsvy	
<i>Rbgrp stridslednings-information</i>	Observationer	D,M,V	Egenskapsvy	Beredskap och invisningsläge
<i>Plutled position</i>	GPS	D,M,V	Symbol på karta	
<i>Plutled aktivitet</i>	Digitalt foto, Observationer	D,V D,M,V	Fotovisare Dokumentvisare, egenskapsvy	
<i>Plutled stridsledning</i>	Digitalt foto	D,V	Fotovisare	Bilder på tablåer visar eldtillstånd och beredskap
<i>Stridsbåt position, kurs, fart, spår</i>	Navigations-system, GPS	D,M,V	Symbol på karta	
<i>Stridsbåt mål</i>	Navigations-system	–		Tekniskt möjligt men användes ej
<i>Stridsbåt vapen</i>	Observationer, grunddata	D,M,V	Symbol på karta, räckviddscirkel, egenskapsvy	Vapen för egenskydd och understöd
<i>Bataljonsluftvärns-ledare</i>	Digitalt foto observationer	D,V	Fotovisare, dokumentvisare	Ordergivning till plutonen för ny uppgift

*Förkortningar: Rbgrp*–Robotgrupp, *Plutled*–Plutonsledning, *D*–Data har samlats in, *M*–Data har infogats i modell, *V*–Data har presenteras visuellt.

## 5.2 Datakällor

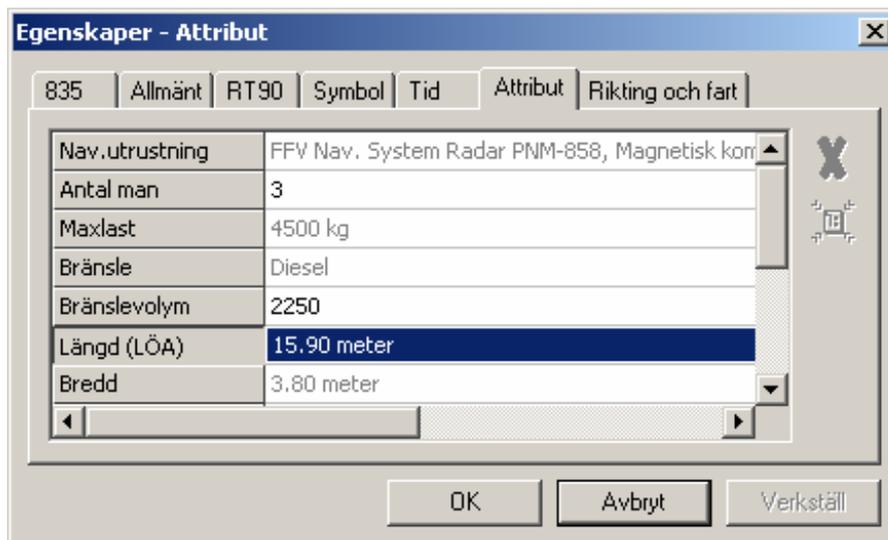
Data från amfibieövningen samlades in med tekniska system och med observatörer. Den tekniska registreringen utfördes med bärbara GPS-mottagare som bars av observatörerna. De användes för att samla in positionsdata och för att tidsbestämma händelser. Observatörerna använde digitala kameror för att dokumentera förbandsverksamhet, ledningstabläer, och stridsledningsoleat. Dessutom använde de strukturerad rapportering (Thorstensson, 1997) för att dokumentera verksamhet och ledning vid förbandet. Rapportformuläret samt observatörsprotokollen finns i bilaga 2 respektive bilaga 3. Observatörerna följde plutonsstaben (CP) samt 1. robotgruppen (JC). Data från 2. robotgruppens grupperingspositioner kommer från förbandstabläer och stridsledningsoleat i plutonsstaben.

## 5.3 Modeller

Data från övningen överfördes till MIND. Det finns modeller för tre enheter: plutonsstaben (CP), 1. robotgruppen (JC) och 2. robotgruppen (JD). Modellerna representerar förbandens position och innehåller dessutom grunddata för förbandet eller fartyget. Figur 5-1 visar bildvyn i modellen av stridsbåtsobjektet 835, medan figur 5-2 visar modellens attribut. Dessutom finns information om kurs och fart på samma sätt som i korvettmodellen i figur 3-5. Figur 5-3 visar bildvyn i modellen av robotgruppobjektet JC. I figur 5-4 och figur 5-5 visas olika delar av den attributlista som är kopplad till modellen. Attributlistan visar vilket robotsystem som gruppen är utrustad med och vissa prestanda som detta har. Prestanda beror dels på vilken version av robot systemet är laddat med och dels på vilket underrättelseläge förbandet har, vilket beskrivs av om man har invisning eller ej. Detta är några parametrar som påverkar aktuell räckvidd. Andra viktiga dynamiska attribut är förbandets stridsvärde och detta påverkas bland annat av hur länge förbandet haft eldberedskap under senaste tre dygnet, vilket åskådliggörs med attributen i figur 5-5.



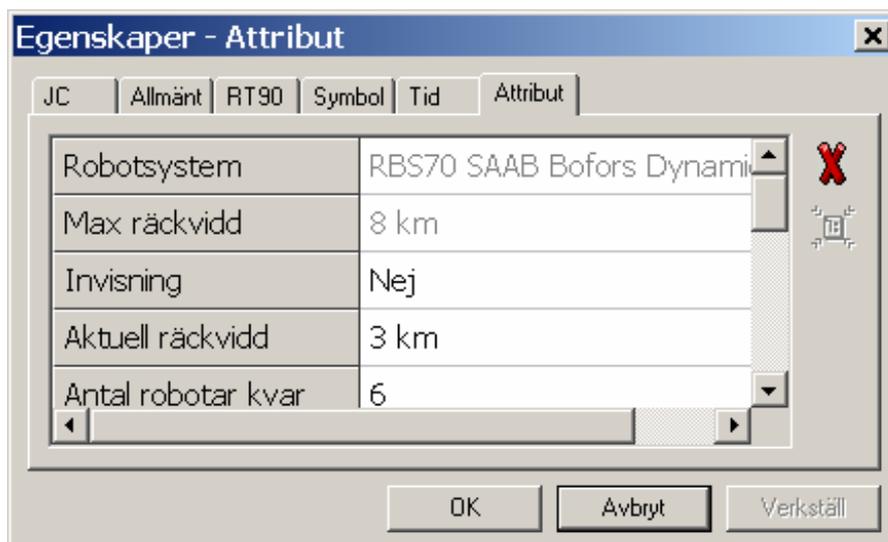
Figur 5-1: Bildvyn för stridsbåtsobjektet 835.



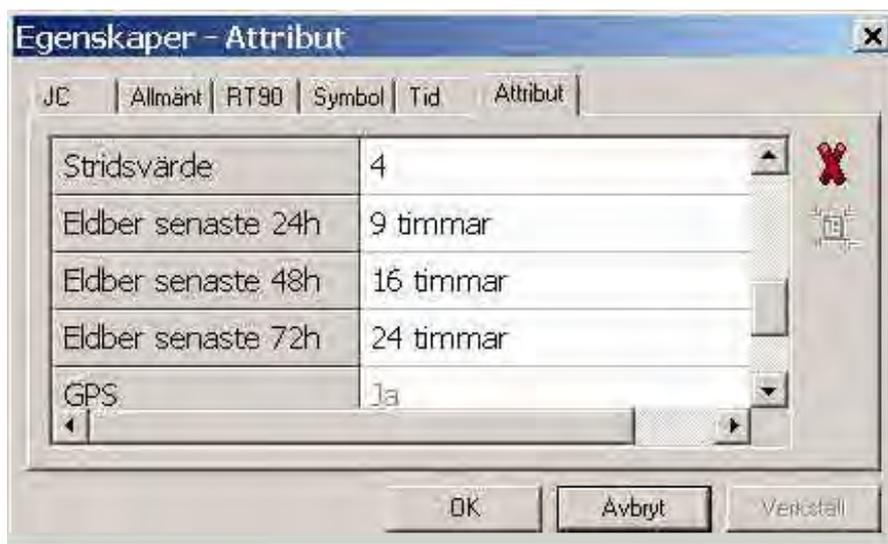
Figur 5-2: Attributen för stridsbåtsobjektet 835.



Figur 5-3: Bildvyn för robotgruppobjektet JC.



Figur 5-4: Övre delen av attributlistan för robotgruppobjektet JC.



Figur 5-5: Nedre delen av attributlistan för robotgruppobjektet JC. Attributen omfattar Stridsvärde samt vilken beredskap förbandet haft under de senaste tre dygnen.

## 5.4 Visualisering

Data från övningen sammanställdes till ett uppspelningsbart moment i MIND. Figur 5-3 visar en skärmdump från momentets senare skede när amfibiebataljonen skall grupperas i Söderarmsområdet och luftvärnsplutonen skall skydda bataljonens framryckning från en framskjuten gruppering bland annat på Inre Hamnskär. Figuren visar ett exempel på hur flera kartor kan användas parallellt för att ge både översikt och detaljer. Dessutom visar figur 5-3 hur digitala fotografier kan struktureras förbandsvis och visas i parallella fotovyer för att ge flera perspektiv på en distribuerad händelseutveckling.

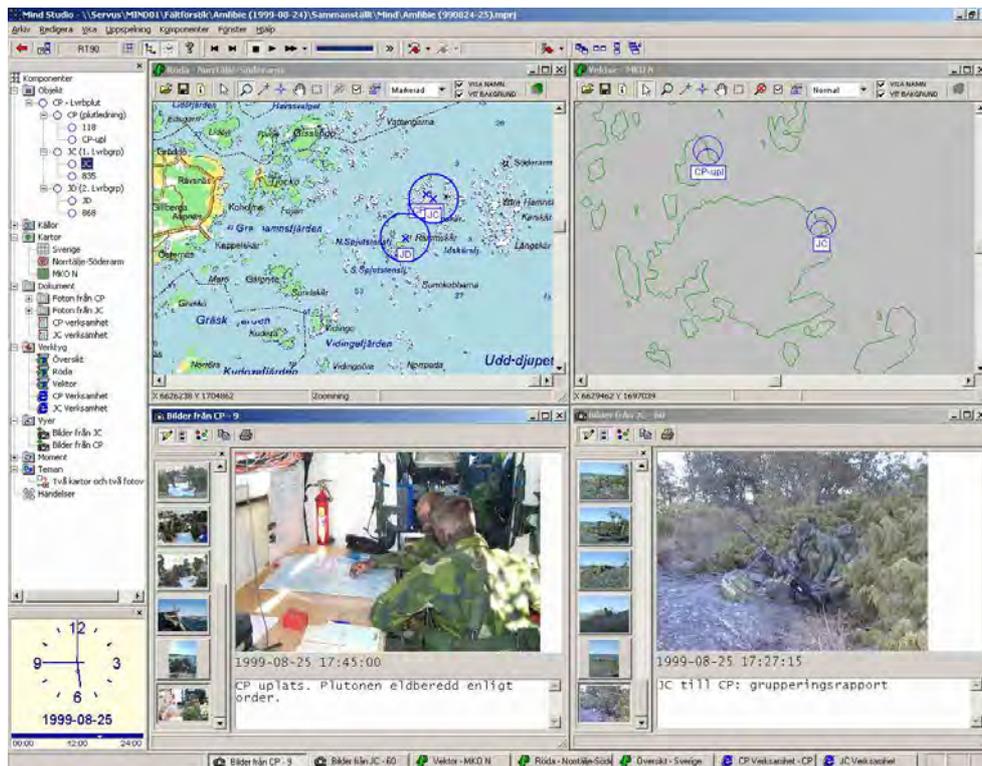
Figur 5-4 visar hur manuella protokoll kan integreras i presentationen som HTML-dokument. HTML-dokument kan visas i den generella dokumentvisaren i MIND-systemet.

## 5.5 Erfarenheter

En enstaka observatör kan dokumentera verksamheten vid en grupp tillräckligt detaljerat för att möjliggöra rekonstruktion och uppspelning i ramverket i efterhand. Data från flera observatörer kan sättas samman till en helhetsbild. Uppspelingsverktyget stödjer parallella vyer för att visa olika perspektiv på ett distribuerad händelseförlopp.

## 5.6 Utvecklingsmöjligheter

Kommunikationen mellan olika enheter behöver dokumenteras för att skapa en bild av hur ledningskedjorna fungerar och vilka problem som uppstår (se även Thorstensson, 1998; Thorstensson, Axelsson, Morin, & Jenvald, 2001). Kommunikationen måste förstås mot bakgrund av händelseutvecklingen i stort, vilket kräver studier av metoder och teknik för att fånga och analysera kommunikation i ett distribuerat händelseförlopp (Albinsson & Fransson, 2001; Albinsson & Morin, 2002). Förbandsmodellerna behöver utvecklas för att representera aggregerad information, till exempel antal luftvärnsrobotar på plutonen härlett från antalet på respektive grupp.



Figur 5-3: Figuren visar en skärmdump från MIND-systemet vid uppspelningen av amfibiemomentets sluskskede med luftvärnsplutonen grupperad för att skydda bataljonens framryckning. Till vänster visas komponentträdet med förbandsstruktur, kartunderlag, dokument, och vyer, samt uppspelningsklockan. Överst visas två olika kartvyer: röda kartan till vänster med förbandsmarkeringar och marinens vektorkarta till höger med förbandssymboler. Röda kartan visar räckvidden för robotsystemen med eldberedskap utan invisning. Under kartvyerna visas två fotovisare som är inställda att visa bilder från plutonsledningen (till vänster) respektive 1. robotgrupp (till höger).

Observationer vid CP		
155611	GRP	För ordergivning
160000	GRP	CP med underställd kompartgrp
160000	LST	
160000	SAMV	StfCplut med CKompArt
161200	OUT	Order till grpch (JC,JD, EJ kompartgrp)
161200	OUT	Cplut till JC, JD
162200	SAM	Plutch samverkar med C kompartgrp
162300	SAMV	Cplut + StfCplut med CKompArt
164100	BM	Mot ny uppgift
170830	LST	Väntar på JC svar för tätare gruppering
172130	FM	Patrull för säkring av terräng
172510	LAST	
172515	BM	Till en annan klippa för förtöjning (över ett sund)
172730	LST	Patrull för säkring av terräng
173300	LAST	Ön säkrad
174500	RAP	Plutonen eldberedd enligt order
174700	GRP	Maskering klar
175700		Gruppering för CP och JC svar
175800		Förbandstabla över CP enheter
175830		Gruppering för CP och JC svar
181000	ÖVR	Ej samband med PJ
183800	OIN	Från VJ: Fri eld från Tnr 251840
193400	RAP	Från JC: Spaningsrapport

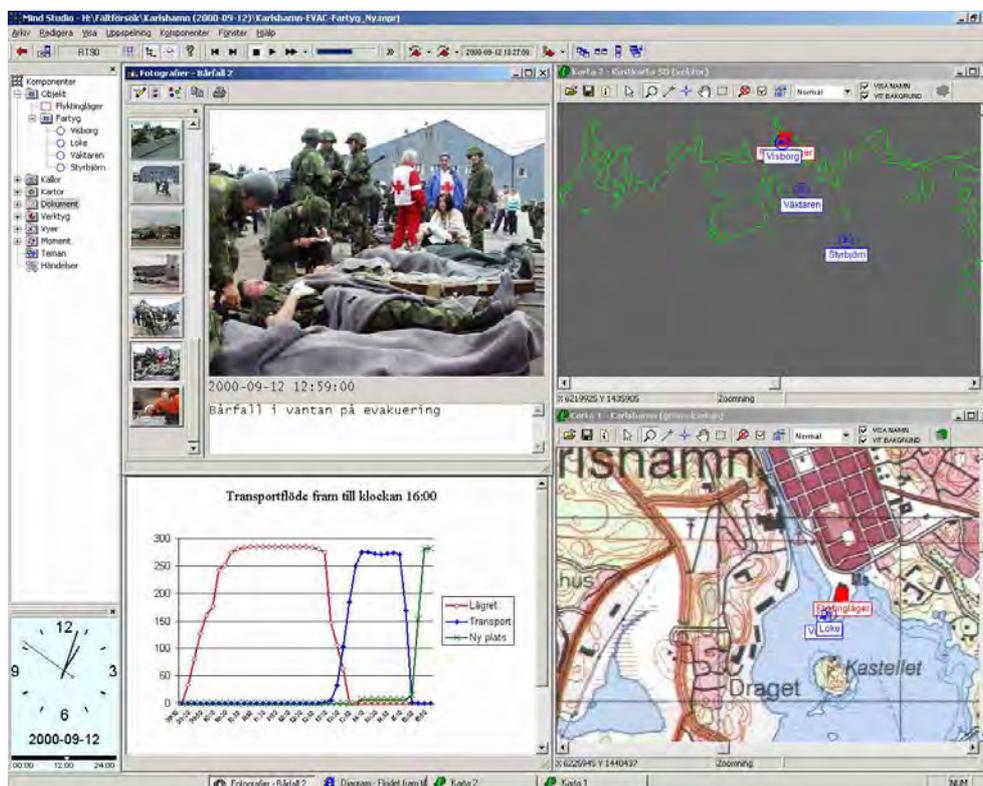
Figur 5-4: Verksamheten vid plutonsstaben CP. Observatörsprotokollen har importerats som HTML-dokument och visualiseras i dokumentvisaren som är en av vyerna i MIND.

## 6 Militär – civil samverkan

Flyktingströmmar följer i spåren efter krig och etnisk rensning. Detta är en realitet för Försvarsmakten när man övar för internationella operationer. Chefer och soldater måste lära sig att samverka med humanitära organisationer för att ta hand om stora flyktingsskaror. Mot denna bakgrund var den flyktingevakuering som övades i Karlshamn ett centralt moment i den marina slutövningen SamMarin 2000, som till huvuddelen genomfördes som fredsbevarande FN-operation. Bilaga 4 innehåller en grafisk översikt över händelseförloppet (Morin & Thorstensson, 2000) och figur 6-1 visar en skärmdump från återuppspelningen i MIND-systemet.

I övningen spelade gymnasieelever och pensionärer flyktingar från Betaland. Utsatta för olika former av trakasserier, hot och etnisk rensning i Alfaland hade flyktingarna sökt sig till Röda Korsets flyktingläger i hamnen i centrala Karlshamn för att få tak över huvudet och beskydd.

Marinens personal ingick i en FN-styrka och svarade för bevakning och skydd av lägret och för sjukvård och förmödenheter. Sedan lägret beskjutits bedömde den militäre chefen att lägret var ohållbart. I samråd med Röda korset beslöt han att lägret skulle utrymmas. Med fartyg och helikoptrar evakuerades samtliga flyktingar under eftermiddagen.



Figur 6-1: Figuren visar en skärmdump från MIND-systemet och flyktingmomentet i Karlshamn under SamMarin-övningen 2000. Det övre vänstra fönstret visar kommenterade fotorapporter, det övre högra fönstret visar en översikt över flottans fartyg i området på en vektorkarta, det nedre vänstra fönstret visar en översikt över transportererna av flyktingar och det nedre högra fönstret visar flottans enheter i direkt anslutning till flyktinglägret på fältkartan.

## 6.1 Verksamhetsfaktorer

Under övningen i Karlshamn prövade vi metoder för datainsamling och visualisering i anslutning till evakueringsmomentet. Syftet var bland annat att testa metoder för att skapa en detaljerad bild av hur flyktingarna hanteras och hur deras situation varierade över tiden. Den detaljerade uppföljningen av flyktingarna på individnivå kompletterades med en översikt av händelseutveckling i stort som referensram.

De olika verksamhetsfaktorer som observerades och registrerades kan delas in i tre huvuddelar: (1) flyktingarna, (2) deras skydd och (3) olika transportresurser. Tabell 6-1 ger en översikt över de olika verksamhetsfaktorerna, källorna som användes för att fånga data relevanta för respektive verksamhetsfaktor, status på datainsamlingen, modellen och visualiseringen, samt eventuella kommentarer.

Tabell 6-1: De olika verksamhetsfaktorer som observerades och registrerades under flyktingmomentet vid SamMarin 2000 i Karlshamnområdet.

<b>Verksamhetsfaktorer</b>	<b>Källa</b>	<b>Status</b>	<b>Visualisering</b>	<b>Kommentarer</b>
<i>Flyktingposition</i>	<i>Uppföljningskort</i>	<i>D</i>	–	<i>Enskild flykting registrerades men modellerades ej på individnivå</i>
<i>Flyktingstatus</i>	<i>Uppföljningskort</i>	<i>D</i>	–	<i>Enskild flykting registrerades men modellerades ej på individnivå</i>
<i>Flyktingaktiviteter</i>	<i>Digitalt foto</i>	<i>D, V</i>	<i>Fotovisare</i>	
<i>Flyktinglägret position</i>	<i>Observation</i>	<i>D, M, V</i>	<i>Symbol och gränser på karta</i>	
<i>Flyktinglägrets beläggning</i>	<i>Uppföljningskort</i>	<i>D, V</i>	<i>Flödesgraf</i>	<i>Endast kollektiva mått, ej individer</i>
<i>Flyktinglägrets sjukbeläggning</i>	<i>Uppföljningskort</i>	<i>D, V</i>	<i>Flödesgraf</i>	<i>Endast kollektiva mått, ej individer</i>
<i>Skydd position</i>	<i>Observation, navigations-system, digitalt foto</i>	<i>D, M, V</i>	<i>Symbol på karta</i>	<i>Stridsbåtar, Transportbåtar, Patrullbåtar</i>
<i>Skydd aktivitet</i>	<i>Digitalt foto, observation</i>	<i>D, V</i>	<i>Fotovisare, dokumentvisare</i>	
<i>Tpfartyg position, kurs, fart, spår</i>	<i>Navigations-system, GPS</i>	<i>D, V, M</i>	<i>Symbol på karta</i>	<i>Loke, Visborg</i>
<i>Tphkp position</i>	<i>Digitalt foto</i>	<i>D, V, M</i>	<i>Symbol på karta</i>	<i>Y 65</i>
<i>Tpfartyg och Tphkp aktivitet</i>	<i>Digitalt foto, observationer</i>	<i>D, V</i>	<i>Fotovisare, dokumentvisare</i>	<i>Loke, Visborg, Y65</i>

*Förkortningar:* *Skydd*–Skyddsstyrkan, *Tpfartyg*–Transportfartyg, *Tphkp*–Transporthelikopter, *D*–Data har samlats in, *M*–Data har infogats i modellen, *V*–Data presenteras visuellt.

## 6.2 Datakällor

Metoden för individuppföljning bygger på att de som spelar flyktingar, figuranterna, observerar sin egen situation. Med klocka, penna och ett speciellt uppföljningskort noterar de när de passerar viktiga punkter i omhändertagandet. I samverkan med marinens övningsledare identifierades fyra sådana punkter: (1) när flyktingen kommer till lägret, (2) när flyktingen lämnar lägret, (3) när flyktingen påbörjar transporten och (4) när

flyktingen kommer fram till den nya platsen. Dessutom skulle figurantera notera om de skadades under övningsförloppet och om och när de fick olika typer av vård.

På morgonen den 12 september 2000 samlades figurantera för genomgång. I grupper om 50 personer informerades de av övningsledaren övlt Stefan Palmqvist från KA2 om uppläggnngen av övningen. Mirko Thorstensson från FOI instruerade figurantera hur de skulle fylla i uppföljningskortet och vikten av deras medverkan för att få en så realistisk övning som möjligt. För att ge figurantera en bild av situationen i scenariot så berättade Björn Nilsson från Statens räddningsverk om sina erfarenheter från verklighetens flyktingsituation i Bosnien 1995. Figureerna 6-2 till 6-6 visar fotografier från övningen.

Sammanlagt utrustades 346 figuranter med uppföljningskort innan de begav sig mot lägret till fots, på bilar och traktorkärror. Efter övningen samlades uppföljningskortet in tillsammans med digitala fotografier och positionsdata från ett antal GPS:er. Informationen kompletterades med positionsloggar från marinens fartyg. Information sammanställdes i MIND-systemet och visades i samband med en genomgång efter övningen för förbands- och fartygschefer i Karlskrona två dagar senare.



Figur 6-2: Röda korset fick ta omhand både skadade och oskadade flyktingar. Figuren visar ett fotografi från ett magasin som fick tjäna som uppehållsplats för en del av de oskadade flyktingarna i väntan på transport till det nya flyktinglägret utanför konfliktzonen. Fotograf: Johan Jenvald.



Figur 6-3: Chockade och skadade flyktingar har fått första hjälpen av de marina förbanden och väntar på helikoptertransport till sjukhus. Varje figurant noterade tidpunkten när de passerade vissa nyckelpositioner och när de blev registrerade av röda korset, samt när de fick vård. Fotograf: Johan Jenvald.



Figur 6-4: En flykting förs i säkerhet av marin personal vid plötslig beskjutning av flyktinglägret. Fotograf: Johan Jenvald.



Figur 6-5: Flyktingar förs ombord på fartyget Visborg. Det stora flertalet av flyktingarna transporterades med något av fartygen Visborg eller Loke till det nya flyktinglägret utanför konfliktzonen. De allvarligt skadade transporterades med hjälp av helikoptrar direkt till sjukhus. Fotograf: Johan Jenvald.

## 6.3 Modeller

Den övergripande modellen för flyktingmomentet under SamMarinövningen kan beskrivas som en flödesmodell. Målet för de militära och civila organisationerna var att i samverkan transportera en stor mängd flyktingar från ett oroligt och farligt område till en säkrare plats. De olika verksamhetsfaktorerna observerades i syfte att kunna fylla flödesmodellen över flyktingströmmen och hanteringen av flyktingarna i ljuset av en översiktlig bild av framför allt flottans och amfibiebataljonens aktiviteter.

De olika skydds- och transportenheterna modellerades på plattformsnivå. Till exempel stridsbåtar ur amfibiebataljonen, fartygen HMS Loke, HMS Visborg samt helikoptersjukvårdstransportresurser.

## 6.4 Visualisering

Visualiseringen ger en översikt över flyktingflödet under övningsmomentet, men också ögonblicksbilder satta i sitt sammanhang i en situation som kräver civil och militär samverkan. Den återuppspelningsbara modellen av händelseförloppet gör det också möjligt att studera och få ökad förståelse för olika tidsförlopp i en evakeringssituation. Hanteringen av skadade personer, deras medicinska omhändertagande och prioritering vid transport med olika transportmedel till sjukhus blir analyserbar med hjälp av visualisering av en kombination av de använda modellerna. För en utförligare beskrivning av visualisering av skadeflöden se även *Monitoring and Visualisation Support for Management of Medical Resources in Mass-Casualty Incidents*, (Thorstensson, Morin & Jenvald, 1999).

## 6.5 Erfarenheter

Fältövningen i Karlshamn visar att metoder för individuppföljning fungerar i stora övningar med många personer inblandade. Det krävs dock noggranna förberedelser och gott om tid för att dela ut uppföljningskort och instruera figuranterna om vad de ska notera och hur de ska fylla i korten. Försöket bekräftar iakttagelsen från liknande försök i Alvesta (Jenvald, 1999), Orlando i Florida (Crissey, Morin, & Jenvald, 2001) och Stockholm (Thorstensson, Björneberg, Tingland, & Tirmén-Carelius, 2001) att manuella insamlingsmetoder genererar viktig information som utgör ett nödvändigt komplement till automatiskt insamlade data. I rapporten *Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises* (Jenvald, Crissey, Morin, & Thorstensson, 2002) redovisas en jämförande studie och erfarenheterna av användning av utbildade figuranter vid större fältövningar med mass-skadeutfall och flyktingströmmar.

## 6.6 Utvecklingsmöjligheter

Med erfarenheterna från flyktingevakueringen i Karlshamn finns det att antal olika utvecklingsmöjligheter. En utvecklingsväg skulle vara att närmare studera och modellera den enskilde flyktingen och speciellt då de skadade personerna. En modell som beskriver initialskadan och olika åtgärder, som till exempel första hjälpen, skulle kunna öka dynamiken och återkopplingen när det gäller en skadad person. Om modellen implementeras i en handdator skulle det vara möjligt att löpande monitorera medicinsk status för de skadade.

En annan utvecklingsmöjlighet är att närmare studera och modellera samverkan mellan olika befattningshavare inom och mellan olika organisationer. Detta är speciellt intressant för CIMIC (Civilian–Military Cooperation) och implikationerna för det nätverksbaserade försvaret.

## 7 Internationella operationer

I internationella operationer kombineras förband från nationer med olika doktrin, organisation och kultur. Dokumentation, analys och uppföljning är därför extra viktigt när vi kombinerar olika förband och förmågor i insatsstyrkor för internationella operationer. I dessa situationer är det än viktigare att kunna visa en samlad bild över enheter och verksamhet och deras samspel i syfte att nå det gemensamma målet eller att lösa den gemensamma uppgiften.

Erfarenheterna från tillämpningarna i de olika domänerna som beskrivs i denna rapport talar för användningen av såväl metoder som ramverk när det gäller sammansatta insatsstyrkor. Noggrann dokumentation är speciellt viktig vid internationella operationer, då detta kan vara den enda möjligheten för att bevara och förmedla erfarenheter till personal i Sverige som inte haft möjlighet att delta i den aktuella operationen eller övningen.

Möjligheten att återuppspela olika sekvenser och moment kan också användas för att förbereda personal på väg till en internationell insats eller övning. Visualiseringen kan stödja utbildning i grupp och ge underlag för applikatoriska exempel och spel. Den dynamiska visualiseringen kan också stödja enskilda studier och djupanalyser av specialfunktioner. När det gäller övergripande frågor så kan modellen av en insats också öka förståelsen för andra organisationer och deras funktioner och på det sättet främja framtida samverkan.

En viktig del av arbetet vid internationell tjänst är att göra och dokumentera observationer. Dessa görs på olika geografiska platser, av ett stort antal människor vid olika tidpunkter. Den viktigaste och kanske mest underskattade sensorn är den enskilda soldaten som sällan ges möjlighet, och inte heller har något tekniskt stöd, att dokumentera sina observationer på ett sökbart sätt. Underrättelseverksamhet har tidigare varit en isolerad verksamhet som i framtiden kommer att vara distribuerad på samtliga aktiva enheter. Detta ökar behovet av nya metoder och tekniskt stöd för inhämtning, bearbetning och delgivning (spridning av information) som en direkt konsekvens av ökad datamängd och ökat tempo i händelseutvecklingen.

Det finns flera sätt att strukturera insamlade data. Ett vanligt förekommande sätt är att koppla händelser och information till ett objekt eller person. I komplexa skeenden med högt tempo och geografiskt distribuerade förlopp kan det även vara effektivt att koppla verksamhet, händelser och personer till ett tidsbegrepp. Man kan då vid till exempel analys av en situation eller utvärdering ställa tagna beslut i relation till det faktiska läget vid tillfället och den motsvarande lokala lägesbilden. I detta perspektiv behövs metoder och verktyg med vilka man kan sammanställa flera observatörers observationer, spridda i tid och geografi, och delge dessa i synet med tiden som gemensam referens.

## 8 Slutsatser och förslag till fortsatt forskning

I rapporten redovisar vi tre fallstudier som behandlar olika aspekter av marin verksamhet: sjöstrid, amfibiestrid och civil-militär samverkan. Särskilt beskriver vi hur systematisk dokumentation, analys och förmedling av erfarenheter från såväl övningar som insatser kan skapa goda förutsättningar för att ta tillvara nya kunskaper som är viktiga för såväl organisations-, taktik- som teknikutveckling. Avsikten med studierna var att undersöka hur modellering och visualisering kan stödja dokumentation och analys av komplexa distribuerade händelseförlopp.

### 8.1 Slutsatser

Studien bekräftar tidigare resultat från andra områden att modellering och visualisering kan stödja dokumentation, analys och förmedling av taktiska operationer. I de tre fallstudierna belyser vi hur metoden och ramverket kan stödja verksamhet på olika nivå och av olika karaktär, från den lilla robotgruppen med sin kvalificerade och exklusiva materiel till den avancerade plattformen korvetten och vidare till samverkan med civila organisationer i ett internationellt flyktingscenario. Detta visar både att metoden och ramverket är generellt nog att användas på flera olika förbandsnivåer och flexibelt nog att modellera och visualisera specifika aspekter på respektive nivå.

Våra specifika slutsatser rör såväl erfarenheten av att praktiskt tillämpa rekonstruktionsmetoden som egenskaper hos ramverket. Av den praktiska tillämpningen av metoden i tre fältförsök drar vi följande slutsatser:

- Våra erfarenheter av att samla in data från befintliga stridsledningssystem ombord på Marinens fartyg visar att det finns ett stort behov av att i framtida system säkerställa tillgång och tillgänglighet till gränssnitt mot olika delsystem. Dessutom måste gemensamma dataformat utvecklas för att säkerställa interoperabilitet mot framtida system. Det är mycket viktigt att detta sker redan i specifikations- och utvecklingsskedet.
- Taktisk kommunikation på olika sambandsvägar måste kunna samlas in och kopplas till det taktiska läget i olika skeden av en operation, för att belysa hur ledningskedjor faktiskt fungerar. Analysverktyg behöver utvecklas för att underlätta analyser av stora mängder kommunikationsdata från flera nät.
- Amfibiestudien visar att en observatör vid en mindre enhet, med visst tekniskt stöd i form av GPS-mottagare för positionsregistrering och tidsmätning, samt digitalkamera för dokumentation av förbandsaktiviteter, klarar att självständigt skapa ett sådant dataunderlag att förbandets verksamhet kan modelleras och visualiseras i ramverket med gott resultat.
- Uppföljningen av flyktingflödet vid SamMarin-övningen visar att det går att med enkla manuella metoder följa upp hanteringen av ett stort antal människor i en taktisk situation. Samma principer kan utnyttjas för att dokumentera och analysera medicinskt omhändertagande.

Slutsatserna från användningen av ramverket och dess olika komponenter kan sammanfattas i följande punkter:

- Ramverket möter generella och återkommande behov vid uppföljning av taktiska förlopp. Exempel på sådana behov är grafisk representation av förbandspositioner på lägeskartor och sjökort, samt presentation av digitala och tidsstämplade fotografier för att belysa förbandsverksamhet och visa lägestabläer vid olika tidpunkter.

- Ramverket stödjer specifika modeller av olika förband, plattformar och grupper. Detta sker dels med hjälp av anpassade plattformsmodeller som medger visualisering av vapensystem och räckvidder och dels med komponenter som kan konfigureras med attributbeskrivningar givna i XML.
- Geografiska referenssystem och specifika kartformat kapslas in i utbytbara kartobjekt vilket ger stor flexibilitet vid internationell verksamhet. Flera olika kartobjekt kan presenteras samtidigt i parallella kartvyer och med olika koordinatsystem. Detta möjliggör samtidig presentation av översikts- och detaljvyer med olika modellinnehåll.
- Ramverket innehåller komponenter anpassade för att konvertera och hantera data på speciella format, till exempel SESYM-data från korvetter. Framtida dataformat kan därför hanteras i ramverket genom att lämpliga konverteringskomponenter läggs till.

En förutsättning för att kunna analysera och ta tillvara på erfarenheter efter en övning eller insats är både systematisk datainsamling och användbara representationer av insamlade data. Rekonstruktionsmetoden beskriver processen från grundläggande informationsanalys till genomförd datainsamling. Ett viktigt hjälpmedel är datainsamlingsplanen. Förutom den direkt registrerade informationen om förbanden och deras verksamhet är det viktigt att dokumentera med vilka metoder och med vilka verktyg som data samlats in. Speciellt viktigt är detta om data skall användas för studier och analyser långt efter genomförandet. Ramverket representerar data och modeller på ett sätt som gör det möjligt för olika grupper av användare att ta del av och analysera en helhetsbild av komplexa händelseförlopp.

## 8.2 Förslag till fortsatt forskning

Förbandsutvecklingen inom försvarsmakten har traditionellt baserats på beprövad erfarenhet av befintliga förbandstyper inom ramen för en välkänd taktisk doktrin. Försvarsmaktens övergång från ett invasionsförsvar till ett insatsförsvar har i ett slag ändrat förutsättningarna. Flera nya förbandstyper införs, till exempel luftburen bataljon, samtidigt som doktrinen i grunden förändras. Detta har skapat nya behov av alternativa metoder för utveckling, prövning, utbildning och certifiering av insatsförband. Systemanalytisk metodik utgör en viktig generell grund för utveckling av nya system. Det finns dock ett kunskapsglapp mellan generellt tillgänglig kunskap inom området och de specifika krav som ställs i utvecklingen av militära förband. Här behövs systematisk kunskapsuppbyggnad inom försvarsforskningen för att minska avståndet mellan teori och praktik.

Simulering är en allt viktigare teknik i systemutveckling, träning, ledning och planering. Modellerna som används i simuleringarna måste då på ett korrekt sätt representera för syftet relevanta egenskaper hos verkliga förband. Modeller av noggrant dokumenterad förbandsverksamhet i realistiska situationer kan skapa ett nödvändigt underlag för validering av simuleringmodeller. Inom detta område behövs ytterligare forskning.

Även om resultaten från studien belyser många av de möjligheter som metoder och ramverk erbjuder, återstår mycket forskning och utveckling för att i än högre utsträckning göra taktiska förlopp gripbara i analys-, utvecklings- och läroprocesser. Här kan försvarsforskningen lämna mycket viktiga bidrag till utvecklingen av det nya försvaret.

## 9 Referenser

- Albinsson, P.-A., and Fransson, J. (2001). Communication visualization—an aid to military command and control evaluation. In *Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*, pp. 590–594, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Albinsson, P.-A., and Morin, M. (2002). Visual exploration of communication in command and control. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Visualization (IV 02)*, July 10-12, London, England.
- Andersson, T. (2001). *Lägesbundna referenssystem*. Publikation 2001:97, Borlänge, Sweden: Vägverket.
- Card, S. K., Mackinlay, J., and Shneiderman, B. (Eds.) (1999). *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. San Francisco: Morgan Kaufman.
- Cooke, N. J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 801–849.
- Cooke, N. J., Salas, E., Cannon-Bowers, J. A., and Stout, R. J. (2000). Measuring team knowledge. *Human Factors*, 42(1), 151–173.
- Crissey, M. J., Morin, M., and Jenvald, J. (2001). Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise. In *Proceedings of The 12th International Training and Education Conference, ITEC 2001*, pp. 462-476, April 24-26, Lille, France.
- Hoffman, R. R. (1987). The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology. *AI Magazine*, 8, 53–67.
- Hoffman, R. R., and Woods, D. D. (2000). Studying cognitive systems in context: Preface to the special section. *Human Factors*, 42(1), 1–7.
- Ingber, L. (1991). Statistical Mechanical Measures of Performance of Combat. In *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Summer Computer Simulation Conference*, pp. 940–945 Baltimore, Maryland.
- Jenvald, J. (1996). *Simulation and Data Collection in Battle Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Thesis 567, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Jenvald, J., Crissey, M. J., Morin, M., and Thorstensson, M. (2002). Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises. In *Proceedings of the 13th International Training and Education Conference, ITEC 2002*, pp. 68-78, April 9-11, Lille, France.
- Jenvald, J., and Morin, M. (1997). Multiple Use of Information from Force-on-Force Battle Training. In *Proceedings of The 8<sup>th</sup> International Training and Education Conference, ITEC'97*. pp. 637–647, April 22-27, Lausanne, Switzerland.
- Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Tactical Evaluation of New Military Systems using Distributed Modelling and Simulation. In *Proceedings of the 12th European Simulation Multiconference*, pp. 279–284, June 16-19, Manchester, UK.
- Jenvald, J., Morin, M., and Kincaid, J. P. (2001). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Exercises and Operations. *International Journal of Emergency Management*. 1(1), 82–94.
- Jenvald, J., Morin, M., Worm, A., and Örnberg, G. (1996). *MIND – Ett Instrument för värdering, utveckling och utbildning av krigsförband*. Technical Report FOA-R--96-00351-3.8--SE, Linköping, Sweden: Swedish Defence Research Agency.

- Langan-Fox, J., Code, S., and Langfield-Smith, K. (2000). Team mental models: Techniques, methods, and analytic approaches. *Human Factors*, 42(2), 242–271.
- Lantmäteriet (2000). *Strategier för referenssystem och referensnät*. Rapportserie: Geodesi och Geografiska informationssystem, ISSN0280-5731 LMV-rapport 2000:5, Gävle, Sweden: Lantmäteriet.
- Morin, M. (2001). MIND—Methods and Tools for Visualization of Rescue Operations. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference, TIEMS'2001*. June 19-22, Oslo, Norway.
- Morin, M., Jenvald, J., and Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3–27.
- Morin, M., Jenvald, J., and Worm, A. (1998). Training Emergency Management and Response: Creating the Big Picture. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Fifth Annual Conference, TIEMS '98*, pp. 553–561, May 19-22, Washington DC, USA.
- Morin, M., Jenvald, J., Worm, A., and Thorstensson, M. (1998). Instrumented Force-on-Force Battle Training in Sweden: Lessons Learned during the First Five Years. In *Proceedings of The 9<sup>th</sup> International Training and Education Conference (ITEC98)*, April 28-30, 1998, Lausanne, Switzerland.
- Morin, M., and Thorstensson, M. (2000). 346 flyktingar flydde undan terror när marinen övade i Blekinge. *FOA-tidningen 6*, December, 10–11.
- Snyder, J. P. (1987). *Map projections—A working manual*. U. S. Geological Survey, Professional paper 1395. Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Snyder, J. P. (1993). *Flattening the earth: Two thousand years of map projections*. Chicago: University of Chicago Press.
- Spence, R. (2000). *Information Visualization*. Harlow: Addison-Wesley.
- Suchman, L. A. (1995). Making work visible. *Communications of the ACM*, 38(9), 55–64.
- Thorstensson, M. (1997). *Structured reports for manual observations in team training*. M. Sc. Thesis LiTH-IDA-Ex-97/64, Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Thorstensson, M. (1998). *Development of Methods for Support of C<sup>3</sup>I Systems Analysis*. Methodology Report FOA-R--98-00837-503--SE, Linköping, Sweden: Swedish Defence Research Agency.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (2001a). Monitoring and analysis of command-post communication in rescue operations. *Safety Science*, 39(1–2), 51–60.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (2001b). Computer-Supported Monitoring of Command Post Communication in Taskforce Operations: - A Cognitive Systems Approach. In *Proceedings of The 12<sup>th</sup> International Training and Education Conference, ITEC'2001*, April 24-26, Lille, France.
- Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999a). Extending a Battle Training Instrumentation System to Support Emergency Response Training. I *Proceedings of The 10th International Training and Education Conference (ITEC99)*, April 13-15, The Hague, The Netherlands.
- Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999b). Monitoring and Visualisation Support for Management of Medical Resources in Mass-Casualty Incidents. In *Proceedings of The Sixth Annual Conference of The International Emergency Management Society, TIEMS'99*, pp. 179–188, June 8-11, Delft, The Netherlands.

- Thorstensson, M., Morin, M., Jenvald, J., and Axelsson, M. (1999). *Inledande studier av uppföljning och analys för ledning av den framtida marina striden*. FOA-R--99-01240-505--SE, Linköping, Sweden: Swedish Defence Research Agency.
- Thorstensson, M., Björneberg, A., Tingland, B., and Tirmén-Carelius, M. (2001). Computer-Supported Visualisation of an Inter-Agency Exercise in the Stockholm Underground. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eight Annual Conference - TIEMS 2001*, June 18 - 22, Oslo, Norway.
- Ware, C. (2000). *Information visualization: Perception for design*. San Francisco: Morgan Kaufman.
- Wilson, J. R., and Corlett, E. N. (Eds.) (1995). *Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology*, 2nd Edition. London: Taylor & Francis.
- Woods, D. D. (1993). Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory. In G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*, pp. 228–251, Norwood: Ablex.
- Worm, A., Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Mission Efficiency Analysis: Evaluating and Improving Tactical Mission Performance in High-Risk, Time-Critical Operations. *Safety Science*, 30(1-2), 79–98.
- Zachary, W. W., Ryder, J. M., and Hicinbothom, J. H. (1998). Cognitive task analysis and modeling of decision making in complex environments. In J. Canon-Bowers & E. Salas (Eds.), *Decision making under stress: Implications for training and simulation*. Washington, DC: American Psychological Association.

## Bilaga 1: Exempel på en XML-fil som beskriver modellattribut (förkortad attributlista)

```
<?xml version="1.0"?>
<!-- Helikopter: Hkp4. Egenskaper till ett MIND objekt -->
<!-- Här startar egenskaps definitionen -->
<properties>
  <!-- Property: Mobilnr. -->
  <property desc="Mobilnr.">
    <type desc="string"/>
    <initvalue>0</initvalue>

    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
  </property>
  <property desc="Video">
    <type desc="string"/>
    <initvalue>Ja</initvalue>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
  </property>
  <property desc="Digitalkamera">
    <type desc="string"/>
    <initvalue>Ja</initvalue>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
  </property>
  <property desc="GPS">
    <type desc="string"/>
    <initvalue>Ja</initvalue>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
  </property>
  <!-- Property Besättning -->
  <property desc="Besättning">
    <type desc="int">
      <!-- Min eller max värde för egenskaper -->
      <!-- Man kan definiera "min", "min/max", "max" eller
      inget -->
      <min>3</min>
      <max>10</max>
    </type>
    <!-- Initialt värde (Måste ligga inom min/max gränserna
    om dessa är definierade -->
    <initvalue>3</initvalue>
    <unit>personer</unit>
    <!-- Om egenskapen inte får ändras sätter man readonly
    värdet till "true", annars "true" (eller tar inte med det) -->
    <readonly>false</readonly>
    <!-- Aggregering, detta måste vara med och beskriver hur
    egenskapen kan läggas ihop med andras egenskaper-->
    <!-- add medför addering-->
    <!-- max medför att det största värdet gäller -->
    <!-- min medför att det minsta värdet gäller -->
    <!-- list medför att värdena representeras var för sig i en
    lista -->
    <!-- none medför att egenskapen inte aggregeras -->
    <aggregate>add</aggregate>
  </property>
  <property desc="Förare">
    <type desc="string"/>
```

```

        <aggregate>none</aggregate>
        <readonly>>false</readonly>
        <initvalue></initvalue>
</property>
<property desc="Navigatör">
    <type desc="string"/>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>>false</readonly>
    <initvalue></initvalue>
</property>
<property desc="Färdmekaniker">
    <type desc="string"/>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>>false</readonly>
    <initvalue></initvalue>
</property>
<!-- Property: Marschfart-->
<property desc="Marschfart">
    <type desc="int"/>
    <unit>km/h</unit>
    <initvalue>230</initvalue>
    <min>0</min>
    <max>270</max>
    <aggregate>none</aggregate>
    <!-- Om egenskapen inte får ändras sätter man readonly
värdet till "true", annars "true" (eller tar inte med det) -->
    <readonly>>false</readonly>
</property>
<!-- Property: Max startvikt -->
<property desc="Max startvikt">
    <type desc="int"/>
    <unit>kg</unit>
    <initvalue>10170</initvalue>
    <aggregate>add</aggregate>
    <!-- Hur många decimaler skall värdet representeras v?
(Om detta inte är med blir det 2 decimaler) -->
    <!-- Om egenskapen inte får ändras sätter man readonly
värdet till "true", annars "true" (eller tar inte med det) -->
    <readonly>>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Max lastvikt -->
<property desc="Max lastvikt">
    <type desc="int"/>
    <unit>kg</unit>
    <initvalue>4000</initvalue>
    <aggregate>add</aggregate>
    <readonly>>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Maxlast personal -->
<property desc="Maxlast personal">
    <type desc="int"/>
    <unit>personer</unit>
    <initvalue>26</initvalue>
    <aggregate>add</aggregate>
    <readonly>>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Tomvikt-->
<property desc="Tomvikt">
    <type desc="int"/>
    <unit>kg</unit>
    <initvalue>5800</initvalue>

```

```

        <aggregate>add</aggregate>
        <readonly>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Bränslemängd-->
<property desc="Bränslemängd">
    <type desc="int"/>
    <unit>liter</unit>
    <initvalue>2498</initvalue>
    <aggregate>add</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Motoreffekt -->
<property desc="Motoreffekt">
    <type desc="string"/>
    <initvalue>2x1660 hkr</initvalue>
    <aggregate>list</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
</property>
<!-- Property: Rotordiameter-->
<property desc="Rotordiameter">
    <type desc="float"/>
    <unit>meter</unit>
    <initvalue>14</initvalue>
    <precision>2</precision>
    <aggregate>none</aggregate>
    <readonly>true</readonly>
</property>
</properties>

```



## Bilaga 3: Observatörsprotokoll från LV-plutonen

Följd enhet: CP  
 Båtnummer: 118  
 Datum: 990825

Tid (HHMMSS)	Pos X	Pos Y	VHT	LED	Foto	Text
073000	2926	9032	ÖVR		CP-01-MT	Observatör hos CP
074000	2926	9032	ÖVR		CP-02-MT	Förbandstablå över CP enheter
074100	2926	9032	ÖVR		CP-03-MT	Signalist + signaltablå över bataljonens enheter
075300	2926	9032		OIN		Sänd skadade med egen båt
075302	2926	9032		RAP		Skadade har avtransporterats med sjö ambulans
075500	2926	9032		ORI		Sjöambulansen är vid förbandsplatsen om 1 minut. Vi orienterar om status på skadade så snart som möjligt
075945	2928	9033		ORI	CP-16-MM	Uh-frågor i plutonsledningen
082100	2926	9032		OUT		JC, JD - Ange vilka individer som är skadade
082300	2926	9032		RAP		Från JC: NN är skadad
083100	2926	9032		OUT		JD - övergång till G10
083200	2926	9032		RAP		Från JD: NN är skadad
120900	2928	9033	ÖVR			2 hkp (våra)
124330	2926	9032	BM			Underhållstransport med mat till JC och JD
124400	2928	9033	BM			Påbörjar mattp: CP kfp -> JD -> JC -> CP kfp
124600	2935	9066	LST			Avlastning av mat hos JD
130123	2924	9061	LAST			Utgår mot JC
130255	2924	9061	BM			Avgång
131130	3046	8983	LST			Avlastning av mat hos JC
131852	3046	8983	LAST			Utgår mot CP kfp
131915	3047	8981	BM			Avfärd från JC
132610	2921	9032	GRP			Förtöjning vid CP kfp
133050	2921	9032	GRP			Förtöjning klar
133530	2921	9032	GRP			Maskering klar
140500				OIN		Mellan 14:05 och 14:10 order från VJ: Kom till orderuttaget som startade 14:00
141845	2928	9033	BM			Till orderuttag med VJ för operation Ecco 2
142500	2991	8874	LST			Orderuttag vid VJ upl
142530				OIN		Framme vid bataljonens ordergivning (som startade 14:00)
143500	2991	8874		OIN		Ordergivning lvfunk med batlvled VJ
143530				OIN	CP-04-MT	Plutch får order från batlvled vid orderuttag inför Ecco 2
143600				OIN	CP-05-MT	Plutch får order från batlvled vid orderuttag
143630				OIN	CP-06-MT	Plutch får order från batlvled vid orderuttag Observatören observerar.
143915				SAMV		Stf plutch samverkar med med C stabskomp
144300				SAMV		Stf plutch åter efter samverkan
145630	2991	8874		OIN		Ordergivning lvfunk klar
150130				SAMV	CP-07-MT	Plutch samverkar med C amfkomp
150315				OUT		Återsamling för avslutning av gemensam ordergivning
150940				OUT		Ordergivning slut
151110				SAMV		Plutch samverkar med C amfkomp

151430				SAMV	Stf plutch samverkar med C kjkomp
152700				SAMV	C amfkomp utgår
153530				SAMV	C kjkomp utgår C kompartgrp anländer
153600	2991	8874		OIN	Orderuttag slut
153750	2991	8874		OUT	Till JC,JD: samling för ordergivning hos CP X... Y...
153800				OUT	JC,JD - Samling för orderuttag
154100				RAP	JC, JD - Kvitte: kl 16:00 hos CP för orderuttag
154259	2991	8875	BM		Utgår till ordergivning med plutonen
154400			BM	CP-08-MT	
155000	2925	9034	BM		Väntläge
155300	2925	9034	BM		Utgår till plats för ordergivning
155611	2925	9057	GRP		För ordergivning
160000	2925	9057	GRP	CP-17-MM	CP med underställd kompartgrp
160000			LST		
160000				SAMV	StfCplut med CKompArt
161200	2925	9057		OUT	Order till grpch (JC,JD, EJ kompartgrp)
161200				OUT	Cplut till JC, JD
162200	2925	9057		SAM	Plutch samverkar med C kompartgrp
162300				SAMV	Cplut + StfCplut med CKompArt
164100	2917	9051	BM		Mot ny uppgift
170830	2898	9749	LST		Väntar på JC svart för tätare gruppering
172130	2910	9748	FM		Patrull för säkring av terräng
172510			LAST		
172515			BM		Till en annan klippa för förtöjning (över ett sund)
172730			LST		Patrull för säkring av terräng
173300			LAST		Ön säkrad
174500				RAP	CP-09-MT Plutonen eldberedd enligt order
174700	2919	9734	GRP		CP-10-MT Maskering klar
175700	2919	9734			CP-11-MT Gruppering för CP och JC svart
175800	2919	9734			CP-12-MT Förbandstablå över CP enheter
175830	2919	9734			CP-13-MT Gruppering för CP och JC svart
181000	2919	9734	ÖVR		Ej samband med PJ
183800	2919	9734		OIN	Från VJ: Fri eld från Tnr 251840
193400	2919	9734		RAP	Från JC: Spaningsrapport

Följd enhet: JC  
 Båtnummer: 835  
 Datum: 990824

Tid (HHMMSS)	Pos X	Pos Y	VHT	LED	Foto	Text
163005	0760	6991	ÖVR			Hos JC
163300	0760	6991		ORI		JC skall lösa beredduppgr genom snabbgrp utan invisning
163400	0760	6991		ORI		CJC ori grp
163800	0760	6991	BM			Bedömd tid 30-45 min
163803				ORI		Stf grpch orienterar gruppen angående nästa gruppering
163920			BM		JC-01-MT	Miljö i strb 90 H
163930			BM		JC-02-MT	Miljö i strb 90 H
164110				ORI		Bedömd tid 60 min
164110				ORI		grpch Marschtid ca 1 timme
164430			BM		JC-03-MT	Observatör samverkar med stf grpch
165132				ORI		Planerad gruppering utgår. Invänta nya order
165135				ORI		Ny uppgift meddelas inom kort
170255			BM		JC-01-MM	Förbered mycket snabb gruppering [SU]
170508			BM		JC-04-MT	Förbereder LST
170811				ORI		JC återgår till tidigare uppgift
171000				ORI		Avvakta
172600				ORI		Vi går iland för ordergivning hos PlutC
172815	2398	8700	LST			
172830				OUT		JC hos CP för ordergivning för lst och gruppering
173106	2396	8700		OUT		JC uh-läge, grupperingsalternativ
173230	2398	8700		OUT		Samling för ordergivning, kontroll samt underhållsrapportering
174000	2407	8701	ÖVR		JC-05-MT	Lv-plutonen samlad
174010	2407	8701	ÖVR		JC-06-MT	Lv-plutonen samlad
174335	2407	8701	ÖVR		JC-07-MT	Strb 90 H landstigningsramp
175300	2407	8701	ÖVR			Väntläge för att få invisning av kustjägarparti
181720	2415	8706	LAST			Ordergivning klar!
182050			BM			
182845				ORI		5 minuter kvar
183033				ORI		1 min kvar
183222			LST		JC-23-MT	Framåt! Snabbgruppering utan invisning
183245			LST		JC-24-MT	Lvrbsikte iland
183414	3052	8983	LST			
183500	3050	8974	GRP		JC-08-MT	Gruppering av lvrbs pågår
183510	3050	8974	GRP		JC-09-MT	Siktet monteras på lavetten
183637			LST			Båten flyttad, brohuvudet säkrat
183650	3050	8974	GRP		JC-10-MT	Lvrbs monteras på lavetten
183700	3050	8974	GRP		JC-11-MT	Lvrbs med bemanning under snabbgruppering
183710	3050	8974	GRP		JC-12-MT	Lvrbs med bemanning under snabbgruppering
183720	3050	8974	EUI		JC-13-MT	Lvrbs eldberedd efter snabbgruppering
183725	3042	8985	LST			Extra lvrbs iland
183800	3050	8974	EUI		JC-14-MT	Lvrbs eldberedd efter snabbgruppering
183806	3042	8985	LST			Högantenn iland
183930	3050	8974	EUI		JC-15-MT	Lvrbs i maskerad eldställning
183950	3050	8974	EUI		JC-16-MT	Lvrbs i maskerad eldställning

184000	3042	8985	FM		
184000	3050	8974	EUI	JC-17-MT	Lvrb i maskerad eldställning
184120	3042	8985	GRP	JC-02-MM	Båten förtöjd
184215	3050	8974	EUI		Rb nr 2 på plats
184328	3048	8977	GRP	JC-03-MM	Skydd av grupperingsplatsen
184610	3048	8977	GRP	JC-04-MM	JC Ledningsplats
184840	3048	8977	GRP	JC-05-MM	Förberedelser på ledningsplatsen
185620	3048	8977	GRP	JC-06-MM	Förberedelser på ledningsplatsen
185800	3048	8977	GRP		Högantenn ansluten, passar BatL
190200	3050	8974	ÖVR	JC-18-MT	Lvrb och ledningsplats grupperade
190300	3050	8974	ÖVR	JC-19-MT	Förberedelser på ledningsplatsen
190330	3048	8977	GRP		Passar Kompl
190400	3050	8974	ÖVR	JC-20-MT	Förberedelser på ledningsplatsen
190500	3050	8974	ÖVR	JC-21-MT	Förberedelser på ledningsplatsen
191954	3058	8977	EUI		Eldenhet Lvrb
192408	3048	8977	EUI		Förbindelseprov med CP
192418	3050	8974	ÖVR	JC-22-MT	Förbindelseprov från CP
193002	3058	8977	EUI	JC-07-MM	Grupperad lvrb
193320	3048	8977	EUI		Samband med JC-SVART
194300	3048	8977	EUI	JC-08-MM	Utspisning
205500	3048	8977	EUI		Order från CP bryt grupperingen, vila. JC eldberedd fr tnr 250500
214500	3042	8985	BAS		Bastjänstrutin
215500	3046	8982		OUT	Slutlig order bas: Posttjänst Revelj 04:00, EUI kl 05:00
231000			ÖVR		Strb åter efter bunkring

Följd enhet: JC  
 Båtnummer: 835  
 Datum: 990825

Tid (HHMMSS)	Pos X	Pos Y	VHT	LED	Foto	Text
040000	3046	8982	ÖVR			Revelj
042600	3046	8982	FM			mot sst
044500	3058	8977	EUI			Grupperar först därefter frukost
045300	3052	8972	EUI			Högantenn kopplad
050300	3052	8972	EUI			Eldställning lvr
051900	3052	8972	EUI			Hörselobservation motorbuller
052230	3052	8972	EUI			Hörselobservation motorbuller, högsta eldberedskap
052355	3052	8972	EUI			Väntriläge
052500	3049	8973		RAP		Till CP: Hkpljud ri 12 hörs från sst
052745	3052	8972		ORI		Från CP: Fi har fler hkp. 1 span + 1 attack
053305	3052	8972	LVS			Hkp fr ri 1 synlig i 10 sekunder före upptäckt. Bländad av solen i kommande bana. Eld med rb i gående bana. Även finkaliber eld mot målet.
053405	3052	8972	EUI			Inga mål i sikte
053450	3049	8973	SVJ			1 man skadad
053525	3049	8973	SVJ		JC-09-MM	Den skadade är medvetslös och blöder kraftigt från en skada i benet
053700	3049	8973	SVJ		JC-10-MM	Omhändertagande av den skadade
053710	3049	8973		RAP		Till CP: Hkp bek på gående kurs
053929	3049	8973	SVJ			Till CP: Den skadade behöver läkarvård, medvetslös, kraftig blödning i benet, svag snabb puls
054122	3052	8972	LVS			Hkp fr ri 12: bekämpad på kommande kurs
054230	3052	8972	EUI			Inga mål i sikte
054300	3049	8973		RAP		Till CP: Hkp bek på kommande kurs
055000	3049	8973	SVJ			Från CP: Kan JC-SVART tp den skadade till batförbpl
055200	3049	8973		OUT		JC: använd JC-SVART för sjtp
055800	3049	8973	SVJ			Lastning av den skadade på bår
055900	3049	8973	LVS			Hkp i ri 5 kurs 10
055955	3052	8972	LVS			Högsta eldberedskap. Hkp ri 6, kurs 10, ej skott
060055	3052	8972	LVS			Högsta eldberedskap. Hkp ri 3, kurs 10, ej skott
060140	3052	8972	EUI			Inga mål i sikte
060327	3042	8985	SVJ		JC-11-MM	Den skadade bärs från sst till båtens grupperingsplats
060555	3042	8985	LAST		JC-12-MM	Lastning av den skadade på båten
060603	3042	8985	LAST		JC-13-MM	Lastning av den skadade på båten
061000	3049	8973	SVJ			Avtransport av skadad från skadeplats
061030	3052	8972	LVS			Hörselobservation motorbuller ri 6
061100	3052	8972	EUI			Inga mål i sikte
061530	3042	8985		OIN		Från CP: JC-SVART tp skadad fr JC, hämtar 1 skadad fr JD och går till batförbpl
061530	3052	8972		OIN		Från CP: XY för sjvtroppen. Frågar igen om JC svart kan transportera.
061900	3052	8972		OIN		Från CP: Avvakta transport
062120	3052	8972		RAP		Till CP: Ändring i stridsvärdesrapport. 1 skadad + 1 utgår som vårdare

062526	3042	8985	BM		Sjtp avgår
071500	3088	9058	ÖVR		Observatör lämnar JC
163500	2925	9057			Observatör åter hos JC
163530				OUT	Grpch order: Snabbgruppering. Mtrlprioritering: lvr, ra BatL, extra rb, högantenn
163535				OUT	Grpch order: Åtgärder vid sammanstöt
165940				OUT	Förflyttning
170500	2895	9767	LST		Förprtl solfjäder framåt
170720	2895	9767	LST		Lavett och sikte urlastade
170800	2900	9778	GRP	JC-18-MM	Gruppering av lvr
171100	2900	9778	EUI	JC-19-MM	Lvr grupperad utan maskering
171200	2900	9778	EUI	JC-20-MM	Skydd av grupperingsplats
171450	2900	9778	EUI	JC-21-MM	Grpch med radio
171550	2900	9778		OUT	Grpch: reka eldst för 180 graders skotffält huvudri 3
171605	2900	9778		OUT	Grpch: kontrollera att ra180 med DART är upprättad
171949	2900	9778	EUI		Mtrl bärs fram från båten
172000	2900	9778	GRP	JC-22-MM	Rekar ny gruppering - ej eldberedd
172400	2900	9780	EUI		Ny gruppering intagen - skotffält ri 12 till ri 6
172510	2900	9780	EUI		Lvr maskerad
172715	2900	9780		RAP	JC-24-MM Till CP: grupperingsrapport: X6629000 Y1697800
174600	2900	9780		OUT	Till spaningsprtl: avspana ön. Följ strandlinjen Motsols - kontrollera CP-SVART gruppering i viken på N stranden
180000	2900	9780			Observatör lämnar JC

## **Bilaga 4: Betanska flyktingar i Karlshamn**

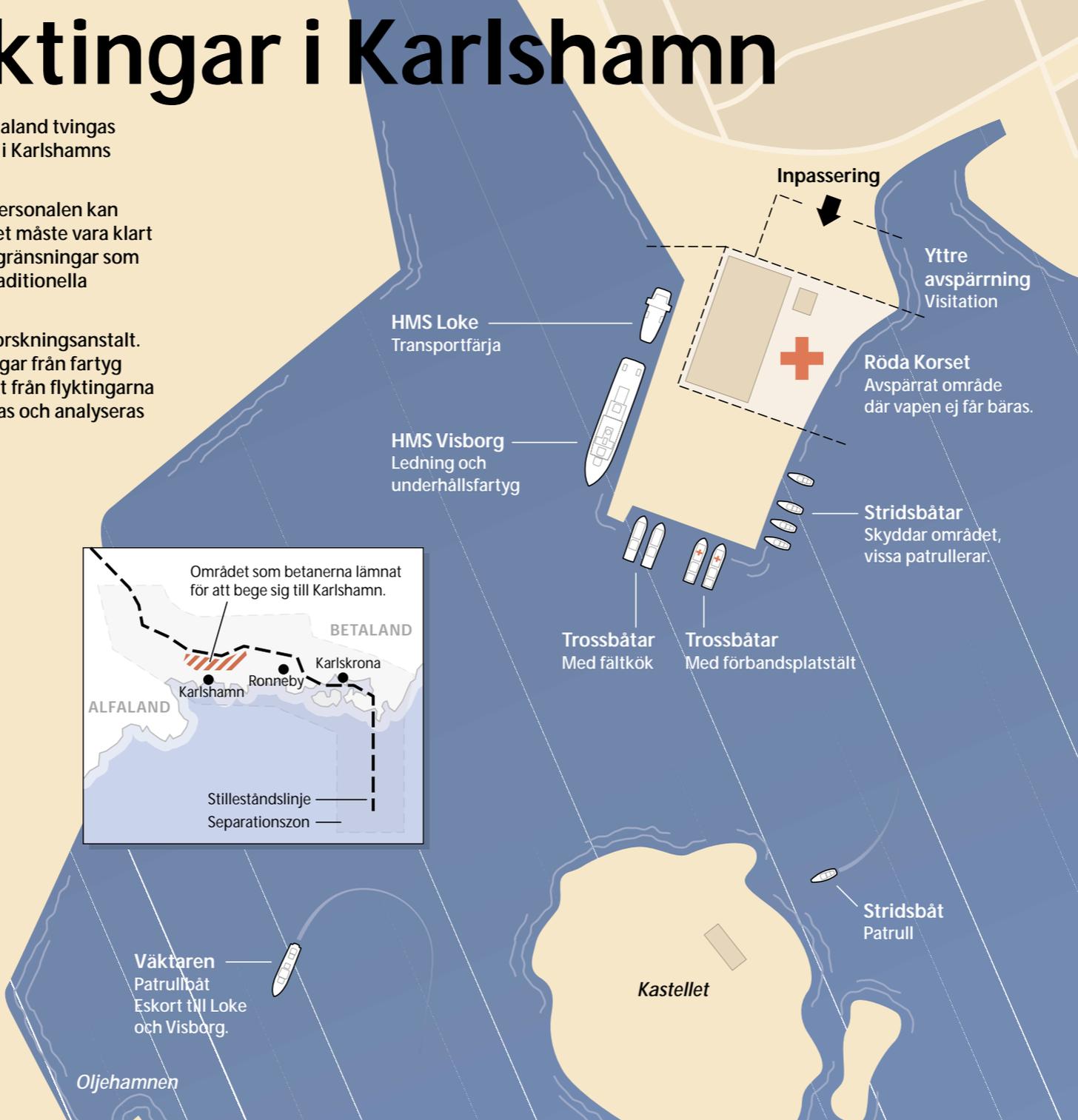


# Betanska flyktingar i Karlshamn

På grund av oroligheter vid gränsen mellan Alfaland och Betaland tvingas betanska flyktingar att fly. Röda Korset öppnar ett nytt läger i Karlshamns hamn bevakat av de svenska FN-styrkorna.

Uppgiften att skydda flyktinglägret kräver att den militära personalen kan samverka med de civila representanterna för Röda korset. Det måste vara klart för alla inblandade vilka befogenheter man har och vilka begränsningar som finns för hur man kan agera. Denna uppgift skiljer sig från traditionella militära operationer.

Hela evakueringsövningen dokumenterades av Försvarets forskningsanstalt. Med systematisk insamling och bearbetning av positionsloggar från fartyg och GPS-mottagare, digitala fotografier och uppföljningskort från flyktingarna skapades en datormodell av övningen. Modellen kan studeras och analyseras i visualiseringsverktyget Mind Marin.



### Inpassering

Mellan klockan 9.00 och 11.00 sker tillströmningen av flyktingar. Alla inpasserande visiteras efter vapen för att kunna garantera säkerheten inne på området.

### Registrering

Flyktingarna tas emot i Röda Korsets avspärrade område och får fylla i ett registreringskort.

### Filtar och vila

Liggunderlag och filtar delas ut. En plats blir tilldelad i byggnaden. En flyktingbyrå finns på plats för dem som har frågor och funderingar.

### Sjukvård

Skadade vårdas på något av de två sjukvårdsfartyg som är på plats.

### Demonstrationer

10.25 Alfanska demonstrationer riktade mot betanerna. En stridsbåt med patrull skickas ut för att mota bort de upprörda demonstranterna på ön Kastellet.

### Transport till ny plats

14.20 Transporten avgår till en säker plats.

### Ombordstigning

Några av de svårast skadade får helikoptertransport medan de övriga får gå ombord på fartygen.

### Visborg och Lokes ankomst

12.42 HMS Visborg och transportfärjan HMS Loke eskorteras in av patrullbåten Vaktaren som samtidigt synar av området varifrån beskjutningen skett.

### Beskjutning

12.10 Skottlossning från Oljehamnen. Närförsvaret grupperas. En rapport skickas om att säkerheten ej längre kan garanteras. Beslut om att evakueras lägret.

## Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises

Johan Jenvald, Mona Crissey, Magnus Morin,  
Mirko Thorstensson

*Proceedings of The 13th International Training and  
Education Conference (ITEC 2002), s. 68–78,  
9–11 april, 2002, Lille, Frankrike.*

Särtryck: FOI-S--0454--SE  
2002



# Training Novice Observers to Monitor Simulation Exercises

LtCol, Dr Johan Jenvald  
Swedish Armed Forces, Headquarters  
SE-10785 Stockholm, Sweden  
johjen@foi.se

Dr Mona J. Crissey  
US Army Simulation, Training and Instrumentation Command  
12350 Research Parkway  
Orlando, FL 32826-3276, USA  
mona\_crissey@stricom.army.mil

Magnus Morin  
Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 29, SE-583 34 Linköping, Sweden  
magnus@vsl.se

Mirko Thorstensson  
Swedish Defence Research Agency, FOI  
P.O. Box 1165, SE-581 11 Linköping, Sweden  
mirtho@foi.se

## **Abstract**

Properly trained and instructed observers have an important role in training. They can provide information about key events, critical decisions and the consequences of actions taken by participants during a training event. Their contributions are invaluable for evaluating operational performance in relation to the training goals. However, economic restrictions in training budgets limit the number of professional observers affordable. Instead training organizations increasingly have to rely on outside and untrained personnel to perform observation tasks. In this paper we address the problem of training novice observers to carry out observation tasks in team and taskforce training in both live and virtual settings. We examine the skills required for various tasks and explore ways of designing corresponding training programs. As a minimum such a program has to cover the purpose of the activity to be observed, the process and required focus of the observations, the tools and procedures to be used, and the expected results. We illustrate our approach with examples of how we trained novice observers in taskforce exercises in response to simulated mass-casualty incidents.

## **Introduction**

Observation plays an important role in training. In traditional live exercises, an instructor monitors the performance of the trainees as they perform their tasks. Drawing from his experience of the domain and his skills of observation he notices deviations from expected procedures, strengths, and shortcomings to form a basis for feedback and further training. After the exercise the instructor provides a critique of the trainees' performance and suggests directions for further improvements. However, the rapid development of technological training and decision aids and the corresponding changes in training methods and operational procedures are about to change this picture.

The success of the individual instructor depends on his or her ability to see what is essential in a training situation and spot what is exceptional. In distributed environments—even with a high degree of technical support—no individual can see the whole scenario develop. Separate accounts of the course of events of the exercise may be corroborative and complementary, but can at times be inconsistent. As a result the view of the exercise becomes fragmented and uncertain. Training in virtual environments leads to additional difficulties when it comes to observing individual and team activities (Gerlock & Meliza, 1999). To overcome these problems, methods and tools for reconstruction and exploration of distributed operations have been developed and used to support training in various domains (Jenvald, 1999; Morin, Jenvald, & Thorstenson, 2000; Crissey, Morin, & Jenvald, 2001). Also, the form and contents of the feedback from the exercise have changed from one-way communication from instructor to trainees to exploration-style group discussions on strengths, shortcomings, and improvements in the setting of an after-action review (Pearson & Smith, 1986; Raths, 1987; Lederman, 1992; Rankin, Gentner, & Crissey, 1995). Unfortunately, as the need for more observers increases to cover distributed exercises, the requirements for the instructors, at the same time, become higher to master new technology and adopt new styles of teaching (Gentner, Cameron, & Crissey, 1997). One way to prevent a threatening shortage of instructors is to rely on non-professional observers for some observation tasks.

This paper investigates the use of novice observers in live and virtual simulation exercises. (See Ferguson, Plamondon, Coffman, Dumanoir, Garrity, Simons, Kraus, and Reece (1999) for a comprehensive definition of various types of simulation exercises.) In our terminology an observer may be labeled novice for three reasons: (1) limited domain knowledge; (2) lack of experience of the training environment; and (3) insufficient training for the observation task. We explore how novice observers perform in simulation exercises and use our findings as a basis for a discussion on how to instruct and train novice observers.

The next section provides some basic notions of observation in training. Then follows a section that elaborates on novice observers in training as an introduction for a survey of three application examples, presented in separate sections. A discussion on the implications for training the observers and our conclusions finish the paper.

## **Observation in Training**

Observation is a direct form of knowledge elicitation commonly used to learn about expert and team behavior and to identify important domain concepts in a variety of settings (Hoffman, 1987; Langan-Fox, Code, & Langfield-Smith, 2000; Cooke, Salas, Cannon-Bowers, & Stout, 2000). In training, the goal of observation is to obtain information about the performance of people in the training event as a basis for providing feedback to trainees after the event has been completed. Despite of this difference in goals, many of the methods developed for knowledge elicitation are applicable in a training situation. Moreover, we assume that observation in training situations is but one means of collecting data from a training event. Integrating data from multiple sources allows us to build behavioral protocols (Woods, 1993) as a basis for reconstructing the course of events of a simulation exercise. Behavioral protocols can be represented graphically in the form of mission histories (Morin et al., 2000) and visualized in the MIND tool (Morin, 2001) to support exploration of past exercises.

Cooke (1994) defines three types of observation that are of particular interest for observations in training:

- *Participant observation*: Participants in the exercise are assigned the additional task of observation.

- *Focused observation*: The observer's attention is directed to only a small portion of the scenario, for example the whereabouts and activities of a particular team.
- *Structured observation*: The type of observations to make and the format of those observations are predetermined.

The use of novice observers presupposes that the observation task can be focused on a limited number of phenomena that can be sufficiently well defined. Furthermore, the use of structured observation can help the novice observer focus on the relevant aspects of dynamically evolving situations. Thorstensson (1997) discussed the use of structured reports to direct observers in simulation exercises. The advantage of participant observation is that many observers contribute to the data collection process. However, there is a risk that the observation task increases the workload and interferes with the primary task. Therefore, participant observation is rarely an option in training except for specific tasks, where the workload of the primary task is very low.

### **Novice Observers**

Who is a novice observer? In the rest of this paper we shall use the term to refer to a person who lacks experience in a particular observation task to be carried out in a specific environment and work domain. In other words, knowledgeable and skilled persons working in well-known environments may still be considered 'novice' if they are assigned unfamiliar observation tasks. Similarly, a trained observer transferred to an unfamiliar environment may encounter great difficulties and, therefore, is a 'novice observer' in that situation. What is important to the definition is the observer's limited experience in the particular domain, environment, or task.

To elaborate this concept and provide examples that cover these aspects, we shall examine three instances of the use of novice observers. First, we investigate how extras can observe their own treatment and handling by means of participatory observation in mass-casualty and refugee relief operations. This case exemplifies a situation where the observers are considered 'novice' because they have limited domain knowledge and lack experience from observation tasks.

Second, we study the use of observer/controllers in live simulation exercises. In this scenario, skilled officers with ample domain experience are assigned an unfamiliar task in a familiar exercise setting. Third, we examine the role of observers in virtual simulations. In such environments, observation tasks may be both facilitated and hampered by technological features. Therefore this case illustrates a situation where the observers may understand both the domain and the observation needs, but where the environment is unfamiliar.

### **Participatory Observation**

Participants in live simulation exercises can provide valuable information about circumstances that are difficult to capture using other means of data collection. However, a major drawback of participatory observation is the risk for interference with ordinary tasks by raising the workload. One example where participatory observation has been successful is in monitoring chains of attendance where extras were used as casualties or refugees. To illustrate this point we are going to survey three live exercises:

- *Alvesta*: interagency response to a chemical incident.
- *Karlshamn*: military–civilian refugee relief in a peacekeeping operation.
- *Stockholm*: interagency response to a subterranean train derailment in the Stockholm underground system.

In these exercises participatory observation was used to document the flow of people in various chains of attendance. One characteristic of these chains is that people are moved or instructed to move by an external authority such as a rescue force or a peacekeeping organization. In the chain of attendance various types of processing take place. For example, rescue personnel give first aid, police officers register casualties, and Red Cross officials admit refugees to a refugee camp. Both the flow of people and the processing are important indicators of the efficiency of the operation.

### **Timed Checkpoint Method**

In the three live exercises we used the *Timed Checkpoint* (TCP) method (Thorstensson, Morin, & Jenvald, 1999) to monitor flow and processing from the point of view of the individual persons.

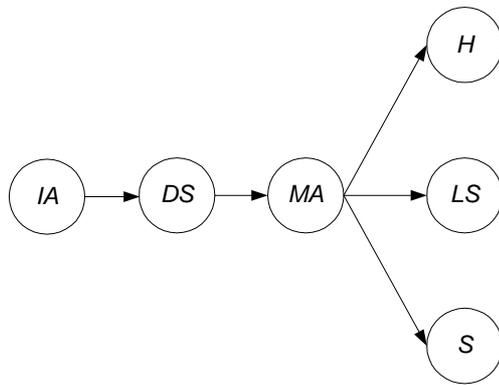


Figure 1: The different checkpoints in the Alvesta exercise. Legend: IA: Incident Area, DS: Decontamination Station, MA: Medical Aid Station, H: Hospital, LS: Local Surgery, S: School. The field exercise covered the sequence from the incident area to the final transportation to hospitals, local surgeries and schools. The photograph shows a victim on a stretcher that has just arrived at the decontamination station. Photographer: Johan Jenvald.

In this implementation of the TCP method each individual in the flow acts as an observer of his or her own treatment. Thus, each extra, acting as a casualty or a refugee, was assigned the task to register when they arrived at various predefined stages in the chain of attendance.

The essence of the TCP method is to define an appropriate *set of checkpoints*. The set of checkpoints is determined from the actual structure of the chain of attention. Sometimes this chain is linear, but often it contains branches and parallel lines of treatment. The number of processing stations in each branch may differ depending on the type of incident. For example, a chemical incident may require a decontamination station. At each checkpoint the observer writes down the time of arrival on a personal registration card. Additional information regarding the status of the person and a record of processing can also be added. Examples of such information include:

- *ID*: an identifier for the specific extra used to keep track of the individual. Additional registrations, for instance medical treatment administered, can be added using this identifier as a common reference.
- *Name*: the true identity of the extra.
- *Type of injury* (when applicable)
- *Comments*: additional comments made by rescue personnel or external observers.

The time stamps relating to one individual define a timeline that describes the treatment of that individual. Timelines can be used both to compare the fate of different

individuals and to analyze the flow of casualties through the chain of medical attendance. To facilitate this analysis, timelines can be visualized in a software tool such as MIND (Morin, 2001) together with information about the overall course of events of the exercise.

#### **The Alvesta Exercise**

The Alvesta exercise was based on a chemical incident scenario where 49 victims in the incident area needed first aid, decontamination, and advanced medical treatment. The extras were all located in the incident area at the time for the chemical incident. The emergency response involved the coordination of rescue forces, medical resources and police forces. An additional complexity was the need to deal with a contaminated area and the risks connected with movements in and out of this area. Both victims and rescue personnel required decontamination after leaving the incident area. The extras, acting as casualties, received one hour of instruction the night before the exercise.

#### **The Karlshamn Exercise**

The Karlshamn exercise included a refugee scenario where 346 refugees of different ages and in various physical conditions were forced to leave their present residential location because of an external military threat. The refugees found a temporary haven in the Red Cross refugee camp, protected and supported with medical resources by UN peacekeeping forces (Units from the Swedish Amphibious Corps and the Swedish Navy).

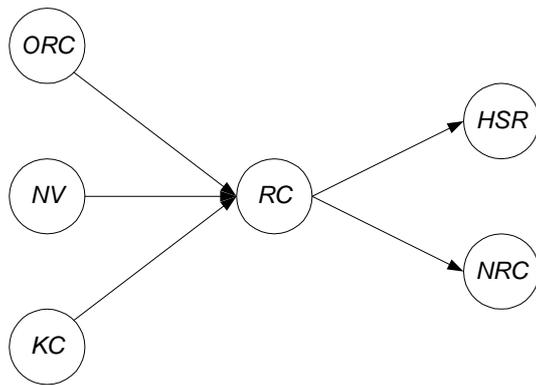


Figure 2: The different checkpoints in the Karlshamn exercise. Legend: ORC: Other Refugee Camps, NV: Nearby Villages, KC: Karlshamn City, RC: Red Cross Refugee Camp, HSR: Hospital in a Safe Region, NRC: New Refugee Camp in a safe region. The field exercise covered the sequence from initial locations for the refugees in the community to the second refugee camp in the safe region. The photograph shows a victim on a stretcher that is being prepared for helicopter transportation to a hospital in the safe region. Photographer: Magnus Morin.

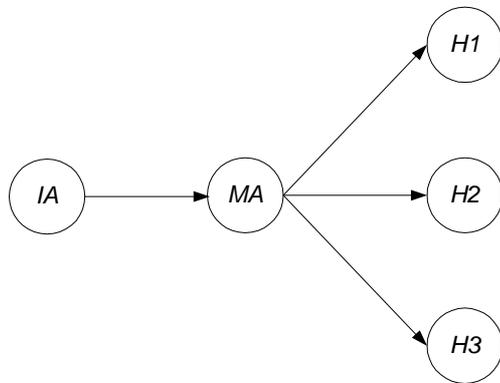


Figure 3: The different checkpoints in the Stockholm exercise. Legend: IA: Incident area (the derailed train), MA: Medical Aid Station, H1-H3: Emergency Hospitals. This field exercise covered the sequence from the derailment of the subway train to the treatment of the casualties at the three hospitals. Also the police registrations of the victims were monitored. The photograph shows a victim that receives medical treatment from a paramedic in the tunnel prior to further transportation to a hospital. Photographer: Johan Jenvald.

As the military pressure increased in the area where the refugee camp was located, the Red Cross commander of the refugee camp decided to start evacuating the camp with support from the UN peacekeeping forces. Using a combination of helicopters and two large naval ships, the UN force transported the refugees to another camp in a safe region. The extras, acting as refugees, received ten minutes of instructions in groups of 50 to 80 people immediately before they entered the exercise.

### The Stockholm Exercise

The Stockholm exercise involved a scenario with the derailment of a subway train. 79 people with various injuries needed immediate aid after the incident.

The responding force had to manage different levels of medical aid simultaneously at several locations in the subway tunnel system. First aid was given to victims in and around the derailed train in the tunnel. Some victims got caught in the wreck of the train and needed help from the rescue force to be freed. Others needed immediate advanced medical care from physicians and paramedics in the medical teams. The responders also had to manage physically uninjured people in shock who started to walk around in different parts of the tunnel system. The police were responsible for registration of the victims and also for securing evidence for the impending criminal investigation of the train derailment.

Table 1: Prerequisites and outcome of participant observation in three exercises

Exercise	Scenario	Type of extras	Anonymous	Training (minutes)	Extras (n)	Cards completed (n)	Cards completed (%)
Alvesta	Chemical incident	Conscripts	No	60	49	49	100,0
Karlshamn	Refugee evacuation	High school students and senior citizens	Yes	10	346	285	82,4
Stockholm	Underground train derailment	Students from nursing school	Yes	5 - 20	79	52	65,8

The extras consisted of several groups of students from a nursing school who had received 15 minutes of classroom instruction about one week before the exercise. Due to a misunderstanding, one such group received no instruction previous to the exercise and only received the short briefing that was intended as memory refreshment for the observers and extras on the actual exercise morning.

### Findings

The three field exercises described above and in Table 1 have different characteristics. The quality of observations is also quite different. The observers in the Alvesta field exercise completed all cards correctly. This observer population consisted of a homogenous group of conscripts undergoing their training to become military team leaders. Their names were noted on the registration cards during the one-hour observer training the night before the exercise. The observers were also listed together with the unique identification number on each registration card, a fact that could have made them more motivated to fulfill their observation assignment. The degree of control in this case was high and the extras were highly motivated, which was illustrated by the fact that they simulated their wounds and injuries in a realistic manner during the whole exercise. The checkpoints in the Alvesta field exercise were distinct and easy for the extras to recognize visually. The registration card had a clear and straightforward design.

In the Karlshamn exercise a mix of high school students and voluntary senior citizens were used as extras acting as refugees. The mix of young and elderly people fleeing from a military conflict area was regarded as realistic for the scenario. However, it was not possible to train these extras in advance of the exercise. Instead, the extras were assembled on the morning of the exercise to conduct a 30-minute briefing of the scenario and the exercise. Only 10 minutes of this time could be used for

observation instructions. The registration card used in the Karlshamn exercise was slightly more complex and included alternative means of transportation (ground, sea, and air transportation). The control was weak and no names were registered on the observation cards. The checkpoints were distinct and easy to identify.

In the exercise in Stockholm we had a highly qualified group of extras acting as casualties. However, the percentage of cards completed was low (65,8%). One explanation is the fact that some of the observers only received brief observation instructions immediately before the exercise. In addition the complexity of the registration card was high and required the observers not only to record the time when they arrived at the checkpoints, but also to record their medical status throughout the exercise. Also, the extras were placed at different initial locations, despite the fact that they used the same registration card, which included all checkpoints in the chain of medical attendance. This complexity may have caused some confusion.

Based on the findings of these three field exercises, we conjecture that the following factors affect observation quality:

- Length and quality of observer training.
- Tabletop observation rehearsal for the observers.
- Level of control (name versus anonymous).
- Complexity of the process monitored and possibility to visually recognize the checkpoints.
- Complexity of the registration card.

However, more research is required in this area to establish the relative importance of these factors in various domains, environments, and scenarios.

## **Observers in Live Simulations**

In traditional live military exercises direct observation, performed by highly trained instructors assigned to the various units, is usually the only means of data collection. The data collected are never given an explicit external representation. The result of the observations is provided as immediate feedback and is delivered to the trainees by the instructor. In other words, the instructor is the sole means of collecting, processing, and presenting information from the training event. The quality of instruction relies on the instructor's domain knowledge, observation skills, motivation, and professional training.

Force-on-force battle training is by its very nature a vastly distributed activity. Vehicles and soldiers are scattered across the battlefield. Units engage in battle either purposefully or by coincidence. The key to successful training and evaluation under these conditions is the ability to compile data and, subsequently, present a coherent picture of the course of events on the battleground. The overall training philosophy of instrumented force-on-force battle training is to create a training situation that is as realistic as possible. The use of an opposing force is one of the components to achieve realism in the training situation. The goal is that both the trained commander with his taskforce and the opposing force shall be given freedom of action within their given tasks.

One of the differences between the use of trained observers in traditional exercises and in instrumented live simulations is the focus of attention. In traditional exercises the main feedback is given to each individual unit in the training situation immediately after a specific incident, whereas the goal in instrumented training is to provide the big picture for the trained taskforce, and particularly the leaders, during the after-action review. In the latter case, the observers do not interfere with the trainees during the exercise, but document the activities and report to the common observer network. These observations complement the data collected automatically by the instrumentation system.

During the development of the Swedish Combat Training Center (Morin et al., 1998) we recognized the need to train the trainers before they entered the role as observers in the new training environment of instrumented force-on-force battle training. This observation is consistent with the findings of Gentner, Cameron and Crissey (1997) who developed the Observer/Controller–Task/Skill–Matrix in the effort to increase the understanding of

new observer requirements in simulation training. They also identified the following skills, among others, as crucial for observers acting in simulation exercises:

- Applying the experimental learning cycle and the discovery learning process (freedom of action in the training situation)
- Making behavioral observations and linking these observations to training objectives and doctrine
- Asking questions to promote thinking, learning, and transfer of learning
- Leading guided, interactive discussions
- Developing a structured after-action review approach
- Using the automated authoring tools and data collection processes for the simulation environment being used

We certainly agree with the conclusions of Gentner, Cameron and Crissey (1997) that the effective use of simulation training devices to conduct meaningful exercises requires a “total system” perspective. This approach is heavily dependent of the quality of manual observations to capture and transfer information that cannot be recorded by automated means. Additionally, the observer has to be able to give feedback in new ways dictated by the pedagogical style adopted in after-action reviews. To achieve these goals it is certainly necessary to “train the trainers” (Gentner et al., 1997; Jenvald, 1999).

## **Observers in Virtual Simulations**

Virtual simulations make it possible to carry out training for infrequent events, to cover more cases in shorter time, and to focus training on critical aspects by eliminating time-consuming but non-productive elements in the training situation (Means, Salas, Crandall & Jacobs, 1993). Flin (1996) emphasized the role of feedback in simulation-based training as a means of increasing self-awareness and improving leadership skills in commanding officers. Although most virtual simulations are controlled from a central information source that allows a “one over the world” visual and audio picture of the battlefield actions from a seat in front of a screen or console, there is still a need for observers that complement this picture and help focusing the feedback on the most critical topics.

As virtually all data generated during the exercise are available for replay, virtual military simulations in the past have allowed a single (and usually professional) observer to

operate from a fairly stationary point of view. With the advent of combined arms training—that is, multiple units or a taskforce with multiple missions but one common training goal—virtual simulations are still observable from the single seat. However, because of the multiple missions, more observers are required to watch and record the performance of the various units.

One problem facing observers in virtual simulations is the existence of several separate flows of data that are essential for the analysis (Gerlock & Meliza, 1999):

- The digital data flow in the command and control system
- The flow of simulation data from the training environment
- The flow of observer/controller data
- The flow of testing data from various systems

Also, Gerlock and Meliza (1999) point out that the interfaces between these systems and flows are still immature, which makes it hard to monitor them together and form a coherent picture of the situation.

Another problem is that not all data are included in these flows. Although much communication takes place on technical channels that can be monitored and recorded, there is still a large amount of person-to-person communication. Staff training in particular requires observers to monitor the interaction of several persons (Fowlkes, Dwyer, Milham, Burns & Pierce, 1999) often in cramped spaces with difficult hearing conditions, such as a command vehicle.

The workload for a single observer, whether in a single-unit–single-mission mode or taskforce multi-mission mode, is extensive. Most virtual simulations provide the capability to completely replay an entire exercise or any portion upon command. Because of the plethora of information available, it is also important for any virtual environment observer to continually sort through the data for the critical points of interest to be made known during the after-action review. Otherwise, there is the danger of providing too much data, thus lessening the value of the critical teaching points. Therefore, the specific intent of the exercise is crucial and specific criteria must be made known to the observer before the exercise: “What information am I to collect?”; “What are the critical tasks that are to be performed?” ; “What is the planned sequence of events?” ; “What is the intent of the exercise and what is the intent of the commander?”; “Are there certain performance

measures that must be met in order to meet standards for success?”; and “Is the specific timing (hour and minute, or sequence) important to note?”. All of the answers to these questions must be made clear prior to the exercise so that the observer may provide the best information during the evaluation process.

### **Implications for Training**

Observation is one of the most flexible methods for collecting information from a complex training situation. However, this flexibility also leads to a number of problems. A general problem in direct observation is that different experts in the same domain seldom have the same conception of what details in the observed situation are important to report and how this report should be expressed. Additionally, there is an integration problem regarding how information from observers should be integrated with structured data collected automatically from different technical systems.

The challenge for manual observations is how to provide methods and tools to generate observations of high quality and in this way fully take advantage of this exclusive resource for data collection. The following features characterize the quality of the manual observations in computer-supported taskforce training:

- Relevance in the observation with respect to the training scenario.
- Completeness of the observation with respect to timestamp, position, activity and unit involved.
- The time-span between the timestamp for an observation and the time a complete structured report enters the monitoring system in the training information center.
- Report frequency, especially when covering the activities of a unit without an automated data collection system.
- A point of contact for the observers if they have questions about their task or about the exercise.

Among the most important factors when using observers are their instructions and training prior to the event. (Gentner et al., 1997). We have found that formal training with both oral and written instructions in combination with practical examples and test observations during a number of small training scenarios is the most effective way to acquire high-quality observation reports (Thorstensson, 1997; Morin et al., 1998).

Table 2: Type and amount of instructions to observers participating in a live field exercise.

Instructions	Description	Comment
No instructions	No instructions are given to the observers.	The use of the recorded reports will be very limited.
Textual instructions	Textual instructions are handed out before the exercise. The written instructions support the observer during the exercise.	Even the most informative instruction must be read to be useful. The method of using written instructions lacks the ability to motivate the observers.
Oral and textual instructions	Prior to the exercise the trainers give lessons in how to make observations during the exercise. Additional training is given on support tools and equipment.	With a well-prepared lesson, the observer skill and motivation can be increased. However, it is still difficult for the trainers to identify observers who are unfamiliar with the method or new equipment.
Oral and textual instructions with examples and test observations	In addition to the formal education of the observers, a small-scale trial mission is performed with the opportunity for the observers to try methods and equipment.	Our experience from computer-supported taskforce training is that formal education in combination with a trial session with data collection is the best way to educate, motivate and encourage observers in taskforce-training exercises.

Table 3: Different support tools that can be used by the observers of a live exercise.

Support tool	Description
No support	The observer makes observations, takes notes and reports to the training command.
Structured report card	The observer makes observations, takes notes according to the structured report card and reports to the training command.
Computer-supported structured report tool	The observer makes observations, types the reports directly into the computerized structured report tool. The tool can automatically provide compulsory information such as time and geographical position, leaving more time for the observer to classify and describe the actual observed event.

Jenvald (1999) investigated observer training for live simulations both in the military and emergency response domains. The results from this study are summarized in Table 2, which describes the relation between different levels of instruction and anticipated output.

Another necessary condition for data collection through manual observations is that the behaviors and conditions observed can be documented while the facts are still fresh in the observer's mind. It is highly desirable that these operations be performed at the time of the observation. If observation reports are to be used in computer-compiled presentations, it is necessary to classify and structure the data from observations. This classification can be greatly supported by the use of structured report forms (Thorstensson, 1997). Also, such forms can help the observers to focus on the most essential conditions and behaviors.

Table 3 outlines different support tools and how they can support the observer during the exercise. To further improve the handling of the reports and to support error control of information recorded, it is possible

to use a computerized version of the structured report forms (Thorstensson, 1997). This type of report tool also makes it possible to transmit the recorded observations through a data communication link enabling the exchange of reports between observers and also enabling faster processing of observation reports by the training command (Jenvald, 1999).

## **Conclusion**

Training of observers is an investment that pays off many times in feedback quality. With the type of structure as detailed above in place, mistakes in observation recording tend to be limited. Standardization of data required on the forms allows a wider range of acceptable observer personnel, since novice personnel are not usually required to interpret the data, merely record it in a standard way. The use of unambiguous entries such as time and location in relation to specific events (*What*, *Where* and *When*) allow even novice observers to be credible observers. They can be drawn from multiple agencies and areas regardless of skill-level and experience. A further benefit should be

that of much higher (and error-free) data response.

A training period for observers is absolutely essential prior to any actual exercise. The training package used should contain information that will make clear to the observers the purpose of the exercise (*Why* is this exercise being conducted?). Their importance to the total exercise as observers should be stressed (*Who* is participating and in what capacity?). The data to be captured and collected should be explained (*What* data and observations are required?). Data collection specifics should be made clear, (*When* should observations be noted, and *where* will that information be collected and by *whom*?). Motivation of participants especially in their role as novice observers is an area that needs further research. Additional motivational aids may have to be applied. However, pre-knowledge of the bigger picture should allow most participants to realise their own importance to the success of the exercise.

## References

- Cooke, N.J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 801–849.
- Cooke, N.J., Salas, E., Cannon-Bowers, J.A., & Stout, R.J. (2000). Measuring team knowledge. *Human Factors*, 42(1), 151–173.
- Crissey, M.J., Morin, M., and Jenvald, J. (2001). Computer-supported emergency response training: Observations from a field exercise. In *Proceedings of the 12th International Training and Education Conference, ITEC'2001*, Lille, France.
- Ferguson, R., Plamondon, B., Coffman, T., Dumanoir, P., Garrity, P., Simons, R., Kraus, M., and Reece, D. (1999). The squad synthetic environment - A new virtual simulation facility for dismounted infantry. In *Proceedings of the 1999 Interservice / Industry Training, Simulation and Education Conference*, pp. 608–616, Orlando, Florida.
- Flin, R. (1996). *Sitting in the hot seat: Leaders and teams for critical incident management*. Chichester: Wiley.
- Fowlkes, J.E., Dwyer, D.J., Milham, L.M., Burns, J.J., & Pierce, L.G. (1999). Team skills assessment: A test and evaluation component for merging weapon systems. In *Proceedings of the 1999 Interservice / Industry Training, Simulation and Education Conference*, pp. 994–1004, Orlando, Florida.
- Gentner, F.C., Cameron, J.A., and Crissey, M.J. (1997). Essential training needs and resources for simulation observer/controllers. In *Proceedings of the 19th Interservice / Industry Training Systems and Education Conference*, pp. 118–129, Orlando, Florida.
- Gerlock, D.L., and Meliza, L.L. (1999). Supporting exercise control and feedback in the digital domain for virtual simulations. *Proceedings of the 1999 Interservice / Industry Training, Simulation and Education Conference*, pp. 407–417, Orlando, Florida.
- Hoffman, R. R. (1987). The problem of extracting the knowledge of experts from the perspective of experimental psychology. *AI Magazine*, 8, 53–67.
- Jenvald, J., Rejnus, L., Morin, M., and Thorstensson, M. (1998). *Computer-supported Assessment of Emergency Planning for Rescue Operations*. User report. FOA-R--98-00910-505--SE, Defence Research Establishment, Linköping, Sweden.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, ISBN 91-7219-547-9, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Langan-Fox, J., Code, S., and Langfield-Smith, K. (2000). Team mental models: Techniques, methods, and analytic approaches. *Human Factors*, 42(2), 242–271.
- Lederman, L. C. (1992). Debriefing: toward a systematic assessment of theory and practice. *Simulation & Gaming*, 23(2), 145–160.
- Means, B., Salas, E., Crandall, B., and Jacobs, T.O. (1993). Training decision makers for the real world. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 306–326). Norwood, New Jersey: Ablex.
- Morin, M. (2001). MIND—Methods and tools for visualization of rescue operations. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference (TIEMS 2001)*. June 19-22, Oslo, Norway.
- Morin, M., Jenvald, J., and Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization

- of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3–27.
- Morin, M., Jenvald, J., and Worm, A. (1998a). Training emergency management and response: Creating the big picture. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Fifth Annual Conference, TIEMS '98*, pp. 553–561, Washington DC, USA.
- Morin, M., Jenvald, J., Worm, A., and Thorstensson, M. (1998b). Instrumented force-on-force battle training in Sweden: Lessons learned during the first five years. In *Proceedings of the 9th International Training and Education Conference, ITEC'98*, pp. 30–43, Lausanne, Switzerland.
- Pearson, M., and Smith, D. (1986). Debriefing in experience-based learning. *Simulations/Games for Learning*, 16(4), 155–172.
- Rankin, W.J., Gentner, F.C., and Crissey, M.J. (1995). After action review and debriefing methods: Technique and technology. In *Proceedings of the 17th Interservice / Industry Training Systems and Education Conference*, pp. 252–261, Albuquerque, New Mexico, USA.
- Raths, J. (1987). Enhancing understanding through debriefing. *Educational Leadership*, 45(2), 24–27.
- Taylor, C.R. and Gentner, F.C. (1999). *After Action Review (AAR) Take-Home Package (THP) Evaluation (Volume 1)*, Search and Summary Report UDRI-TR-99-00006A, University of Dayton Research Institute, Dayton OH
- Thorstensson, M. (1997) *Structured Reports for Manual Observations in Team Training*. MSc Thesis, LiTH-IDA-Ex-97/64, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999). Monitoring and visualisation support for management of medical resources in mass-casualty incidents. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Sixth Annual Conference, TIEMS '99*, pp. 179–188, Delft, The Netherlands.
- Woods, D.D. (1993). Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory. In G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood, & C.E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods* (pp. 228–251). Norwood, New Jersey: Ablex.

## **About the Authors**

Dr. Johan Jenvald (Lieutenant Colonel) is Head of the Modeling and Simulation Section at the Swedish Armed Forces Headquarters. He is also a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Agency. His research interests include modeling and simulation, especially methods and tools for computer supported training. Dr. Jenvald holds a PhD in Computer Science from Linköping University. Dr Jenvald is a fellow of the Royal Swedish Society of Naval Sciences and of the Swedish Defence Science Society.

Dr. Mona J. Crissey is Project Director, Utility Helicopter Programs for Program Manager Air and Command Tactical Trainers (PM ACTT) at STRICOM. Dr Crissey is currently responsible for the program to upgrade UH-60 helicopter simulators for the US Army. Dr. Crissey holds an EdD in Education from the University of Alabama, an MA from University of Kentucky and a BS from SUNY Cortland.

Magnus Morin (Captain, Naval Forces Res.) is a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Establishment. His research responsibilities include methods and tools for modeling and visualization of taskforce operations. His interests also include simulation systems, software architectures and software engineering. Mr. Morin holds an MSc in Electrical Engineering from Linköping University. He is a PhD candidate at Linköping University.

Mirko Thorstensson (Lieutenant, Army Res.) is a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Establishment, where he is responsible for structured reports for manual observations. His research interests include knowledge acquisition, human data collection, structured reports, simulation and registration systems. Mr Thorstensson holds an MSc in Mechanical Engineering from Linköping University and is currently a PhD candidate at Linköping University.



## A Study of First Responder's Use of Digital Cameras for Documenting Rescue Operations for Debriefing and Analysis

Magnus Morin, Johan Jenvald, Anders Nygren,  
Markus Axelsson, Mirko Thorstensson

*Proceedings of The International Emergency Management Society's Tenth Annual Conference (TIEMS 2003),*  
s. 221–230, 3–6 juni, 2003, Sophia Antipolis, Frankrike.

Särtryck: FOI-S--0904--SE  
2003



# **A study of first responders' use of digital cameras for documenting rescue operations for debriefing and analysis**

Magnus Morin<sup>1</sup>, Johan Jenvald<sup>1</sup>, Anders Nygren<sup>2</sup>,  
Markus Axelsson<sup>1</sup>, Mirko Thorstensson<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Visuell Systemteknik i Linköping AB*

<sup>2</sup> *Linköping Fire Department*

<sup>3</sup> *Swedish Defence Research Agency*

**Keywords:** rescue operations; first responders; digital photographs; documentation; debriefing; analysis.

## **Abstract**

Incident commanders at the Linköping Fire Department in Sweden used digital cameras to document rescue operations for 15 months. They shared the photographs with their colleagues and managers through a database on the local network of the main fire station. We describe the hardware and software used and present initial results regarding their use for documenting and analyzing rescue operations. We also give a specific example of how responders used digital photographs to reconstruct the course of events of a major fire in a factory building and how the resulting time line facilitated the analysis of the incident.

## **Introduction**

Learning from experience is essential for developing professional proficiency. However, just experiencing is not sufficient for learning to take place. On the contrary, learning from experience requires a conscious effort from the learner to reflect on the actions performed and their results. This reflection often requires the aid both by artifacts to facilitate cognition and by interaction with other people. The purpose of reflection is to structure the experience, to make sense of it, and to draw conclusions for further development and improvement. A major problem in the reflective analysis of past operations is to establish the sequence of significant events. Reconstructing timelines of operations is crucial, yet surprisingly difficult.

Most efforts to promote reflection in experienced-based learning have been directed toward training settings. However, there is a great need to incorporate support for analyzing real operations and disseminating the lessons learned. In 2001, the Swedish Defence Research Agency initiated a research project together with the Swedish Rescue Services Agency and the Linköping Fire Department with the goal to help responders in the rescue community to systematically learn from real operations (Jenvald, Johansson, Nygren & Palmgren, 2001). To this end, the project team developed methods and tools for reconstructing rescue operations and customized them for use by first responders in real operations. Thorstensson (2002) described how methods developed for training support could be adapted and applied in an operational setting. This paper presents initial results from this transition. Specifically, we investigate how first responders at the Linköping Fire Department used digital cameras to document and analyze rescue operations during 15 months in 2002 and 2003.

---

<sup>1</sup>Visuell Systemteknik i Linköping AB, Storskiftesgatan 21, SE-583 34 Linköping, Sweden, {magnus, johan, markus}@vsl.se

<sup>2</sup> Linköping Fire Department, P.O. Box 1255, SE-581 12 Linköping, Sweden, anders.nygren@rtj.linkoping.se

<sup>3</sup> Swedish Defence Research Agency, P.O. Box 1165, SE-581 11 Linköping, Sweden, mirtho@foi.se

The paper is organized in the following way. The next section provides the theoretical foundation for this study. Then follow two sections that describe the methods used in the investigation and present the key findings, respectively. A discussion of the findings and our conclusions complete the paper.

## **Theory**

Participants in complex, dynamic situations are thrown into action with limited possibility to step back and reflect on actions as the situation unfolds (Winograd & Flores, 1986). After the action, on the other hand, it is essential that they reflect on the experience as a basis for further development. Kolb (1984) emphasized the combination of concrete here-and-now experience with the use of feedback to change practices and theories. Checkland and Scholes (1990) provided a similar account of the interplay between purposeful action in the world, experience, and experience-based knowledge. Norman (1993) noted that reflection on performance makes it possible to better know what to change and what to keep. Effective processing requires accurate feedback on the actions taken, which is often a problem in dynamic and distributed environments, such as rescue operations, where the actor may not see the effects of his or her actions (Hoffman, Crandall & Shadbolt, 1998) and where the environment may change state spontaneously, without deliberate intervention (Wærn, 1998).

Debriefing provides an opportunity to engage in structured reflection on an experience in order to modify behavior based on that experience (Pearson & Smith, 1986; Raths, 1987; Lederman, 1992). In training, debriefing is commonly referred to as after-action review (Hoare, 1996). To provide effective feedback, methods and tools to present representations of operations have been developed and used to support after-action reviews in military settings (Morrison & Meliza, 1999) as well as in emergency management and response (Slepow, Petty & Kincaid, 1997; Jenvald, 1999). Morin and his colleagues (Morin, Jenvald & Thorstensson, 2000) described how models of rescue operations built from multiple sources of data could support analysis and feedback. Applications of this method include training for chemical incidents (Morin, Jenvald & Worm, 1998; Crissey, Morin & Jenvald, 2001) and underground accidents (Thorstensson, Björneberg, Tingland & Tirmén Carelius, 2001), as well as real operations (Morin, 2002). Specifically, it has been used to investigate communication in the command and control of rescue operations (Thorstensson, Axelsson, Morin & Jenvald, 2001; Albinsson & Morin, 2002).

Thorstensson (2002) argued that methods and tools from the training domain could be adapted and applied to live operations. He further pointed out the need to use automatic procedures, whenever possible, in order not to divert the attention of the rescue personnel from their primary task. Nevertheless, observations made by the rescue crew in the course of the operation can provide information crucial for performance feedback and analysis. It is essential to incorporate dedicated observation procedures, but to do it in an unobtrusive manner.

## **Method**

We investigated the use of digital cameras at the Linköping Fire Department in Sweden during 449 days in 2002 and 2003. Linköping municipality (population: 130,000) has one main fire station with three fire-rescue units and six satellite stations with one fire-rescue unit each. A fire-rescue unit typically consists of a unit leader with two to six firefighters and one or two fire trucks. In addition, there is always an operations officer and a station officer on call and a senior officer on duty (see Table 1). In the Swedish incident command system there is always an incident commander regardless of the size of the responding rescue force. In a one-unit operation, the unit leader becomes incident commander. When more than one unit is involved, the operations officer typically assumes this role. In large operations, the senior officer on duty takes command. The standard response to an alarm in the case of a suspected fire is two units commanded by the operations officer.

Table 1: Personnel categories and operational roles at Linköping Fire Department

Category	Operational role
Senior officer	Responds to and assumes command of incidents that require several units, take a long time, or are otherwise complex or unusual. He drives a command vehicle with room for a small field command post.
Operations officer	Responds to alarms that require more than one unit, travels in his own command vehicle (ahead of the fire trucks), and is incident commander
Station officer	Heads the command center at the main fire station, receives alarms, and organizes the responding force depending on the type of incident
Unit leader	Leads a fire-rescue unit and is incident commander in one-unit response
Firefighter	Is a first responder in a fire-rescue unit

For the study, we equipped the command vehicle of the operations officer on call with a digital camera that included a clock. We also developed the PIX software to upload digital photographs from the camera to a picture server in the local network at the main fire station. We used the Canon Digital Ixus V camera and developed an interface to PIX using the software development kit for that camera series. The PIX server organizes the photographs according to their associated timestamp and maintains information about the incident and the photographer. It also includes annotations provided by the photographer. Using the PIX client program, the personnel at the fire station can connect to the server and watch the photographs from a particular incident. It is also possible to copy pictures to standard formats and programs. The 13 operations officers at Linköping Fire Department received two hours of training on how to operate the cameras and the software. However, they did not get any specific instructions on when to take pictures or what subjects to choose. The study includes data collected between January 16, 2002 and April 9, 2003.

To find out how the operations officers used the camera to document incidents, we examined the picture database in the PIX server. We cross-referenced the picture data with excerpts from the log of all operations, kept in the command center at the main fire station, to establish a classification of the incidents and to link the picture data to the type of incident. The log lists all alarms chronologically with information about the type of incident, the location, the type of object, and the incident commander.

In the second part of the study, we classified all photographs in the database according to their subjects. The categories used were (a) rescue activities, (b) dynamic situation, (c) cause of incident, (d) damage, (e) environment of damage, and (f) other. The class for rescue activities includes all pictures capturing fire trucks, equipment, and firefighters. The dynamic situation class covers snapshots of the incident scene that captures the development of the dynamic situation. Photographs classified as cause of incident typically show a detail from the incident scene and have annotations that indicate a hypothetical cause of the incident. The damage class comprises pictures that show the consequences of an incident. Photographs classified as environment of damage provide additional information about the place where the damage occurred or its surroundings, but do not show actual damages.

For the last part of the study, we interviewed the senior officer acting as incident commander at a major fire in an industrial building. We asked questions regarding the use of digital photographs in the aftermath of the fire. We also reviewed the timeline of the incident reconstructed from the digital photographs and other documentation produced at the forward command post and at the command center.

## Results

During the 449 days that we studied between January 16, 2002, and April 9, 2003, the Linköping Fire Department responded to 1831 alarms (see Table 2). From the total number of calls in that period, we extracted the calls where an operations officer responded. From these, we excluded all alarms not caused by fire but generated by automatic fire detection systems. The reason for excluding these alarms is that they neither represented a threat to life or property, nor required any other response than checking the fire detection system and filing a report. The remaining 251 alarms prompted a response from the operations officer on call and required some sort of action from the rescue force that was, potentially, interesting to document with the digital camera. In Table 2, we see that the alarms included in the study represent less than 14 percent of the total number of alarms.

Table 2: Classification of the alarms during the period of the study

Type of alarm	Number	Percent
All alarms	1831	100.0
Alarms to which an operations officer responded	912	49.8
Alarms to which an operations officer responded that were not caused by fire but generated by automatic fire detection systems	661	36.1
Alarms to which an operations officer responded that were related to fire or suspected fire	178	9.7
Alarms to which an operations officer responded that were related to traffic incidents	36	2.0
Alarms to which an operations officer responded that were related to incidents other than fire or traffic	37	2.0

From the classification of alarms in the log of operations, we divided the 251 incidents into three categories: (1) fire or suspected fire, (2) traffic accidents, and (3) others. The third category includes all kinds of odd jobs assigned to the fire department—for example, removing oil spill from roads, repairing leaking water pipes, and assisting the police in recovering dead bodies. Table 3 lists the categories and the number of incidents in each category. Furthermore, by examining the database in the PIX server, we identified the incidents in each category that had associated photographs. Table 3 gives the number of incidents with associated photographs and the corresponding percentage of the total number of incidents in each category. On average, the operations officers used the digital camera in 29.5 percent of the incidents. In fire-related incidents, the corresponding number is close to 33 percent, and in traffic incidents, it is nearly 39 percent.

Table 3: The use of digital cameras

Incident category	Number of incidents	Number of incidents with camera use	Percent of incidents with camera use
Fire or suspected fire	178	58	32.6
Traffic accident	36	14	38.9
Other	37	2	5.4
All	251	74	29.5

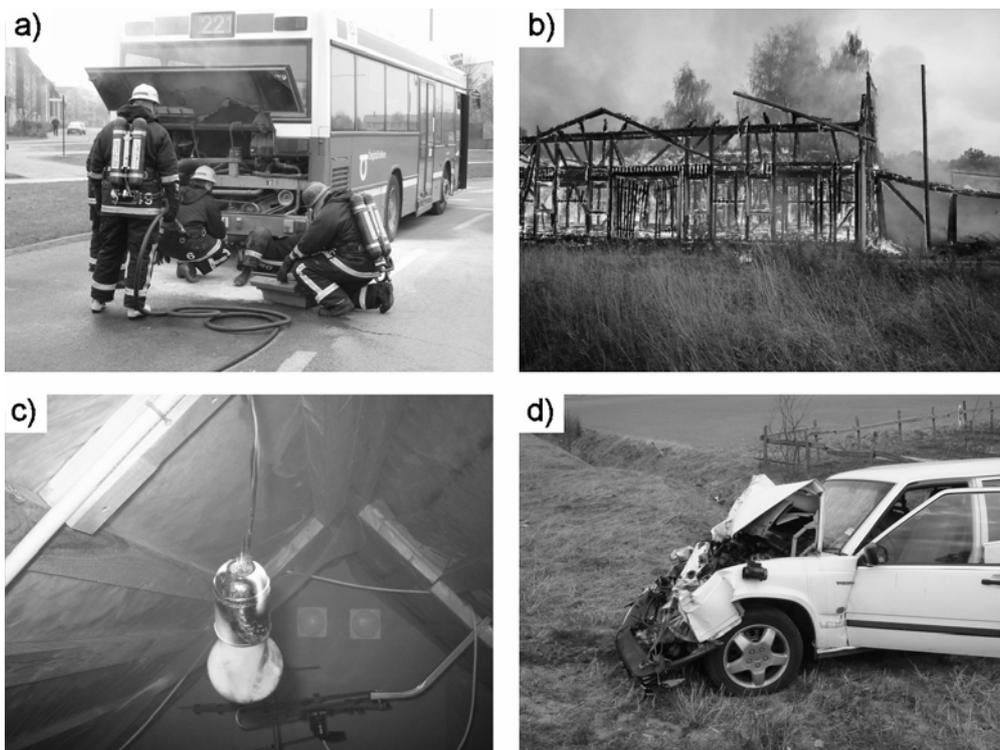
There were considerable differences among the 13 operations officers regarding how they used the digital camera. We partitioned the data from the operations officers according to the percent of incidents they used the digital camera. This analysis resulted in a median of 31 percent, whereas the upper and lower quartiles were 49 and 7.4 percent, respectively.

Table 4: Classification of photographs according to subject

Subject of photograph	Number of photographs	Percent of total number
Rescue activity (a)	144	28.6
Dynamic situation (b)	69	13.7
Cause of incident (c)	53	10.5
Damage (d)	172	34.2
Environment of damage (e)	58	11.5
Other (f)	7	1.4
Total	503	100.0

Turning to the contents of the photographs, we classified the 503 pictures in the database using the classes in Table 4. Figure 1 shows four photographs from the PIX database as examples of the classification: rescue activity (a), dynamic situation (b), cause of incident (c), and damage (d). The average number of pictures taken in the 74 incidents documented was 6.8. The median was 4, whereas the upper and lower quartiles were 17 and 2, respectively. Thus, in a large proportion of the incidents the operations officer used only a few pictures to document the rescue operation. In those cases, the photographs typically captured the cause of the incident, the damage, and the environment of the damage. Photographs classified as rescue activity and dynamic situation typically appear in operations documented with many pictures.

Figure 1: Examples of classification of photographs



Finally, we describe how an incident commander and fire investigators used digital photographs to support analysis and feedback after a major fire. At 13:07 on February 14, 2003, the Linköping Fire Department received an alarm concerning a fire in a building containing a rust-protection industry and offices. The operations officer on call headed to the scene in his command vehicle followed by two fire-rescue units in three fire trucks. When the operations officer approached the incident scene, he reported a huge column of smoke. The senior officer on duty and two additional fire-rescue units deployed as a result of this indication. Twenty-five officers, unit leaders, and firefighters participated in the response on scene and three officers supported the station officer at the command center. The emergency response to the incident ceased at 19:26, but the main effort was completed at 17:30.

Figure 2 shows a timeline of the operation reconstructed from incident log files and digital photographs. The operation consisted of five phases. In the initial phase (P1), the first responding units entered the building from the back to remove gas cylinders. The second phase (P2) included an attempt to fight the fire in the rust-protection workshop both from the inside of the building and from the outside. When that attempt failed, the third phase (P3) began. The aim defined for this phase was to contain the fire in the workshop building by fighting the fire from the roof and from the inside of the office part of the building. Again, the attempt was in vain and the incident commander decided to use an excavator to dig a firebreak through the building. Phase four (P4) included this procedure and the subsequent extinction of the fire. Phase five (P5) was the final work to make sure that the building was secured. Figure 2 displays two photographs from the PIX database that present different techniques for putting out fire used in different phases of the operation.

Figure 2: Timeline of the rescue operation

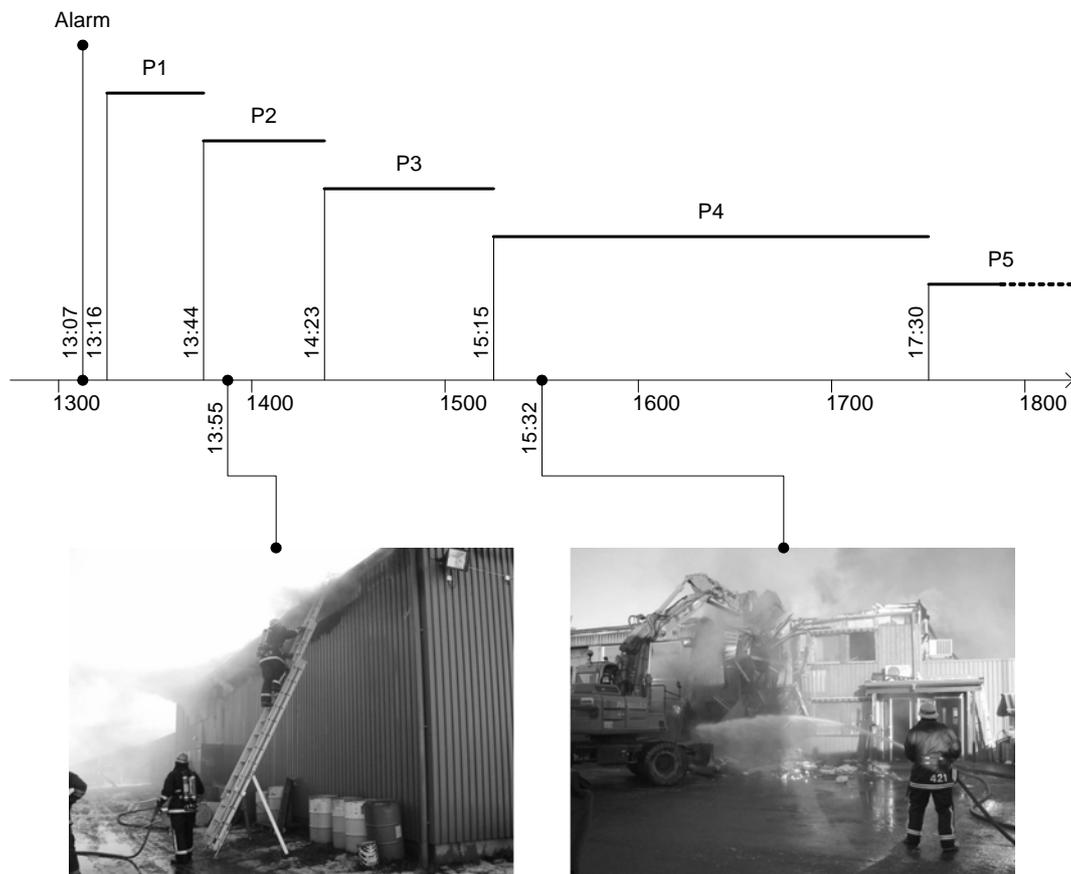


Table 5: Use of digital photographs from the incident for analysis and feedback

Date	Users	Description
February 15	Incident commander (senior officer on duty)	Reconstruction of the course of events the day after the incident and reflection on the development
February 17	Incident commander, operations officer, station officer, and command staff	Walkthrough of the course of events, evaluation of the response, lessons learned
February 19	Incident commander, officers, and unit leaders	Walkthrough of the course of events, evaluation of the response, lessons learned
February 19	Incident commander, firefighters who participated	Walkthrough of the course of events, evaluation of the response, lessons learned
February–March	Incident commander, unit leaders and firefighters who did not participate	Walkthrough of the course of events, evaluation of the response, lessons learned
February 14–(in progress)	Fire investigator and police	Photographs support the reconstruction of the dynamic development to establish the cause of the fire
May 14	Incident commander, owner of the property, insurance company	Walkthrough of the course of events, explanation of the measures taken to fight the fire

After the operation, the incident commander and the operations officer entered their photographs and text annotations into the PIX database. Table 5 lists a number of occasions where the digital photographs were used support analysis and feedback for various groups of users.

## Discussion

In approximately 30 percent of the incidents the operations officers decided to use the digital camera to document some aspect of the rescue operation. This number indicates that operations officers find the digital camera useful in rescue operations. Whether this number adequately reflects the number of potentially interesting situations worthwhile to document is a difficult question. To answer the question, we must consider the purpose of documentation, the circumstances of the particular operation, and the individual’s skills and motives.

Our study presents individual differences among the 13 operations officers when it comes to their use of the digital camera in rescue operations. An explanation for this difference can be that officers hold different opinions on what subjects are worthwhile photographing. Their ability to use technical artifacts and systems may also differ. Some of the officers may find that taking photographs in the course of an operation adds to their cognitive workload in an unacceptable manner. How useful the officers consider the resulting photographs may affect the frequency and explain some of the differences found among the individuals. Another factor to regard is whether the operations officers have additional responsibilities, such as fire investigation or external education and training, where pictures from operations may be useful. The differences raise questions whether there is a need for a refresher course on camera operation and for further demonstrating the utility of systematic documentation of rescue operations. A selection of pictures from the operations documented during the first 15 months can serve as good examples and be used to motivate extended operational use of digital cameras.

Photographing during fire and rescue operations may raise ethical issues on what to take pictures of and what not to document with the camera. At Linköping Fire Department the

professional responsibility lies on the individual photographer, who has to decide whether a picture would have a value for the documentation and the evaluation of the rescue operation. The presence of dead or injured people on an incident scene emphasizes these ethical issues. On the one hand, it would be easy to state as a policy that the officers should exclude pictures of victims. On the other hand, pictures of the actual situation may result in improved rescue procedures in the future. For example, if a person is stuck in a car after a traffic accident, the officer may hesitate to take a photograph before extricating the victim. However, a medical doctor may use such a picture to aid diagnosis and treatment, so the information may indeed mean the difference between life and death for that person. Ethical issues are not easy to manage, but managers and officers need to address and discuss them before starting to use digital cameras to document rescue operations. A policy for camera use is required to support the responders in their role as observers of rescue operations.

Among the lessons learned from the Linköping Fire Department is that there is indeed a need for time-stamped pictures from fire-rescue operations for facilitating the recording and reconstruction of the course of events. The fire department needs this capability to evaluate the units' performance and to support the exchange of ideas and experience between officers, unit leaders, and firefighters. The operational use of digital cameras and the PIX system will continue at Linköping Fire Department. In addition, based on the results in this study, the 13 operations officers will add to their monthly meetings a point in the agenda that includes reports from significant rescue operations. The operations officers will use the digital photographs for illustrating their accounts of the operations they have commanded to help their colleagues understand the situations encountered, although they were not present. Another decision is to integrate and take further advantage of the PIX system to manage pictures in cases of fire investigations in cooperation with the police. An additional lesson learned from this study is that the Linköping Fire Department needs to revise and develop the incident classification system it uses to create the log of operations in the command center.

## **Conclusion and future work**

This study extends previous research on how to support experience-based learning in workplace settings. By investigating how first responders at the Linköping Fire Department used digital cameras to document rescue operations, we have demonstrated that this source of data is indeed a viable means of data collection in real operations. The photographs taken have facilitated analysis and feedback. However, the group of participants in the study is limited and not necessarily representative for a larger population of operations officers. Therefore, the results cannot be immediately generalized to other emergency response organizations. Nevertheless, the study highlights several important aspects concerning the operational use of digital cameras that should be of general interest. They include the frequency and subjects of the photographs taken, usefulness of pictures for different purposes, individual differences, and last but not least ethical issues.

More research is necessary to investigate these issues. A larger study would include participants from several fire departments, from major cities as well as from smaller communities. Questionnaires or interviews are needed to capture how the officers perceive the utility of digital photographs as well as their reasons for using or not using the camera in particular rescue operations. Our goal is to continue the development of methods and tools together with Linköping Fire Department in order to increase rescue-mission efficiency and to create new and valuable knowledge of international interest.

## **Acknowledgements**

We are grateful to the personnel at the Linköping Fire Department who provided the photographs and operation logs used in this study. We thank Staffan Nählinder and Sören Palmgren for valuable comments and fruitful discussions.

## References

- Albinsson, P.-A. & Morin, M. (2002). Visual exploration of communication in command and control. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Information Visualization (IV 02)*, pp. 141-146, 10-12 July, London, England.
- Checkland, P. & Scholes, J. (1990). *Soft systems methodology in action*. Chichester: Wiley.
- Crissey, M. J., Morin, M. & Jenvald, J. (2001). Computer-supported emergency response training: Observations from a field exercise. In *Proceedings of the 12th International Training and Education Conference, ITEC'2001*, pp. 462-476, Lille, France.
- Hoare, R. (1996). From debrief to after action review (AAR). *Modern Simulation & Training*, 6, 13-17.
- Hoffman, R. R., Crandall, B. & Shadbolt, N. (1998). Use of the critical decision method to elicit expert knowledge: A case study in the methodology of cognitive task analysis. *Human Factors*, 40(2), 254-276.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and tools in computer-supported taskforce training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping: Linköpings universitet.
- Jenvald, J., Johansson, B., Nygren, A. & Palmgren, S. (2001). Empowering the responders to learn from real incidents: A Swedish research initiative. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference (TIEMS 2001)*, June 18-22, Oslo, Norway.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as a source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Lederman, L. C. (1992). Debriefing: toward a systematic assessment of theory and practice. *Simulation & Gaming*, 23(2), 145-160.
- Morin, M. (2002). *Multimedia representations of distributed tactical operations*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, Linköping: Linköpings universitet.
- Morin, M., Jenvald, J. & Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3-27.
- Morin, M., Jenvald, J. & Worm, A. (1998). Training emergency management and response: Creating the big picture. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Fifth Annual Conference, TIEMS'98*, pp. 553-561, Washington DC, USA.
- Morrison, J. E. & Meliza, L. L. (1999). *Foundations of the after action review process*. Special report 42, Alexandria: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart*. Reading: Addison-Wesley.
- Pearson, M. & Smith, D. (1986). Debriefing in experience-based learning. *Simulation/Games for Learning*, 16(4), 155-172.
- Raths, J. (1987). Enhancing understanding through debriefing. *Educational Leadership*, 45(2), 24-27.
- Slepow, M. P., Petty, M. D. & Kincaid, J. P. (1997). From battlefield to emergency management. *Ergonomics in Design*, 5(4), 6-12.
- Thorstensson, M. (2002). Data collection in rescue operations. In R. T. Newkirk (Ed.), *The International Emergency Management Society 9th Annual Conference Proceedings*, pp. 136-147, May 14-17, Waterloo: University of Waterloo.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M. & Jenvald, J. (2001). Monitoring and analysis of command-post communication in rescue operations. *Safety Science*, 39(1-2), 51-60.

Thorstensson, M., Björneberg, A., Tingland B. & Tirmén Carelius, M. (2001). Computer-supported visualization of an inter-agency exercise in the Stockholm underground. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference*, (TIEMS 2001), June 19-22, Oslo, Norway.

Wærn, Y. (1998). Analysis of a generic dynamic situation. In Y. W Wærn (Ed.) *Co-operative process management: Cognition and information technology*, pp. 7–19, London: Taylor & Francis.

Winograd, T. & Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition: A new foundation for design*. Norwood: Ablex.

### **Author Biographies**

Dr. Magnus Morin is a Principal Scientist at Visuell Systemteknik AB responsible for modeling and visualization of distributed work. He holds an MSc in Applied Physics and a PhD in Computer Science from Linköping University.

Dr. Johan Jenvald is a Principal Scientist at Visuell Systemteknik AB responsible for modeling and simulation in computer-supported training. He holds an MSc in Computer Science and Technology and a PhD in Computer Science from Linköping University.

Anders Nygren is the Deputy Fire Chief in Linköping in charge of rescue operations.

Markus Axelsson is a Senior Software Engineer at Visuell Systemteknik AB. He holds an MSc in Mechanical Engineering from Linköping University.

Mirko Thorstensson is a Project Manager at the Swedish Defence Research Agency. He holds an MSc in Mechanical Engineering from Linköping University and is a PhD candidate in Computer Science at Linköping University.

## Computer-supported Monitoring of Command Post Communication in Taskforce Operations: A Cognitive Systems Approach

Mirko Thorstensson, Markus Axelsson, Magnus Morin,  
Johan Jenvald

*Proceedings of The 12th International Training and  
Education Conference (ITEC 2001), s. 710–717,  
24–26 april, 2001, Lille, Frankrike.*

Särtryck: FOI-S--0074--SE  
2001



# Computer-Supported Monitoring of Command Post Communication in Taskforce Operations: - A Cognitive Systems Approach

Mirko Thorstensson<sup>1</sup>  
Markus Axelsson<sup>2</sup>  
Magnus Morin<sup>2</sup>  
Johan Jenvald<sup>3</sup>

1. Division of Command and Control Warfare Technology  
Defence Research Establishment  
PO Box 1165, SE-581 11 Linköping, Sweden  
mirtho@lin.foa.se

2. Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 29  
SE-583 34 Linköping, Sweden  
markus@vsl.se & magnus@vsl.se

3. Swedish Armed Forces Headquarters  
SE-107 85 Stockholm, Sweden  
johjen@lin.foa.se

## **Abstract**

The performance of a command-post staff has a decisive effect on the outcome of an operation when it comes to co-ordination and management of various units of a taskforce. Monitoring and documentation of the internal work and communication processes that take place in a command team can increase the ability to investigate and understand cause-effect relationships between incoming field reports, operational procedures, decisions, commands and the activities in the field. To this end we present a cognitive systems engineering approach to the command and control problem, where the work of the command-post staff must be analysed in the context of the overall taskforce mission.

In this paper we describe a method and a software tool that enable an observer to monitor and record communication events in a command post staff. The method extends link analysis by introducing time stamping and classification of events. Thus, extended link analysis (ELA) enables both cumulative measures and detailed temporal analysis of staff communication. The software tool supports configuration, monitoring, time stamping and classification of communication events. Extending a computer-based instrumentation system, such as the MIND system, with ELA facilitates the cognitive systems engineering approach and improves understanding of internal processes in the command-post staff.

## **Introduction**

The outcome of a taskforce operation is highly dependent on the intricate co-operation between different units in the task force. One major factor of success is how well the commanders succeed in synchronising the available forces. Command and control is key to mastering the dynamics of an emergency operation. The command and control of a large emergency response operation includes many problems. The area of operation is typically large, available resources are limited and in many situations there exists competing goals—that is, actions taken to reach one goal are contra-productive in reaching other goals. And as a result analysing command and control and its effects on the outcome of an operation is a complex and demanding task.

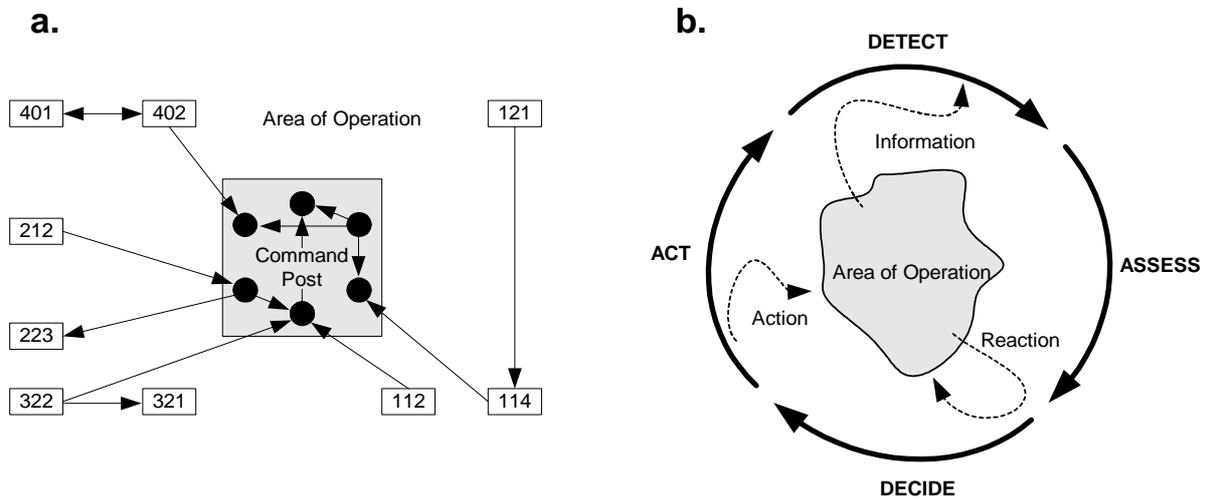
A standard way to analyse the processes of command and control is to have observers in the staff and let these observers make subjective judgements of how command is performed. One method for supporting observers in analysing command post work is to apply a distinct model of the staff and its communication. Cognitive systems engineering (CSE) supports this modelling by viewing a group of people, striving for a common goal, as a joint cognitive system (JCS) where each staff member can be defined as an interacting object. Staff members can interact in different ways, but exchanging information is a key factor for the command and control process. The JCS model can then support observers in making measurements of the information flow in the system. One method for making measurements is *link analysis* (Chapanis, 1959). Link analysis focuses on the number of occasions when one object (in this case a staff member) communicates with another one. Although the idea of registering all communication is appealing in its simplicity and may turn out to be fruitful, this method only considers the number of communication occasions. Other aspects of communication need to be taken into account (Thorstensson, 1998). We introduce *extended link analysis* (ELA) which includes the time point when each communication event occurs together with a classification of its contents. These additions make ELA a suitable tool for monitoring the internal communication processes of command and control in task force operations.

However, to really understand how command and control affects the activities of the field units, and conversely, how the situation in the field is perceived by the staff members, we need to expand the JCS to include the field units as well and document the activities in the field. Adding the support of an instrumentation system such as MIND (Jenvald et al., 1998; Morin et al., 1998; Jenvald, 1999; Thorstensson et al., 1999) makes it possible to document the course of events of the operation outside the command post. Thus, by combining ELA and MIND we utilise the CSE approach and are able to thoroughly document essential aspects both of the activities at the command post and of the unfolding operation. In particular, we can begin to uncover complex cause-effect relationships involving both elements of command and control and units in the field. An improved understanding of the internal and external processes in the JCS and their mutual dependencies will enhance possibilities to improve mission efficiency analysis (Worm et al., 1998).

The rest of the paper is organised in the following way. We first describe the communication processes involved in command post activities. We then describe the tools we use to monitor and analyse command post communication and apply them to an example. We conclude the paper by discussing our results using the method so far and point out some directions for future research.

## **Command Post Communication**

A command post in an emergency response operation is typically manned by staff members from different organisations, with different professions and with different responsibilities in the operation. The staff is organised to command and control the task force and synchronises the efforts of all activities in the field. To achieve a positive result the staff needs to be aware of the dynamically changing conditions in the area of operation. All staff members have different bits of information from the area of operation by reports from their specific subordinated personnel. These different pieces of information must be combined to form an overview of the evolving situation, which requires communication between staff members and units in the field.



**Figure 1: a.** A schematic description of the communication inside the command post (grey box) and to and from the units (boxes with 3 digit numbers) in the area of operation to the command post. Each arrow denotes a communication event. **b.** The Detect-Assess-Decide-Act loop that describes the internal information handling process in a command team manning a command post.

Furthermore, the command post is typically located away from the area of operation and this makes communication more complicated. The personnel in the area of operation have to describe the evolving situation to the command post by means of frequent reports. Figure 1a provides a schematic description of the communication within the command post and between the command post and different co-operating units.

In many situations one or more back-up teams that can work with specific questions of logistics or technical matters support the staff. This means that the staff mainly communicates in two directions: (1) forward to subordinated units in the area of operation and (2) backward to the supporting back-up teams. From all these sources of information the members of the staff form their perception of the situation as a basis for deliberations and decisions.

The information processing carried out by a command post staff can be described using the DADA loop depicted in Figure 1b. The DADA loop is a modified version of the commonly used OODA loop (Roy and Bossé, 1998). The DADA loop comprises the following steps:

- *Detection* of the evolving situation using information received from the area of operation where it was sent from subordinated units
- *Assessment* of the situation to analyse the probable future development and

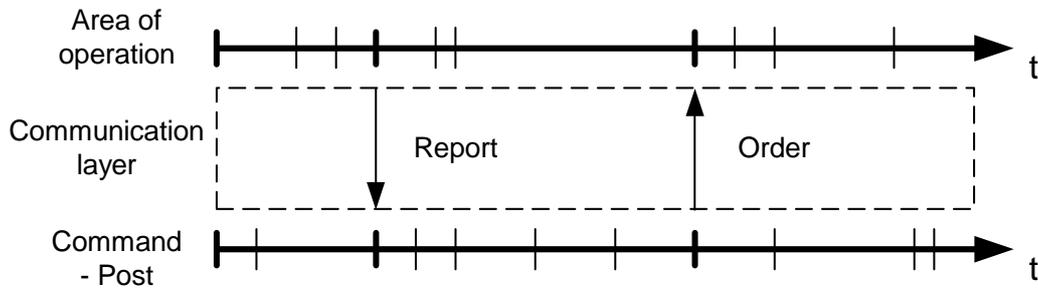
the likely consequences of alternative actions

- *Decisions* based on the preceding analysis
- *Actions* to implement the decisions made

Actions affect the course of events which must be followed up—that is, detected and analysed—which naturally leads to the cyclic behaviour of the process.

If we would view the command post as a black box by only analysing communication to and from the staff—that is, external information—we would be able to analyse the detect and act element in the DADA-loop. However, this restriction would not increase the understanding of the internal processes of the staff and of what parameters are essential for successful command and control. The internal communication between members of the staff is essential for assessing received information, for forming a common mental model of the situation and for deciding on future actions. Consequently, we have to consider both internal and external communication when we analyse command post performance in rescue operations.

Furthermore, the CSE approach implies that to validate the staff work we must compare the perceived situation in the staff with the actual situation in the field. The total outcome of the entire JCS must be seen as a whole.



**Figure 2:** Events (marks on the timeline) in the area of operation affect the course of events in the command post and vice versa, therefore the temporal aspects must be measured in detail. Communication is handled in the communication layer which, for example can be a radio channel.

### **Data Collection**

To analyse command and control in rescue operations we need to capture the temporal aspects of the interaction between the command post and the units in the area of operation. Figure 2 illustrates the relationship between events at the command post and the area of operation, respectively, as they are linked by communication events. This type of analysis requires a detailed temporal model of the events occurring at the command post, in the area of operations and on the communications networks.

We use the MIND system to model and visualise the events in the area of operation (Morin et al., 2000). It produces a computer-based model of the course of events, which can be replayed and browsed to investigate and analyse particular situations. The MIND system includes support for monitoring and time stamping voice and data communication on various types of networks (Axelsson, 1997).

To register internal communication in a command post we use ELA, which we shall describe in the following. Link analysis (Chapanis, 1959) is a well-known method for recording communication events by counting the number of interactions between people—or between people and artefacts such as communication devices. The main disadvantage of link analysis is its lack of support for temporal information and message classification. ELA remedies link analysis by assigning time stamps to all communication events and attaching a classification of the contents of the messages exchanged. To implement the method we have developed a software tool (*Link Analyzer*) to support the observers that collect the data required for ELA. To demonstrate how ELA works and how the

software tool supports it we shall go through an example.

A command post staff in a field exercise in Orlando was organised as shown in Figure 3. To collect ELA data an observer, careful not to disturb the activity, monitors the command post staff. The observer has a laptop computer running the Link Analyzer. The tool has been configured to reflect the organisation of the staff. Figure 4 shows a screen from the tool with the initial configuration. The configuration phase defines all the actors in the command post that will be included in the registration. Moreover, it defines a list of message categories that will be used to classify the communication events. The observer can move the icons representing the actors. This feature allows the observer to create her own map to reflect the actual seating of the real staff. Each actor is assigned a shortcut key shown with a large letter on the icon.

During the operation the observer monitors the command post staff and registers each communication event using either the mouse or the keyboard of the computer. For each event the observer enters the sender, receiver, and message classification. The Link Analyzer tool assigns a time stamp to each communication event. The time stamp is defined as the time when the first keystroke or click on the mouse in the registration command occurs. As an option, the observer can assign a stop time to a communication sequence.



Figure 3: A photograph of a command post staff in a task force emergency response exercise.

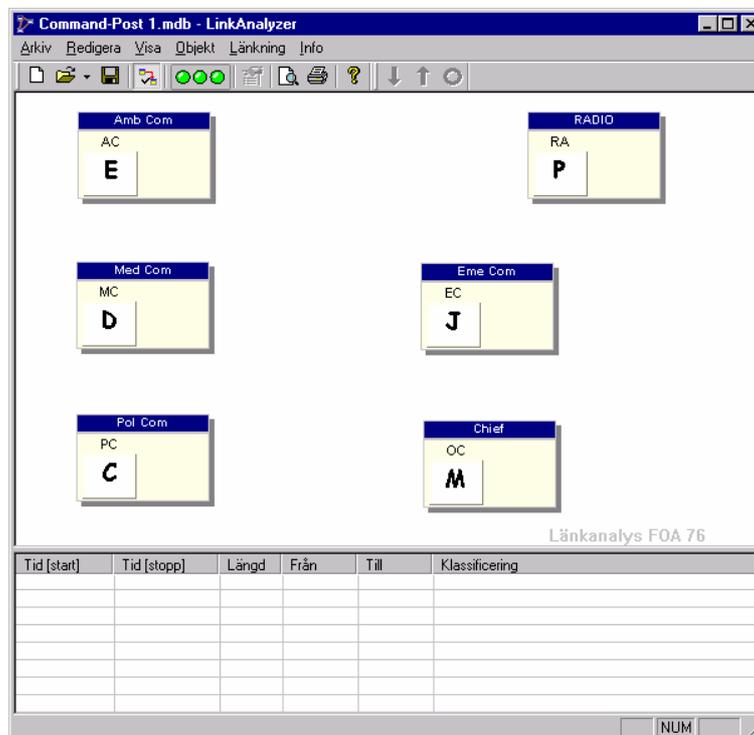


Figure 4: Configuration of the Extended Link Analysis (ELA) tool, Link Analyzer, corresponding to the seating of the command post staff described in Figure 3. The tool has an upper pane where all icons and observer interactions are displayed and a lower pane that contains a list of all communication events registered. Each icon represents a communicating actor in the staff. The large letter attached in the icon is the shortcut key currently assigned to the actor.

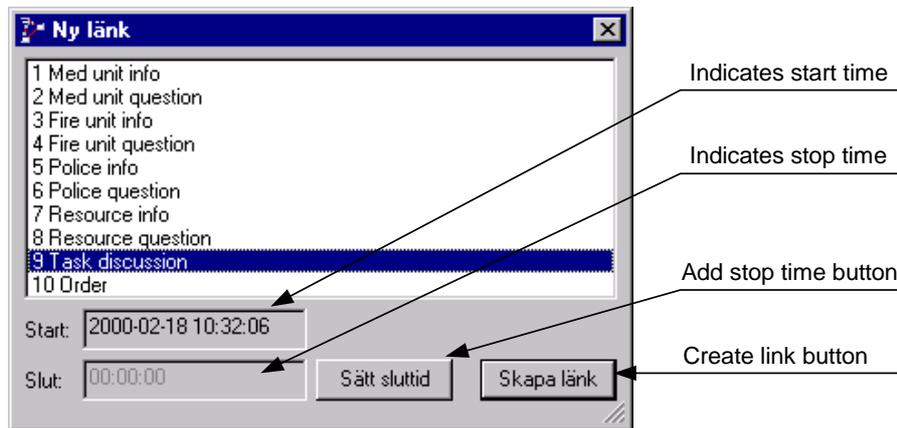


Figure 5: The dialog box with the classification list from which the observer selects an appropriate class for each communication event. Buttons and fields below the list are explained in the figure.

Tid [start]	Tid [stopp]	Längd	Från	Till	Klassificering
10:32:06	10:33:47	101 s	Med Com	Chief	Task discussion
10:34:13	10:34:31	18 s	Eme Com	Amb Com	Fire unit info
10:34:38	10:34:58	20 s	Chief	Pol Com	Med unit info
10:34:47	10:35:02	15 s	Amb Com	RADIO	Resource info
10:35:10	...	...	Eme Com	Chief	Fire unit info
10:35:26	10:35:50	24 s	Chief	Med Com	Resource question
10:35:57	10:36:03	6 s	Chief	Eme Com	Order
10:36:06	10:36:17	11 s	Chief	Med Com	Order
10:36:40	...	...	RADIO	Eme Com	Fire unit question
10:36:57	...	...	Med Com	Amb Com	Med unit info
10:37:07	...	...	RADIO	Pol Com	Police question
10:37:20	10:37:33	13 s	Pol Com	RADIO	Order

Figure 6: A section of the resulting list after a registration from a command post exercise.

The observer registers a single communication event by entering information in the following order:

1. *Sender*: The observer presses the associated shortcut key. A sender antenna symbol in the corresponding icon indicates the action performed.
2. *Receiver*: The observer presses the associated shortcut key. A receiver antenna symbol in the corresponding icon indicates the selection. This command also displays a dialog box with the classification list (see Figure 5).
3. *Classification*: The observer enters the digit associated with a message class or uses the arrow keys to select a class.
4. *Registration command*: The observer presses enter. A red arrow on the screen connecting the sender and receiver now represents the event. A corresponding text entry appears in the event list (see Figure 6).
5. *Stop time (optional)*: The observer selects an event from the event list and presses enter. This command displays the registration dialog box (see Figure 5) where the button for setting the stop time is now enabled. When the stop time is set the arrow representing the event changes colour from red to green. The stop time enables calculations of the duration of the communication events.

The Link Analyzer tool stores ELA data in a database to support further data processing and compilation of statistics. It also supports printing of a communication log, which essentially contains the same information as the event list depicted in Figure 6.

## **Results and Discussion**

So far we have tested the Link Analyzer tool at two staff exercises. Our preliminary results indicate that ELA indeed supports monitoring and analysing of important aspects of task force operations. However, there are several issues pertaining to the applicability of ELA that we need to discuss.

An obvious limitation of ELA is the number of staff members a single observer can monitor. An observer can only monitor people seated in the same room. Moreover, he can only record one communication event at a time. We have applied ELA to staffs having four to six members sitting together in a room. Our results indicate that a single observer can monitor this number of people as long as the conversation is structured. Future research is needed to establish the limitations of ELA with respect to the number of people being monitored.

There are two principle ways of dealing with a situation where an observer is not able to monitor the members of the staff. First, we can add another observer. This approach is simple in the sense that the additional observer performs the same task as the first one—the method used is the same and the support tool exists. However, the observers have to divide the work between them, which introduces issues regarding the registration of communication from one area of responsibility to the other. Moreover, in a confined area such as the command post of a ship there may hardly be room for one observer, let alone for two or more. An alternative approach may be to use a video camera to record the work at the command post. The video recording can then be used as the basis for performing ELA. Since the videotape can be replayed repeatedly a single observer can cover the whole operation.

The classification of communication events is a complex task. The classification scheme has to be elaborate enough to cover the issues being investigated in sufficient detail, while at the same time it has to be simple enough to be practically manageable for the observer. These requirements are often contradictory. Nevertheless, it is important to enforce the same classification scheme throughout an operation in order to ensure that data collected from different staffs at different points in time can be combined and compared.

Successful ELA requires trained observers since it is a demanding task to monitor and classify communication in a stressful environment. However, appropriate

tools can greatly facilitate this task. To support the observer the Link Analyzer includes features that help an observer to prepare and carry out his task. The most important feature is the possibility to assign shortcut keys to actors. Shortcut keys make it possible for a skilled observer to register a communication event using only four keystrokes. Link Analyzer enables the user to define and redefine the shortcut keys assigned to each actor—for example, based on mnemonics, keyboard layout, or personal preference.

A natural next step in the development of ELA is to further integrate ELA data with data from the registration of the external communication on radio and data networks. These data can then be linked to the model of the course of events of the area of operations to form an overall view of the unfolding operations. The ability to combine the models seamlessly would greatly facilitate the analysis of assessment and decision making at the command post in relation to the operation.

## **Conclusions**

Extended Link Analysis can provide important information about the internal assessment and decision-making processes of a command post by supporting measurements of the communication between staff members. The resulting model defines the sender and receiver of each communication event together with the time point when it took place and a classification of its contents. For some events the duration of the information exchange is defined as well. Although ELA can provide vital information on its own, its full potential lies in the CSE approach, emphasising the need to link the events at the command post to the activities of the units participating in the operation being commanded. Then it becomes possible to analyse critical situations to identify potential problems in information dissemination, situation assessment, tactics and procedures throughout the task force organisation involved in the operation.

## **References**

- Axelsson, M. (1997). *Datorstödd tidsmärkt ljudregistrering [Computer-Aided Time-Stamped Sound Recording]*. MSc Thesis, (in Swedish), LiTH-IDA-Ex-97/72, Linköping University, Linköping, Sweden.
- Chapanis, A. (1959). *Research Techniques in Human Engineering*. Baltimore: John Hopkins Press.

Jenvald, J., Rejnuš, L., Morin, M., and Thorstensson, M. (1998). *Computer-Supported Assessment of Emergency Planning for Rescue Operations*. FOA-R--98-00910-505--SE. Defence Research Establishment, Linköping, Sweden.

Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. PhD Dissertation No. 598, Linköping Studies in Science and Technology, Department of Computer and Information Science, Linköping University, Linköping, Sweden.

Morin, M., Jenvald, J., and Worm, A. (1998). Training Emergency Management and Response: Creating the Big Picture. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Fifth Annual Conference, (TIEMS'98)*, pp. 553–561, Washington DC, USA.

Morin, M., Jenvald, J., and Thorstensson, M. (2000). Computer-Supported Visualization of Rescue Operations, *Safety Science*, 35(1-3), 3-27.

Thorstensson, M. (1998). *Development of Methods for Support of C<sup>3</sup>I Systems Analysis*. Methodology Report FOA-R--98-00837-503--SE, Defence Research Establishment, Linköping, Sweden.

Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999). Extending a Battle Training Instrumentation System to Support Emergency Response Training. In *Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99*, pp. 550–562, The Hague, The Netherlands.

Roy, J. and Bossé, É. (1998). Conflict Management in the Shipboard Integration of Multiple Sensors. In *Proceedings of The International Conference on Multisource-Multisensor Information Fusion - FUSION'98*, pp. 381-387, Las Vegas, Nevada, USA.

Worm, A., Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Mission Efficiency Analysis: Evaluating and Improving Tactical Mission Performance in High-Risk, Time-Critical Operations. *Safety Science*, 30(1–2), 79–98.

### **Author Biographies**

Mirko Thorstensson holds a MSc in Mechanical Engineering from Linköping University and is currently a PhD candidate at Linköping University. Mr Thorstensson is

a member of the MIND research group at the Defence Research Establishment in Sweden, where he is responsible for structured reports for manual observations. His research interests include knowledge acquisition, structured reports, simulation and registration systems. Mr Thorstensson is a Lieutenant in the Swedish Army (res.).

Markus Axelsson holds a MSc in Mechanical Engineering from Linköping University. Mr. Axelsson is a member of the MIND research group at the Defence Research Establishment in Sweden, which conducts research on training and decision support frameworks. In the MIND group he is responsible for user interface design and implementation. His research interests include man-machine interaction and software engineering.

Magnus Morin holds a MSc in Applied Physics and Electrical Engineering from Linköping University and is currently a PhD candidate at Linköping University. Mr Morin is a member of the MIND research group at the Defence Research Establishment in Sweden. In the MIND group he is in charge of software design and implementation. His research interests include simulation systems, real-time systems and software architectures. Mr Morin is a Captain in the Swedish Naval Forces (res.).

Dr Johan Jenvald, PhD, LtCol is Head of the Modelling and Simulation Section at the Swedish Armed Forces Headquarters. He is also a member of the MIND research group at the Defence Research Establishment, where he is in charge of methods and tools for computer-supported training. His research interests include team and taskforce training, simulation, data collection and visualisation. Dr Jenvald holds a PhD in Computer Science from Linköping University. Dr Jenvald is a fellow of the Royal Swedish Society of Naval Sciences and of the Defence Research Science Society.

# Modeling Distributed Tactical Operations for Command and Control Analysis

Magnus Morin

*Proceedings of the First Swedish-American Workshop on  
Modeling and Simulation (SAWMAS 2002), s. 9–16,  
30–31 oktober, 2002, Orlando, Florida, USA.*

Särtryck: FOI-S--0676--SE  
2002

6



# Modeling Distributed Tactical Operations for Command and Control Analysis

Magnus Morin

Department of Computer and Information Science  
Linköpings universitet  
SE-581 83 Linköping, Sweden  
magnus@vsl.se

## Abstract

Analyzing command and control in tactical operations is an important means of determining whether the procedures and equipment used to coordinate the efforts of multiple, distributed units are appropriate and whether key personnel are able to complete their tasks. This analysis must consider communication between multiple actors working in a dynamically evolving operational environment. We argue that multimedia models of distributed work, systematically constructed from operational data, can help participants, managers, and analysts to grasp the ramifications of decisions and actions in a distributed dynamic environment. We describe a modeling method and a visualization framework and discuss their application to the analysis of command and control in emergency response operations.

## Introduction

In distributed work environments, people assess emerging situations and act accordingly based on their interpretation of locally available information. However, local information is necessarily incomplete, often fragmented, and sometimes ambiguous, which makes it difficult for practitioners to establish and maintain a shared understanding of the state of affairs as a basis for coordinating activities, evaluating performance, adapting behavior, and learning from experience. For example, Flin (1996) reported that not having a complete picture of an emerging situation was a major source of stress for fire commanders.

A major problem in distributed human activities is thus to reconcile multiple interpretations of the course of events. In action, this reconciliation must happen instantaneously among coworkers to form a basis for coordinated action. After the activity, reflection on the experience can lead to agreement among participants and managers on strengths to maintain and shortcomings to remedy. Breakdowns identified in procedures and equipment typically serve as starting points for reshaping collaboration and tools in anticipation of future activities (Woods, 1998).

In this paper, we pursue the hypothesis that deliberately constructed models of distributed tactical operations can help practitioners correlate their interpretations of the course of events. Specifically, we investigate how multimedia representations can be constructed and used to facilitate after-the-fact analyses of the interaction

between people and technology in command and control. Such analyses are central for developing effective and efficient procedures and equipment for future command and control.

The term ‘tactical operation’ generally denotes the level of activity that aims at achieving specific goals with a body of personnel and equipment under unified command. Unlike a cockpit, a control room, or a navigation bridge, a force engaged in a tactical operation lacks a persistent physical structure. The number of units assigned, their location and status, and their means of communication may vary rapidly over time. Therefore, models of tactical operations have to capture both the dynamic environment and the internal dynamics of the participating units.

The rest of the paper is organized in the following way. The next section defines command and control and presents some of the difficulties involved. Then follows a section that discusses typical problems encountered in the analysis of command and control in its operational context. Three sections present our modeling approach, our presentation framework, and applications, respectively. A discussion concludes the paper.

## Command and Control

Pigeau and McCann (2000) viewed command as the expression of human will and control as the application of structure and process to bound the mission's problem space. Based on this view, they defined command and control as: "The establishment of common intent to achieve coordinated action" (p. 165). They further distinguished between intent that is publicly communicated (explicit intent) and intent that is assumed from the cultural, organizational, and individual context (implicit intent).

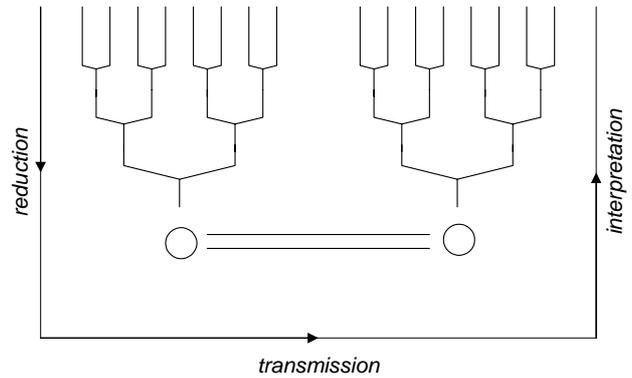
Shattuck and Woods (2000) analyzed military command and control in the theoretical framework of *distributed supervisory control systems*. A distributed supervisory control system is a hierarchical assembly of remote supervisors and local actors who cooperate to control some process:

A **remote supervisor** uses a **communication process** to provide **local actors** with **plans and procedures** and to impart his or her **presence**. The **degree of control** established by the remote supervisor influences the ability of local actors to adapt to unanticipated conditions based on the actors' assessments of their local environments (Shattuck & Woods, 2000, p. 281, original boldface).

By specifying the boldface terms, we can characterize generic command and control in tactical operations as a distributed supervisory control system:

- *Remote supervisor*: a commander who is responsible for carrying out the task assigned to him or her by coordinating the actions of a number of units.
- *Local actors*: subordinate commanders or leaders who monitor local conditions and respond to the plans and procedures of their remote supervisors.
- *Communication process*: the means of exchanging information between the superior commanders and subordinate commanders.
- *Plans and procedures*: prescriptions for coordinated action in anticipated situations.
- *Presence*: the subordinate commanders' sense of being close to the superior commander despite the physical distance.
- *Degree of control*: the latitude or flexibility a superior commander will give subordinate commanders to adapt plans and procedures in response to unanticipated situations.

By applying these definitions recursively, we can define distributed supervisory control systems with multiple levels. Thus, a commander at a specific level in the hierarchy can be both a local actor with respect to a



**Figure 1:** The tree of talking (adapted from Nørretranders, 1998). In the left tree, a huge amount of information about the situation is being reduced to words and sentences in a message. The message is transmitted unchanged in the horizontal channel. In the right tree, the receiver interprets the words and infers meaning from them guided by background knowledge and context.

superior commander, who acts as a remote supervisor, and a remote supervisor with respect to subordinate commanders serving as local actors.

The communication process is central in command and control because of its role as a conveyor of plans, procedures, specifications of degree of control, and reports on system status between supervisors and actors in a hierarchical, distributed organization. However, we must consider communication in its proper context. Examples of important issues in the operational context are:

- *Actors*: What individuals and teams are involved and what is their status?
- *Organization*: How are individuals and teams organized in units and how is the chain of command defined?
- *Communication*: What means of communication exist and how does the communication structure relate to the chain of command?
- *Tasks*: What tasks have actors been assigned?
- *Location*: Where are the actors?
- *Activity*: What are the actors doing?
- *Coordination*: What activities need to be coordinated to ensure effective, efficient, and safe operations?
- *Time*: Are there deadlines and when do activities have to commence and cease?
- *Artifacts*: What is the status of communication systems and other tools for command and control and how are they used?
- *Environment*: What does the terrain look like and what is the weather like?

What must be communicated, before and during a mission, and what can be managed locally is determined by what can be inferred from the operational context. Figure 1 illustrates this issue.

### Command and Control Analysis

A tactical operation with multiple, distributed actors is a system with a huge number of states. The number of potential trajectories in this state space is virtually infinite. Brehmer (1992) pointed out that many successive decisions, made by multiple actors, determine the trajectory the system actually follows. Hollnagel (1998) identified the ability to predict future trajectories as a key to successful control, but recognized the difficulties involved, particularly because the system states are only partially observable. Course of action analysis is an example of this predictive approach, where simulations of future developments may help commanders make decisions about what plan to pursue (Pew & Mavor, 1998). However, developing the system models required for simulation and control is a major problem.

Retrospective analysis of system trajectories offers a way toward understanding the interplay between people and artifacts in tactical operations. In fact, this approach has been adopted to support reflection in training (Jensvald, 1999; Morrison & Meliza, 1999), to promote learning the lessons from real operations (Johnson, Birnbaum, Bareiss & Hinrichs, 2000; Jensvald, Morin & Kincaid, 2001), and to help investigating critical decisions (Hoffman, Crandall & Shadbolt, 1998). Woods (1993) proposed behavioral protocols as a means of combining data from a variety of sources to account for the behavior of operators and systems in relation to changes in a dynamic environment over time. Contrasting the traces of embedded systems and environmental factors with the human actors' interpretations and actions enables new ways of examining the cooperative management of complex processes. Morin, Jensvald, and Thorstenson (2000) described how computer models of tactical operations could be constructed from data collected from multiple sources in the field.

A major problem with process-tracing methods is that they can generate huge amounts of data. In particular, analyzing audio data based on transcription is time-consuming and tedious (Cooke, 1994). Fisher and Sanderson (1996) observed that the time required to analyze a recorded sequence could be many times longer than the sequence itself. However, they also indicated a potential solution to the problem based on visualization of abstract representations of audio data (see Thorstenson, Axelsson, Morin & Jensvald, 2001). The key idea in the approach is to store digitized audio data and postpone any transcription or replay of the data until it is absolutely required. Instead, the analyst interacts with an abstract representation of the sequential audio data through a graphical user interface that supports navigation based on speech patterns or annotated

keywords and provides random access to any audio sequence of interest (Albinsson & Morin, 2002). A similar approach underlies the multimedia analysis tool DIVA (Mackay & Beaudouin-Lafon, 1998), which includes representations of multiple synchronized multimedia streams accessible through a graphical user interface.

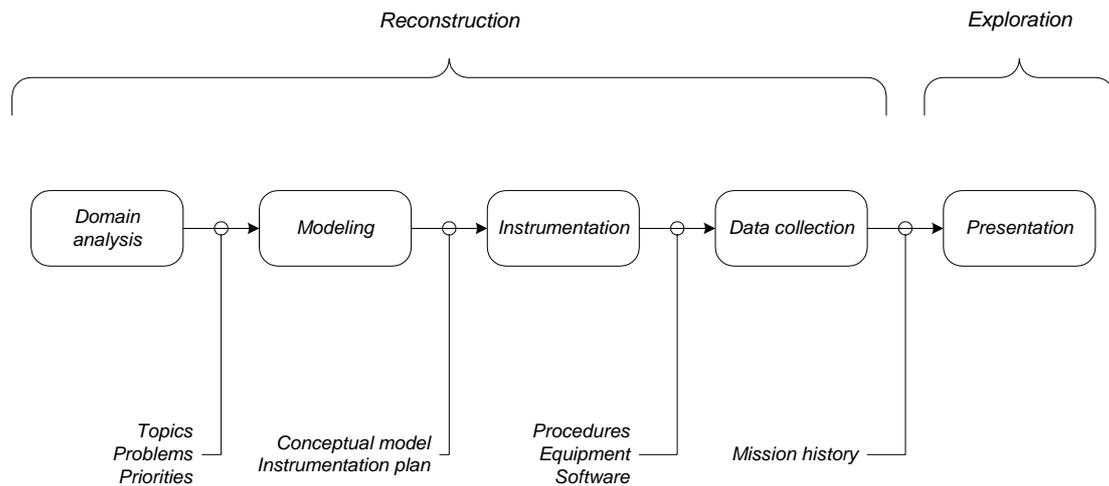
Another problem is that researchers studying realistic tasks in real organizations encounter methodological problems related to domain access, availability of participants, data collection, and situation control. For example, Zachary, Ryder, and Hicinbothom (1998) described the difficulties they encountered when they attempted to investigate air defense systems on naval ships.

Underlying any analysis is the contrast between what was intended and what was achieved. In this perspective, the distinction between explicit and implicit intent is important, because an investigator can analyze explicit intent by tracing and interpreting communication, whereas he or she can only hypothesize implicit intent in the light of explicit intent inferred from communication and using knowledge of actions performed. In any case, representations of the operation can make both communication and actions visible.

### Modeling Approach

Our approach is to complement practitioners' individual accounts of local events in a distributed operation with a model constructed from data collected from activities at multiple locations (Morin, 2002). Such models—*mission histories*—constructed from operational data can provide coherent, persistent, and sharable accounts of tactical operations. With annotations provided by experts and practitioners, the models can convey lessons learned from an operation in a self-contained format that is suitable for dissemination. Our approach distinguishes two principal activities—*reconstruction* and *exploration*. Reconstruction is the act of devising a conceptual model of an operational scenario and populating this model with data captured from an operation adhering to that scenario. Exploration refers to the use of multimedia models of tactical operations for reflection, discovery, and analysis.

Figure 2 outlines the main steps of the approach (Morin *et al.*, 2000; Morin, 2002). The first step is a *domain analysis* conducted in collaboration with subject-matter experts to establish crucial topics in the work situation, particular problems of interest, and a tentative prioritization among problems and topics. This information guides the *modeling* step. Modeling produces an object-oriented conceptual model that defines the main actors and activities in the domain. An instrumentation plan outlining the needs for data collection and data presentation complements the model. Thus, the modeling step must balance what should be included in the model with the available means of



**Figure 2:** Overview of the steps of the modeling approach. Boxes indicate the principal activities, whereas annotated arrows show the artifacts produced by each activity.

documenting and presenting those aspects in the real operation. *Instrumentation* is the step of turning models and plans into procedures, equipment, and software components for data collection and presentation. It can include both selection and configuration of existing artifacts and development of new ones. *Data collection* takes place during an operation. In this step, the procedures and tools devised in the instrumentation step are used to capture the activities in the operational environment. The data collected are converted and combined to produce a mission history, which is a time-synchronized, discrete-event model of the operation. Thus, the combination of domain analysis, modeling, instrumentation, and data collection enables the reconstruction of a distributed tactical operation resulting in a mission history. Mission histories can be stored, disseminated, and retrieved. *Presentation* is the step of turning the data included in the mission history into a form that supports exploratory analysis of the operation. Primarily, this step presumes that adequate means of data presentation are available from the instrumentation step

Every piece of data in a mission history carries a time stamp. Those time stamps define a temporal order over the data. The data collected define events in a corresponding discrete-event model of the operation, whose state variables capture aspects of the real-world phenomena observed. This relationship between observations in the real world and corresponding state transitions in a model of the operations is fundamental for analyzing tactical operations. Presumably, the state of the model at a given time point corresponds to the state of the operation. However, the representation of an operation is of course an approximation of the real state of affairs. Observations of activities define events in the discrete-event model, and the values of the state variables in this model are reflected in the presentation

of the model. Consequently, visible states persist between events. But this piecewise constant view of an operation can be misleading in cases when the visual state persists, because missing data create an illusion of constant conditions. Thus, the chain of transformations from data collection to presentation determines the quality and usefulness of the model of the operation presented

## Visualization

Working with practitioners, the presentation of data has always been of major concern to us. Making the mission histories accessible to practitioners is so important that presentation considerations are included in the reconstruction procedure. Our goal is to develop multimedia representations that can help practitioners grasp a tactical operation, despite the problems induced by parallel activities, limited observability, and multiple accounts of overlapping events. Norman (1993) emphasized the power of external representations to support reflective thought. If the course of events of a tactical operation can be represented externally, the user may use limited working memory for reflecting on the events, rather than for keeping track of them. To this end, we have developed the MIND visualization framework for presenting mission histories.

Component technologies (Orfali, Harkey & Edwards, 1996) provide protocols and tools for building software from self-contained, interoperable components. Components expose their functionality as interfaces, which are the only means of interacting with a component. In MIND, a mission history—including its visual representation—is built from various types of components. The MIND framework provides a protocol that regulates the interaction between the components by defining a set of mandatory and optional interfaces.

**Table 1:** Classification of the component types in the MIND framework.

Component type	Description	Examples
Objects	Objects model real-world elements of a taskforce. They can be organized hierarchically to model the structure and chain of command. State variables represent essential aspects such as location, capabilities, and resources.	Vehicles, Ships, Aircraft, People, Casualties
Events	Events represent time-stamped data collected during a tactical operation. Events define changes in object state variables at particular time points corresponding to time stamps.	Position sample, Observation report, Sensor sample
Sources	Sources manage collections of events from a particular physical or logical source. Sources are the primary mechanism for organizing and tracing data from an operation. Sources implement gateways and converters for accessing external data.	Picture source, Position source, Audio source
Views	Views are presentation windows for particular types of data. Customized views are the primary means of extending the presentation capabilities of MIND.	Map view, Casualty view, Audio clip view, Dynamic timeline, Attribute explorer view
Maps	Maps encapsulate a model of the earth, a projection method, and the logic necessary to render an image of this model in a generic map view.	Raster map, Vector map, Generic coordinate system view
Documents	Documents are static data, for example text, digital photographs, video clips, audio samples, local HTML pages, and Internet URLs. A document can be made dynamic by linking it to an activation event that specifies when it was created.	Text, HTML, Digital photograph, Video clip, Audio clip, URLs

presents an overview of the various component types included in MIND.

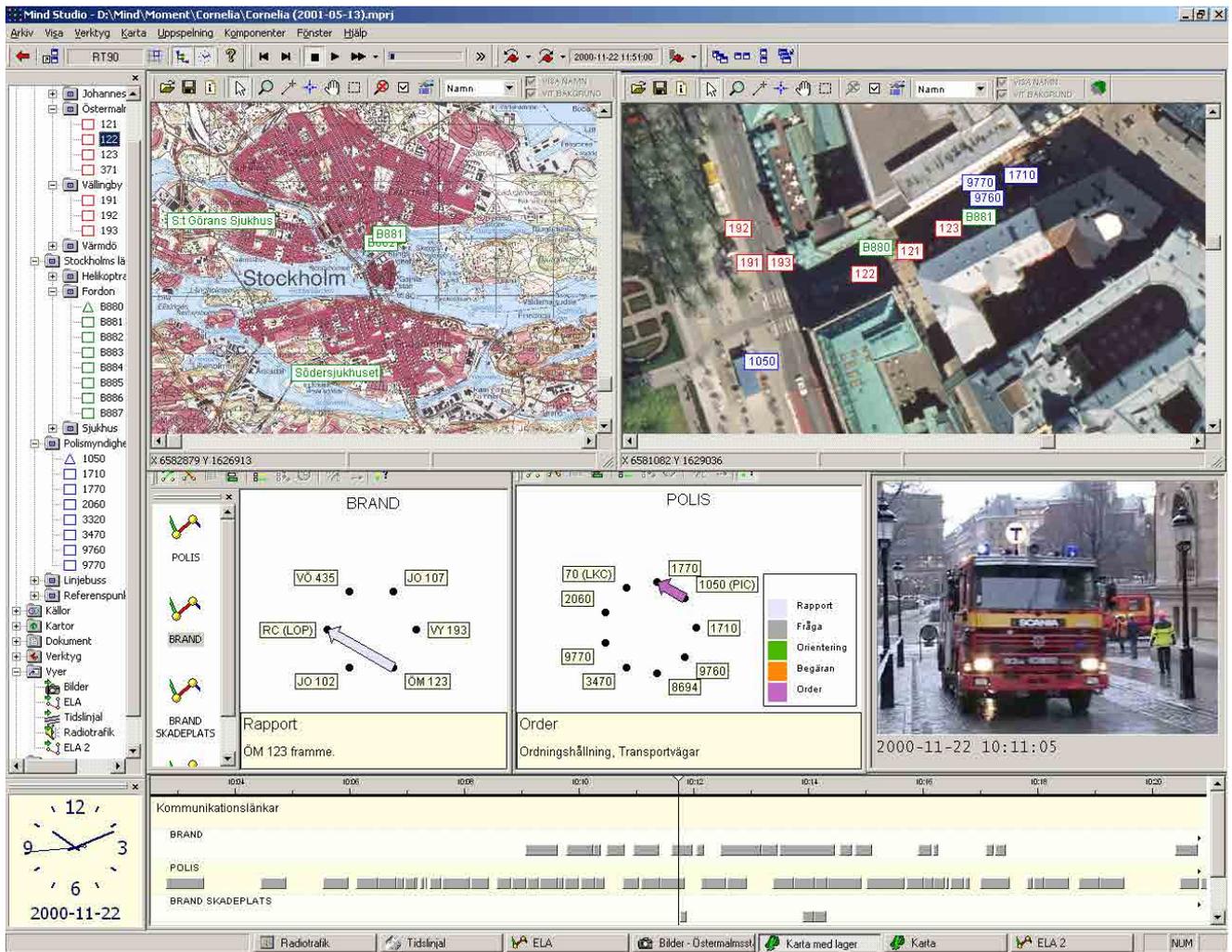
The MIND framework can replay mission histories. To help users access the mission histories it incorporates graphical representations of the data included in the models. In MIND, view components and object browsers manage the presentation of multimedia data. Themes help users structure the presentation by defining the layout, contents, and presentation mode for a subset of views. When the user activates a theme, the views included resume their user-defined states. Breakpoints define points of interest in the temporal dimension. Combining breakpoints and themes makes it possible to highlight particular aspects of the operation in a presentation. It can also facilitate analysis by supporting standard configurations of analysis views.

### Application Examples

We have used the modeling approach and the MIND framework for reconstruction and exploration in collaboration with users and subject-matter experts in various domains (Morin, 2002). Military applications include support for after-action reviews in the Swedish Army, analysis support for the Swedish Navy, and support for evaluation of prototypical command and control systems in the Swedish Army. However, in this paper we concentrate on applications in the public safety sector. We describe two applications of reconstruction and exploration to model and visualize rescue operations.

In the first application, we modeled a multi-agency exercise in the Stockholm Underground in November, 2000 (Thorstensson, Björneberg, Tingland & Tirmén

Carelius, 2001). In this operation a large rescue force (see Table 2) responded to a subterranean train derailment in the center of Stockholm, Sweden. Scenario analysis together with representatives from the fire services, the police department, the health authorities, and the train operator revealed that the main problems were related to the command and control of the operation. The focus of attention was placed on the function of the field command post where commanders from the fire-rescue services, the police, and the emergency medical services coordinated the operation. However, to delimit this function we also needed to cover its interaction with the rescue units as well as with rear-echelon command. Furthermore, to assess the effect of the command and control efforts we monitored the deployment of the forces and the extrication and transportation of casualties from the accident scene to three hospitals. The object models used in this operation mainly represented the type and position of the units and casualties. Position data were collected using the global positioning system and by human observers. Observers also provided comments and digital photographs from critical functions and phases of the operation. Extras, acting as casualties, tracked their own progress and treatment in the chain of medical attendance from the train to the hospital. Video cameras were used to capture the operation. A lot of information regarding the command and control was obtained from digital recording of 10 communication channels.



**Figure 3:** A screenshot from the MIND system showing the replay of the mission history from the Stockholm exercise involving an underground train derailment. The screenshot shows the situation 11 minutes after the incident. The component tree (top) and the mission clock (bottom) are displayed to the left. An overview map (left) and a detailed map based on an aerial photograph (right) appear on the top row and show the location of rescue vehicles (boxes with numbers). In the middle row, there are two audio link views showing communication on the fire (left) and police (middle) radio networks. The color-coded arrows represent messages, classified according to their type. At this point in time, unit 123 is reporting that it has arrived, while the police commander is issuing orders to secure a perimeter around the incident area. To the right is a photo view displaying a digital photograph of unit 123 arriving on the scene. At the bottom is a dynamic timeline that provides a graphic representation of communication sequences on multiple networks.

We used several views to visualize the data from the operation (see Figure 3). Three hours after the operation a subset of the data was presented to the participants at an after-action review. It included an animation of position data in map views, diagrams showing the treatment and transportation of casualties, digital photographs, and replay of digitally recorded radio communications.

After the exercise, we introduced views to present additional aspects of the operation—for example, a video view, communication link views, and a dynamic timeline. The extended version supported an in-depth analysis of the exercise with commanders and leaders from the agencies involved.

The analysis concentrated on how command was transferred between commanders as the operation escalated and on the cooperation between the various agencies involved. The visualization of the mission history supported this analysis by presenting a coherent overview of the events, where communication events could be examined in the operational context. Thus, the mission history provided a baseline account of the course of events to facilitate the participants' reflection on the development.

**Table 2:** Participants in the Stockholm exercise

Category	Resources
Fire-Rescue	3 stations (11 vehicles), a mobile command post, and a rear command post
Police	10 units and a rear command post
Medical	8 ambulances, 1 ambulance helicopter, 5 medical teams, a staff physician, and a rear command post 3 hospitals, each with an emergency room and a command post
Dispatch	3 operators at the 112-dispatch center
Train operator	Train crew and command post
Extras	80 extras acting as casualties

In the second application, we modeled real rescue operations carried out by the local fire department in Linköping, Sweden (Jenvald, Johansson, Nygren & Palmgren, 2001). Starting from the model developed from the Stockholm exercise, we asked what methods and tools were viable to model real operations. Of course, data collection during a rescue operation must not interfere with the fire fighters' ordinary tasks. Therefore, all the data needed for reconstruction have to be collected by automatic means, or by procedures carefully designed in collaboration with the fire fighters. Automatic logging of vehicle positions, digital photographs, digital recording of tactical communications, and records from the command central form the basis for reconstructing operations. Moreover, in real operations data collection procedure must be activated whenever there is an alarm—there is no time for last-minute preparations. Finally, the fire-rescue personnel must handle all equipment themselves and carry out all procedures necessary to collect and organize data from the operations (see Figure 4 for an example).

Preliminary results from this study indicate that the methods and tools are indeed feasible, but that substantial work is required to adapt them to the strict requirements imposed in the operational environment. Another observation is that even basic support for modeling and visualization has a positive effect on operations, as it promotes reflection on the procedures used within the fire department.

### Summary

We believe that multimedia models are a viable means of preserving and presenting the essence of a tactical operation to various audiences. In after-action reviews, such representations can serve as cognition-aiding artifacts, which help participants keep track of multiple streams of activities and form the big picture of the course of events. In detailed analysis, they support an explorative style of investigation that complements existing analytical



**Figure 4:** Digital photograph from a road accident in Linköping, Sweden, provided by the incident commander. The photograph is a part of the documentation produced from data collected during the operation. Photographer: Jan-Inge Gustavsson, Linköping Fire Department.

techniques, for example by providing an overview of an episode and by offering mechanisms for navigating in large data sets. Because multimedia representations reside in persistent storage, they can be shared in a community of researchers and practitioners to promote the exchange of lessons learned in a continuous effort to learn from experience.

The integration of communication data with representations of the operational context facilitates analysis of command and control. Access to contextual information makes it easier to interpret messages and analyze their consequences. For example, it makes it possible to identify critical information and trace it through the organization.

By making distributed work processes visible, the mission histories have facilitated concrete and open discussions about issues that were previously only hinted at. From our collaboration with real users, we have seen how this approach has helped move the focus of debate from what happened to why it happened.

### References

- Albinsson, P.-A. & Morin, M. (2002). Visual exploration of communication in command and control. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Information Visualization (IV 02)*, pp. 141-146, 10-12 July, London, England.
- Brehmer, B. (1992). Dynamic decision making: Human control of complex systems. *Acta Psychologica*, 81, 211-241.
- Cooke, N. J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 801-849.

- Fisher, C. & Sanderson, P. (1996). Exploratory sequential data analysis: exploring continuous observational data. *Interactions*, 3(2), 25–34.
- Flin, R. (1996). *Sitting in the hot seat: Leaders and teams for critical incident management*. Chichester: Wiley.
- Hoffman, R. R. & Crandall, B. & Shadbolt, N. (1998). Use of the critical decision method to elicit expert knowledge: A case study in the methodology of cognitive task analysis. *Human Factors*, 40(2), 254–276.
- Hollnagel, E. (1998). Context, cognition and control. In Y. Wærn (Ed.) *Co-operative process management: Cognition and information technology*, pp. 27–52, London: Taylor & Francis.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping: Linköpings universitet.
- Jenvald, J., Morin, M. & Kincaid, J. P. (2001). A framework for web-based dissemination of models and lessons learned from emergency-response exercises and operations. *International Journal of Emergency Management*, 1(1), 82–94.
- Jenvald, J., Johansson, B., Nygren, A. & Palmgren, S. (2001). Empowering the responders to learn from real incidents: A Swedish research initiative. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference (TIEMS 2001)*, June 18–22, Oslo, Norway.
- Johnson, C., Birnbaum, L., Bareiss, R. & Hinrichs, T. (2000). War stories: Harnessing organizational memories to support task performance. *Intelligence*, 11(1), 16–31.
- Mackay, W. E. & Beaudouin-Lafon, M. (1998). DIVA: Exploratory data analysis with multimedia streams, *Proceedings of the ACM CHI'98 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 416–423, Los Angeles, California.
- Morin, M., Jenvald, J. & Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3–27.
- Morin, M. (2002). *Multimedia representations of distributed tactical operations*. Linköping studies in science and technology, Dissertation No. 771, Linköping: Linköping University.
- Morrison, J. E. & Meliza, L. L. (1999). *Foundations of the after action review process*. Special report 42, Alexandria: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Nørretranders, T. (1998). *The User Illusion*. London: Viking Books.
- Orfali, R., Harkey, D. & Edwards, J. (1996). *The essential distributed objects survival guide*. New York: Wiley.
- Pew, R. W. & Mavor, A. S. (Eds.) (1998). *Modeling human and organizational behavior: Application to military simulations*. Washington DC: National Research Council.
- Pigeau, R. & McCann, C. (2000). Redefining command and control. In C. McCann & R. Pigeau (Eds.), *The human in command: Exploring the modern military experience*, pp. 163–184, New York: Kluwer/Plenum.
- Shattuck, L. G. & Woods, D. D. (2000). Communication of intent in military command and control systems. In C. McCann & R. Pigeau (Eds.), *The human in command: Exploring the modern military experience*, pp. 279–291, New York: Kluwer/Plenum.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M. & Jenvald, J. (2001). Monitoring and analysis of command-post communication in rescue operations. *Safety Science*, 39(1–2), 51–60.
- Thorstensson, M., Björneberg, A., Tingland, B. & Tirmén Carelius, M. (2001). Computer-supported visualisation of an inter-agency exercise in the Stockholm underground. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference (TIEMS 2001)*. June 19–22, Oslo, Norway.
- Woods, D. D. (1993). Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory. In G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*, pp. 228–251, Norwood: Ablex.
- Woods, D. D. (1998). Designs are hypotheses about how artifacts shape cognition and collaboration. *Ergonomics*, 41(2), 168–173.
- Zachary, W. W., Ryder, J. M. & Hicinbothom, J. H. (1998). Cognitive task analysis and modeling of decision making in complex environments. In J. Canon-Bowers & E. Salas (Eds.), *Decision making under stress: Implications for training and simulation*. Washington, DC: American Psychological Association.

## Visual Exploration of Communication in Command and Control

Pär-Anders Albinsson, Magnus Morin

*Proceedings of The 6th International Conference on  
Information Visualization (IV 02), s. 141–146,  
10–12 juli, 2002, London, England.*

Särtryck: FOI-S--0668--SE  
2002



# Visual Exploration of Communication in Command and Control

Pär-Anders Albinsson  
Swedish Defence Research Agency  
Linköping, Sweden  
paalb@foi.se

Magnus Morin  
Dept. of Computer and Information Science  
Linköping University  
Linköping, Sweden  
magnus@vsl.se

## Abstract

*Communication is a central activity in command and control. However, analysing communication using linear transcription of large amounts of sequential data is tedious and time consuming. This paper describes an alternative approach to communication analysis based on visual exploration of abstract representations of communication. It introduces a visualisation technique based on the Attribute Explorer. The technique was implemented in a visualisation component embedded in a framework for coordinated presentation of temporal data. It is demonstrated using authentic communication data from a military exercise and a rescue operation.*

## 1. Introduction

Communication is crucial in distributed, safety-critical human activities, such as fire fighting, law enforcement, and military operations, where units operate at separate locations under hazardous conditions to achieve common goals. Commanders, team leaders, and specialists must exchange plans, procedures, reports, and orders to coordinate and synchronise their efforts. Not only are such messages vital to ensure a successful outcome of an operation, but they also provide an observable trace of how key actors have perceived the emerging situation and what decisions they have made. Therefore, recording and analysing communication from multiple channels are important means of gaining insight into the processes involved in command and control (C2).

A major problem with communication analysis and other process-tracing methods [19] is that they can generate huge amounts of data. Another problem is that analysis of audio data based on transcription is time-consuming and tedious [3]. Fisher and Sanderson [6] observed that the time required to analyse a recorded sequence could be many times longer than the sequence itself. But they also indicated a potential solution to the problem based on visualisation of abstract

representations of audio data. The key idea in the approach is to store digitised audio data and postpone any transcription or replay of the data until it is absolutely required. Instead, the analyst interacts with an abstract representation of the sequential audio data through a graphical user interface that supports navigation based on speech patterns or annotated keywords and provides random access to any audio sequence of interest. A similar approach underlies the multimedia analysis tool DIVA [8] that includes representations of multiple synchronised multimedia streams accessible through a graphical user interface.

This paper combines an abstract representation of communication with an exploratory visualisation interface. Communication is recorded as digitised audio data or as electronic messages, and each message exchange is represented as an abstract link with information about sender, receiver, time point, duration, and classification [16]. Visualisation and exploration take place at the level of abstract links. The problem of formulating—or even knowing—relevant questions suggests that queries should be dynamic in the sense that the results of interactions are immediately visible [13]. Obtaining zero hits or too many hits when searching and browsing large data sets is another well-known problem [15]. As communication analysis includes exploratory tasks, we need a clear view of the context to navigate among the data. Providing dynamic queries alone does not solve this problem. We also need hints on where and how to adjust the queries to manage the hits [14]. These requirements prompted us to base our tool for communication analysis on the Attribute Explorer [15, 14].

Using authentic data from a military training exercise and a rescue operation exercise we show how the extended Attribute Explorer helps answering ubiquitous C2 questions, such as what an actor said to another actor in a specified time interval. But more important, we demonstrate how the visualisation supports discovering unanticipated communication patterns and helps detecting anomalies in the underlying link data [18]. The software tool was

implemented as a plug-in component for the MIND visualisation framework [10, 9].

The next section briefly introduces C2 and describes the role of communication in C2. Then follows a short description of the MIND visualisation framework. After those preliminaries we review the Attribute Explorer and describe how our extension facilitates the analysis of communication in C2. A discussion and our conclusions complete the paper.

## 2. Communication in command and control

Pigeau and McCann [11] provided a general definition of C2 that focuses on its role in a distributed activity: “The establishment of common intent to achieve coordinated action” (p. 165). They further distinguished between intent that is publicly communicated (explicit intent) and intent that is assumed from the cultural, organisational, and individual context (implicit intent). Shattuck and Woods [12] linked this definition of C2 to the role of a communication process as a conveyor of plans, procedures, specifications of degree of control, and reports on system status between supervisors and actors in a hierarchical, distributed organisation. In particular they discussed the inherent conflict between maximising a supervisor’s degree of control and enabling local actors to respond to rapid changes in the environment. Flin [5] reported that not having a complete picture of an emerging situation was a major source of stress for fire commanders. In essence, this issue concerns what must be communicated, before and during a mission, and what can be managed at a local level guided by what has been communicated and what can be inferred from the context.

To analyse communication in C2 we thus need to consider both the messages sent between various actors and the situation in which they were sent. Examples of important issues in the operational context are:

- ❑ **Actors:** What individuals and teams are involved and what is their status?
- ❑ **Organisation:** How are individuals and teams organised in units and how is the chain of command defined?
- ❑ **Communication:** What means of communication exist and how does the communication structure relate to the chain of command?
- ❑ **Tasks:** What tasks have actors been assigned?
- ❑ **Location:** Where are the actors?
- ❑ **Activity:** What are the actors doing?
- ❑ **Coordination:** What activities need to be coordinated to ensure effective, efficient, and safe operations?
- ❑ **Time:** Are there deadlines and when do activities have to commence and cease?

- ❑ **Artefacts:** What is the status of communication systems and other tools for C2 and how are they used?

- ❑ **Environment:** What does the terrain look like and what is the weather like?

Although communication analysis can provide crucial information pertaining to those issues, other means of process data are required as well, for example log files from C2 systems, log files from positioning devices, and video recordings from command posts [16]. Compiling process data and combining them with verbal reports provided by participants enable the construction of behavioural protocols [19] to address cognitive aspects of communication in C2.

## 3. The MIND visualisation framework

The need to handle large amounts of data pertaining to diverse aspects of command and control in distributed operations motivated our development of the MIND visualisation framework [10, 9]. MIND uses data collected in a real operation to construct a time-synchronised, discrete-event representation of the course of events of the operation. The resulting model can be presented in a visualisation tool that supports time-based navigation and animation using multiple views. MIND includes a component model that enables the development and deployment of customised models and visualisations to meet the requirements of different domains, research questions, and target audiences. Examples of visualisation views deployed with MIND are:

- ❑ **Map view:** Presents the time-dependent location of actors using symbols in customisable maps
- ❑ **Photograph view:** Displays time-stamped and annotated digital photographs of actors at work
- ❑ **Video view:** Displays time-stamped video sequences of activities in the operation
- ❑ **Audio sequence view:** Provides random access to time-stamped audio data from various communication networks
- ❑ **Communication link view:** Presents audio data represented both as communication links and audio sequences
- ❑ **Dynamic timeline:** Shows an overview of selected events to support temporal navigation
- ❑ **Document view:** Displays written information, for example plans, standard operating procedures, and orders

So far, MIND has been used to support training and evaluation in the military domain [7, 1] and in the public safety sector [10, 4]. It has also been used to support research on airborne mine detection in Croatia.

## 4. Exploring the Attribute Explorer

The Attribute Explorer [15] is an interactive visualisation tool that employs the concept of linked histograms. It provides one histogram for each dimension (or attribute) of the data, where the height of each bar corresponds to the number of data elements that fall under that interval. By changing the limits in one dimension the corresponding hits are updated (or 'brushed') in the other dimensions. Elements filled in a contrasting colour represent full hits, that is, they satisfy all constraints in all dimensions. Shades of grey—from black to white—represent the number of dimensions failed. An element is coloured black if it fails in one dimension only and white if it fails in all. For each dimension added to the data set, there is an additional constraint that can be violated. Thus the number of colours required equals the number of dimensions of the data.

The Attribute Explorer supports central tasks in visual exploration of communication by meeting the following three requirements:

- ❑ **The need to answer known questions:** It accepts well-defined, absolute restrictions on each dimension, which subsumes pre-defined queries.
- ❑ **The need for exploration:** It encourages exploration by enabling dynamic interaction with every dimension and presenting immediate visual feedback.
- ❑ **The need for context:** It provides a view of the context at all times as the colour-coded histograms give hints on where to relax constraints to get hits and where to impose restrictions to narrow the solution space.

## 5. Extending the Attribute Explorer

Before we can explore communication visually using the extended Attribute Explorer we need to convert the data recorded to an abstract representation. A commonly used method for evaluation of communication is link analysis, which accounts for frequencies of interactions between humans, machines or their combinations [2]. Extended Link Analysis [16, 1] extends basic link analysis to address communication in C2 by adding time stamps and message classifications to links. The communication links constructed include the following attributes:

- ❑ **Sender:** The actor in a communication network that initiated the communication
- ❑ **Receiver(s):** The actor(s) in a communication network to whom the message was addressed
- ❑ **Classification:** A hierarchical set of categories, allowing both detailed classifications and summary classifications

- ❑ **Start time:** The time when the communication was initiated
- ❑ **Total length:** The total length of the communication sequence

In addition, a link may have an optional text annotation that includes a key word or a short summary. These attributes cover several of the operational issues listed in Section 2.

Creating links requires extraction of senders and receivers, and classification of message contents. For computer-based communication, for example e-mail, links can be generated semi-automatically using logging tools. However, to process recorded audio data substantial manual work is required.

Spence and Tweedie [15] discussed both ordinal and categorical attributes, but all the application examples presented concerned data sets with numerical attributes [14]. In our case the attributes are of different types—categorical, hierarchical, ordinal—and they may be both discrete and continuous. For such attributes, range-based selection is not sufficient. Instead, a user must be able to select and deselect elements independently. Furthermore, some of the attributes of a communication link need not have mutually exclusive ranges of values. Communication links may specify several receivers for one message, which forces the same underlying data to be represented at several places in the histogram. Similarly, a communication link may include multiple message classifications. Another characteristic is the temporal dimension of the data set: Communication is distributed over time and will therefore add an underlying source of dynamism into the exploration.

## 6. Application examples

To demonstrate the benefits of using the extended Attribute Explorer, we examine radio communication from two field exercises. In the first exercise a joint multi-agency rescue force responded to a mass-casualty underground train derailment in Stockholm [17]. The other exercise involved manoeuvre warfare with a mechanised battalion in northern Sweden.

First, we demonstrate how the Attribute Explorer helps us find the answers to predefined queries. One example of such a query is to ask for all communication sequences initiated by a particular actor. In the Attribute Explorer there is a straightforward way of conducting this non-exploratory task by imposing restrictions on the attributes of the data set. Figure 1 illustrates this use where one staff member (police unit 9770) has been selected in the 'sender dimension' leaving all other dimensions minimised. The hits represent every sequence initiated by unit 9770 and they are listed below the histogram. From this list, it is possible to replay the audio message of selected

communication links and to synchronise the other views in the MIND visualisation framework with the links. The time stamp of the selected communication link is used as the target time point for temporal navigation in the framework. The contents of the views are updated to reflect the state at that time. Figure 2 depicts a map view of the incident area showing the current state of all involved units at the point of time derived from such an interaction with the Attribute Explorer.

In exploratory tasks, for example when studying movements and activities of military units, an analyst may seek to answer why a unit suddenly interrupted its activities or turned and headed for another direction. Figure 3 illustrates such an example that involves the military unit DX. Selecting the unit in focus (DX) as receiver, choosing the classification category 'order' (which includes three different subcategories: preliminary order, short order, and full order), and specifying a time span covering the last hour, produce a view where the hits correspond to all orders given to the unit in the specified time frame. Replaying these orders (or maybe just by looking at their textual annotations) may reveal the reason for the unit's behaviour.

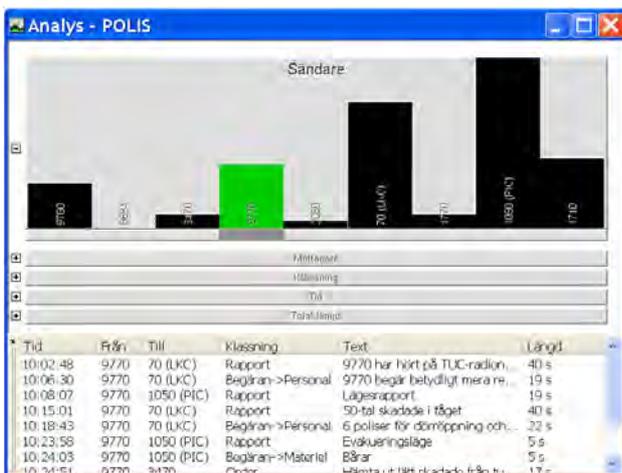
In both these examples queries formulated in a data base language could have produced the same end result. But we would not have been invited to notice the additional contextual information. For example, we see in Figure 3 that DX never received a full order, neither in nor outside the selected time interval. We conclude this from the fact that the 'full order' classification elements are coloured grey, which means that they violate constraints in more than one dimension. However, we notice that DX did receive orders some hours before



**Figure 2.** One of the views in MIND that can be synchronised to the Attribute Explorer: This view shows involved units (police and fire department vehicles, ambulances etc.) on a photographic map of the incident area.

(the black elements in the time dimension area). Furthermore, we see that DX did not receive any other types of messages during the selected hour, because all elements in unselected classification categories fail in at least one other dimension (see Figure 3).

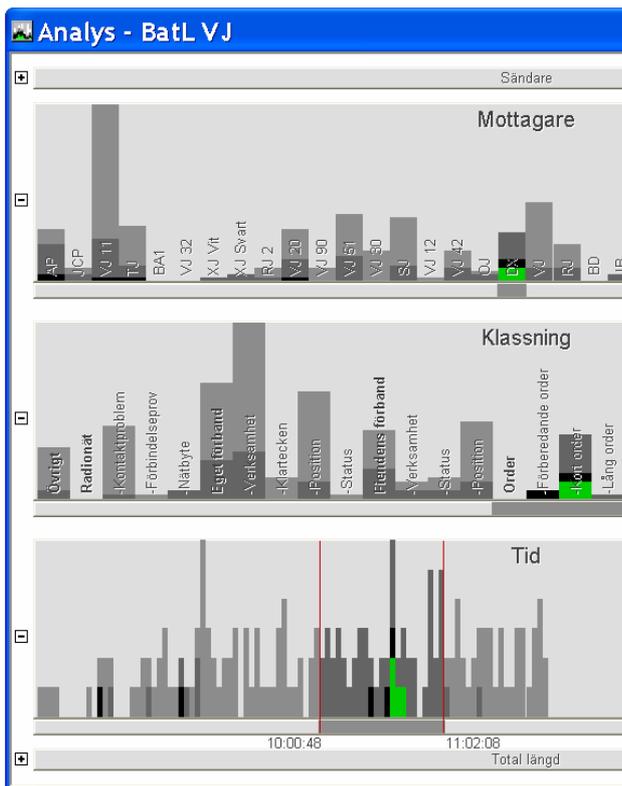
Exploring a scenario in the Attribute Explorer may result in the discovery of relevant facts without any pronounced question to begin with. For example, when we examine the messages sent from the battalion staff to the subordinate companies in the battalion exercise, we find a period of nearly two hours where no communication was initiated. Figure 4 shows a view where a time interval including that period has been selected. The first hit in the selection represents an order that instructed the company TJ to carry out their task. Presuming that TJ conducted that task, the next step is to inspect communication initiated by TJ during this activity. By limiting the sender dimension to only include TJ, by restricting the receiver dimension to include only the supervisors of TJ in the battalion staff, and by selecting the classification dimension to 'reports', we see how TJ continuously reported its progress (see Figure 5). The reports are immediately accessible in the list of hits (as in Figure 1), allowing the original communication to be reviewed and replayed. The example view in Figure 5 gives other hints as well: TJ did not report to anyone else than its supervisors (no black elements outside the limits). Moreover, TJ reported enemy status (as indicated by the small black element to the right). By looking at the length dimension as well (minimised in the figure) we



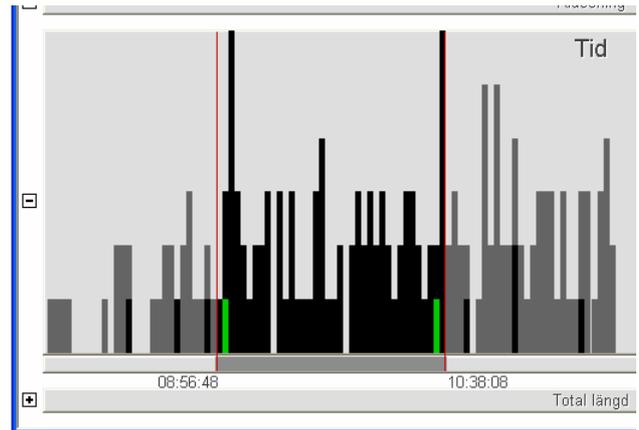
**Figure 1.** An example of a simple query using only one dimension, sender (sändare), of the Attribute Explorer: Police unit 9770 is selected in the sender dimension and all communication initiated by 9770 is shown in the list.

discover that all reports were short, except for one that was considerably longer. Selecting that link leads us to a concluding summary report of the company's progress. These examples demonstrate the exploratory use of the visualisation tool for analysing communication.

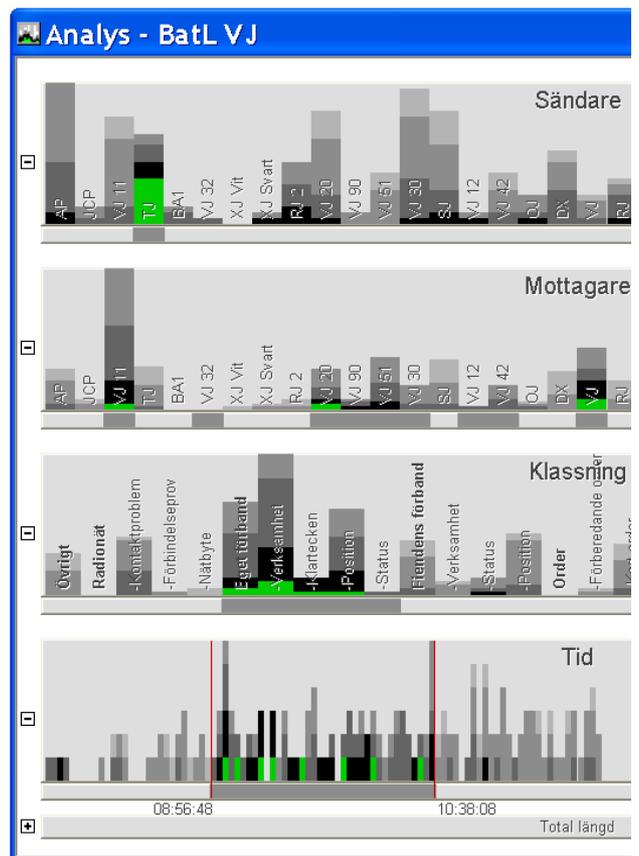
What about finding problems in the underlying data? Using the length dimension to select unusually short messages from the military exercise, we find that they typically are flawed in some way (e.g. lost connections and poor audio quality) and usually classified as 'other'. Adding a classification for incomplete transmissions would make it possible to relate communication problems to other aspects of an operation. Furthermore, it is easy to detect communication links pertaining to orders that (by mistakes in the link analysis) point in the wrong direction. If a commander receives an order from a subordinate unit there will be an isolated green element in the explorer view that stands out. Once spotted, the corresponding communication link can be adjusted to convey the correct information.



**Figure 3.** This view shows the use of three dimensions, receiver (*mottagare*), classification (*klassning*) and time (*tid*), to find the most recent orders given to military unit DX. The selection in the classification dimension comprises order (*order*), preliminary (*förberedande*) order, short (*kort*) order and full (*lång*) order.



**Figure 4.** This view shows received messages for the company TJ during a period of time. The first message is a direct order and leads us to look closer on how TJ will carry out this order.



**Figure 5.** By selecting appropriate limits on the sender (*sändare*), receiver (*mottagare*), classification (*klassning*), and time (*tid*) dimension we see how the company TJ regularly reports to its supervising officers.

## 7. Conclusion and future work

Our goal was to develop a tool that can support the analysis of communication in command and control. In the short time the prototype has been available for C2 system analysts within the MIND research group, it has already been welcomed as a helpful tool not only to answer ubiquitous questions pertaining to communication in C2, but also to explore patterns and relations in communication data. The combination of link analysis and a visual representation based on the principles of the Attribute Explorer provides new possibilities for explorative communication data analysis in the C2 domain. These possibilities fill gaps in the MIND framework—a research tool under constant development—and shed light on further development issues for the framework as a whole, where more powerful coordination possibilities among different views is one example.

More research is needed in the area to evaluate the usefulness of the technique. However, formal evaluations of the Attribute Explorer in order to compare it to other techniques could be hard to get ecologically relevant. The exploratory nature of the Attribute Explorer and the complex nature of communication and C2 make this task non-trivial. However, to get an improved understanding of the usefulness, the implemented tool will be delivered to and used by analysts outside the MIND research group as well, contributing to a deeper insight.

## 8. References

- [1] P-A. Albinsson and J. Fransson, “Communication visualization—an aid to military command and control evaluation”, In *Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society 45<sup>th</sup> Annual Meeting*, pp. 590–594, Minneapolis, Minnesota, USA, 2001.
- [2] A. Chapanis, *Research Techniques in Human Engineering*, John Hopkins Press, Baltimore, 1959.
- [3] N. J. Cooke, “Varieties of knowledge elicitation techniques”, *Int. J. Human-Computer Studies*, Vol. 41, pp. 801–849, 1994.
- [4] M. J. Crissey, M. Morin, and J. Jenvald, “Computer-supported emergency response training: Observations from a field exercise”, In *Proceedings of the 12th International Training and Education Conference*, pp. 462–476, Lille, France, 2001.
- [5] R. Flin, *Sitting in the Hot Seat: Leaders and Teams for Critical Incident Management*, Wiley, Chichester, 1996.
- [6] C. Fisher and P. Sanderson, “Exploratory sequential data analysis: exploring continuous observational data”, *Interactions*, Vol. 3, No. 2, pp. 25–34, 1996.
- [7] J. Jenvald. *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*, PhD Dissertation, Linköpings universitet, Linköping, Sweden, 1999.
- [8] W. E. Mackay and M. Beaudouin-Lafon, “DIVA: Exploratory data analysis with multimedia streams”, *Proceedings of the ACM CHI'98 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Los Angeles, California, pp. 416–423, 1998.
- [9] M. Morin, “Mind—Methods and Tools for Visualization of Rescue Operations”, *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference*, June 19-22, Oslo, Norway, 2001.
- [10] M. Morin, J. Jenvald, and M. Thorstensson, “Computer-supported visualization of rescue operations”, *Safety Science*, Vol. 35, No. 1-3, pp. 3–27, 2000.
- [11] R. Pigeau and C. McCann, “Redefining command and control”, In C. McCann and R. Pigeau, *The Human in Command*, Kluwer/Plenum, New York, pp. 163–184, 2000.
- [12] L. G. Shattuck and D. D. Woods, “Communication of intent in military command and control systems”, In C. McCann and R. Pigeau, *The Human in Command*, Kluwer/Plenum, New York, pp. 279–291, 2000.
- [13] B. Shneiderman, “Dynamic queries for visual information seeking”, In S. Card, J. Mackinlay and B. Shneiderman, *Information visualization: Using vision to think*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, pp. 236–243, 1999.
- [14] R. Spence, *Information Visualization*, Addison-Wesley, UK, 2000.
- [15] R. Spence and L. Tweedie, “The Attribute Explorer: information synthesis via exploration”, *Interacting with Computers*, 11, pp. 137-146, 1998.
- [16] M. Thorstensson, M. Axelsson, M. Morin and J. Jenvald, “Monitoring and Analysis of Command-Post Communication in Rescue Operations”, *Safety Science*, Vol. 39, No. 1–2, pp. 51–60, 2001.
- [17] M. Thorstensson, A. Björnberg, B. Tingland, and M. Tirmén Carelius, “Computer-Supported Visualisation of an Inter-Agency Exercise in the Stockholm Underground”, *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference*, June 19-22, Oslo, Norway, 2001.
- [18] C. Ware, *Information Visualization: Perception for Design*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 2000.
- [19] D. D. Woods, “Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory”, In G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood and C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*, Ablex, Norwood, New Jersey, pp. 228–251, 1993.

## Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise

Mona Crissey, Magnus Morin, Johan Jenvald

*Proceedings of The 12th International Training and Education Conference (ITEC 2001), s. 462–476, 24–26 april, 2001, Lille, Frankrike.*

Särtryck: FOI-S--0073--SE  
2001



# Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise

Mona J. Crissey  
Army Research Laboratory, Human Research and Engineering Directorate  
12350 Research Parkway  
Orlando, FL 32826-3276, USA  
Mona\_Crissey@stricom.army.mil

Magnus Morin  
Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 29, SE-583 34 Linköping, Sweden  
magnus@vsl.se

Johan Jenvald  
Swedish Armed Forces, Headquarters  
SE-10785 Stockholm, Sweden  
johjen@lin.foa.se

## **Abstract**

With growing population centers and an increased incidence of chemical spills, the lives of many innocent people are at risk. Intense media coverage has heightened public awareness with the demand for better emergency response that includes well-managed crisis teams who can respond to all facets of a large-scale emergency. The result has been a growing need to train emergency responder teams not only to perform their individual specialties, but also to coordinate and cooperate with multiple agencies to accomplish this training. A most unique emergency response exercise was staged in central Florida to meet this training need. Not only did it involve multiple police and fire-rescue agencies located in Central Florida and a team of Swedish researchers and public safety officials; various simulations, technology and computer software programs were also used to heighten realism and provide feedback to the participants. This paper explores the roles of the participants; crisis coordination among agencies and the rules governing each and the lessons learned; as well as assessing the capabilities provided to emergency preparedness exercises through simulation and their usefulness in training and evaluation.

## **Introduction**

Chemical incidents are a real threat to our society as our cities grow and chemicals are transported by rail and on roads to plants and industries that are sometimes located in densely populated areas. The heightened awareness by the public of the extremely critical roles played by emergency response teams during environmental catastrophes and man-made disasters and their possible personal consequences has been fostered by high media visibility.

Emergency response to incidents involving hazardous chemicals is complex, as it requires careful coordination of resources from multiple agencies. For instance, fire and rescue departments handle the containment of the leaking substance and the extrication and decontamination of victims. The police are responsible for cordoning off the incident scene and for evacuating threatened areas nearby, while the health authorities provide trauma care and rehabilitation. Training at individual, team, command staff and task force levels is crucial to sustain and improve the responding agencies' ability to handle these types of incidents. This has led to the need for better trained and well managed emergency response teams who are prepared to answer the demands of multiple crises resulting from a single disaster.

Many types of training are relevant for emergency response exercises. They include individual training for specific one-man tasks, team training for crews manning large pieces of equipment commonly used, command post training for staff and management functions, and task force training where teams with different skills and response commitments are combined in a larger training scenario. Responders must not only be highly trained to perform their own individual specialties, but also to receive training directly related to coordination and cooperation with multiple agencies to successfully accomplish a larger task force mission.

There are several potential problem areas when methods and tools developed for a specific training purpose in one domain are to be modified and adapted to support similar training situations in other fields. Domain-specific terminology, procedures, and regulations may present unexpected problems in the transition process. Furthermore, differences in nationality, culture, organization, and language may introduce additional difficulties even within the same application area.

Emergency response task force training is typically conducted in a live environment. It requires a fairly large geographical area, numerous pieces of equipment and vehicles, multiple agencies with various standard operating procedures, and many observers documenting various aspects of the exercise. Task force training with units from multiple agencies usually follows the same prescriptive outline as individual, team, and command post training: i.e., planning, preparation, execution and evaluation. Tasks to be accomplished can be derived and tracked to the four functional areas on the same timeline.

One difficulty lies in linking the plans, preparations, and actual events in a logical sequence, documenting them, and then displaying them so that all participants can receive appropriate feedback during evaluation. Another difficulty is that of adding some degree of realism to enhance the decision making process when it is known that the situation is contrived; and when treating exercise victims, who, had the perceived injuries been real, should be treated for life-threatening situations.

This paper describes previous research relating to various tools, methods, and aspects of planning, monitoring, visualization and evaluation of emergency response training. To explore some of the obstacles that render difficult the transition of training methods and support tools to the task force level an actual, unique, emergency response training exercise will be described. It involved multiple police, fire and rescue agencies, an international team of American and Swedish researchers, and public safety officials.

Organized as a field trial in Orlando, Florida, United States, in May 2000, fire and rescue units and police from two counties responded to a chemical incident involving a chlorine leak outside a shopping mall. The centerpiece of the exercise was a training support system initially developed for military training and adapted for emergency response training in Sweden, enhanced by the use of various simulations, technology and computer software programs. We will describe how the field trial was organized, prepared and carried out. The roles of the agency and institutional participants will be explored and observations made during the exercise and at the after action review (AAR) will be presented. The additional capabilities that can be provided to emergency preparedness exercises through simulation will be described. The results of this particular exercise and some lessons learned that may aid in the planning and preparation for future exercises will be discussed.

## **Previous Research**

In recent years the development of training methods and training aids has been very rapid, especially in the military domain. The encouraging results in this application area are beginning to carry over to other fields. In particular, several applications have been aimed at supporting the training of medical and rescue personnel. See the work by Boosman (1999) on the Diabolo tool for triage training, the work by Foth (1999) on programs for hazardous material training for first responders, and Anderson (2000) on medical resource management response with the MUSTER system.

Using simulation to enhance emergency management training is not a new idea. Janus, a United States Army constructive simulation system, was enhanced to support emergency management scenarios that included hurricanes, fires, tornadoes and chemical spills. The software known as TERRA provided the stimulus for training command post personnel during emergency management exercises. The complete system called Plowshares contained its own terrain database, an event planning and scheduling tool, a message logger and after action review criteria. Plowshares is currently part of the common software load for every Janus system fielded to United States Army National Guard. For more information on the Plowshares project see Slepow et al., (1996); Petty and Slepow (1995a, 1995b); and Slepow and Kincaid (1995).

Various aspects of emergency response training in Sweden have been documented by Swedish researchers from the Defence Research Establishment, (FOA.). Thorstensson et al., (1999a) reported on a successful use of an existing battle training instrumentation system (MIND) to support an emergency response exercise. Morin et al., (1998b) described methods and tools for supporting after-action analysis and evaluation of a large-scale rescue exercise, concentrating on selecting, recording, compiling and replaying relevant events in MIND to provide participants with a coherent view of the total exercise. Morin et al., (1998a) presented an overview of activities related to instrumented force-on-force battle training in the Swedish Army and reported on a number of methods and tools for systematically evaluating techniques and methods to support training. Jenvald et al. (1998) showed how rescue exercises provide valuable information for supporting plan assessment. By combining extensive data collection with advanced compilation and

visualization tools to present a coherent and objective view of events during replay, domain experts were able to identify relevant and measurable assessment parameters.

Thorstensson et al., (1999b) presented a model to monitor and visualize medical resource utilization for tracking casualties in mass-casualty incidents through the chain of medical attendance via a time line. The method was used to support the exercise debrief and to facilitate subsequent in-depth analyses.

The importance of efficient training methods for multiple teams organized in a taskforce to carry out complex and time-critical missions in hazardous environments was studied by Jenvald (1999). His thesis described methods and tools used in computer supported training and presented a framework consisting of both a training methodology and an architecture for an instrumentation system that could provide different levels of computer support during different training phases. The resulting approach used an observable and realistic training environment to improve the training of both the teams and the taskforce.

Chemical incidents, whether peacetime accidents or chemical attacks during wartime, can have severe consequences in terms of people affected and damage to the environment. Management of chemical incidents with the use of simulation based decision support tools was documented by Morin et al., (1999). Decisions involving whom to warn, whom to move, and the establishment of decontamination stations in a safe area were aided by simulation models for chemical agent propagation in a geographical information system. The system supported rapid and automated warning, selective stand-down, and chemical agent detection management and casualty predictions.

The decisive effect that the performance of a command post staff can have on the outcome of a rescue operation is evident during training as the staff personnel coordinate and manage their rescue forces. Monitoring and documenting communication processes can lead to a better understanding of the cause-effect relationships between information received from the field, decisions made at the command post, commands issued, and the resulting responses from rescue teams in the field. Thorstensson et al., (2000) presented a method and software tool to enable training observers to monitor and record communication events at a command post. The method extended link analysis, and introduced time stamping and classification of events allowing detailed temporal analysis of staff

communications. The software tool supported the monitoring, recording, and export of the data for analysis and visualization.

Web-based technologies greatly enable sharing of information, thus facilitating development of rescue agency training through wide distribution of documentation, models and lessons learned from training exercises and rescue operations. Some aspects of a web-based dissemination were discussed by Jenvald et al., (2000). A framework was presented that defined the main mechanisms for web-based information exchange with the intention of providing a foundation for analyzing information needs and flow based on user data.

A method to model and analyze the structure of mass-casualty training scenarios was presented by Morin et al., (2000b). Based on some key components of recovery and treatment of casualties in an emergency response situation, a network model of mass casualty response operations, to include required personnel, resources, and activities was defined that can help training managers identify tasks and appropriate training levels. Several state-of-the-art training systems, relevant to emergency response training at individual, team, command post, and task force were reviewed to identify trends and promising research directions.

### **Training and Research Needs**

There is still a great need for methods and tools for improving all emergency training sequences from rescue planning to individual agency responses during disasters and emergencies. Especially, there is a need for training of personnel from different agencies, with different professions and standard operating procedures, to understand each other's methods and procedures in order to coordinate rescue activities most efficiently.

Training people for critical and dangerous incidents requires realism in the training situation without putting the participants at risk. It is also important that the participating trainees effectively learn (Kincaid, 1992) from their performance during training to enhance their readiness and capabilities in real situations. The understanding by all participants of the overall task force goal and the importance of cooperation between sub-units and among different agencies is most important to motivate trainees and enhance the learning process.

To provide a common frame of reference and to facilitate subsequent analysis and evaluation, it is of great value to establish an overall view of the operation. Providing a

visualization of a rescue operation on a standard desktop computer or on the Internet enables emergency managers and first responders to examine the course of events of a rescue operation. This support can help professionals both to grasp the big picture (Morin et al., 1998b) and to explore the interaction between critical factors in great detail (Worm et al., 1998). Visual models of minutely documented missions make it possible to analyze similar scenarios to systematically identify cause-effect relationships that influence the outcome of rescue operations (Rejnuš et al., 1998; Jenvald et al., 1998). Real-time data acquisition and visualization in an ongoing rescue operation can facilitate dynamic decision-making to improve command and control (Brehmer, 1991, Brehmer & Svenmarck, 1995). However, the usefulness of the visualization is determined by the models devised to represent the rescue scenario, the means of data acquisition employed and the data collected from the actual operation.

### **Orlando Exercise Organization**

The Orlando exercise was planned, executed, documented and analyzed by a team of scientists and domain experts from Sweden and the United States. Much of the planning for the exercise was conducted by e-mail. The Swedish part of the team provided methods and tools for monitoring and visualization of the rescue force. The American part of the team provided the life sized human patient simulator for detailed simulation of the casualties from the exercise incident. Both countries provided subject matter experts from rescue agencies, and police and military forces. These experts, and scientists from Linköping University and University of Central Florida, were used as observers during the exercise.

### **Methods and Tools**

The methods used for the exercise addressed the problem of how to transform the operational objectives of a task force into goals for the visualization and evaluation of the operation, and how those goals directed the modeling of the operation. The end result was a *mission history* (Morin et al., 1998a), an executable, discrete-event model of the rescue operation. A mission history is made up of hierarchical object models, representing the units participating, and a sequence of events representing state transitions that take place in those objects. Each event is marked with the time when it occurred during the operation.

Construction and visualization of a mission history rely on the existence of methods and tools to collect data from a rescue operation, to compile and appropriately organize these data and to present them using succinct and comprehensible displays and views, such as digital maps and diagrams. These tasks are performed by an *instrumentation system*, MIND, (Morin et al., 1998a; Thorstenson et al., 1999a; Jenvald, 1999). MIND is an integrated data gathering and After Action Review presentation system that includes displays for tactical maps, annotated photographs from the exercise, recorded tactical radio communications and compiled statistics about unit performance. It gathers vehicle movement data for live exercises through the use of individual Global Positioning System (GPS) devices attached to vehicles. The GPS captures and records vehicle movement across terrain in an instrumented fashion. The data captured via the GPS device is then translated to the map display in MIND to track vehicle movement in replay mode. Terrain maps of any location can be downloaded from the web or provided from any available source in a format that can be then be displayed by MIND. This particular feature means that virtually any 2-dimensional map of any area planned for training can be used.

Other capabilities of MIND include the use of annotated digital photographs taken by observers during the exercise, replay of recorded tactical radio traffic, and compiled statistics about human performance. All the capabilities of MIND combine to allow an exercise history to be built, displayed, presented, and analyzed. Replay can be done at speeds ranging from real time to 20 times faster, or through the use of previously inserted time stamps, can take the user directly to a specific point in time. At any point during replay, a user can freeze the action to examine it or to discuss the situation with the participants in detail. Figure 1 shows a snapshot from the screen of the MIND tool during replay of the Orlando exercise mission history.

The following list presents the main steps for the mission history construction and visualization method (Morin et al. 2000a).

- *Scenario structure analysis* aims at identifying critical phases in the operation, which are likely to require careful coordination (Morin et al. 2000b).
- *Definition of the focus of attention* imposes restrictions on what factors to prioritize in order to make data collection and visualization viable with respect to the

technical, financial, and personnel resource available.

- *Scenario modeling* is the process of defining the objects and events that make up the model of the scenario. This process is iterative and involves both subject matter experts and modeling experts
- *Data collection* is carried out during the exercise and serves to register and store the events that represent the activities in the task force. The types and amounts of data collected are governed entirely by requirements of the scenario model.
- *Visualization* is the means of making events, circumstances, and relationships visible to the participants and trainers after the exercise. The visualization tools retrieve data collected and format them according to the objectives of the visualization and the needs of the target audience. Table 1 provides an overview of various presentation techniques.
- *Documentation* is the final step of organizing and packaging models, data, and procedures in a form that is comprehensible to a professional audience and easy to access and distribute (Jenvald et al., 2000).

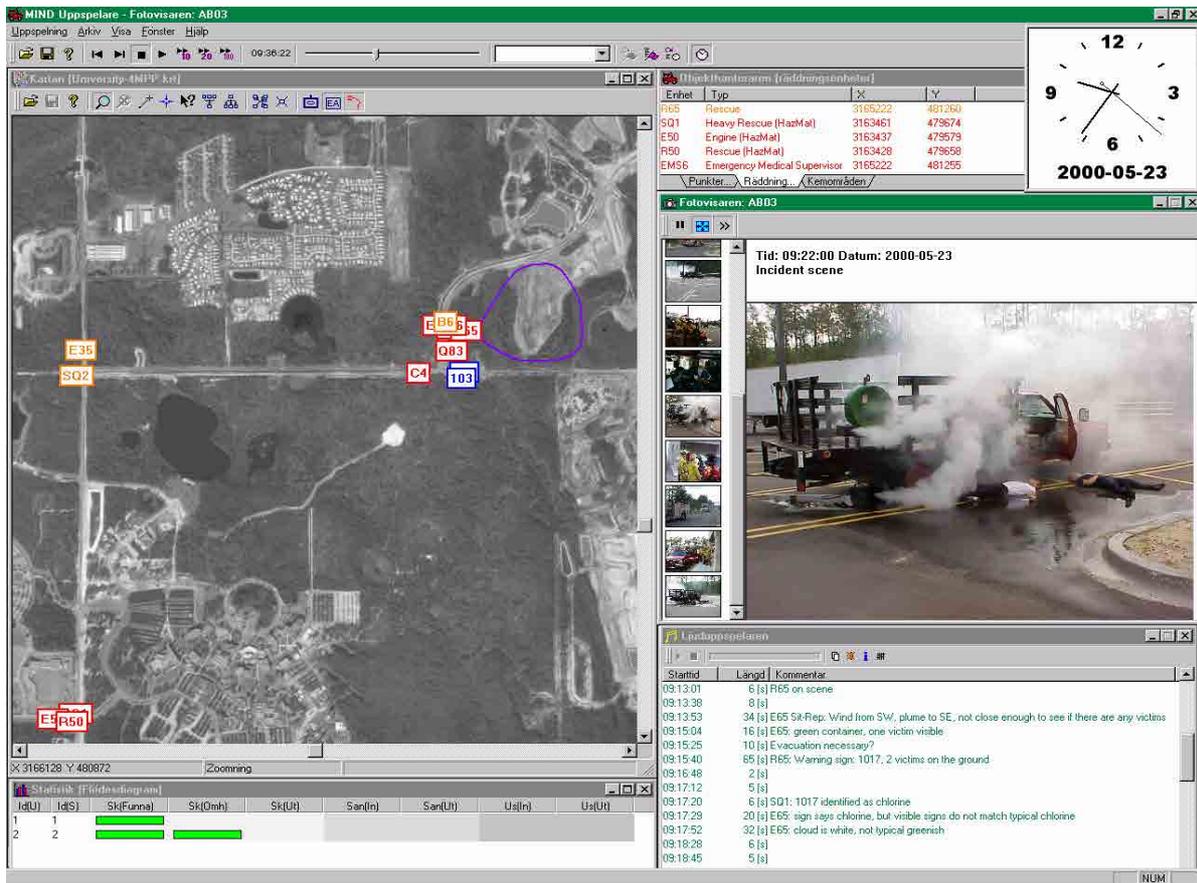


Figure 1: A screen dump from the MIND replay tool during the replay of the mission history of Orlando exercise. The upper left pane displays a digital map based on an aerial photograph of the University of Central Florida Campus. Boxes with call signs represent rescue units. Red boxes denote Orange County Fire and Rescue units whereas orange boxes represent units from Seminole County Fire and Rescue. Police units are displayed using blue boxes. The lower left pane shows the status of the casualties in the exercise. The upper right pane contains a list of the participating units. The middle right pane shows a list of digital photographs together with their time stamps and text annotations. The lower right pane displays recorded radio traffic from the tactical radio network set up to coordinate the response to the incident. In the upper right corner a clock shows the current mission time.

Table 1: Different presentation techniques for various visualization purposes (Jenvald, 1999).

Presentation Techniques	Examples of Visualization Purpose
Visualized objectives	Dynamic monitoring of the taskforce achievements. For example the number of victims rescued from a large-scale accident.
Maps	Overview, overall course of events including unit movements. Illustration of geographical limitations such as terrain and infrastructure.
Statistics	Overview of large quantities of data, illustration of trends.
Time aspects	Identification of bottlenecks in taskforce performance. Enables comparison between time aspects of the training scenario and existing plans.
Scenario timeline	Identification of important scenario events in relation to the participating units' activities.
Photographs	Illustration of the general setting of the mission scenario and environmental details.
Video	The dynamics of selected situations.
Replay of audio recordings	Command and communication issues.

For data collection, a mix of off-the-shelf hardware and custom-made software was used. Examples of deployable tools include

- *Portable receivers* of information from the satellite-based Global Positioning System (GPS). These devices are capable of determining their position anywhere on the globe with an accuracy of approximately 10 meters. The positions acquired can be stored in the device and downloaded into a computer for processing and replay.
- *Observer toolkits* consisting of a digital camera and various report forms for creating structured reports of observations from the exercise field. Providing a strict structure for reports promotes completeness and correctness of the reports and facilitates automatic data processing after the exercise (Thorstensson, 1997).
- *Audio recording software* for the personal computer (PC) make use of the standard sound boards installed in most PCs to record radio or telephone traffic from the tactical networks set up for handling an incident. Recorded traffic is automatically time-stamped. Each recorded sequence can be marked with a text comment to help trainers and analysts access the data after the exercise.
- *Casualty report cards* for monitoring the treatment of casualties in a mass-casualty exercise. Personnel acting as casualties observe the attention and treatment given to them. They record critical time points in the chain of medical attendance, thus creating personal time lines of their treatment.

The second main tool used during the exercise was the Human Patient Simulator (HPS). The HPS is a computer driven lifesized mannequin that breathes, has a pulse, and uses sophisticated models of physiology and pharmacology that accurately display a wide range of human responses.



Figure 2: HPS used for a military training exercise. (CTPS briefing materials)

The HPS can be used to make an initial assessment of all life-like responses and then react to other life saving procedures such as cardiopulmonary resuscitation (CPR), emergency airway techniques, and advanced cardiac life support (ACLS). The simulator is mobile and can be used in a sitting position, lying on the ground, or on a gurney making it an ideal tool to enhance emergency training scenarios.

As part of the Combat Trauma Patient Simulation (CTPS), (see Figure 2) it has been used for training military personnel in emergency medical treatment processes for selected combat injuries from the time of occurrence on the battlefield through initial treatment at a field hospital. See Pettit., et al (1998), Rajput and Petty (1999) and Rajput, et al (1997).

The adult male model—fondly known as Stan—was used during the Orlando exercise to simulate the treatment received by the chemical spill victims at the aid station after initial treatment and removal from the scene.



Figure 3: MIND Central during the Orlando Exercise. Data were collected and compiled on two laptop computers for further processing and visualization. (Photographer: Bo Tingland)



Figure 4: GPS receivers during initialization and calibration. (Photographer Markus Axelsson)

## **Exercise Preparation**

Preparation for the Orlando exercise can be divided into two phases. The first phase included scenario analysis, definition of the focus of attention, and scenario modeling. This phase lasted from November 1999 until the Swedish team left Sweden in May 2000 for Orlando. The information exchange during this phase took place mainly through e-mail. It was decided that the visualization was to focus on the general unfolding of events, tracking unit locations, tracing the treatment of casualties, and monitoring the command and control traffic on the tactical radios. This focus allowed the Swedish researchers to reuse many of the models developed for similar scenarios in Sweden, as described above. However, models involving coordinate systems and map references had to be modified and adapted to the coordinate systems and map projections available in Florida.

The second phase of preparation took place on location in Orlando two days before the exercise. In this phase, MIND Central—a center for data collection and compilation during the exercise—was established in a building belonging to the Institute for Simulation and Training (IST) at the University of Central Florida. It was conveniently located across the street from the exercise area. In MIND Central researchers set up two laptop computers that were to be used for collecting and compiling data from GPS receivers, digital cameras, and tactical radios during and immediately after the exercise. Figure 3 shows a picture of MIND Central.

In addition to MIND Central, the HPS was installed in the same building in an aid station setting. In the same area, was a local media headquarters and observer gathering point, while immediately across the highway, the mobile command post was established.

In the second phase all equipment was tested and calibrated. In particular, the GPS receivers had to be properly initialized to locate themselves and start logging data. Figure 4 shows the type of GPS locators used as they were lined up for initialization and calibration. The GPS receivers were assigned by number and vehicle to personnel from Orange and Seminole County Fire and Rescue and police who were given a briefing about how to operate and mount the receivers on the rescue vehicles.

Last-minute preparations also included instructing observers how to use the report forms to produce structured reports. Moreover, the proper tactical radio channel, together with a portable radio to monitor this channel, was acquired. The radio was connected to one of the laptop computers that had been prepared for audio monitoring.

The night before the exercise the research teams from Sweden and the United States gathered in MIND Central. Together with representatives from all agencies involved in the training, a last-minute review of the exercise plan, and specifics regarding anticipated events, and roles and responsibilities of all participants was provided. A final check of the state of the preparations was completed.

## **Exercise Objectives**

As an exercise area, the construction site for the mall located on the border between Orange and Seminole Counties was used. The site was located just north of the University of Central Florida (UCF) Campus. Orange County Fire and Rescue and Seminole County Fire and Rescue jointly handled the incident with assistance from Orange County and Seminole County Sheriff departments and UCF Campus Police.

The exercise was based on a scenario where a container on a pickup truck starts leaking a suspicious substance in a parking lot outside a shopping mall. The substance, possibly chloride, must be identified before the exercise can unfold. Casualties, if any, must be found, removed from danger, and treated. The involved agencies must each make decisions specific to their roles and carry them out accordingly. Because of the complexity of the exercise, the assumption of responsibility and the leadership role was to be passed from agency to agency as the exercise progressed.

Objectives for the exercise as stated by the training director were:

- Provide the opportunity for all units to participate in a hazardous material (HAZMAT) exercise. Some personnel had previously had the opportunity to train for this at an individual and crew level, but not at the task force level.
- Employ simulations to provide a more realistic training scenario and evaluate their value added and effectiveness in enhancing performance.
- Provide the opportunity for local agencies located in close physical proximity physically, but in different political jurisdictions, with the opportunity to assume responsibility for handling the situation and pass that responsibility to another agency as their role was completed.
- Train units to coordinate and cooperate in a common training environment in an exercise as might happen in actuality.
- Provide an opportunity for international technology transfer.
- Share knowledge and take advantage of lessons learned by professional emergency response teams and subject matter experts from the United States and Sweden.

## **Exercise Events**

The incident was reported at 09:08. First responder fire units were on the scene within 4 minutes. The next 30 minutes about a dozen fire rescue and police units converged on the scene. The responding taskforce included two hazardous materials units—from Orange County and Seminole County, respectively—and a mobile command post for incident command. As the scenario unfolded, the leak was positively identified as chlorine, and victims were reported. The HAZMAT teams and medical aid units got ready to extricate the victims and to contain the chlorine leak. The victims were removed from the source of the leak at 09:41 (see Figure 5). They were then put through decontamination (see Figure 6).



Figure 5: Firefighters extricate a victim from the contaminated area. (Photographer: Johan Jenvald)



Figure 6: Firefighters use water to remove chlorine residues from the victims. The victim to the left is writing the time on his casualty report card. (Photographer: Johan Jenvald)



Figure 7: Paramedics treat a victim who suffers from severe chemical burns. All procedures are performed on the Human Patient Simulator. (Photographer: Johan Jenvald)

The physical status of the victims was established and a medical unit evacuated them to a medical aid station. There, the status of the victims was transferred to a Human Patient Simulator (HPS). While the medical team and paramedics treated the victim via the HPS (see Figure 7), the agencies in the incident area contained the leak, were decontaminated themselves, and cleaned the site. The leak was brought under control at 10:52

During the exercise the research teams and subject matter experts collected data using several different sources. Table 2 shows an inventory of the information sources that were used in the Orlando exercise and what topics the various sources covered. One observer monitored the tactical radio network and entered text comments as the exercise progressed. The other observers followed the exercise in the field. They used digital cameras together with structured reports to document the unfolding events.

Throughout the exercise the GPS receivers tracked the position of the rescue vehicles, and radio traffic was recorded.

When the exercise ended the observers gathered in MIND Central. They brought the GPS receivers and their digital cameras. The researchers in MIND Central downloaded the position data from each GPS receiver to a laptop computer that was then converted to the local coordinate system in Florida. Similarly, they downloaded the digital photographs from the cameras and added the structured photograph reports that accompanied them.

In the final step, the MIND staff compiled the various types of data on a single laptop computer and constructed the mission history of the Orlando Exercise. They selected the photographs that were to be presented at the AAR and determined what maps were most suited for use in the replay of the events.

Table 2: Inventory of information sources used in the Orlando exercise.

Topics	Information sources				
	GPS	Radio Networks	Casualty Report Cards	Photographs	Manual observation
Time	●	●	●	–	●
Unit positions	●	–	–	–	●
Unit deployment	–	●	–	–	●
Unit activity	–	●	–	●	●
Unit information status	–	●	–	–	●
Casualty type	–	–	●	●	●
Casualty treatment	–	–	●	●	●
Casualty location	–	–	●	–	●
Casualty status	–	–	●	–	●
Chemical substance	–	●	–	●	●
Terrain	–	–	–	●	●
Weather	–	–	–	●	●

Legend: ● information source is used; – information source is not used.

## After Action Review

An after action review is a professional discussion of a training exercise, which focuses on performance standards (Rankin et al. 1995). Led by a facilitator, it enables the participants to see a replay (if available) and discuss the events as they were planned and as they actually occurred to discover for themselves what happened and why it happened.

After action reviews give trainees feedback on mission and task performance in a training situation. Ideally, after action reviews identify how to correct deficiencies and sustain strengths, and how to improve performance in the future. At the team, command staff and task force levels, concentration is on the performance of the total unit with respect to specific essential training objectives.

The goal of the AAR is to support the *reflection phase* of the learning process (Scott, 1983; Downs et al., 1987). The reflection phase of a training event is the *mental process* that starts immediately after the actual training. In the reflecting phase the trainees recapitulate their actions and draw conclusions from the exercise, thus learning from their training experiences. Because much of the training effect springs from this process, it is crucial to allow it enough time.

MIND facilitates the AAR by providing extensive support through visualization of the exercise from empirical data. The mission history serves as a detailed and unbiased model of the exercise. This model is used to reconstruct and review the course of events of the exercise as a means of delivering constructive feedback and response to the exercise participants. MIND provides participants with a realistic playback framework for critiquing their performance.

When units from different organizations form a task force and train together, it is important that they participate in a common AAR (Gentner et al., 1997). When an individual organization performs its private evaluation, there is a risk that the perspective may become too narrow. The evaluation tends to be myopic in the sense that it focuses on the own organization. As a result, important factors pertaining to the interaction between units and organizations or agencies may be neglected. Without the overall picture of the task force's performance as a frame of reference, there is an apparent risk that some highly relevant issues are not addressed at all.

## Orlando After Action Review

After a lunch break the researchers, trainers, and participants assembled in a lecture room at IST for the after-action review. The training commander presented a summary of the exercise plan and expectations. The MIND system was used to replay the exercise scenario (See Figure 1 for an example of the information presented).

A discussion of each major event ensued with each agency and unit participating. The action was paused for discussion as each unit entered the event. Unit personnel described the situation as they found it and the actions they perceived as necessary. The various tools employed by MIND were displayed to show what actually took place. In particular, the event circumstances and response timing were portrayed via the map and moving vehicle displays and the replay clock. Photos taken of each major event during progression of the exercise were examined as the discussion of the decisions made ensued. Handoff of event leadership authority was reviewed closely and deemed well done by the training director, who also acted as the AAR facilitator. He then provided the training audience with a final summary of skills to be sustained and those that could be improved.

All participants were then asked to provide answers to a questionnaire prepared by the research team. The purpose of the questionnaire was to evaluate the methods and tools used for this joint task force training, and to provide the researchers with answers to help guide future research and development efforts.

## Discussion

For the responding task force, the exercise provided a unique opportunity to train together for a plausible emergency. Opportunities for multiple response teams to display many skills, make many decisions, and to learn from them and from each other were presented. They included the following:

- *Verifying with written materials the visual sighting.* This procedure is required to properly identify any suspicious leak. For this exercise, the leak and its accompanying smoke cloud were simulated. Wind direction and speed required decisions to be made regarding evacuation of surrounding neighborhoods and the proper agencies to carry out the task.
- *Responding in a manner to avoid possible consequences.* Once the situation was

identified, proper protective gear was donned, rescue equipment was readied, and appropriate action was taken. Response from each was timely, yet not rushed. This particular factor was in keeping with the possible seriousness of the situation. The safety of responders was kept in mind at all times while the rescue of the casualties was assessed, planned, and carried out.

- *Effective reporting and communication between and among agencies.* Decisions were reported up the chain of command and among agencies. The command post monitored all communications and was informed at all times of the action taking place on site.
- *Demonstrating skills received from previous individual training.* Even with differences in various agencies' standard operating procedures, individuals demonstrated the ability to proceed with their own responsibilities, yet hand them off to the next agency in an orderly and efficient manner without confusion. At no time was duplication of effort or confusion as to who was in charge observed.
- *Value added by simulations.* Use of the HPS provided a high degree of realism to casualty treatment at the emergency aid station. A team of paramedics with no previous experience on the simulator was able to effectively spell the original team working on a casualty with very little coaching. The team effort resulted in saving the life. It also resulted in the request for all units to have training experience on the HPS.
- *Reviewing and evaluating training received.* Replaying task force performance with the aid of the MIND system visualization and presentation displays immediately after the exercise allowed the participants an opportunity to take advantage of the lessons learned and to improve both rescue plans and performance. Discussion alone after a training event does not appear to be nearly as effective a tool to improve performance as seeing the replay in addition to discussing it. Many details that slip the mind in the midst of a fast moving event can better be recalled when seeing them replayed in a calmer, more reflective environment. The MIND tool provided this visualization in context of the larger training exercise.

- *Exercising multiple agencies' skills in a task force emergency response setting.* All the personnel in the task force were trained, from the task force commander to the first responder at the incident scene. Though many of the agencies had never worked together before and had very different standard operating procedures, the exercise as planned and carried out, showed that multiple agencies could train together, and successfully perform at the task force level.
- *International technical transfer.* The Swedish developed MIND system was used for the first time in the USA to both track the exercise events in real time, and to replay them so the participants could evaluate their own performance. This allowed both United States and Swedish researchers the opportunity to further evaluate the role of computer programs in crisis assessment and control. This type of technology has been used successfully by the military in both countries and now shows great promise for emergency response exercises.

## **Conclusion**

The emergency response exercise described in this paper involved police and fire rescue teams from two Florida counties, public safety teams from Sweden and United States, and researchers from both countries. It presented a unique opportunity for both training and research. Unique training aspects included the following:

- Exercise individual and team skills in a task force setting. Multiple agencies who had never trained together before were able to train in a task force situation, not a common occurrence for most training exercises.
- Train for a toxic spill. Most of the agencies involved had never had the opportunity to participate in a large HAZMAT exercise.
- Employ simulation to enhance exercise realism. Many agencies had never employed simulations in their normal training.
- Participate in computer generated task force after action review. Most had never been able to critique their performance in a visual replay format.

This exercise, supported by the tools, techniques, and simulations described, allowed

participants to do all the above. Unique research opportunities included the following aspects:

- Field testing of a highly successful Swedish developed methodology and software system. The MIND system was used to track and capture live training event data, build a mission history, and present both the visual and aural information for replay within several hours of exercise completion.
- Record observations of team behavior in a task force environment.
- Evaluate the use of simulations to enhance realism in emergency response training versus traditional training methods.
- Evaluate methods and tools for training joint (international) emergency response task forces.

Data gathered through questionnaires, on-the-spot interviews, observations made during the exercise, and participant comments allowed the researchers to evaluate tool and method effectiveness. The usefulness of the casualty flow model was realized by the very effective manner in which the victims were removed from the site of the chlorine spill, decontaminated, and moved to the emergency aid station. The usefulness of the AAR tools was evidenced by the enthusiastic response from all participants as to the value of seeing and hearing the replay.

The real value of the Orlando training exercise was made very apparent the following day when many of the same units were called to respond to a real chlorine spill in a densely populated neighborhood. The units of the day before that had had very little task force HAZMAT training until that time, demonstrated their skills in handling the situation with dispatch and without incident.

Some future research efforts suggested by the exercise include the study of team performance under stress. Groups suggested for such a study are medical personnel, HAZMAT teams, and incident command groups

## **Acknowledgements**

The Swedish Armed Forces and the Swedish Rescue Services Agency have supported this research.

## **References**

- Andersen, V. (2000). Training of Medical Teams On-Site for Individual and Co-ordinated Response in Emergency Management. In *Proceedings of the Seventh Annual Conference of the International Emergency Management Society, TIEMS 2000*, May 16-19, 2000, Orlando, Florida, USA, pp.255-264.
- Boosman, M. (1999). Diabolo, a Virtual Reality Training and Evaluation Tool for Disaster Triage. In *Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99*, pp. 207–210, The Hague, The Netherlands.
- Downs, C.W., Johnson, K.M., and Fallesen, J.J. (1987). *Analysis of feedback in after action reviews*. (ARI Technical Report 745), U. S. Army Research Institute for Behavioural and Social Sciences, (AD A188 336), Alexandria, VA, USA.
- Foth, D. J. (1999). Hazardous Materials Training and Certification. In *Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99*, pp. 469–473, The Hague, The Netherlands.
- Gentner, F.C., Cameron, J.A., and Crissey, M.J. (1997). Essential Training Needs and Resources for Simulation Observer/Controllers. In *Proceedings of The 19<sup>th</sup> Interservice/Industry Training Systems and Education Conference*, Orlando, Florida, USA.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, ISBN 91-7219-547-9, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Jenvald, J., Morin, M., and Kincaid, J.P. (2000). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Exercises and Operations. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Seventh Annual Conference, TIEMS 2000*, May 16-19, Orlando, Florida, USA.
- Jenvald, J., Rejnus, L., Morin, M., and Thorstensson, M. (1998). *Computer-supported Assessment of Emergency Planning for Rescue Operations*. User report FOA-R--98-00910-505--SE, Defence

- Research Establishment, Linköping, Sweden.
- Kincaid, J.P. (1992). Developing a Military Standard for Cost and Training Effectiveness Analysis. In *Proceedings of the 14th Interservice/Industry Training Systems and Education Conference*, pp. 11–15, San Antonio, Texas, USA.
- Morin, M., Axelsson, M., Rejnuš, L. and Jenvald, J. (1999). Simulation-Based Decision Support for Management of Chemical Incidents, *Proceedings of the 13th European Simulation Multiconference, ESM99*, pp. 585-590, Warsaw, Poland.
- Morin, M., Jenvald, J., Worm, A., and Thorstensson, M. (1998a). Instrumented Force-on-Force Battle Training in Sweden: Lessons Learned During the First Five Years. In *Proceedings of the 9th International Training and Education Conference, ITEC'98*, pp. 30–43, Lausanne, Switzerland.
- Morin, M., Jenvald, J., and Worm, A. (1998b). Training Emergency Management and Response: Creating the Big Picture. In *Proceedings of the International Emergency Management Society's Fifth Annual Conference, TIEMS '98*, pp. 553–561, Washington DC, USA.
- Morin, M., Jenvald, J., and Thorstensson, M. (2000a). Computer-Supported Visualization of Rescue Operations. *Safety Science*, 35(1–3), 3–27.
- Morin, M., Jenvald, J., and Crissey, M.J. (2000b). Training Needs and Training Opportunities for Emergency Response to Mass-Casualty Incidents. In *Proceedings of the 11th International Training and Education Conference, ITEC'2000*, pp. 386–399, The Hague, The Netherlands.
- Pettit, M.B., Goldiez, B.F., Petty, M.D., Rajput, S. and Tu, H.K. (1998). Combat Trauma Patient Simulator, *Proceedings of the 1998 Spring Simulation Interoperability Workshop*, March 9-13, 1998, Orlando FL USA.
- Petty, M.D. and Slepow, M.P., (1995a). Plowshares: Emergency Management Training with a Constructive Simulation, *Proceedings of the Southeastern Simulation Conference '95*, Orlando Florida USA, pp. 150-158.
- Petty, M.D. and Slepow, M.P., (1995b). Plowshares: Emergency Management Training with a Military Constructive Simulation, *Proceedings of the 17th Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference*, Albuquerque NM USA, pp. 583-593.
- Rajput, S., Tu, H.K., Goldiez, B.F., and Petty, M.D., (1997). *Combat Trauma Patient Simulation Phase 1 Final Report*, IST-CR-97-28, Institute for Simulation and Training, December 19, 1997, Orlando, FL USA.
- Rajput, S., and Petty, M.D. (1999) *Combat Trauma Patient Simulation Phase 2 Architecture*, Institute for Simulation and Training, Orlando FL USA..
- Rankin, W.J., Gentner, F.C., and Crissey, M.J. (1995). After Action Review and Debriefing Methods: Technique and Technology. In *Proceedings of The 17th Interservice/Industry Training Systems and Education Conference*, Albuquerque, New Mexico, USA..
- Rejnuš, L., Jenvald, J., and Morin, M. (1998). Assessment of Emergency Planning Based on Analysis of Empirical Data. In *Proceedings of The Sixth International Symposium on Protection against Chemical and Biological Warfare Agents (CBWPS)*. May 10-15, Stockholm, Sweden, 377–383.
- Scott, T.D. (1983). *Tactical engagement simulation after action review guidebook*. (ARI Research Product 83-13). U. S. Army Research Institute for Behavioural and Social Sciences, (AD A143 014), Alexandria, VA, USA..
- Slepow, M.P., Burmester, J.H., and Petty, M.D., (1996). Adapting Military Simulation and Training Technology for Emergency Management, *Proceedings of the 7th International Training Equipment Conference*, The Hague, The Netherlands.
- Slepow, M.P. and Kincaid, J.P. (1995). Plowshares: Effective Training Using an Emergency Management Simulator, *Proceedings of the 1995 Southeastern Simulation Conference*, Orlando FL USA, pp. 141-149.
- Slepow, M.P., Petty, M.D., and Kincaid, J.P. (1997). From Battlefield to Emergency Management. *Ergonomics in Design*, 5(4), 6–12.
- Thorstensson, M. (1997) *Structured Reports for Manual Observations in Team Training*. MSc Thesis, LiTH-IDA-Ex-97/64, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Thorstensson, M., Axelsson, A., Morin, M., and Jenvald, J. (2000). Monitoring and Analysis of Command-Post Communication in Rescue Operations, *Proceedings of the 7th Annual Conference of the International Emergency Society, TIEMS 2000*, Orlando FL USA.

Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999). Extending a Battle Training Instrumentation System to Support Emergency Response Training. In *Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99*, pp. 550–562, The Hague, The Netherlands.

Thorstensson, M., Morin, M., and Jenvald, J. (1999b). Monitoring and Visualisation Support for Management of Medical Resources in Mass-Casualty Incidents, *Proceedings of the International Emergency Management Society's Sixth Annual Conference, TIEMS'99*, pp. 179-188, Delft, The Netherlands.

Worm, A., Jenvald, J., and Morin, M. (1998b). Mission Efficiency Analysis: Evaluating and Improving Tactical Mission Performance in High-Risk, Time-Critical Operations. *Safety Science*, 30(1–2), 79–98.

supported training. His interests also include modeling and simulation. Dr. Jenvald holds a PhD in Computer Science from Linköping University.

## **Biography**

Dr. Mona J. Crissey, ARL-HRED-STRICOM, is Project Director, Training Exercise Development System (TREDS) for Program Manager Combined Arms Tactical Trainer (PM CATT) at STRICOM. Dr Crissey is currently the government lead for development of the training environment for the Aviation Combined Arms Tactical Trainer-Aviation Reconfigurable Manned Simulator (AVCATT-A) to include After-Action Review (AAR) and Mission Control. Dr. Crissey holds an EdD in Education from the University of Alabama, an MA from University of Kentucky and a BS from SUNY Cortland.

Magnus Morin (Captain, Naval Forces Res.) is a member of the MIND group at the Defence Research Establishment. His research responsibilities include methods and tools for modeling and visualization of taskforce operations. His interests also include simulation systems, software architectures and software engineering. Mr. Morin holds a MSc in Electrical Engineering from Linköping University. He is a PhD candidate at Linköping University.

Dr. Johan Jenvald (Lieutenant Colonel, Naval Forces) is Head of the Modeling and Simulation Section at the Swedish Armed Forces Headquarters. He is also a member of the MIND group at the Defence Research Establishment. His research responsibilities include methods and tools for computer



## How Modeling and Simulation Can Support MEDEVAC Training

Mona Crissey, Mirko Thorstensson, Magnus Morin,  
Johan Jenvald

*Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation (SAWMAS 2002), s. 41–48, 30–31 oktober, 2002, Orlando, Florida, USA.*

Särtryck: FOI-S--0667--SE  
2002



# How Modeling and Simulation Can Support MEDEVAC Training

Mona J. Crissey<sup>1</sup>, Mirko Thorstensson<sup>2</sup>, Magnus Morin<sup>3</sup>, Johan Jenvald<sup>4</sup>

<sup>1</sup> U.S. Army Simulation, Training and Instrumentation Command (STRICOM)  
12350 Research Parkway, Orlando, FL 32826-3276, USA

<sup>2</sup> Swedish Defence Research Agency (FOI)  
P.O. Box 1165, SE-581 11 Linköping, Sweden

<sup>3,4</sup> Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 21, SE-583 34 Linköping, Sweden

<sup>1</sup> mona\_crissey@stricom.army.mil, <sup>2</sup> mirtho@foi.se, <sup>3</sup> magnus@vsl.se, <sup>4</sup> johan@vsl.se

## Abstract

Airborne medical evacuation (MEDEVAC) is vital for maintaining a safe lifeline for military personnel in tactical operations. Medical evacuation must be reliable and efficient, independent of the threat level of the operation. Not only must the medical personnel be proficient in trauma surgery, they also must be able to work as a team in the confined environment of a helicopter. The various stages of MEDEVAC training reviewed in this paper, from individual skill training to full-scale, applied tactical training, lend themselves to a variety of simulation tools and devices. Promising modeling and simulation methods and tools for training individuals, teams, and taskforces are identified. Finally, we discuss how present and future means of modeling and simulation can support and enable MEDEVAC training to meet today's changing and challenging missions.

## Introduction

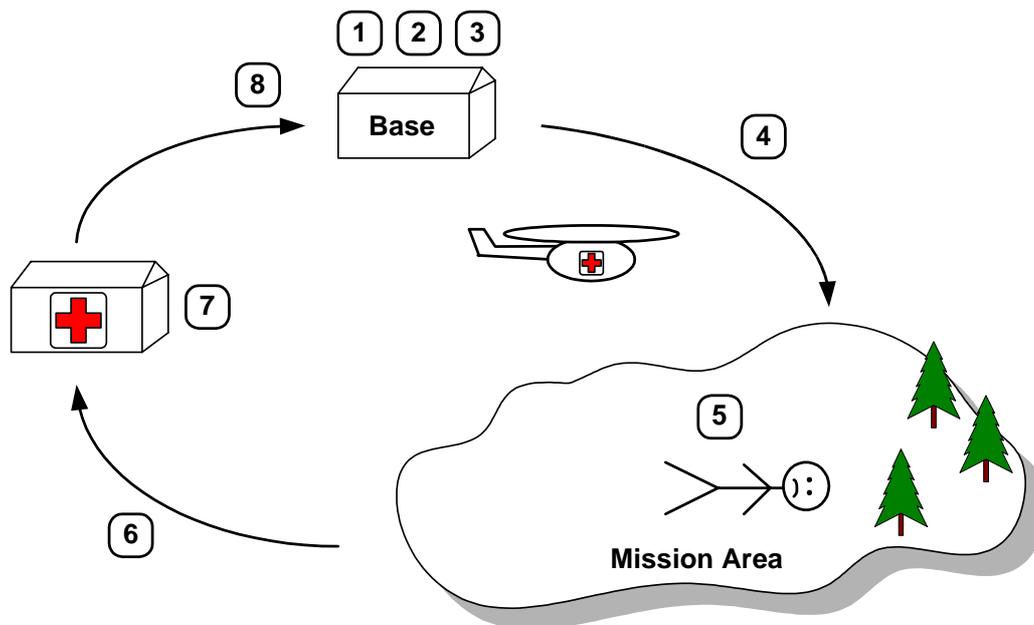
Modeling and Simulation have been used to provide and enhance training in many areas. New missions and new operational needs are setting focus on the increased use of helicopters in both traditional and new settings. The cost savings of using simulation tools and devices rather than actual resources have been documented many times in the past. Training accomplished using actual aircraft costs over \$3000 an hour while realistic simulation packages can provide that same training environment for a fraction of the cost. The capabilities of the simulations can meet the training need for increased physical skills, enhanced decision-making situations, crew coordination activities that save lives and reduce human error in actual situations.

No simulation impact has been more dramatic than the advances seen in the medical field and in particular, the training being realized by the medical evacuation (MEDEVAC) community. The evolution of MEDEVAC mission time from a traditional 30 minutes in the past to 3 to 4 hours now, and the increase in mission and skill requirements placed on the medics, requires much more sophistication in the training provided. Such complex missions include Special Forces Operations, Forward Surgical Team Support, Combat Search And Rescue, National Disaster and

Humanitarian Relief, in addition to battlefield casualty evacuation.

MEDEVAC is vital for maintaining a reliable lifeline for military personnel in tactical operations. Medical evacuation must be reliable and efficient independent of the threat level of the operation. The outcome of a MEDEVAC mission depends to a large extent on the responding individuals' and units' ability to cooperate and the overall coordination of their efforts. The MEDEVAC team must work together with other units and communicate through the same command and control system as other cooperating units in order to act efficiently and safely.

Despite the uncontradicted importance of medical evacuation the training of these skills are often overlooked (Brant, 2002; Miller, 2002). One reason for this is that we want to use as much of the training time as possible for the main combat skill, forgetting the realities of the real battlefield. Another reason is the complexity of a MEDEVAC mission and the problem for the trainer to provide a pedagogical and realistic training situation for different categories of trainees. Thirdly, commanders are reluctant to pull soldiers out of valuable field training time to evacuate them from a maneuver unit through the medical system.



**Figure 1:** A schematic overview of a MEDEVAC mission. The numbered boxes denote the eight different phases of a MEDEVAC mission: 1) Preparation, 2) Request for MEDEVAC, 3) Dispatch, 4) Insertion flight, 5) On scene stabilization, 6) In-flight care, 7) Transfer of patients to higher care, 8) Recovery and mission documentation. Each phase is described in more detail below.

Efficient training is fundamental to acquire and maintain the types of individual, team and management skills that are required to respond adequately during a MEDEVAC mission. Helicopter crews will face new training challenges in the preparation for new tasks. Pilots will still need traditional flight training, but they will also need training opportunities with their medic teammates to create an efficient MEDEVAC unit. In addition, they will need increased skills in battle space coordination. Finally the command and control staff that communicates with the units in the field must have a thorough understanding of the realities of a MEDEVAC mission. They must receive training to support the field units without increasing the workload of the MEDEVAC units' personnel.

Several methods and tools have been presented for supporting the training of medical personnel involved in military and civilian rescue operations. Typically, these state-of-the-art training aids address a specific training issue concerning a particular function in an operational scenario. To support multiple stages of MEDEVAC training several training methods and training systems have been put forward. However, there is no single method or system that encompasses all these training areas. Hence, there is a great need for methods to help training managers identify training requirements and training opportunities, to select appropriate training aids, and to devise effective training programs (see for example van der Hulst (1997), van Berlo & van Rooij (1997), Barron & Evans (1997) and Bowden & Cook (1999)).

In this paper we present how methods and tools based on modeling and simulation can support multiple stages of

MEDEVAC training. We describe the various stages ranging from individual skill training to full-scale applied tactical training of MEDEVAC units. We emphasize the importance of training documentation, analysis and feedback during all these stages of training. Finally, we discuss present and future training needs and opportunities relevant for the MEDEVAC community.

In the next section we briefly describe a MEDEVAC mission. Then we devote two sections to an analysis of training needs and an inventory of training opportunities in MEDEVAC missions. Finally, we discuss trends and future developments of simulation-based training tools for MEDEVAC training and state our conclusions.

## MEDEVAC Missions

MEDEVAC missions include several parallel activities at three main locations (Litteral, 2002). The first is *the MEDEVAC base* where the units and the command and control function are deployed. The second main location is *the Mission Area* around the point of injury where the patients are located. The mission area characteristics depend on the type of operation (see Table 1). They vary from single unit deployment in low-threat environments to joint operations with multiple units in combat. For example, in a peacetime mission a single autonomous MEDEVAC team may take the fastest route to bring a single casualty to the closest hospital. On the other hand, in a joint warfare operation multiple MEDEVAC units must operate in a coordinated manner to recover large number of casualties in a hostile environment. The command and control of the mission becomes increasingly important when the number of teams grows

and the threat levels become higher. In particular, joint operations necessitate thorough unit coordination and in-flight collaboration with multiple units and commanders, both in the air and on the ground, in order to protect the MEDEVAC unit in a hostile environment. The third main location is *the facility of higher care*, which can be an ordinary hospital or a field hospital. The personnel receiving casualties at the hospital need pre-arrival information on the patients. Moreover, on some occasions a medical doctor can support the flight medic from a remote location to provide better 'care in the air'.

Regardless of the type of operation, MEDEVAC teams execute *MEDEVAC missions*. Each mission can be divided into eight separate phases according to Figure 1. The eight phases of a MEDEVAC mission are (Litteral, 2002):

1. *Preparation*. Equipment is checked and the team is standing by for MEDEVAC alert. The level of readiness may vary from standing by at the base, to flying alert runs at the outskirts of a battlefield.
2. *Request for MEDEVAC*. The team gets information related to point of injury or the fixed facility, and also the number and types of casualties.
3. *Dispatch*. The aircrew check maps and prepare the insertion flight while the other members coordinate special equipment.
4. *Insertion flight*. During the insertion flight the team members perform their crewmember duties, such as navigation or looking out for threats. Depending on the type of mission and the threat level, the command and control function at the base coordinates the MEDEVAC unit, its close air protection, and the requesting unit on the ground. The flight medics review the injury report accompanying the MEDEVAC request and prepare for the treatment of the patient.
5. *On scene stabilization*. The extent of the on scene stabilization care is adapted to the threat level. In peacetime or in operations other than war extensive work may be performed. Otherwise, effort is made to extract the casualty as quickly as possible.
6. *In-flight care*. During the extraction flight to the specified care facility, the aircrew operates the platform. The flight medic gives the patient the appropriate in-flight care and communicates, if required, with a medical doctor.
7. *Transfer of patients to higher care*. Arriving at the care facility, the flight medics hand over each

patient and their case records to the receiving personnel.

8. *Recovery and mission documentation*. Returning to base all equipment is restored and the mission is documented with flight logbook and patient charts.

These phases are always present in a MEDEVAC mission but the activities in each phase can be different depending on the type of operation (see Table 2).

The success of a MEDEVAC mission is determined by three critical factors:

- The total time elapsed from the injury to the time when the patient receives higher medical care.
- The transportation environment, which should be as gentle as possible, in order not to aggravate the medical status of the patient.
- The treatment over time given to the patient.

Balancing these interdependent factors with respect to the type of operation and the specific conditions at hand is a primary challenge in MEDEVAC missions.

## Training Needs

Training needs can be identified at several organizational levels ranging from the individual level to the operational level. In the light of the limited resources for training it is important to identify the different stages of MEDEVAC training and apply the methods and tools that are most likely to be effective for that stage with respect to the desired outcome. (Bowden & Cook, 1999).

Key MEDEVAC personnel include flight medics, pilots, navigators and remotely located staff personnel. All personnel require a certain amount of individual training. This training is essentially aimed at the skills required to perform MEDEVAC missions and at providing basic training in personal protection. All MEDEVAC categories of personnel require selected additional training to perform specific tasks. For example, the flight medics need training in field triage, first aid, and patient stabilization. Commanders, leaders and staff personnel require tactical training to handle flight missions and to coordinate MEDEVAC units with the armed units for their protection. The pilots and navigators need flight training in different environments and under different threat levels, ranging from peacetime transportation to combat MEDEVAC.

Team training (Dyer, 1984; Salas et al., 1992) is required for the MEDEVAC teams. They must learn how to work within and around the helicopter and how to operate special medical equipment.

**Table 1:** MEDEVAC missions in different types of operations.

Type of operation	Threat	Type of injuries	Environment
Combat	Military opponent	Battle injuries	Battle field
Peace enforcement	Military opponent / hostile environment	Battle injuries, mine incidents	Conflict zone
Peace keeping	Hostile environment, criminal factions	Battle injuries, mine incidents, civilian injuries	Conflict zone
Humanitarian relief	Riots, criminal factions, environmental threats, sanitary threats	Dehydration, diseases, fatigue	No mans' land, refugee camps
Disaster relief	Rubble, power cables, gas leaks, environmental threats, sanitary threats	Bruises, contusions, injuries caused by crushing or squeezing	Disaster area

**Table 2:** Vital functions in different types of operations.

Type of operation	Medical treatment	Command and Control	Force protection	Aviation
Combat	Trauma care	Military command and control	Secure landing zone, armed escort, safe route	All weather, all terrain, tactical flight
Peace enforcement	Trauma care	Multi national	Secure landing zone, safe route, roles of engagement applied to Peace enforcement	All weather, all terrain, tactics applied to roles of engagement
Peace keeping	Trauma care	Multi national	Secure landing zone, safe route, roles of engagement applied to Peace keeping	All weather, all terrain, tactics applied to roles of engagement
Humanitarian relief	Care for dehydration, diseases, fatigue	Multi national, multi organizational	Unit self defence, safe landing zones, sanitary protection	Civilian requirements
Disaster relief	First aid, stabilization	Multi organizational	Safe landing zones, personal protection, sanitary protection	Civilian requirements

Command post training is a special form of team training for command-and-control personnel. They must learn how to manage a complex situation under stressful circumstances often without complete information about the situation in the field.

Taskforce training (Jenvald, 1999) enables all personnel to engage in a common exercise, where skills can be applied in a realistic scenario. This type of training is essential as it can produce learning situations that usually do not occur in individual training or team training. Particularly, with real people in the field, the command-and-control functions will encounter a multitude of foreseen and unforeseen situations. This variety is hard to reproduce in scripted command-post training. Furthermore, the teams in the field may experience friction due to various practical problems and the need to cooperate with other teams. Combat Search and Rescue (CSAR) is an example of a task suitable for taskforce training.

### Preparing for different types of operations

Medical evacuation must be reliable and efficient independent of the type of operation. The survivability heavily depends on if first aid is given to the patient at the accident scene before the MEDEVAC team arrives. In addition, there are three main critical factors for a MEDEVAC mission. The first factor is the total time from that the incident occurs to the time when the patient receives higher medical care. The second factor is the transportation environment, which should be as gentle as possible, in order not to aggravate the medical status of

the patient. The third factor is the treatment over time given to the patient.

Depending on the type of operation, in which the MEDEVAC mission takes place, these factors will be affected differently. In a combat operation more time is needed for coordination with friendly air and ground units.

The need to avoid enemy contact – for example, by flying in controlled air space and low terrain – will increase transportation times, and make treatment more difficult in flight. Table 1 shows how the type of operation affects what type of injuries the MEDEVAC team is likely to encounter.

Arguably, if a MEDEVAC team can manage their job during a combat operation, they can manage all other operations with a lower level of threat. However, an operation such as humanitarian relief is often multinational and multi-organizational, which leads to new requirements on cooperation and communication. Also, the threats and the corresponding need for force protection are different. In a combat operation the military opponent is the main threat, whereas in a disaster relief operation the main threat are diseases and sanitary problems.

Although combat is the most complex operation, the other types of operations will add different types of complexity and require new means of training.

## **Training Opportunities**

The goal of training is to enable personnel to respond appropriately to a wide range of situations. Trainers must state objectives clearly and design instructions accordingly to guide the learner, and provide a framework for evaluation. Moreover, the trainers must define key tasks and establish performance measurement criteria for evaluation. Initial conditions and resources must be identified, and a timeline of events must be prepared. A direct result of this preparation phase should be the development of a realistic scenario that will meet the training needs of the participants.

A scenario sets the stage for the training situation, provides the initial and boundary conditions of the starting situation, and may also portray a chain of events typical for the situation. A good training scenario includes; (1) an active response from participants, (2) a challenge for the participants, (3) realistic conditions, (4) an appropriate or best way to respond to the situation, and (5) a link from response to outcome.

In the following sections we explore the training opportunities in the modeling and simulation area for each MEDEVAC crew category. Our starting point is the main critical factors for a MEDEVAC mission. The final aspect is the fact that despite the importance of the MEDEVAC capability for all field units, most training commanders are unwilling to let their personnel become victims in the MEDEVAC training chain, taking them away from training in their main combat skills (Brant, 2002).

### **Aircrew**

The pilot and navigator need all-weather and all-terrain flight training. They need training in order to decrease the time for flight preparation and coordination with other field units. They also need to be able to safely load the patients into the helicopter either by landing or by hovering over the landing zone. Finally, they need to manage as smooth flight as possible in order to make it possible for the flight medic to treat the patients and to minimize the strain on the patients due to the flight. Gaming and command-post training systems supports training of flight preparation and coordination. Traditional flight simulators supports training in navigation and pilot skills under different conditions, and live training monitoring systems provide full-scale live training with simulation, documentation and debriefing support.

### **Flight Medics**

The flight medics need training in triage, advanced first aid, patient stabilization and in flight care. To increase the possibility for the medics to train together with different field units, mannequins and advanced patient simulators can replace the person acting as casualty, as soon as the patient reach the first aid station. In this way we can avoid the problem with using personnel to act as

casualties, thus taking them away from training in their main combat skills. In addition, there are virtual reality systems for triage training. With these systems it is possible for the flight medics to prepare before they participate in live training. Advanced patient simulators can be used for training advanced first aid, patient stabilization and in flight care. With these simulators the paramedic get continuous feedback on the treatment from the simulated patient's vital signs.

### **Command and Control Staff**

The command and control staff needs training in order to minimize the time for management of different resources. They must also be able to coordinate units in time and space. Finally, they need to monitor the ongoing MEDEVAC missions and plan ahead for the next ones. Wargaming and command post training systems can support training in mission planning and coordination. Modeling and monitoring of the internal and external communication of the command post provides feedback during an after-action review (Thorstensson et al., 2001).

### **Team Training**

To achieve maximum performance the members of the MEDEVAC team—pilot, navigator, flight medic, command and control personnel—must learn to work together. Modeling and simulation can support this training by providing part-task trainers, for example with mock-ups of airframes and simulated medical equipment. In this way, the majority of the phases of a MEDEVAC mission can be trained on the ground.

### **Taskforce Training**

The last phase of training before going out in action is full scale applied tactical training. This type of training should hold a realistic scenario and include all aspects and cooperating units of a real MEDEVAC mission. Computer-supported taskforce training (Jenvald, 1999) is an approach that uses modeling, simulation and visualization to record the facts from an applied tactical training exercise and construct a multimedia model of it (Morin, 2002). This representation makes it possible to present a replay of the MEDEVAC mission during an after-action review both to provide the big picture of the mission and to present details regarding critical factors of the mission.

## Medical Related Simulations Available

Some modeling and simulation tools and devices currently available for the training of MEDEVAC flight crews, flight medics, command and control staffs, and medical task forces include the following:

**Combat Trauma Patient Simulator (CTPS).** CTPS incorporates commercial and government off-the-shelf products to train US military medical combat trauma teams to handle casualties that may result from the battlefield, a natural disaster, or acts of terrorism. This distributed, medical simulation system provides training in the care and tracking of an injured person from an instructor-generated wound to a student-determined outcome. The system includes a casualty-collection point, ground and air evacuation modes, a battalion aid station, a forward surgical team with a mobile operating room and a combat support hospital. A congressionally funded research and development effort, CTPS is sponsored by the US Department of Defense and managed by STRICOM. Figure 2 shows an air ambulance crew during training.

**UH-60 Medical Suite Trainer (UH-60 MST).** MST is the first hands-on training system that provides operational and functional task training in the UH-60 and HH-60L Air Ambulances. The system consists of a dimensionally correct, full replica cabin, a fully operational medical interior kit, simulated on-board oxygen system, external rescue hoist for patient loading, and an instructor control station with pilot controls (Pettitt & Norfleet, 2002). The MST was designed and developed by DEI Services Corporation, Orlando FL. The completed training suite will be installed at the Army School of Medicine, Fort Rucker AL in February 2003. Figure 3 illustrates the UH-60 MST concept.

**Human Patient Simulator (HPS) and Emergency Care Simulator (ECS).** The HPS computer-interfaced medical teaching tool is based on a lifelike replication of a human. Driven by mathematical models of human physiology and pharmacology, nearly anything that can happen to a real patient can be simulated and tailored in pre-scripted event scenarios. The patient's cardiovascular, pulmonary and metabolic characteristics and responses are modeled, as are the interactions of various drugs. A data recorder allows the instructor to assess performance with its continuous, time-based record of patient physiology and student interventions. The ECS is a simpler, easily accessible and more portable version of the HPS. ECS is designed to provide the same symptoms and reactions and can be up and running in less than 15 minutes. HPS and ECS are products of Medical Education Technologies Inc. (METI) of Sarasota FL (Anton, 2002). Figure 4 shows a medical unit employing a human patient simulator.



Figure 2: An air ambulance crew during training.

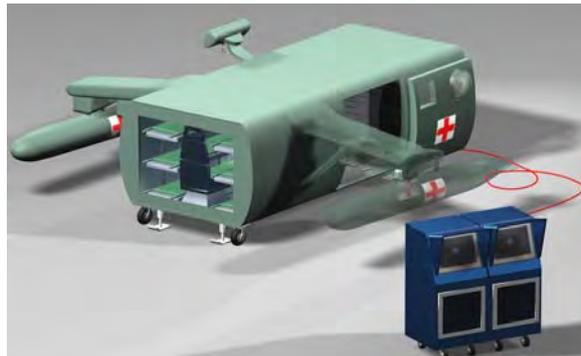


Figure 3: Artist's concept UH-60 MST.



Figure 4: A medical unit employing a HPS.



Figure 5: VirtualEMS trauma patient simulation.

**VirtualEMS.** Research Triangle Institute (RTI) located in Research Triangle Park, NC has developed the VirtualEMS to provide realistic scenarios and practice

for emergency care training. Configurable scenarios and patients are presented through use of a virtual trauma scene and medical toolkits. The caregiver can navigate the scene, interact with the virtual patient, use the medical devices, administer medications, monitor diagnostic data, and perform interventions. VirtualEMS guides the user through standardized medical protocols followed by challenging and complex scenarios. User interactions and physiological data are recorded for after action reviews. (Kizakevich, 2002). Figure 5 shows a screen dump from the VirtualEMS trauma patient simulation system.

## Discussion

MEDEVAC missions are carried out during different types of operations. These operations impose different requirements on the MEDEVAC crew regarding the type of threat and the type of injuries that will meet the MEDEVAC team during their mission (see Table 2). In addition, the environment in which the MEDEVAC team must work will vary depending on the operation type.

Regardless of the organizational level of training we can identify important common methodological aspects in order to provide efficient feedback to the trainees. Documentation, analysis and feedback are crucial for evaluating training. The three phases of trainee feedback can be described as:

1. *Documentation.* The first phase is the ability to observe and document the current situation. Data collection can be performed with both automated and manual means. Automated methods are good for recording large amounts of data, for example flight routes and communications. Manual methods with the use of observers are suitable to record unit activities and professional procedures.
2. *Analysis.* The second phase includes analysis of the documented description of the team and the activities. Now it is possible to relate and compare the goals and mission statement for the team with the analysis results.
3. *Communication.* The third phase support reflection during the After-Action Review (AAR) and forms the basis for formulating the lessons-learned from training. The lessons-learned can be used in the next stage of training as well as for preparing new trainees for this specific training stage (Jenvald, Morin & Kincaid, 2001).

These phases are applicable in all levels of training and for all categories of trainees. However, the implementation of the phases in different situations may vary.

The approach to identify training needs and training opportunities presented in this paper is based on the phases of a MEDEVAC mission. Modeling and simulation can provide training to meet existing and new

needs in the MEDEVAC area – for example due to new types of missions, new patient evacuation platforms and increased requirements on joint capability.

The MST, for example, provides a significant improvement in access to casualties, and provides an on-board production of oxygen overcoming logistics obstacles. The power distribution system, crew seating and interior configuration provides for an increased standard of care when needed, through the use of portable equipment. The external hoist provides extraction capability without loss of valuable cabin space and the environmental control system and medical lighting provide a suitable environment for medical care. The camera data collection system which allows the instructor full access views of the cabin even under night vision goggle (NVG) conditions, provides an excellent source of evaluation data for after action reviews. In short, MST provides the required, realistic medical care environment to train more highly skilled providers.

The blending of advanced mannequins – such as the HPS and the CTPS – allows collective trauma care training for participant caregivers at every station in the identification/evacuation/treatment process. Target groups include casualty collection points, ground evacuation medics, battalion aid station personnel, forward surgical teams, air ambulance crews, and combat support hospital personnel. New medical simulation tools can be put into the hands of personnel and medical cross-training can be accomplished. Complex problem scenarios such as those associated with natural disasters or terrorism or battlefield casualties can be trained through task force levels.

Virtual simulations such as VirtualEMS can provide immersive desktop training that can hone individual medical assessment and decision-making skills with instant feedback as to the appropriateness of the decision with no harm done to the virtual patient. This type of training can be done at any time and skill levels can be programmed accordingly.

This paper has highlighted just a few of the modeling and simulation tools currently available. There exists an on-going research effort to improve them and to make them even more realistic, accessible and user-friendly as well as to develop new simulation methods, tools and devices to meet today's expanded and complex mission requirements.

## Conclusion

A successful MEDEVAC training methodology employed to meet today's multi-faceted mission requirements uses sophisticated and realistic simulation tools and devices that can be integrated into realistic scenarios. However, there is a need to develop even better medical personnel training methods. The US Army alone trains over 100,000 medics every year. The civilian community shares the need as well. To best train medics to treat, stabilize, and provide in-flight medical care to the critically injured or ill while being

transported by air ambulance during peacetime or combat operations requires a combination of modeling and simulation tools.

The need for training is perpetual. Acquiring new skills and new knowledge, sustaining proficiency and practicing to achieve higher levels of competence must be inherent activities in any emergency response organization, whether military or civilian. At the same time, new techniques and methods are announced that, allegedly, enable effective and efficient training to achieve the training goals. Thus, the need for methods to analyze training needs and devising training programs will grow. In this paper we have reviewed the phases of a MEDEVAC mission and identified different training needs. We have also described different means of training for different personnel categories based on several modeling and simulation opportunities.

MEDEVAC is a crucial function for our field units. It has to be reliable during all types of operations. There is a need for more simulation-based tools for planning, rehearsal, training, testing and evaluation of MEDEVAC response. Computer simulations can provide an inexpensive and efficient training technique, replacing field exercises and field units during a training event, allowing response teams to be better prepared for future battle and civilian casualty situations.

## References

- Anton, J. (2002). Meet the Man Who Saves More Lives, Human Patient Simulator, Medical Education Technologies, Inc., Sarasota FL, June 2002.
- Barron, M. S. and Evans, N. H. (1997). Modelling Team Member Roles to Facilitate Identification of Team Training needs. In Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97, pp. 588–595, Lausanne, Switzerland.
- van Berlo, M. P. W., and van Rooij, J. C. G. M. (1997). Mission Analysis: What, Why and How? In Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97, pp. 582–587, Lausanne, Switzerland.
- Bowden M. N., and Cook C. B. (1999). Training Options Analysis. In Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99, pp. 598–606, The Hague, The Netherlands.
- Brant, D. (2002). Task Force Casualty Evacuation. *Armour*, July-August 2002, 39–41.
- Dyer, J. (1984). Team research and team training: A state-of-the-art review. In F.A. Muckler (Ed.), *Human Factors Review: 1984* (pp. 285–323). Santa Monica, California: Human Factors Society.
- van der Hulst, A. H. (1997). From Art to Science: A Knowledge Engineering Approach to Task Analysis. In Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97, pp. 576–581, Lausanne, Switzerland.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, ISBN 91-7219-547-9, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Jenvald, J., Morin, M., and Kincaid, J.P. (2001). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Exercises and Operations. *International Journal of Emergency Management*, 1(1), 82–94.
- Kizakevich, P. N. (2002). *Responsive Virtual Humans for Medical Education and Training*, Copyright © 2002 RTI, Research Triangle Park, NC.
- Litteral, D.J. (2002). Medical Simulation Presentation, Army Medical Evacuation Conference 2002, San Antonio TX, 26 February 02.
- Miller, W. (2002). Simulating the Worst of Battle Helps Train Medical's Best, *Military Training Technology*, 7(5), 10–13.
- Morin, M. (2002). *Multimedia Representation of Distributed Tactical Operations*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, ISBN 91-7219-547-9, Linköpings universitet, Linköping, Sweden.
- Pettitt, B. and Norfleet, J. (2002). Medical Simulation Technologies (MST) Enterprise, White Paper, U.S. Army Simulation, Training & Instrumentation Command (STRICOM), June 2002.
- Salas, E., Dickinson, T.L., Converse, S.A., and Tannenbaum, S.I. (Eds.). (1992). *Toward an understanding of team performance and training*. Norwood, NJ: Ablex.
- Thorstensson, M., Axelsson, A., Morin, M., and Jenvald, J. (2001). Monitoring and Analysis of Command-Post Communication in Rescue Operations, *Safety Science*, 39(1-2), 51–60.

## Joint Efforts to Promote Multiple Stages of MEDEVAC Training

Magnus Morin, Mona Crissey, Johan Jenvald,  
Mirko Thorstensson

*Proceedings of The 14th International Training and  
Education Conference (ITEC 2003),  
30 april–1 maj, 2003, London, England.*

Särtryck: FOI-S--0859--SE  
2003



# Joint Efforts to Promote Multiple Stages of MEDEVAC Training

Dr. Magnus Morin  
Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 21, SE-583 34 Linköping, Sweden  
[magnus@vsl.se](mailto:magnus@vsl.se)  
<http://www.vsl.se/>

Dr. Mona J. Crissey  
U.S. Army PEO STRI  
12350 Research Parkway  
Orlando, FL 32826-3276, USA  
[mona\\_crissey@peostri.army.mil](mailto:mona_crissey@peostri.army.mil)  
<http://www.peostri.army.mil/>

Dr. Johan Jenvald  
Visuell Systemteknik i Linköping AB  
Storskiftesgatan 21, SE-583 34 Linköping, Sweden  
[johan@vsl.se](mailto:johan@vsl.se)  
<http://www.vsl.se/>

Mirko Thorstensson  
Swedish Defence Research Agency (FOI)  
P.O. Box 1165  
SE-581 11 Linköping, Sweden  
[mirtho@foi.se](mailto:mirtho@foi.se)  
<http://www.foi.se/>

## **Abstract**

Airborne medical evacuation (MEDEVAC) is vital for maintaining a reliable lifeline for military personnel in tactical operations. Medical evacuation must be reliable and efficient independent of the threat level of the operation. Not only must the medical personnel be proficient in trauma surgery, but they also must be able to work in the confined environment of a helicopter and to co-operate with other members of the crew. Finally, the MEDEVAC team has to work together with other units and communicate through the same command and control system. Several methods and tools have been presented for supporting the training of medical personnel involved in military and civilian rescue operations. Typically, these state-of-the-art training aids address a specific training issue concerning a particular function in an operational scenario. In this paper we present how methods and tools based on modelling and simulation can support multiple stages of MEDEVAC training. We concentrate on mission training, where multiple teams have to work together to successfully complete a MEDEVAC mission. Based on two examples of emerging training technologies, we explore present and future training needs and opportunities relevant for the MEDEVAC community. We conclude that a successful training approach requires the integration of methods and tools to support multiple stages of training.

## **Introduction**

Airborne medical evacuation (MEDEVAC) is vital for maintaining a reliable lifeline for military personnel in tactical operations. As the spectrum of military activities extends to encompass counter-terrorist operations, combat search and rescue, peace enforcement, humanitarian relief, and disaster relief, increased mission and skill requirements are placed on the MEDEVAC personnel. Moreover, the traditional MEDEVAC mission time used to be approximately 30 minutes, whereas under the new circumstances it has evolved to last 3 to 4 hours. This transformation of operations must be followed by a corresponding development of training to meet the changing requirements.

In a recent paper, Crissey and her colleagues (Crissey, Thorstenson, Morin & Jenvald, 2002) analyzed the training needs of future MEDEVAC services and reviewed emerging training technologies of potential interest for the MEDEVAC area. They found that there is a fair number of methods and tools based on modeling, simulation, and visualization that can meet existing and new training needs. However, these state-of-the-art training aids typically address a specific training issue concerning a particular function or task in an operational scenario. No method or system encompasses all relevant training areas. Hence, there is a great need for methods to help training managers to identify training requirements and training opportunities, to select appropriate training aids, and to devise effective training programs (see, for example, van der Hulst (1997), van Berlo and van Rooij (1997), Barron and Evans (1997) and Bowden and Cook (1999)).

In this paper, we extend the previous analysis by defining six stages of MEDEVAC training, ranging from individual training to integrated mission training. Each successive stage increases the complexity by introducing additional elements of task work and teamwork into the training situation. Based on this model of MEDEVAC training, we examine what training aids are available. Specifically, we seek to identify technologies that have the potential to facilitate multiple stages of training. Such technologies can support the transitions between stages, which represent significant steps on the ladder of training. Based on that analysis, we cover two systems in some detail. The *Medical Suite Trainer* is an instrumented helicopter cabin replica that supports team training through the various phases of a complete MEDEVAC mission. The *MIND framework* uses modeling and visualization to capture and replay the course of events of a live training mission at an after-action review.

The paper is organized in the following way. In the next section, we describe the eight phases of a MEDEVAC mission. Then follows a section that defines the six stages of our model of MEDEVAC training. Two sections describe the Medical Suite Trainer and the MIND framework, respectively. A discussion and our conclusions complete the paper.

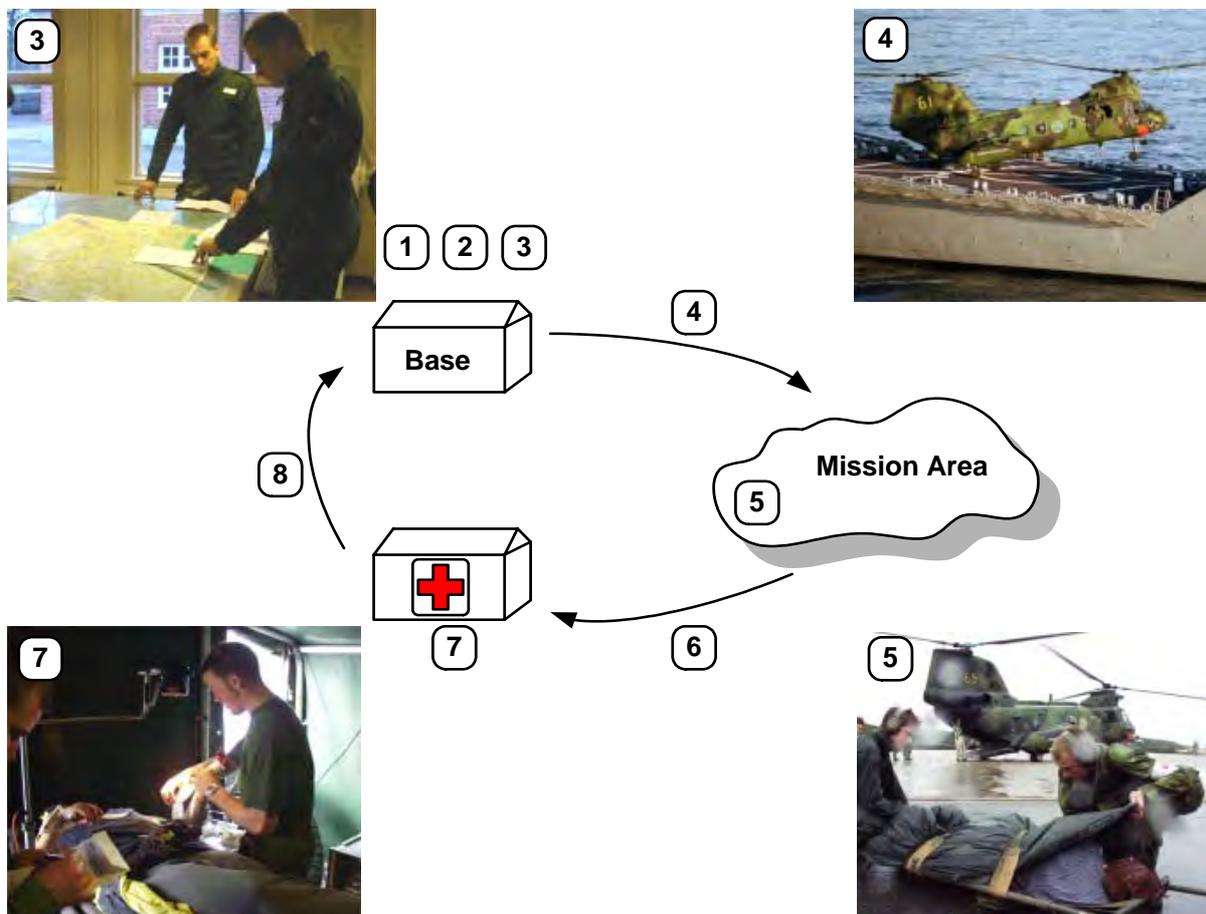
## **MEDEVAC Missions**

MEDEVAC missions include several parallel activities at three main locations (Litteral, 2002). The first location is *the MEDEVAC base*, where the units and the command and control function are deployed. The second main location is *the Mission Area* around the point of injury, where the patients are located. The third location is *the facility of higher care*, which can be an ordinary hospital or a field hospital.

The missions vary from single unit deployment in low-threat environments to joint operations with multiple units in combat (Crissey *et al.*, 2002). Missions to be performed include the following:

- All Weather Terrain Battlefield Evacuation
- Combat Search and Rescue (CSAR)
- Hospital Ship Lifeline
- Deep Operations Support
- Forward Surgical Team Transport
- Medical Logistics Resupply
- Movement of Medical Personnel
- Patient Regulating
- Self Deployability
- Disaster Humanitarian Relief

For example, in a peacetime mission a single autonomous MEDEVAC team may take the fastest route to bring a single casualty to the closest hospital. On the other hand, in a joint warfare operation multiple MEDEVAC units must operate in a coordinated manner to recover large number of casualties in a hostile environment.



**Figure 1:** A schematic overview of a MEDEVAC mission. The numbered boxes denote the eight different phases of a MEDEVAC mission: 1) Preparation, 2) Request for MEDEVAC, 3) Dispatch, 4) Insertion flight, 5) On scene stabilization, 6) In-flight care, 7) Transfer of patients to higher care, 8) Recovery and mission documentation.

The command and control of the mission becomes increasingly important when the number of teams grows and the threat levels become higher. In particular, joint operations necessitate thorough unit coordination and in-flight collaboration with multiple units and commanders both in the air and on the ground, in order to protect the MEDEVAC unit in a hostile environment. Moreover, the MEDEVAC team must collaborate with the personnel receiving casualties at the hospital both to give pre-arrival information on the patients and, on some occasions, to receive advice from a medical doctor to provide better 'care in the air'.

Regardless of the type of operation, MEDEVAC teams execute *MEDEVAC missions*. Each mission can be divided into eight separate phases according to Figure 1. The eight phases of a MEDEVAC mission are (Litteral, 2002):

1. *Preparation.* Equipment is checked and the team is standing by for MEDEVAC alert. The level of readiness may vary from standing by at the base, to flying alert runs at the outskirts of a battlefield.
2. *Request for MEDEVAC.* The team gets information related to point of injury or the fixed facility, and also the number and types of casualties.
3. *Dispatch.* The aircrew checks maps and prepare the insertion flight while the other members coordinate special equipment.
4. *Insertion flight.* During the insertion flight the team members perform their crewmember duties, such as navigation or looking out for threats. Depending on the type of mission and the threat level, the command and control function at the base coordinates the MEDEVAC unit, its close air protection, and the requesting unit on the ground. The flight medics review the injury report accompanying the MEDEVAC request and prepare for the treatment of the patient.

5. *On scene stabilization.* The extent of the on scene stabilization care is adapted to the threat level. In peacetime or in operations other than war extensive work may be performed. Otherwise, effort is made to extract the casualty as quickly as possible.
6. *In-flight care.* During the extraction flight to the specified care facility, the aircrew operates the platform. The flight medic gives the patient the appropriate in-flight care and communicates, if required, with a medical doctor.
7. *Transfer of patients to higher care.* Arriving at the care facility, the flight medics hand over each patient and their case records to the receiving personnel.
8. *Recovery and mission documentation.* Returning to base all equipment is restored and the mission is documented with flight logbook and patient charts.

These phases are always present in a MEDEVAC mission but the activities in each phase can be different depending on the type of operation.

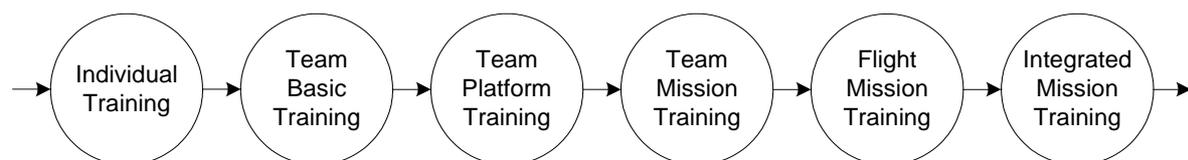
The success of a MEDEVAC mission is determined by three critical factors:

- The total time elapsed from the injury to the time when the patient receives higher medical care.
- The transportation environment, which should be as gentle as possible, in order not to aggravate the medical status of the patient.
- The treatment over time given to the patient.

Balancing these interdependent factors with respect to the type of operation and the specific conditions at hand is a primary challenge in MEDEVAC missions.

### **Stages of MEDEVAC Training**

Efficient training is fundamental to acquire and maintain the types of individual, team and management skills that are required to respond adequately during a MEDEVAC mission. Key MEDEVAC personnel include flight medics, pilots, navigators and remotely located staff personnel. All personnel require a certain amount of basic training before they can enter the MEDEVAC training sequence. For example, helicopter crews will face new training challenges in the preparation for new tasks. The pilots will still need traditional flight training, but they will also need training opportunities with their medic teammates to create an efficient MEDEVAC unit. In addition, they will need increased skills in battle space coordination. Finally the command and control staff that communicates with the units in the field must have a thorough understanding of the realities of a MEDEVAC mission. They must receive training to support the field units without increasing the workload of the MEDEVAC units' personnel.



**Figure 2:** Six stages of MEDEVAC training.

In the light of the limited resources for MEDEVAC training, it is important to identify the different stages from individual training to integrated mission training and apply the methods and tools that are most likely to be effective for that stage with respect to the desired outcome (Bowden & Cook, 1999). In the following, we describe the purpose, the participants, the requirements, and the support for the six stages in MEDEVAC training illustrated in Figure 2:

- *Individual training* includes theory and practice with the goal for the trainee to master an individual professional role that is part of the MEDEVAC function. For example, the flight medics need training in field triage, first aid, and patient stabilization. Examples of modeling and simulation systems that support this individual training are Virtual EMS (Kizakevich, 2002), the Human Patient Simulator (Anton, 2002) and the Combat Trauma Patient Simulator (Pettitt, 1999).

- *Team basic training* has the purpose of training a number of individuals together to create an efficient team. The importance of the role of each individual is reflected in the light of the performance of the group (Salas, Dickinson, Converse & Tannenbaum, 1992; Salas, Bowers & Cannon-Bowers, 1995). The training can be done with limited requirements on the realism of the external training environment. Examples of modeling and simulation systems that support basic team training for teams of physicians, nurses, and medics are the Human Patient Simulator (Anton, 2002) and the Combat Trauma Patient Simulator (Pettitt, 1999).
- *Team platform training* adds another dimension to the team basic training by introduction of the limitations and capabilities of the platform in use. For MEDEVAC training this means the ability to work in the confined space of the helicopter and in the area close to the helicopter. The trainees must also learn to fully utilize the recourses of the platform in order to increase the survivability of the patients treated. An example of a modeling and simulation system that supports team platform training is the UH-60 Medical Suite Trainer. The system consists of a dimensionally correct, full replica cabin, a fully operational medical interior kit, simulated on-board oxygen system, external rescue hoist for patient loading, and an instructor control station with pilot controls (Pettitt & Norfleet, 2002).
- *Team mission training* has the goal of providing the trainees with an increased understanding of a MEDEVAC mission. The interaction between key MEDEVAC personnel is emphasized throughout the team mission training. Commanders, leaders and staff personnel require tactical training to handle flight missions and to coordinate MEDEVAC units with the armed units for their protection. The pilots and navigators need flight training in different environments and under different threat levels, ranging from peacetime transportation to combat MEDEVAC (Crissey *et al.*, 2002). Simulated platforms and mockups are used to represent platforms and command posts, but the exercises are conducted with realistic scenarios and command and control is carried out through a realistic chain of command. For example, the UH-60 Medical Suite Trainer can support mission training for flight medic teams with trainers acting in pilot and staff roles.
- *Mission Flight Training* introduces complexity for all MEDEVAC personnel because flight adds stress to flying personnel in relation to simulated flight (Magnusson, 2002). In addition, a person may experience flight sickness during the mission, which inevitable decrease his or her performance. In this type of live training, it is cumbersome to monitor multiple activities carried out in parallel. However, various modeling and simulation systems can still support the MEDEVAC mission flight training. On a detailed level, simulation systems such as the human patient simulator can provide the trainees with realistic interaction with a simulated patient. On a higher level, a system such as the MIND framework can register and present individual, team, and mission-level performance to support after-action reviews and high-quality feedback to the trainees.
- *Integrated Mission Training* enables all personnel to engage in a common exercise, where they can apply their professional skills in a realistic scenario (Jensvald, 1999). This type of training is essential as it can produce learning situations that usually do not occur in individual training or team training. Particularly, with real people in the field, the functions for command and control will encounter a multitude of foreseen and unforeseen situations. This variety and complexity is hard to reproduce in scripted command-post training. Furthermore, the teams in the field may experience friction due to various practical problems and the need to cooperate with other teams. As in mission flight training, the real-world complexity and the multiple streams of activity in integrated mission training introduce the need for effective tools that can facilitate the after-action review.

The later stages of this model of MEDEVAC training require the ability to train personnel with multiple competences. It is also necessary to train the ability to coordinate the mission activities with other units and individuals. As the trainees progress through the training stages (see Figure 2), the complexity of the tasks they face increases. As training progresses, the element of teamwork becomes more important. Interaction and coordination become crucial for the success of the mission. The training situation must recreate the complexity of the real world situation within a pedagogically sound environment in order to help the trainees learn from the training.

In the following, we present two examples of emerging training technologies that support *Team Platform Training* and *Team Mission Training* (the Medical Suite Trainer) and *Mission Flight Training* and *Integrated Mission Training* (the MIND framework), respectively.



**Figure 3:** MST trainer exterior view with the instruction and observation console (left) and the interior view of MST displaying litters and on-board equipment (right). (Photographer: Mona Crissey)

### **Medical Suite Trainer**

The UH-60 Medical Suite Trainer (MST) is the first hands-on training system that provides operational and functional task training in the UH-60Q and HH 60L Air Ambulances. The system consists of a dimensionally correct, full replica cabin, a fully operational medical interior kit, simulated on-board oxygen system, and operational suction system, litter control, lighting control, operational intercommunications system, external rescue hoist for patient loading, and an instructor operator station for full instructor control and monitoring of the complete training system environment to include pilot control functions and training system fault insertion.

The MST was designed and developed by DEI Services Corporation in Winter Park, Florida. The first completed training suite has been installed at the U S Army School of Aviation Medicine in Fort Rucker, Alabama. It will be used to teach flight medic students the operations of all on-board equipment. Figure 3 illustrates the UH-60 MST concept and displays the MST trainer exterior with the instructor console. The figure also shows the interior view of the MST displaying litters and on-board equipment.

The HH-60L aircraft is the newest of the medical suites for U S Army MEDEVAC use. It is expected to be in the military system for years to come. The HH-60L aircraft is used during war, operations other than war, peacetime, and in homeland defense, making it an aircraft that has civil/dual use application. The UH-60Q/HH-60L helicopter provides a significant improvement in access to casualties, and provides an on-board production of oxygen overcoming logistics obstacles. The power distribution system, crew seating, and interior configuration provide for an increased standard of care when needed through the use of portable equipment. The external hoist provides extraction capability without loss of valuable cabin space and the environmental control system and medical lighting provide a suitable environment for medical care.

The high-fidelity Medical Suite Trainer simulator technology is necessary to teach the proper use of all the systems found in the UH-60Q/HH-60L to the student medic in a classroom environment during team platform training. Moreover, it can support scenario-based training in team mission training. It will support the flight medics of today—as well as those of the future—by making it possible for students to train in an authentic training environment for patient loading and care, while addressing obstruction issues under day, night, and night vision goggle conditions much as they might encounter under actual combat conditions.

The MST includes extensive support for instructors. The video and audio data recording collection system in the MST allows the instructor full access views of the cabin even under night vision goggle blackout conditions and provides an excellent source of evaluation data for after action reviews. Figure 4 shows the instructor monitoring an exercise and the camera view of the MST interior. The instructor console has a fault injector that enables the instructor to expose the trainees to various fault conditions in a controlled manner.



**Figure 4:** An instructor monitoring the exercise (left) and a camera view of the MST interior (right). (Photographer: Mona Crissey)



**Figure 5:** Stabilizing (left) and preparing the victim for transport (right). (Photographer: Mona Crissey)



**Figure 6:** Loading the victim into the MST (left) and treatment on board (right). (Photographer: Mona Crissey)

The capabilities of the MST and the Emergency Care Simulator were realistically demonstrated during the Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference (I/ITSEC) in Orlando, Florida, in 2002. There, they were used in a combined scenario application by a crew of US Army flight medics. The scenario opened with the sounds of war, low flying aircraft, and gunfire. A crashed helicopter was seen with its pilot (portrayed by an Emergency Care Simulator) in need of medical rescue. Medics alighted from the MST and stabilized the victim at the scene (see Figure 5). With the help of the crew chief, they loaded the pilot onto a stretcher, carried him to the aircraft and loaded him into a vacant litter in the MST (see Figure 6). Once loaded into the trainer, the flight medics checked vital signs and began immediate treatment.

During the entire exercise, the instructor was monitoring the actions of the flight medic crew via the capabilities of the instruction and observation system. Figure 4 displays the view from one of the four cameras placed inside the MST. The instructor has the capability of choosing any view or displaying all four simultaneously.

The staged scenarios dramatically displayed how simulations make it possible for students to train as they will fight by using the MST and the patient manikins without the expense of real aircraft or the risk to human life. The use of the MST in conjunction with human manikin simulators such as the Emergency Care Simulator in flight medic training is expected to enhance realism and provide the best possible environment for immersive training. The trained and highly skilled personnel resulting from this type of training will be better prepared to follow those rules in rescue efforts, while providing state of the art medical care and ultimately saving lives.

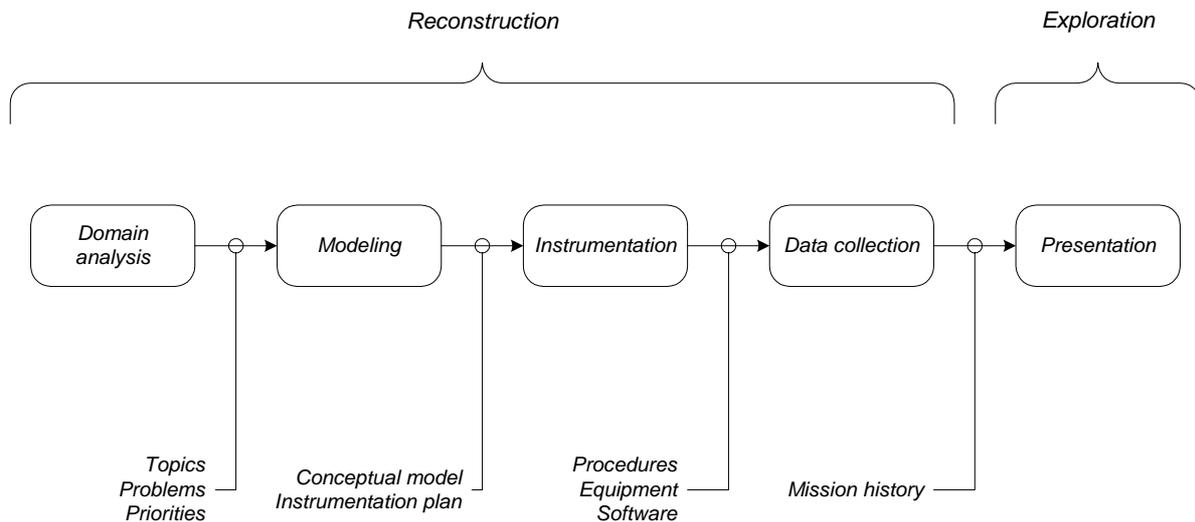
### **The MIND framework**

In a distributed mission environment, participants assess the situation and act accordingly based on their interpretation of locally available information. However, local information is necessarily incomplete, often fragmented, and sometimes ambiguous, which makes it difficult for participants to understand the ramifications of decisions and actions (Morin, 2002a). In a training operation, the after-action review provides an opportunity to reconcile multiple interpretations of the course of events as a basis for evaluating performance, adapting behavior, and learning from experience (Jensvald, 1999). Norman (1993) emphasized the cognitive use of external representations in such reflective processes. If the course of events of a mission can be represented externally, the trainees may use their cognitive resources for reflecting on events, rather than for keeping track of them. This tenet summarizes the main motivation for developing the MIND framework for modeling and presentation (Morin, 2002a).

The MIND approach is to complement practitioners' individual accounts of local events in a mission with a model constructed from data collected from activities at multiple locations. Such models—*mission histories*—constructed from operational data can provide coherent, persistent, and sharable accounts of tactical operations. With annotations provided by experts and practitioners, the models can convey lessons learned from an operation in a self-contained format that is suitable for dissemination (Jensvald, Morin & Kincaid, 2001). This approach distinguishes two principal activities—*reconstruction* and *exploration*. Reconstruction is the act of devising a conceptual model of an operational scenario and populating this model with data captured from an operation adhering to that scenario. Exploration refers to the use of multimedia models of tactical operations for reflection, discovery, and analysis.

Figure 7 outlines the main steps of the reconstruction–exploration approach (Morin, Jensvald & Thorstensson, 2000a; Morin, 2002a). It includes the following steps:

- *Domain analysis* is conducted in collaboration with subject-matter experts to establish crucial topics in the mission, particular problems of interest, and a tentative prioritization among problems and topics. This information guides the modeling step.
- *Modeling* produces an object-oriented conceptual model that defines the main actors and activities in the domain. An instrumentation plan outlining the needs for data collection and data presentation complements the model. Thus, the modeling step must balance what should be included in the model with the available means of documenting and presenting those aspects in the real operation.
- *Instrumentation* is the step of turning models and plans into procedures, equipment, and software components for data collection and presentation. It can include both selection and configuration of existing artifacts and development of new ones.



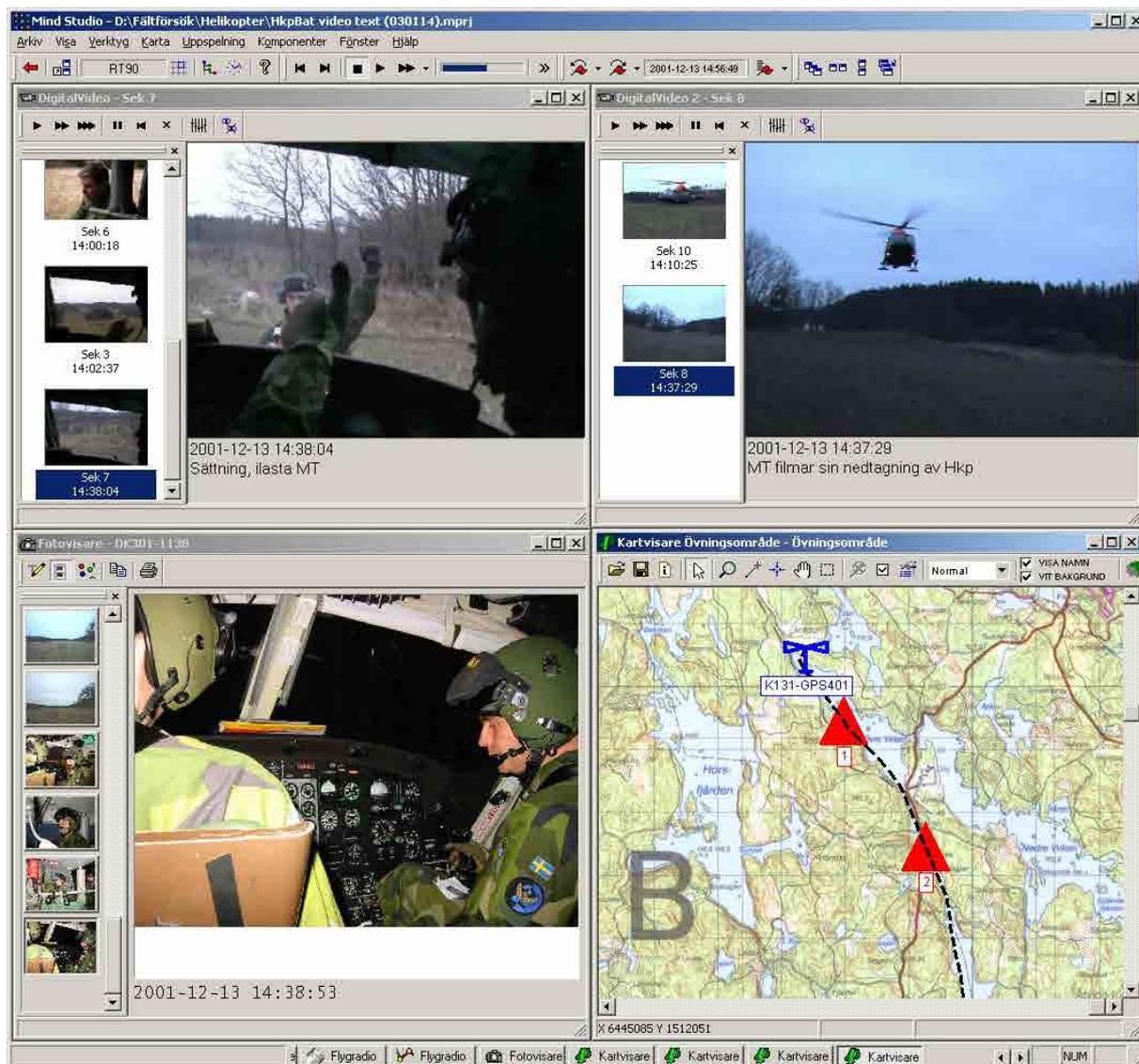
**Figure 7:** Overview of the steps of the modeling approach. Boxes indicate the principal activities, whereas annotated arrows show the artifacts produced by each activity.

- *Data collection* takes place during an operation. In this step, the procedures and tools devised in the instrumentation step are used to capture the activities in the operational environment. The data collected are converted and combined to produce a mission history, which is a time-synchronized, discrete-event model of the operation. Thus, the combination of domain analysis, modeling, instrumentation, and data collection enables the reconstruction of a distributed tactical operation resulting in a mission history. Mission histories can be stored, disseminated, and retrieved.
- *Presentation* is the step of turning the data included in the mission history into a form that supports exploratory analysis of the operation. This step presumes that adequate means of data presentation are available from the instrumentation step.

MIND uses data collected in a training mission or a real operation to construct a time-synchronized, discrete-event representation of the course of events of the operation. The resulting mission history can be presented in the MIND presentation tool that supports time-based navigation and animation using multiple views. MIND includes a component model that enables the development and deployment of customized models and visualizations to meet the requirements of different domains, research questions, and target audiences. Examples of visualization views so far deployed are:

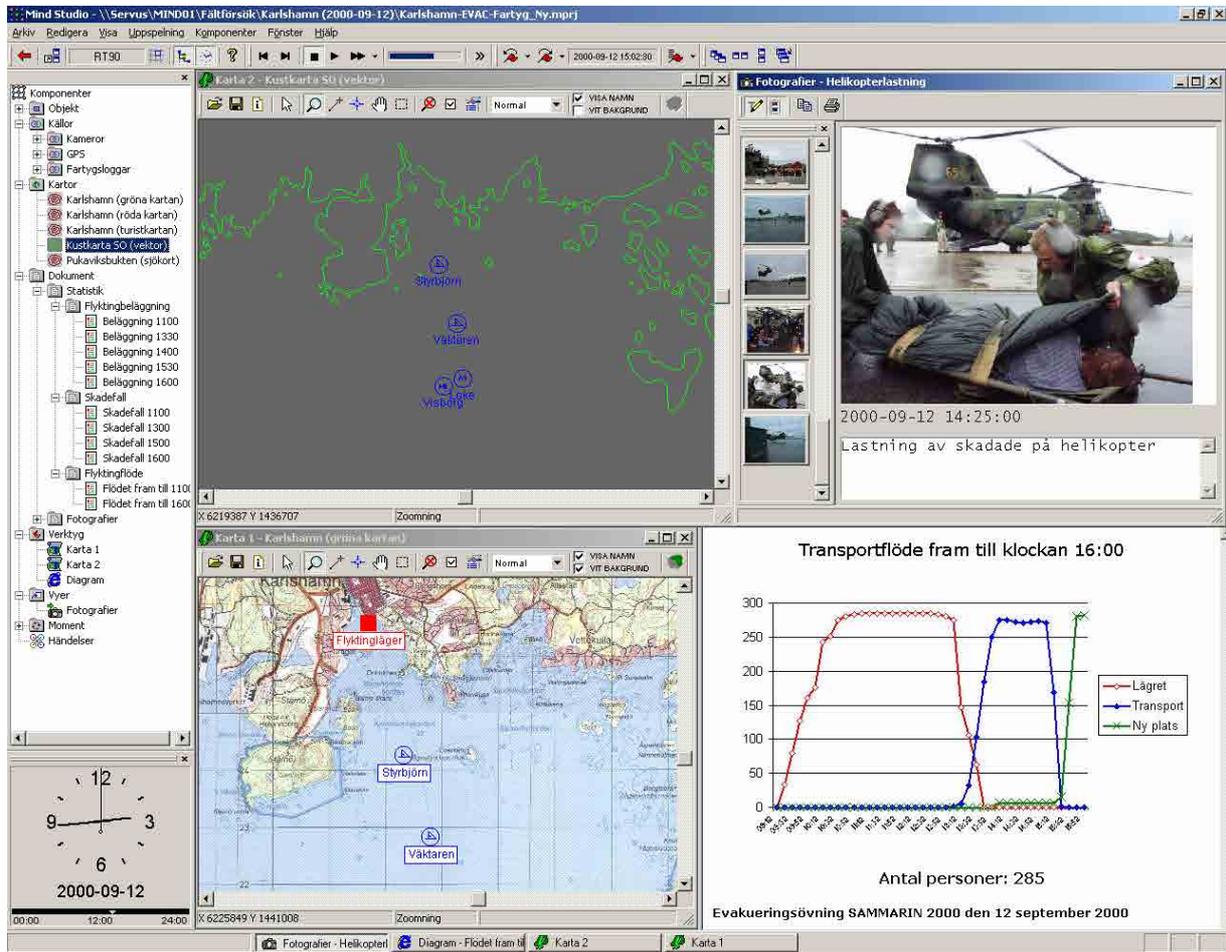
- *Map view.* Presents the time-dependent location of actors using symbols in customizable maps
- *Photograph view.* Displays time-stamped and annotated digital photographs of actors at work
- *Video view.* Displays time-stamped video sequences of activities in the operation
- *Audio sequence view.* Provides random access to time-stamped audio data from various communication networks
- *Communication link view.* Presents audio data represented both as communication links and audio sequences
- *Dynamic timeline.* Shows an overview of selected events to support temporal navigation
- *Document view.* Displays written information, for example plans, standard operating procedures, and orders

Figure 8 shows how the MIND presentation tool was used to facilitate review of team procedures in live training. In this example, two video streams and digital photographs provide multiple perspectives of the training situation at the after-action review. The map view complements these detailed views by providing a mission context in the form of a digitized flight map with symbols. In the case of MEDEVAC, this level of training corresponds to mission flight training.



**Figure 8:** A screenshot from the replay of the mission history of a helicopter insertion and evacuation mission. The top row comprises two video views that display video footage from the mission. The top-left view shows video clips from the perspective of the helicopter crew, whereas the top-right view displays video clips from the ground. The bottom-left view presents time-stamped and annotated digital photographs. The bottom-right view contains a digital map with symbols indicating the dynamic position of the helicopter (blue helicopter), the insertion and pick-up locations (red triangles), and the flight path (black dashed line).

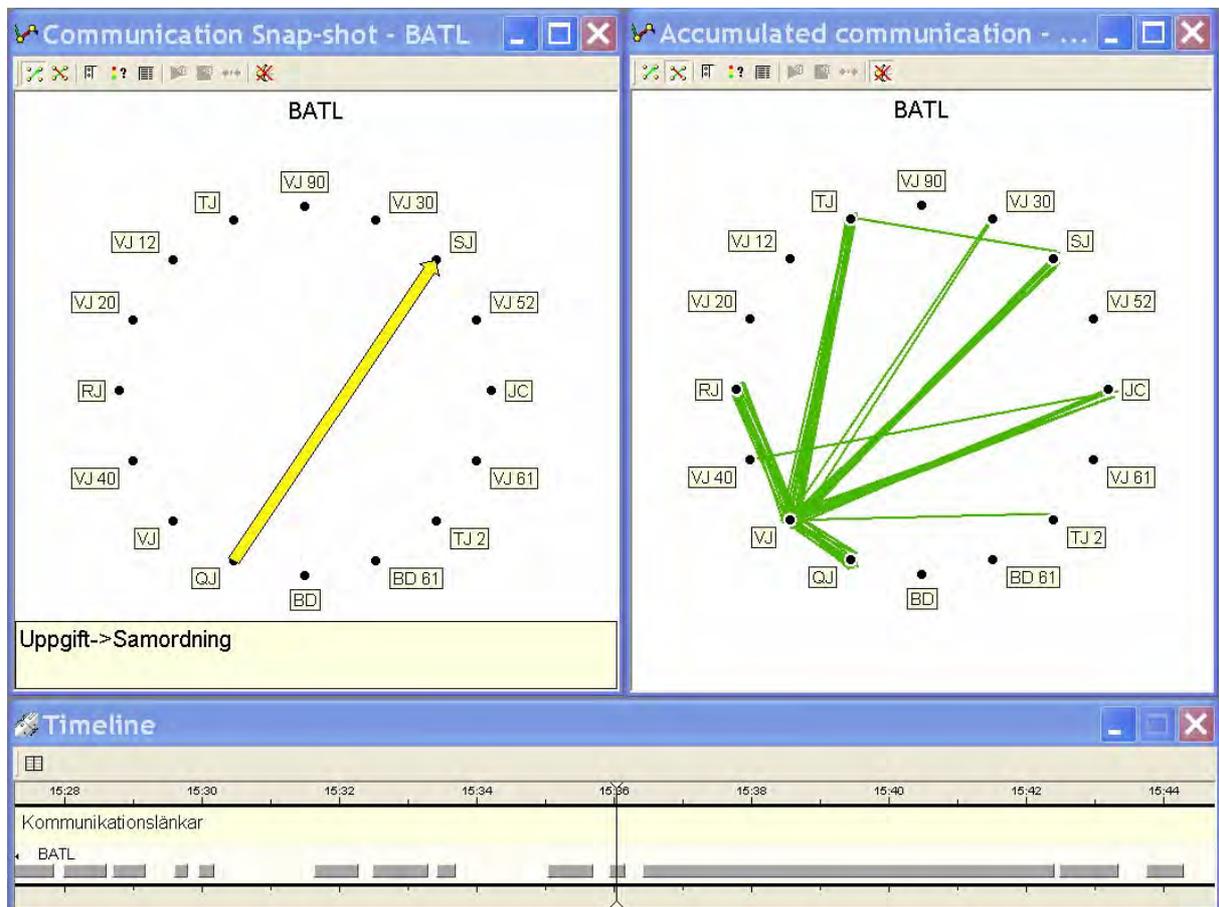
Figure 9, illustrates the use of the MIND framework to model and replay integrated missions. In this particular case, MEDEVAC was an integral part of a larger scenario including a naval relief force, non-governmental organizations, and civilian refugees in a simulated peacekeeping mission. For this type of missions, the MIND presentation tool supports multiple map views and views for tracking the victims through multiple stages of treatment and transportation (Fjordén, 2002). In integrated missions the element of command and control greatly influences the outcome of operations. To this end, the MIND presentation tool incorporates views for analyzing command and control (Thorstensson, Axelsson, Morin & Jenvald, 2001; Morin, 2002b). Figure 10 shows views developed to facilitate communication analysis in the context of command and control (Albinsson & Morin, 2002).



**Figure 9:** A screenshot from the replay of the mission history of a military-civilian exercise involving peacekeeping and humanitarian aid in September 2000. The screenshot shows the evacuation of victims from a refugee camp using both military ships and airborne medical evacuation. The top-left view is *the component tree*, which shows models and data sources included in the mission history. Thereafter, in clockwise order, are a *map view* showing the map from an on-board command and control system with unit symbols, a *photo view* that displays time-stamped and annotated digital photographs, a *diagram view* showing the flow of victims in the evacuation process, another *map view* that uses a topographical map including the refugee camp and ship symbols, and, finally, the mission clock.

To help users access the mission histories, the MIND presentation tool incorporates mechanisms for organizing presentations. *Themes* help users structure the presentation by defining the layout, contents, and presentation mode for a subset of views. When the user activates a theme, the views included resume their user-defined states. *Breakpoints* define points of interest in the time dimension. Combining breakpoints and themes makes it possible to highlight particular aspects of the operation in a presentation. It can also facilitate analysis by supporting standard configurations of analysis views.

The MIND framework has been used to support mission training and analysis in several domains. The basic principles and methods were developed in collaboration with the Swedish Army (Jenvald, 1999) and applied to the training of mechanized units (Morin, Jenvald, Worm & Thorstensson, 1998). Subsequently, the framework was expanded to address training and analysis in rescue operations (Morin *et al.*, 2000a; Morin, Jenvald & Crissey, 2000b). Its methods and visualization views support modeling and presentation of casualty flows in mass-casualty incidents (Thorstensson, Morin & Jenvald, 1999). Applications include a chemical incident in Orlando (Crissey, Morin & Jenvald, 2001) and a major interagency exercise in the Stockholm underground (Thorstensson, Björneberg, Tingland & Tirmén Carelius, 2001).



**Figure 10:** A screenshot from the MIND presentation tool showing views for communication analysis in detail. The example uses radio communication included in the mission history of a battalion-level army mission. The top-left view shows a snapshot, where the arrow indicates communication in progress between the sender (QJ) and the receiver (SJ). The color of the arrow represents the classification of the message (in this case, a coordination message). The top-right view shows accumulated communication at this point of the replay. In this example, the presentation only includes messages that have been classified as orders. In this view, the battalion commander (VJ) stands out as a central actor. The bottom view is a dynamic timeline. The vertical bar in the middle always indicates the present mission time. To the left of this bar are events that have occurred (past time) and to the right are events that will occur (future). As the mission clock advances, the view slides to the left moving future events toward the middle and past events out to the left. The top views are updated accordingly.

## **Discussion**

The complexity of MEDEVAC missions has increased due to the requirement to carry out the missions during operations ranging from peacetime humanitarian support to wartime combat search and rescue (Crissey *et al.*, 2002). Increasing demands for integration of operational functions require the ability to communicate and coordinate activities at multiple organizational levels. There are also requirements on the ability to work together with civilian authorities such as the police and the fire– rescue services, with non governmental organizations such as the red cross, and with international allies and partners, for example in peacekeeping operations. These new demands on the MEDEVAC system lead to new requirements on MEDEVAC training.

Training can be characterized in two dimensions. The first dimension is training effect. Enhancing training methods and technology enables trainees to learn more from the exercises they participate in. For example, better support for the after-action review can help trainees reach a higher level of proficiency. The second dimension is training cost. Improving the training methods may reduce the time needed for trainees to reach their training goals. Replacing costly equipment and procedures with simulations can save substantial amounts of money. Technologies for advanced distance learning enable students to participate in training from home or from their ordinary workplace, thus reducing costs for travel and lodging. To develop effective and efficient training programs for MEDEVAC,

training designers must balance cost and effect carefully. Using simulators such as the UH-60 Medical Suite Trainer is one way of reducing the cost of training while maintaining or increasing the training effect. The MIND framework contributes to enhanced training effect by supporting crucial reflection in the cognitive processing of training experiences (Jonassen, 1994; Jenvald, 1999; Morrison & Meliza, 1999).

Training enhancements can address different levels of the MEDEVAC system. Of course, for the victim in the field, the proficiency of the flight medic that gives critical aid is crucial. However, on the next level, it is equally important that the helicopter that brings the medic to the victim gets to the right location following the proper air route and complying to air regulations. After loading the victim, the helicopter should bring him or her to the appropriate facility of higher care while providing a reasonable safe and comfortable conditions for patient care. Thus, MEDEVAC services involve several teams of specialists, who belong to different organizations, and ultimately training needs to address this full range. Despite the uncontradicted importance of medical evacuation, the training of this function at this organizational level is often overlooked (Brant, 2002; Miller, 2002). One reason for this is the complexity of a MEDEVAC mission and the corresponding problem to provide a pedagogical and realistic training situation for different categories of trainees. Another reason is that commanders want to use as much of the training time as possible for the main combat skill, sometimes forgetting the realities of the battlefield. Also, commanders are reluctant to pull soldiers out of valuable field training time to evacuate them from a maneuver unit through the medical system. Simulation and visualization technologies can help solving some of those problems. Instrumentation systems for battle training make it possible to capture and replay distributed events in a dispersed organization to help soldiers and officers to realize the consequences of battle (Morin *et al.*, 1998; Jenvald, 1999; Morin, 2002a). Furthermore, patient simulators can replace the persons acting as victims, as soon as unit-level first aid procedures have been completed. Not only does the use of simulators enhance the training of the medics, but it also avoids the problem of removing personnel from the maneuver units and their main combat tasks. (Crissey *et al.*, 2002).

An approach to manage the increasing complexity of MEDEVAC missions is to use multiple stages of training—as indicated by Figure 2. In this way, the trainees approach their roles in an integrated mission context in a stepwise manner. At each level it is important to provide a pedagogical environment with the ability to clearly describe the goals of the actual training stage, to systematically record the events from the training situation, and to evaluate the performance together with professional instructors.

The need for training is perpetual. Acquiring new skills and new knowledge, sustaining proficiency and practicing to achieve higher levels of competence must be inherent activities in any emergency response organization, whether military or civilian. At the same time, new techniques and methods are announced that, allegedly, enable effective and efficient training to achieve the training goals. Thus, the need for methods to analyze training needs and devising training programs will grow.

## **Conclusion**

MEDEVAC missions are becoming more complex. The need to operate in a variety of theatres, circumstances, and organizational settings necessitates a transformation of the MEDEVAC system. Improved training methods and technologies are a crucial part of this development. A successful MEDEVAC training methodology uses sophisticated modeling, simulation, and visualization tools that can support realistic scenarios. To this end, we have identified six stages of MEDEVAC training and reviewed corresponding methods and tools. A study of two specific training systems provided examples of the type of capabilities that are needed to meet MEDEVAC training requirements. However, more research is needed in this area to fully address the whole spectrum of problems involved in designing the training for the MEDEVAC services. For example, there is a need for tools that can facilitate planning, rehearsal, testing, and evaluation of MEDEVAC response. Thus, a successful training approach requires the integration of methods and tools to support multiple stages of training. Methodology and technology have to evolve together. Responding to the increasing demands of a changing world, researchers and practitioners must collaborate in a joint effort to develop the training solution for tomorrow's multi-faceted and versatile medical evacuation system.

## References

- Albinsson, P.-A. & Morin, M. (2002). Visual Exploration of Communication in Command and Control. In *Proceedings of The 6th International Conference on Information Visualization (IV 02)*, pp. 141-146, July 10-12, London, England.
- Anton, J. (2002). *Meet the Man Who Saves More Lives, Human Patient Simulator*. Sarasota, Florida: Medical Education Technologies, Inc.
- Crissey, M., Morin, M. & Jenvald, J. (2001). Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise. In *Proceedings of The 12th International Training and Education Conference (ITEC 2001)*, pp. 462-476, April 24-26, Lille, France.
- Crissey, M. J., Thorstensson, M., Morin, M. & Jenvald, J. (2002). How Modeling and Simulation Can Support MEDEVAC Training. In *Proceedings of The First Swedish - American Workshop on Modeling and Simulation, SAWMAS-2002*, pp. 41-48, Orlando, Florida (2002)
- Barron, M. S. & Evans, N. H. (1997). Modelling Team Member Roles to Facilitate Identification of Team Training needs. In *Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97*, pp. 588-595, Lausanne, Switzerland.
- van Berlo, M. P. W., & van Rooij, J. C. G. M. (1997). Mission Analysis: What, Why and How? In *Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97*, pp. 582-587, Lausanne, Switzerland.
- Bowden M. N., & Cook C. B. (1999). Training Options Analysis. In *Proceedings of the 10th International Training and Education Conference, ITEC'99*, pp. 598-606, The Hague, The Netherlands.
- Brant, D. (2002). Task Force Casualty Evacuation. *Armour*, July-August 2002, 39-41.
- Fjordén, J. (2002). *Representation and visualization of casualty flows in rescue operations*. M. Sc. Thesis LiTH-IDA-Ex-02/59. Linköping: Linköpings universitet.
- van der Hulst, A. H. (1997). From Art to Science: A Knowledge Engineering Approach to Task Analysis. In *Proceedings of the 8th International Training and Education Conference, ITEC'97*, pp. 576-581, Lausanne, Switzerland.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, ISBN 91-7219-547-9. Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Jenvald, J., Morin, M., & Kincaid, J.P. (2001). A Framework for Web-Based Dissemination of Models and Lessons Learned from Emergency-Response Exercises and Operations. *International Journal of Emergency Management*, 1(1), 82-94.
- Jonassen, D. (1994). Thinking Technology. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.
- Kizakevich, P. N. (2002). *Responsive Virtual Humans for Medical Education and Training*, Research Triangle Park, NC: RTI.
- Litteral, D.J. (2002). Medical Simulation Presentation, *Army Medical Evacuation Conference 2002*, San Antonio, Texas, 26 February 02.
- Magnusson, S. (2002). On the similarities and differences in psychophysiological reactions between simulated and real air-to-ground missions. *International Journal of Aviation Psychology*, 12(1), 49-61.
- Miller, W. (2002). Simulating the Worst of Battle Helps Train Medical's Best, *Military Training Technology*, 7(5), 10-13.
- Morin, M. (2002a). Multimedia Representations of Distributed Tactical Operations. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, ISBN 91-7219-547-9. Linköping, Sweden: Linköpings universitet.
- Morin, M. (2002b). Modeling Distributed Tactical Operations for Command and Control Analysis. In *Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation, (SAWMAS-2002)*, pp. 9-16, October 30-31, 2002, Orlando, Florida.
- Morin, M., Jenvald, J. & Thorstensson, M. (2000a). Computer-Supported Visualization of Rescue Operations. *Safety Science* 35(1-3), 3-27.

- Morin, M., Jenvald, J. & Crissey, M. (2000b). Training Needs and Training Opportunities for Emergency Response to Mass-Casualty Incidents. In: Proceedings of The 11th International Training and Education Conference (ITEC 2000), April 11-13, The Hague, The Netherlands.
- Morin, M., Jenvald, J., Worm, A., and Thorstensson, M. (1998). Instrumented Force-on-Force Battle Training in Sweden: Lessons Learned during the First Five Years. In *Proceedings of the 9th International Training and Education Conference (ITEC'98)*, April 28-30, Lausanne, Switzerland.
- Morrison, J. E. & Meliza, L. L. (1999). *Foundations of the After Action Review Process*. Special Report 42, Alexandria, Virginia: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Pettitt, B. (1999). *The Combat Trauma Patient Simulation Program*. Fact Sheet, Orlando, Florida: Army Simulation, Training & Instrumentation Command.
- Pettitt, B. & Norfleet, J. (2002). *Medical Simulation Technologies (MST) Enterprise*, White Paper, June 2002. Orlando, FL: U.S. Army Simulation, Training & Instrumentation Command.
- Salas, E., Dickinson, T. L., Converse, S. A., & Tannenbaum, S. I. (Eds.). (1992). *Toward an understanding of team performance and training*. Norwood, Jersey: Ablex.
- Salas, E., Bowers, C. A. & Cannon-Bowers J. A. (1995). Military team research: Ten years of progress. *Military Psychology*, 7, 55–75.
- Thorstensson, M., Axelsson, A., Morin, M., & Jenvald, J. (2001). Monitoring and Analysis of Command-Post Communication in Rescue Operations, *Safety Science*, 39(1-2), 51–60.
- Thorstensson, M., Björneberg, A., Tingland, B. & Tirmén Carelius, M. (2001). Computer-Supported Visualization of an Inter-Agency Exercise in the Stockholm Underground. In *Proceedings of The International Emergency Society's Eighth Annual Conference (TIEMS 2001)*, June 19-21, Oslo, Norway.
- Thorstensson, M., Morin, M. & Jenvald, J. (1999) Monitoring and Visualization Support for Management of Medical Resources in Mass-Casualty Incidents. In: *Proceedings of The International Emergency Management Society's Sixth Annual Conference (TIEMS'99)*, pp. 179-188, Delft, The Netherlands.

## **About the Authors**

Dr. Magnus Morin (Captain, Naval Forces Res.) is a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Establishment. His research interests include methods and tools for modeling and visualization of distributed tactical operations. His interests also include simulation systems, software architectures and software engineering. Dr. Morin holds a PhD in Computer Science from Linköping University.

Dr. Mona J. Crissey is Project Director, Utility Helicopter Programs for Program Manager Air and Command Tactical Trainers (PM ACTT) at STRICOM. Dr Crissey is currently responsible for the program to upgrade UH-60 helicopter simulators for the US Army. Dr. Crissey holds an EdD in Education from the University of Alabama, an MA from University of Kentucky and a BS from SUNY Cortland.

Dr. Johan Jenvald (Lieutenant Colonel, Naval Forces Res.) is a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Agency. He is also an Assistant Professor at the Department of Computer and Information Science at Linköping University. His research interests include modeling and simulation, especially methods and tools for computer supported training. Dr. Jenvald holds a PhD in Computer Science from Linköping University. Dr Jenvald is a fellow of the Royal Swedish Society of Naval Sciences and of the Swedish Defence Science Society.

Mirko Thorstensson (Lieutenant, Army Res.) is a member of the MIND research group at the Swedish Defence Research Establishment, where he is responsible for structured reports for manual observations. His research interests include knowledge acquisition, human data collection, structured reports, simulation and registration systems. Mr Thorstensson holds an MSc in Mechanical Engineering from Linköping University and is currently a PhD candidate at Linköping University.



## Improving Learning from Emergency Management Training: Sweden and the Netherlands Are Teaming Up.

Marcel van Berlo, Mirko Thorstensson, Alma Schaafstal, Magnus Morin, Jan Maarten Schraagen, Johan Jenvald

*Proceedings of The International Emergency Management Society's Tenth Annual Conference (TIEMS 2003),*  
s. 278–288, 3–6 juni, 2003, Sophia Antipolis, Frankrike.

Särtryck: FOI-S--0905--SE  
2003



## **Improving learning from emergency management training: Sweden and The Netherlands are teaming up**

Marcel van Berlo<sup>1</sup>, Mirko Thorstensson<sup>2</sup>, Alma Schaafstal<sup>1</sup>,  
Magnus Morin<sup>3</sup>, Jan Maarten Schraagen<sup>1</sup>, Johan Jenvald<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *TNO Human Factors*

<sup>2</sup> *Swedish Defence Research Agency*

<sup>3</sup> *Visuell Systemteknik i Linköping AB*

**Keywords:** Team training, scenario-based training, performance measurement, feedback, supporting tools.

### **Abstract**

When an emergency occurs, it is of the utmost importance that the teams managing this emergency are well prepared. In order to achieve this, training teams, also in a multi service context, is a necessity. A major misconception is that, just by being involved in training, the team members will learn from it. Teams will, however, only learn from a training event when several conditions are met. First, the training should be based on valid training objectives. The training should be systematically designed to guarantee that the team could show the behavior as described in these training objectives. Secondly, it cannot be predicted what kinds of emergencies will occur and which outcomes are best. Therefore, the focus of the training should not be on the product, but rather on the team processes. Next, the measurement of the team's performance should be based on the training objectives and capture the team processes. Besides, a systematic performance measurement will facilitate the feedback to the team. Finally, the training staff, especially the observers and debriefers, should be provided with adequate supporting tools. Both TNO Human Factors and FOI have many years of research and training experience in emergency management. In this paper, we will give our view on training emergency management teams following the conditions mentioned before: design and development of team training, training team processes, performance measurement and feedback and supporting the training staff. We will end with a discussion in which we will share our intentions on teaming up together.

### **1. Systematic design and development of team training**

The realization grows that just putting together a team of individual experts does not make an expert team (Salas, Cannon-Bowers, & Johnston, 1997). In recent years, it has been shown that a good approach to training teams with complex training technology is linking training goals to events in training scenarios in a controlled fashion. This is called the 'event-based approach to training' (EBAT: see Figure 1) (Hall, Dwyer, Cannon-Bowers, Salas, & Volpe, 1993; Johnston, Smith-Jentsch, & Cannon-Bowers, 1997).

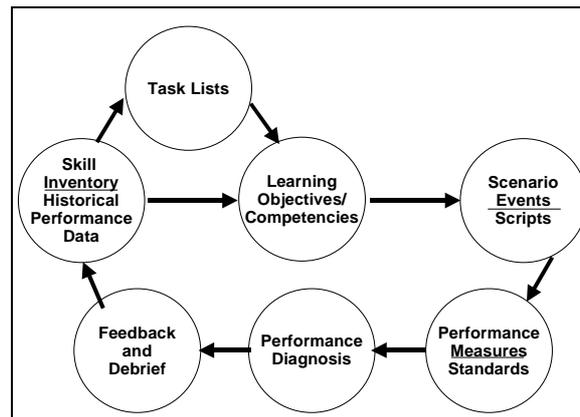
---

<sup>1</sup>TNO Human Factors, PO Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands, {vanBerlo, schaafstal, schraagen}@tm.tno.nl

<sup>2</sup>Swedish Defence Research Agency, PO Box 1165, SE-581 11 Linköping, Sweden, mirtho@foi.se

<sup>3</sup>Visuell Systemteknik i Linköping AB, Storskiftesgatan 21, SE-583 34 Linköping, Sweden, {magnus, johan}@vsl.se

Figure 1: The EBAT framework (Johnston, Smith-Jentsch & Cannon-Bowers, 1997)



The EBAT framework starts at the top left hand side with the tasks to be performed by the team. The basic assumption is that training should provide opportunities for practice, enabling a team to develop critical competencies to conduct their mission, or, to manage an emergency. The team and individual behavior indicating these competencies is explicitly described in the learning objectives. Based on these learning objectives, the training scenario is developed. A training scenario consists of several events that are specifically designed to trigger the team members' behavior as described in the learning objectives. Events are critical incidents that can occur during the course of the emergency and on which the team should react. For every event, the observers know what behavior the team should demonstrate, and which prototypical mistakes could be made. This facilitates a systematic observation of the team members' behavior. Based on these measurements the training staff is able to make a valid diagnosis of the performance and to assess to what extent the learning objectives have been achieved. During the debrief, feedback is provided to the team and, together with the team, the lessons learned are formulated. The strength of EBAT is the systematic linkage among these components. Without this linkage is impossible to ensure that team members will have learned anything from the training.

## 2. Training team processes

During the course of training, and that includes the debriefing, training methods should be employed to ensure the team's learning (see also Van Berlo, Stroomer & Van den Bosch, 2003). Two training methods, that have proven their value for training teams and their leaders, will be described in this section: Team Dimensional Training and Critical Thinking. A computerized training environment that enables the training of team processes, CrisisKit, will be described as well.

### 2.1 Team Dimensional Training

An important distinction that resulted from research on team training is the concept of 'taskwork' and 'teamwork' skills underlying team performance (Cannon-Bowers, Tannenbaum, Salas, & Volpe, 1995; Cannon-Bowers & Salas, 1998). Taskwork consists of the position-specific requirements of the job, which are usually technical in nature (such as operating a certain workstation). Teamwork has more to do with processes that individuals use to coordinate their actions. Both taskwork and teamwork skills are important in any given team and team member (see Table 1).

Table 1. A distinction of skills with respect to training teams and team members (Van Berlo, 1997)

Level	Content	
	Taskwork	Teamwork
Individual	1. individual task skills (e.g. plotting of data)	2. social and communication skills to function in a group (e.g. leadership skills)
Team	3. team task skills (e.g. conducting an evacuation plan)	4. social and communication skills to function as a team (e.g. supporting each other)

Smith-Jentsch, Johnston and Payne (1998) have further delineated the skills underlying teamwork, and they identified four dimensions underlying effective teamwork: information exchange, communication, supporting behavior, and initiative/leadership. Information exchange includes seeking information from all available sources, passing information to the appropriate persons before being asked, and providing situation updates on a regular basis. Communication includes using proper phraseology, providing complete internal and external reports, avoiding excess chatter, and ensuring communications are audible. Supporting behavior includes correcting team errors, and both providing and requesting backup or assistance when needed. Finally, initiative/leadership includes providing guidance or suggestions to team members, and stating clear team and individual priorities.

These four generic teamwork skills can be regarded as key competencies of any member of an emergency management team. Learning how to work together is especially important for teams consisting of team members that frequently vary. Being a member of an emergency management team is often not a primary job; only when an emergency occurs, the team members are called together and the team is formed. In these cases, team members should possess adequate teamwork skills.

Team Dimensional Training (TDT) is a training methodology designed to aid instructors in training and evaluating teamwork skills (Smith-Jentsch *et al.*, 1998; Schaafstal, Johnston & Oser, 2000). This is accomplished through a four step training cycle: briefing a team, observing a team's performance during a training exercise, diagnosing this performance, and de-briefing the team about its performance. During the briefing phase the four teamwork dimensions delineated by TDT, and behaviors associated with each, are presented to the team by the trainer. During the exercise itself, the observers gather positive and negative examples of behaviors that fall under each TDT dimension. One or two of the best examples (i.e., most relevant to the training objectives) under each dimension are summarized for the debrief. During the debriefing phase, the trainer facilitates the discussion of the team's performance, providing positive and negative examples of team behavior (Smith-Jentsch, *et al.*, 1997).

## 2.2 Critical Thinking

Expert decision-makers treat decision making as a problem-solving process. They use familiar elements to construct an initial interpretation of the situation. The plausibility of this interpretation is verified by explicitly challenging its critical assumptions. When faced with a complex and unfamiliar problem, experts collect and critically evaluate the available evidence, seek for consistency, and test assumptions underlying an assessment. They then try to integrate the results of the processes in a comprehensive, plausible, and consistent story explaining the actual problem situation. Experts assess the risks associated with potential courses of action by consulting their experience as well as by means of mental simulation (Zsombok & Klein, 1997). Novices, on the other hand, tend to interpret situations more superficially, and often assess the nature of a situation on isolated cues, without taking the larger pattern into account. Furthermore, they are often not explicitly aware of the

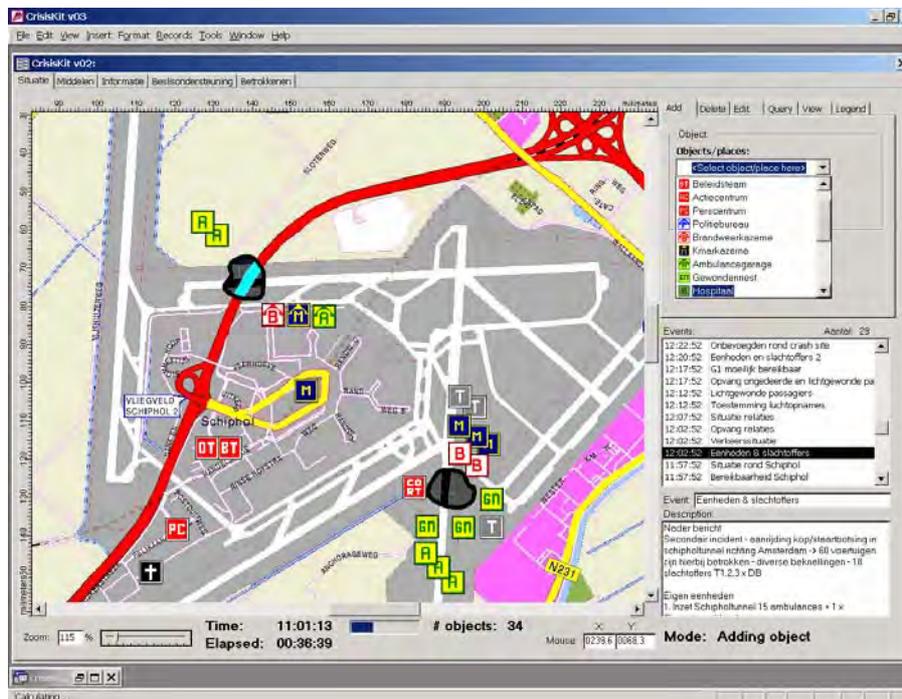
assumptions they maintain, hence are less critical about them, and are more likely to 'jump to conclusions'.

The knowledge of experts and the strategies they employ when dealing with complex situations have been used to develop a new form of training in decision making and risk management: Critical Thinking (Cohen & Freeman, 1997; Van den Bosch & Helsdingen, 2001; Van den Bosch & van Berlo, 2002). The aim of Critical Thinking training is to keep trainees from assessing situations solely on isolated events. Instead, trainees are taught how they can integrate the available information into its context, which may include elements as: the history of events leading to the current situation, the presumed goals and capacities of the enemy, potential risks associated of the environment, the opportunities of the enemy, etc. Trainees are instructed how to identify (in)consistency and uncertainty, and how to adjust or refine their story by deliberate testing and evaluation. Critical Thinking training also includes a procedure for handling time constraints.

### 2.3 CrisisKit

CrisisKit is a training and support program that can be flexibly adjusted to many situations, for example to different organization structures and to different assignments of tasks and responsibilities to teams and their members (Van Rijk, Post, Van Verselved, 2001). The primary user interface consists of a number of displays. It has a large screen display visible for every team member; this is shared situation screen, displaying for example a map of the disaster area. This display is also available on every team member's individual workstation (see Figure 2). If this is required by their tasks, team members can place objects on this display, as well as links to additional information concerning these objects. CrisisKit has an overview screen on which casualties can be registered and a decision support tool helping team members to deliberate over important issues. Further, it has an e-mail system, implemented with Microsoft Netmeeting, through which the participants can interact with each other.

Figure 2: A screenshot from the CrisisKit system



CrisisKit supports the training staff during the development and conduct of scenarios. It is possible to completely prepare an exercise in advance, including creating information events and time stamping them. During the conduct of the scenario, an overview of events is presented. In specific time slots during the scenario, CrisisKit automatically sends events to team members. They have to respond to these events, for example by placing an object on the situation screen, or by informing colleagues. Besides, the order of events can be changed. Finally, it is possible to temporarily freeze the scenario, for example for a short briefing to the team, and to adjust the scenario to the specific behavior of the team. A more detailed description of CrisisKit, and case studies in the field of emergency management, can be found elsewhere (Van Rijk & Zwartenkot, 2003; Schaafstal & Post, 2002).

### 3. Performance measurement and feedback

Retrospective analysis of system trajectories offers a way toward understanding the interplay between people and artifacts during full-scale emergency-response exercises. In fact, this approach has been adopted to support reflection in training (Jenvald, 1999; Morrison & Meliza, 1999), to promote learning the lessons from real operations (Johnson, Birnbaum, Bareiss & Hinrichs, 2000; Jenvald, Morin & Kincaid, 2001), and to help investigating critical decisions (Hoffman, Crandall & Shadbolt, 1998). Woods (1993) proposed behavioral protocols as a means of combining data from a variety of sources to account for the behavior of operators and systems in relation to changes in a dynamic environment over time. Contrasting the traces of embedded systems and environmental factors with the human actors' interpretations and actions enables new ways of examining the cooperative management of complex processes. Morin, Jenvald, and Thorstensson (2000) described how computer models of tactical operations could be constructed from data collected from multiple sources in the field.

In this section, two examples will be provided of how technology can support the training staff in performance measurement, assessment and debriefing: the MIND visualization framework, and a hand-held tool for distributed team training.

#### 3.1 The MIND visualization framework

The need to handle large amounts of data pertaining to diverse aspects of distributed rescue operations motivated our development of the MIND visualization framework. MIND uses data collected in the real environment, regardless if it is a live operation or a training exercise, to construct a time-synchronized, discrete-event representation of the course of events of the operation. The resulting model is a multimedia representation of the distributed tactical operation (Morin, 2002), that can be presented in a visualization tool that supports time-based navigation and animation using multiple views. MIND includes a component model that enables the development and deployment of customized models and visualizations to meet the requirements of different domains, research questions, and target audiences. MIND has been used to support assessment of emergency plans (Jenvald *et al.*, 1998) and for supporting after-action reviews in different settings (Crissey, Morin & Jenvald, 2001; Thorstensson, Tingland *et al.*, 2001). Examples of visualization views deployed with MIND are:

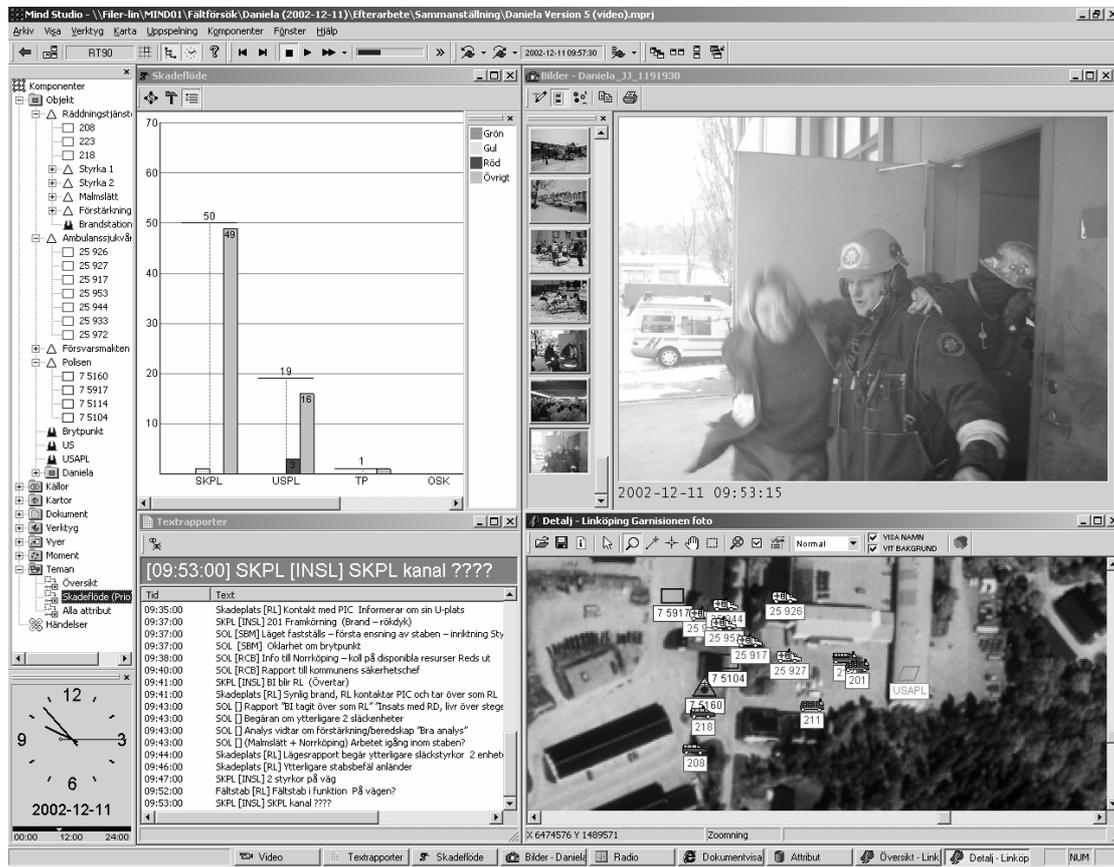
- **Map view:** Presents the time-dependent location of actors using symbols in customizable maps
- **Photograph view:** Displays time-stamped and annotated digital photographs of actors at work
- **Video view:** Displays time-stamped video sequences of activities in the operation
- **Audio sequence view:** Provides random access to time-stamped audio data from various communication networks
- **Communication link view:** Presents audio data represented both as communication links and audio sequences

- **Dynamic timeline:** Shows an overview of selected events to support temporal navigation
- **Document view:** Displays written information, for example plans, standard operating procedures, and orders

A more thorough description of the MIND framework can be found in Morin (2001). MIND also includes a set of communication-analysis tools (Thorstensson, Axelsson *et al.*, 2001; Albinsson & Morin, 2002) supporting evaluation of the communication dimension in TDT, which can be used to improve trainer feedback during debriefing sessions.

Figure 3 shows a screenshot from the MIND system with data from the Daniela exercise. The exercise was conducted in Linköping on December 11, 2002. The screenshot shows the situation 09:53. The component tree (top) and the mission clock (bottom) are displayed to the left. A detailed map based on an aerial photograph (bottom right) show the location of rescue vehicles (symbols with numbers). To the right is a photo view displaying a digital photograph of a firefighter helping a victim out of a smoke-filled building. To the left at the bottom is a view that shows the textual reports from various subject-matter experts acting as observers during the exercise.

Figure 3: A screenshot from the MIND system with data from the Daniela exercise.



Using the MIND methodology and visualization framework in emergency response training supports the training staff in providing a frame of reference for the trainees and a context for team actions and performance measurements. During debriefing sessions emphasis can be made on *why* things happened and actions where taken, instead of *what* happened.

### 3.2 Mobile support during distributed team training

Distributed team training, often in joint settings, is becoming more and more important in emergency management training today. As the teams and training staff are not physically on the same location, special attention should be paid to performance measurement and feedback. The question is what should be measured in distributed training and how should the training staff be supported in doing this? Previous research has shown that communication, information exchange, team leadership and supporting behavior (Smith-Jentsch *et al.*, 1998) are important dimensions of team performance. These dimensions are even more important for distributed teams, due to the lack of face-to-face contact. In addition, preparation before task performance as well as a common understanding of the various roles (convergence) seem to be crucial factors in the success of distributed teams (Rocco, 1998). To improve the training effectiveness, performance measurement and feedback should be conducted systematically and in a standardized manner across all distributed teams. Observations of the processes within the distributed team should be consistent among the various (distributed) observers in order to provide consistent feedback to the team members.

Previous research on team performance measurement resulted in the Command and Control Process Measurement Tool (C2PMT; Van Berlo & Schraagen, 2000). The C2PMT is a generic checklist comprising standards a command & control team should meet. Every standard is briefly clarified and explained in order to ensure a uniform interpretation by the evaluators: it describes the contents and coverage of the standard and, if applicable, the relation with other standards. For every standard, performance indicators have been formulated giving concrete form to the standard enabling the evaluators to observe and interpret the team processes. These performance indicators are formulated concisely, and are easily scored in terms of whether the behavior was observed or not. The evaluator can explain and illustrate every observation: this contains both positive and negative examples being observed. Inclusion of these example behaviors is important for providing feedback in the final written report and for enhancing learning opportunities. The C2PMT was adjusted for distributed team training (C2PMT-Distributed). With this tool the evaluator can score targeted behaviors that are both important within the team and between the distributed teams.

Based on previous research on the Mobile Aid for Training Evaluation (Lyons & Allen, 2000), the C2PMT-D was implemented on a hand-held device. Some functional features of this device are digital ink, drop down windows, on call checklists and a debrief organization screen that facilitates the observer's preparation of the after action review. The observer can easily send data to a central database. At the central database the data of all observers of the distributed team are analyzed and then sent back to the observer, who can now complete the debrief (Van Berlo, Hiemstra & Hoekstra, 2003). Figure 4 shows the C2PMT-D tool.

Figure 4: The C2PMT-D tool



The mobile tool with the C2PMT-D helps the training staff in observing team performance and in quickly generating, sending and receiving data to support his evaluation of the distributed team training. Besides, it can also improve the quality of the observations made because of the standardized format in which targeted behaviors are scored.

#### **4. Discussion**

The organizations the authors are affiliated with, have extensive experience in emergency management training, both within civil services and the military. The strength in teaming up with each other is the combination of human factors knowledge, computer science and training experience. The systematic design, development and evaluation of training emergency management teams, as described in the EBAT framework, can be improved by combining the methods and tools already available. Coupling CrisisKit with the MIND system can result in a more controlled training environment with improved debriefing and after-action review capability. An integration of the MIND system and the hand-held C2PMT-D can enhance the quality and speed of the data collection and analysis. Supporting the training staff in using these tools, and in applying appropriate methods for debriefing exercises, will definitely increase the added value of training.

New methods and tools could aim at the retention of skills learned during emergency management team training. Quite often lessons-learned are formulated, but easily forgotten as well. Providing take home packages for the team members, comprising the most important results of the training, could be a solution. Another possibility in this respect is the development of web-portals, making the lessons-learned available also for personnel that was not present at the training. This also relates to the increasing integration of learning and working. Personnel do not only learn during formal training activities, but more and more on the job. Often it is quite difficult to gather all members of an emergency management team to engage in a training, let alone several teams in case of a distributed team training. A possible solution could be to use simulated, synthetic team members: in this case a team training can be conducted although not all human team members are actually present (Schaafstal, 2002). Another promising possibility is conducting e-learning courses or a web-based training with (a)synchronous communication between team members. Tactical decision games, presenting challenging emergency management problems, could be placed on a web page or in a relevant journal; possible solutions can be published promoting discussions between members of the emergency management community and enhancing (informal) learning. Learning and working can also be integrated by applying the same methods and tools. During an actual operation an emergency management team can be supported by CrisisKit, the performance can be monitored using the MIND system, while the debriefing can be structured using TDT and the MIND visualization framework. Making these methods and tools more suitable for supporting real life emergency management teams is a big challenge.

Integrating and refining existing methods and tools, as well as developing new methods and tools, should be based on research. In our view, the combination of empirical studies in more or less controlled situations on the one hand, and practice oriented field studies on the other, will provide the most optimal results. Our joint efforts are aimed at actually improving learning from emergency management training. Technological support is useful, but it is still the human personnel making the critical decisions. Enhancing learning, and improving the quality of team processes, are of key importance in increasing the probability that actual emergencies will be managed successfully.

#### **References**

Albinsson, P.-A. & Morin, M. (2002). Visual Exploration of Communication in Command and Control. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Information Visualisation (IV'02)*, pp. 141-146, 10-12 July, London, England.

- Cannon-Bowers, J.A. & Salas, E. (1998) (Eds.). *Decision Making under Stress: Implications for Individual and Team Training*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Cannon-Bowers, J.A., Tannenbaum, S., Salas, E., Volpe, C. (1995). Defining competencies and establishing team training requirements. In R. Guzzo & E. Salas (Eds.), *Team Effectiveness and Decision Making in Organizations*. San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Cohen, M.S., & Freeman, J.T. (1997). Improving critical thinking. In: R. Flinn, E. Salas, M. Strub & L. Martin (Eds.), *Decision making under stress: emerging themes and applications* (pp. 161-169). Brookfield, Vermont: Ashgate.
- Crissey, M. J., Morin, M., and Jenvald, J. (2001). Computer-Supported Emergency Response Training: Observations from a Field Exercise. In *Proceedings of the 12th International Training and Education Conference, ITEC'2001*, Lille, France.
- Hall, J.K., Dwyer, D.J., Cannon-Bowers, J.A., Salas, E. & Volpe, C.E. (1993). Towards assessing team tactical decision making under stress: The development of a methodology for structuring team training exercises. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> Annual Interservice / Industry Training Systems and Education Conference* (pp.89-98). Washington, DC: National Security Industrial Association.
- Hoffman, R. R. & Crandall, B. & Shadbolt, N. (1998). Use of the critical decision method to elicit expert knowledge: A case study in the methodology of cognitive task analysis. *Human Factors*, 40(2), 254–276.
- Jenvald, J. (1999). *Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training*. Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598, Linköping: Linköpings universitet.
- Jenvald, J., Rejnus, L., Morin, M., and Thorstensson, M. (1998). *Computer-supported Assessment of Emergency Planning for Rescue Operations*. User report FOA-R--98-00910-505--SE, Swedish Defence Research Agency, Linköping, Sweden
- Johnson, C., Birnbaum, L., Bareiss, R. & Hinrichs, T. (2000). War stories: Harnessing organizational memories to support task performance. *Intelligence*, 11(1), 16–31.
- Johnston, J.H., Smith-Jentsch, K.A., & Cannon-Bowers, J.A. (1997). Performance measurement tools for enhancing team decision making. In M.T. Brannick, E. Salas, & C. Prince (Eds.), *Assessment and measurement of team performance: Theory, research, and applications* (pp. 45-62). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lyons, D.M., Allen, R.C. (2000). Mobile aid for training and evaluation (MATE): a hand-held configurable set of performance and measurement tools. *Proceedings of the 22th Interservice/Industry Training Systems and Education Conference (IITSEC)*, Orlando, Florida, 27-30 November 2000 (pp. 662-671).
- Morin, M., Jenvald, J. & Thorstensson, M. (2000). Computer-supported visualization of rescue operations. *Safety Science*, 35(1-3), 3–27.
- Morin, M. (2001). MIND—Methods and Tools for Visualization of Rescue Operations. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference, TIEMS'2001*. June 19-22, Oslo, Norway.
- Morin, M. (2002). *Multimedia representations of distributed tactical operations*. Linköping studies in science and technology, Dissertation No. 771, Linköping: Linköping University.
- Morrison, J. E. & Meliza, L. L. (1999). *Foundations of the after action review process*. Special report 42, Alexandria: United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Rijk, R. van, Post, W.M., & Verseveld, O.H. van (2001). *CrisisKit: Development and evaluation of an environment for teamwork processes during crisis management* (in Dutch) (Report TM-01-D016). Soesterberg: TNO Human Factors.
- Rijk, R. van, & Zwartenkot, J.L. (2003) Using CrisisKit and roleplayers for training emergency management teams. *Proceedings of the tenth TIEMS conference*, June 3-6, Sophia Antipolis.
- Rocco, E. (1998). Trust breaks down in electronic contexts but can be repaired by some initial face-to-face contact. *Proceedings Computer-Human Interaction [CHI]*, Los Angeles, CA, April 1998 (pp. 492-502).
- Salas, E., Cannon-Bowers, J.A., & Johnston, J.H. (1997). How can you turn a team of experts into an expert team?: Emerging training strategies. In C. Zsombok, & G. Klein (Eds.), *Naturalistic Decision Making – Where are we now?* (pp. 359-370). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schaafstal, A.M. (2002). Training a Team with Simulated Team Members. *Proceedings of the 46<sup>th</sup> Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society Conference*, September 30 – October 4, 2002, Baltimore, Maryland, USA. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

- Schaafstal, A.M., Johnston, J.H., & Oser, R.L. (2001) Training teams for emergency management. *Computers in Human Behavior*, 17, 615-626.
- Schaafstal, A.M., & Post, W.M. (2002). Modeling and Simulation for Training and Support of Emergency Management Teams: The Development of CrisisKit. *Proceedings of the First Swedish-American Workshop on Modeling and Simulation*. Orlando, FL, November 2002.
- Smith-Jentsch, K.A., Johnston, J.H., & Payne, S.C. (1998). Measuring Team-Related Expertise in Complex Environments. In: J.A. Cannon-Bowers & E. Salas (1998) (Eds.). *Decision Making under Stress: Implications for Individual and Team Training*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Thorstensson, M., Axelsson, A., Morin, M., & Jenvald, J. (2001). Monitoring and Analysis of Command-Post Communication in Rescue Operations, *Safety Science*, 39(1-2), 51-60.
- Thorstensson, M., Tingland, B., Björneberg, A., & Tirmén-Carelius, M. (2001). Visualization of an Interagency Exercise in the Stockholm Underground. In *Proceedings of The International Emergency Management Society's Eighth Annual Conference, TIEMS'2001*. June 19-22, Oslo, Norway.
- Van Berlo, M.P.W. (1997). *Team training vs team building and cooperative learning: Defining the Field of Research* (Report TM-97-B019) (in Dutch). Soesterberg: TNO Human Factors.
- Van Berlo, M.P.W., Van den Bosch, K., & Stroomer, S. (2003). Training of emergency management teams (in Dutch). *Opleiding & Ontwikkeling*, pp. 13-16.
- Van Berlo, M.P.W., Hiemstra, A.M.F., & Hoekstra, W. (2003). Supporting observers during distributed team training – the development of a mobile evaluation system. *Proceedings of the NATO Symposium on Advanced Technologies for Military Training*. October 13-15, 2003, Genoa, Italy.
- Van Berlo, M.P.W., & Schraagen, J.M.C. (2000). A generic assessment tool for evaluating C2 exercises. *Proceedings of the 22th Interservice/Industry Training Systems and Education Conference (IITSEC)*, Orlando, Florida, 28-30 November 2000 (pp. 652-660).
- Van den Bosch, K., & Van Berlo, M.P.W. (2002). *Training and evaluation of tactical command* (Report TM-02-A025) (in Dutch). Soesterberg: TNO Human Factors.
- Van den Bosch, K., & Helsdingen, A. (2001). Critical thinking in tactical command: a training study. *Proceedings of the Conference on Simulation Technology for Training (SimTecT)*. Canberra, Australia.
- Woods, D. D. (1993). Process-tracing methods for the study of cognition outside of the experimental psychology laboratory. In G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*, pp. 228-251, Norwood: Ablex.
- Zsombok, C. & Klein, G. (Eds.) (1998). *Naturalistic Decision Making*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

## Author Biographies

Marcel van Berlo is coordinator of the Team Training Research group within the Department of Training and Instruction at TNO Human Factors, Soesterberg, The Netherlands. He holds an MSc in Educational Sciences from Nijmegen University.

Mirko Thorstensson is a project manager in the MIND research group within the Department of Systems Analysis and IT-security at the Swedish Defence Research Agency, Division of Command and Control Systems, Linköping, Sweden.

Dr. Alma Schaafstal is head of the Department of Training and Instruction at TNO Human Factors, Soesterberg, The Netherlands. She holds a PhD in cognitive psychology from Groningen University.

Dr. Magnus Morin is a Principal Scientist at Visuell Systemteknik AB responsible for modeling and visualization of distributed work. He holds an MSc in Applied Physics and a PhD in Computer Science from Linköping University.

Dr. Jan Maarten Schraagen is account manager Public Safety and coordinator of the Decision Making research group at TNO Human Factors, Soesterberg, The Netherlands. He holds a PhD in cognitive psychology from Amsterdam University.

Dr. Johan Jenvald is a Principal Scientist at Visuell Systemteknik AB responsible for modeling and simulation in computer-supported training. He holds an MSc in Computer Science and Technology and a PhD in Computer Science from Linköping University.





<b>Utgivare</b> Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	<b>Rapportnummer, ISRN</b> FOI-R--1064--SE	<b>Klassificering</b> Användarrapport
	<b>Forskningsområde</b> 2. Operationsanalys, modellering och simulering	
	<b>Månad, år</b> November 2003	<b>Projektnummer</b> E7042
	<b>Verksamhetsgren</b> 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	<b>Delområde</b> 21. Modellering och simulering	
<b>Författare/redaktörer</b> Magnus Morin Johan Jenvald Mirko Thorstensson	<b>Projektledare</b> Mirko Thorstensson	
	<b>Godkänd av</b> Johan Allgurén	
	<b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b> Försvarsmakten	
	<b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b> Redaktörerna	
<b>Rapportens titel</b> Utvecklingsmetoder för samhällsförsvaret		
<b>Sammanfattning (högst 200 ord)</b> <p>Utveckling av förmågor, funktioner, system och enheter i alla delar som ingår i samhällets försvar är väsentliga för att säkerställa att olika hot kan mötas. Nu står vi i en förändringsprocess där gamla hotbilder bytts ut. Vi måste utveckla en förmåga att möta hot som vi inte idag känner till i detalj. Vi måste skapa en flexibel och dynamisk försvarsstruktur som kontinuerligt kan utvecklas för att verka i en föränderlig omvärld.</p> <p>Denna rapport är indelad i två delar. Den första delen beskriver hur modellering, simulering och visualisering kan användas som verktyg för att stödja utveckling av det framtida försvaret. Vi sammanfattar tre års forskning inom området och presenterar resultat, slutsatser och rekommendationer som beskriver hur utveckling kan bedrivas. Vi beskriver en metod och ett modellerings och simuleringsramverk som stödjer insatsmodellering, utbildning och träning som ett led i utveckling av förmåga hos sammansatta insatsstyrkor. Med tre olika applikationsexempel beskriver vi hur metoder och teknik provats i fältövningar och i skarpa insatser.</p> <p>Del två av rapporten består av bilagda uppsatser som publicerats inom projektet under 2001-2003. I det här bokformatet hoppas vi kunna sprida forskningsresultaten till en bredare kundkrets.</p>		
<b>Nyckelord</b> Utvecklingsmetoder, modellering, visualisering, fältstudier, samverkan, uppföljning, träning, MIND, NBF		
<b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>	<b>Språk</b> Svenska	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Antal sidor:</b> 242 s.	
<b>Distribution enligt missiv</b>	<b>Pris:</b> Enligt prislista	

<b>Issuing organization</b> FOI – Swedish Defence Research Agency Command and Control Systems P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	<b>Report number, ISRN</b> FOI-R--1064--SE	<b>Report type</b> User report
	<b>Research area code</b> 2. Operational Research, Modelling and Simulation	
	<b>Month year</b> November 2003	<b>Project no.</b> E7042
	<b>Customers code</b> 5. Commissioned Research	
	<b>Sub area code</b> 21. Modelling and Simulation	
<b>Author/s (editor/s)</b> Magnus Morin Johan Jenvald Mirko Thorstensson	<b>Project manager</b> Mirko Thorstensson	
	<b>Approved by</b> Johan Allgurén	
	<b>Sponsoring agency</b> Swedish Armed Forces	
	<b>Scientifically and technically responsible</b> The editors	
<b>Report title (In translation)</b> Methods for developing future defence forces		
<b>Abstract (not more than 200 words)</b> <p>Development of abilities, functions, systems, and units in all of societies defence is always essential to maintain readiness to face threats. Today the world is changing. Old threats are not real anymore and we must develop our ability to meat new ones, maybe not yet identified. We need to establish a flexible dynamic structure for our future defence, enabling continuous development for meeting a changing world.</p> <p>This report has two parts. In the first part, we describe how modeling, simulation and visualization can be used as supportive tools developing future defence forces. We conclude three yers of research in the area and present results, conclusions, and recommendations for how development of defence forces can be executed. We describe a method and a modeling and simulation framework supporting mission modeling, analyses and training as steps in developing mission capability for combined taskforces in future defence. In three different examples we describe how methods and techniques have been field tested in exercises and real missions.</p> <p>The second part the report includes publications from the research project in the years 2001-2003. In this book format we hope to distribute our research, results and findings to a wider public.</p>		
<b>Keywords</b> Development methods, modelling, visualisation, field exercises, cooperation, monitoring, training, MIND, NCW		
<b>Further bibliographic information</b>	<b>Language</b> Swedish	
<b>ISSN</b> 1650-1942	<b>Pages</b> 242 p.	
	<b>Price acc. to pricelist</b>	



Totalförsvarets forskningsinstitut  
Avdelningen för Ledningssystem  
581 11 Linköping