

MAGDALENA HAMMERVIK, PETER KLUM, PATRIK LIF,
BJÖRN JOHANSSON, PER-ANDERS OSKARSSON



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Magdalena Hammervik, Peter Klum, Patrik Lif,
Björn Johansson, Per-Anders Oskarsson

Användartest LKS experiment 8-10

Titel	Användartest LKS experiment 8-10
Title	User tests LKS experiments 8-10
Rapportnr/Report no	FOI-R--2981--SE
Rapporttyp Report Type	Vetenskaplig rapport
Sidor/Pages	49 p
Månad/Month	Juni
Utgivningsår/Year	2010
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	FMV
Projektnr/Project no	E5321953219
Godkänd av/Approved by	Mikael SjömanMikael Sjöman

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut
Avdelningen för Ledningssystem
Box 1165
581 11 Linköping

FOI, Swedish Defence Research Agency
Command and Control Systems
SE-581 11 Linköping

Sammanfattning

LKS är en demonstrator med syfte att mäta ledningskrigföringens effekter på ledningsförmåga. Målet med genomförd studie var att testa LKS (ledningskrigföringssimulator) version 5 teknik och metoder samt att studera ledningskrigföringens effekter på ledningsförmåga. Utgångspunkt var en hypotes om tio förutsättningar för ledning, vilka antas beskriva ledningsförmåga. Ledningskrigföring är i LKS avgränsat till telekrig (EW) samt dator- och nätverksoperationer (CNO). Ett pilotexperiment (experiment 8) genomfördes i containermiljö. Det följdes av två lika genomföranden (experiment 9 och 10) uppdukade i lektionssalsmiljö. Experter inom telekrig och dator- och nätverksoperationer (CNO) utgjorde den spelande staben medan motståndarsidan, högre chef och sidoordnade förband spelades av en spelledning. Varje genomförande bestod av en dags träning och två dagars spel med ett sammanhängande scenario över båda dagarna. Datainsamlingen koncentrerades kring hypotesen om de tio förutsättningarna för ledning.

Datainsamlingen bestod av ett objektivet prestationsmått, självskattningar av ledningsförmåga, observatörsskattningar, loggar, video- och skärminspelningar. Prestationsmättet som nu testades för första gången fungerade väl, men om ett sådant mått ska användas fortsättningsvis behöver bedömningen kunna automatiseras. Skattningar av de tio förutsättningarna för ledning visade att de tio förutsättningarna för ledning verkar täcka in begreppet ledningsförmåga. En LISREL-modell skapades där förutsättningarna för ledning grupperades i fyra faktorer med kausalsamband. För första gången var det nu möjligt att visualisera hur de tio förutsättningarna för ledning hänger ihop. Experimentet gav många erfarenheter inför nästa fas, där LKS kommer att ingå som en del i Försvarmaktens transferprogram för demonstratorer.

Nyckelord:

Ledning, informations operationer, telekrig, dator- och nätverksoperationer, ledningsförmåga, grupper, militär

Summary

The command and control warfare simulator (LKS) is a demonstrator with the purpose to study the effects of command and control warfare on command and control ability. The current study aimed to test technology and methods of version 5 of the demonstrator and study how command and control ability can be assessed. Data collection was based on a hypothesis of ten prerequisites for command and control, which is assumed to describe command and control ability. Command and control ability is in the LKS project restricted to electronic warfare (EW) and computer and network operations (CNO). A pilot experiment (experiment 8) was conducted, followed by two identical main experiments (9 and 10). Participants were experts on electronic warfare and computer and network operations, forming a staff. The opponent side and higher chief in command were played by the game control. Each experiment consisted of one day education and training, and two days of gaming.

Data collection contained an objective performance measure, self estimations, observers' estimations, system logs, video and screen shots. The results from self estimations show that the 10 prerequisites for command and control predict command and control ability. A LISREL model was created, where the prerequisites for command and control was divided into four factors with causal connections. For the first time, it was now possible to visualize how the ten prerequisites relate to each other. The experiment resulted in several experiences for the next phase of LKS where it will be a part of FM transfer program for demonstrators.

Keywords:

Command and Control, Information Operations, Electronic Warfare, Computer Network Operations, Command and Control Ability, Teams, Military

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
2	Bakgrund	10
2.1	Simulatorfunktionalitet.....	10
2.2	Att studera ledningsförmåga	10
3	Metod	13
3.1	Deltagare.....	13
3.2	Materiel	14
3.3	Procedur.....	15
3.3.1	Försöksplanering	15
3.3.2	Utbildning, ordergivning och planering	16
3.3.3	Spel.....	16
3.4	Design	17
3.5	Scenario	17
3.6	Datainsamling	18
3.6.1	Stabens självskattningar	18
3.6.2	Observatörsskattningar	19
3.6.3	Prestationsbedömning	21
3.6.4	Inspelning och loggning	22
4	Resultat	23
4.1	Prestation	23
4.2	Faktisk och upplevd telekrigstörning/CNO.....	23
4.2.1	Experiment 9.....	24
4.2.2	Experiment 10.....	27
4.3	Ledningsförmåga	28
4.3.1	Reliabilitetsanalys av bedömningar	29
4.3.2	Regressions- och korrelationsanalys.....	30
4.3.3	Multidimensionell skalning och faktoranalys.....	32
4.3.4	Kausalanalys - LISREL	33
4.3.5	Variansanalys av faktorer	35
4.3.6	Variansanalys av ledningsförutsättningar	36
4.3.7	Variansanalys av tidigare LKS-experiment.....	39
5	Diskussion	41
5.1	Resultat	41
5.2	Metod	43
6	Slutsatser	46
7	Referenser	47

1 Inledning

En militär stabs möjligheter och förmåga att planera och genomföra egna styrkors aktiviteter beror på en rad olika faktorer, t.ex. militära styrkeförhållanden, tillgång till information, situationsmedvetande, och tydlighet om uppdragets syfte och slutmål. Ledningskrigföring kan nyttjas för att öka den egna ledningsförmågan och påverka en motståndares ledningsförmåga negativt. Ledningskrigsföring kan åstadkommas på en rad olika sätt, t.ex. genom att störa motståndarens möjlighet till kommunikation, planera falsk information i motståndarens ledningssystem och genom att utforska motståndarens information om intentioner och förmågor.

FOI har på FMV:s uppdrag genomfört utvecklingen av ledningskrigsföringssimulatorn (LKS) i två samverkande spår, ett för teknikutveckling och ett för metodutveckling. LKS är en demonstrator med främsta syfte att kunna visualisera hur ledningsförmåga påverkas av ledningskrigsföring, vilket i LKS har avgränsats till telekrig (Electronic Warfare, EW) och operationer i datornätverk (Computer Network Operations, CNO).

LKS metodspår har sedan 2005 arbetat utifrån en hypotes om att det finns ett antal förutsättningar för ledning som utgör ledningsförmåga. Under LKS-utvecklingens gång har förutsättningarna för ledning modifierats och utgör nu tio till antalet; 1) kunskap/erfarenhet, 2) lägesbild/informationstillgång, 3) förtroende, 4) informationsflöde, 5) situationsförståelse, 6) målbild, 7) återkoppling, 8) flexibilitet, 9) beslutsfattande och 10) samarbete. Experiment i LKS har haft som huvudsyfte att testa metoder, scenario och teknik för vid tidpunkten gällande utvecklingsversion av demonstratorn. Teknikplattform och scenario har varierat mellan experiment, vilket har inneburit att experimenten inte har varit helt jämförbara. Trots variationer i upplägg har de tio förutsättningarna för ledning uppvisat en viss stabilitet och liknande mönster mellan experimenten [1].

Föreliggande rapport beskriver de experiment som genomförts med version 5 av LKS (experiment 8-10, där 8 är ett pilotexperiment). Försöken syftade till att studera hur ledningskrigsföring påverkar ledningsförmåga i en militär stab, samt liksom tidigare försök att testa teknikplattform och metoder. Experiment 8-10 har haft samma design och spelats utifrån samma scenario, spelmanus och tekniska version, vilket innebär bättre förutsättningar för analys av ledningsförmåga än vid tidigare experiment. Under experiment 9-10 fanns för första gången en tillräcklig datamängd för att kunna genomföra utökade analyser av ledningsförmåga.

2 Bakgrund

I detta kapitel beskrivs LKS simulatorfunktionalitet, hypotesen om de tio förutsättningarna för ledning, samt förslag till processmodell som utarbetats inom projektet. För utförliga beskrivningar hänvisas till slutrapporterna för LKS teknik- och metodutveckling [2, 3]

2.1 Simulatorfunktionalitet

I LKS har ledningskrigföring avgränsats till telekrigföring och operationer i datornätverk. LKS innehåller funktionalitet för att simulera olika telekrig- och CNO-åtgärder.

EW och CNO kan delas in i metoder för

- Skydd av egna system (Electronic Protection (EP), Computer Network Defence (CND)), exempelvis varningssystem vid datorintrång.
- Informationsinhämtning (Electronic Support (ES); Computer Network Exploitation (CNE)), exempelvis skanning av datornätverk, signalspaning i form av pejlar mot radio och mobil.
- Attack mot motståndarens system (Electronic Attack (EA), Computer Network Attack (CNA)), exempelvis DDOS-attack, störning mot radio och radar.

Samtliga metoder stöds av LKS med hjälp av olika typer av simulatorfunktionalitet. Utöver ledningskrigföring simuleras även olika typer av kommunikation, e-post- och webbservrar. Detta medger att e-post kan användas som kommunikationshjälpmedel samt att fiktiva hemsidor kan skapas. Simulatorfunktionaliteten beskrivs utförligt i Användarhandledning LKS teknik och metoder [2].

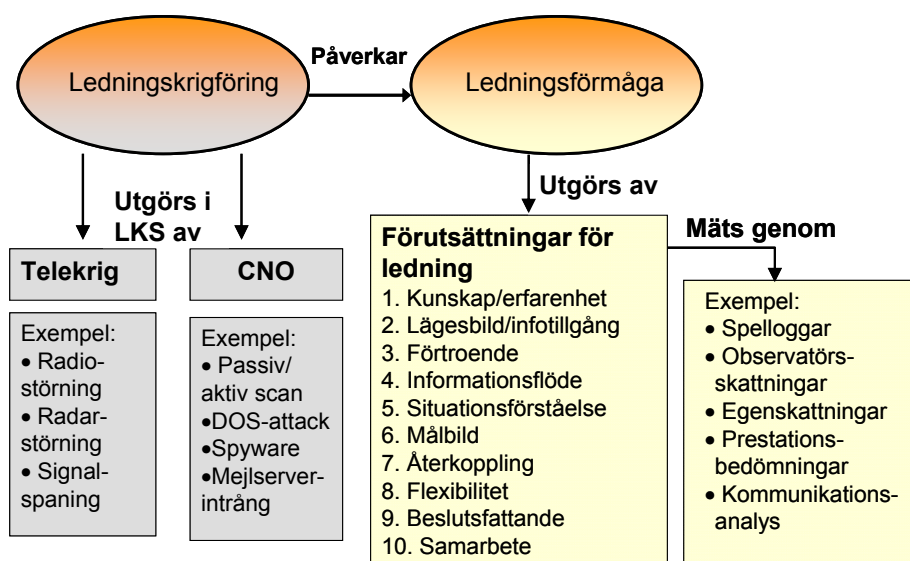
2.2 Att studera ledningsförmåga

För en utförligare beskrivning av hur begreppen ledning och ledningsförmåga hanterats inom LKS-projektet, se slutrapport LKS Metodutveckling [3]. Under FMVs förstudie [4] inför arbetet med LKS demonstrator version 1 togs det fram sju punkter som ansågs vara förutsättningar för att bedriva ledning. En hypotes är att ledningsförmågan påverkas om dessa sju förutsättningar för ledning påverkas. För att öka tydligheten om vad varje förutsättning innebär, samt klara ut distinktionerna mellan dem har förutsättningarna för ledning under projektets gång omarbetats och vidareutvecklats och utökats till tio. Förutsättningarna har löpande diskuterats och itererats med Forsvarsmakten.

Det finns stöd i litteraturen för att ledningsförutsättningarna är centrala begrepp inom ledning. Beslutsfattande är ett mycket stort forskningsområde där Klein och Rasmussen kan nämnas som exempel [5, 6]. Situational Awareness (SA) är ett välkänt begrepp inom Human Factors [7] och har undersökts bl.a. inom områden såsom militära system [8], samarbete i grupp [9], beslutsfattande [10] och telekrigoperationer [11]. Även återkoppling (feedback) är studerat och har visat sig påverka prestation både positivt och negativt beroende på vilken typ

av återkoppling som ges och om det finns en fördröjning i återkopplingen [12, 13, 14, 15]. Samarbete och team är ett annat viktigt område som det bedrivs forskning inom, nationellt på FOI [16, 17] och FHS [18] och internationellt [19, 20, 21]. Vidare så bedrivs forskning inom tillit/förtroende både på FOI och internationellt [22, 23]. Detta är några exempel som visar att ledningsförutsättningarna inte är interna begrepp som endast har intresse i detta projekt, utan är centrala områden där forskning bedrivs internationellt. Kopplingen mellan begreppen är extra intressant och undersöks delvis i denna studie.

De tio förutsättningarna för ledning har visat liknande mönster över experiment, och tidigare experiment i LKS visar att förutsättningarna tillsammans täcker in begreppet ledningsförmåga [1]. Dock går de tio förutsättningarna till viss del in i varandra, det kan finnas andra faktorer som är viktiga för ledning och de olika faktorerna kan ha olika stor påverkan på ledningsförmåga. Analyser av grupperingar och orsakssamband mellan dessa grupperingar av förutsättningar för ledning har endast delvis genomförts under föreliggande experiment, eftersom det insamlade materialet tidigare har varit begränsat. Hypotesen om de 10 förutsättningarna för ledning visualiseras i Figur 1.

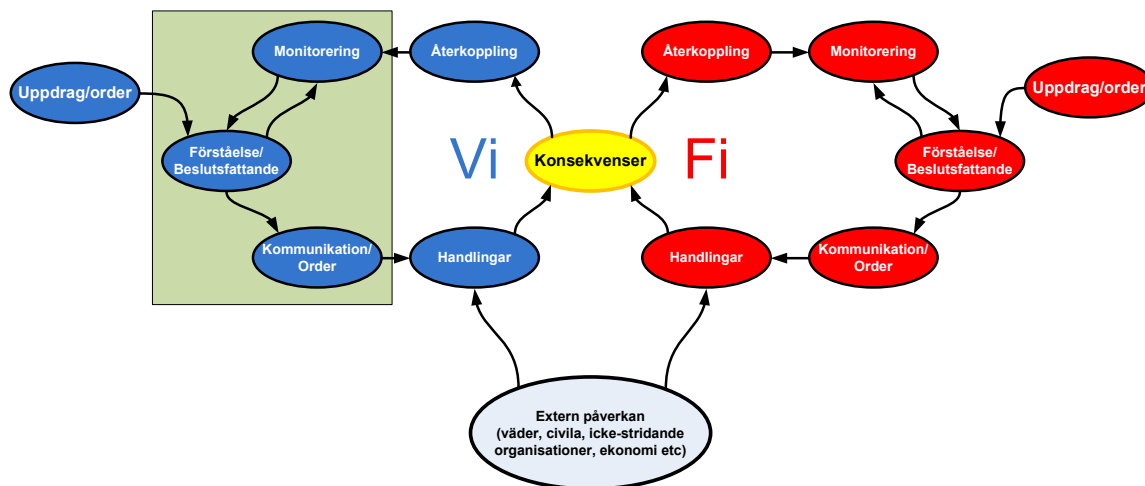


Figur 1 Figuren visar LKS hypotes om de 10 förutsättningarna för ledning.

En stor del av de data som samlats in under tidigare LKS-försök har varit av subjektiv karaktär, det vill säga i form av observatörs- eller egenskattningar. Sådana data är en tolkning av det som sker under simuleringarna, vilket ställer stora krav på den som gör skattningen. Under arbetet inför version 5 av LKS har ett önskemål om ett mer "objektivt" mått växt fram; dels för att öka reliabiliteten i mätningar, men också för att undersöka om det går att dra slutsatser om prestation utifrån händelser som registreras i systemets loggfiler. Ett led i detta är att skapa ett prestationsmått utgår från data ur LKS-systemets loggfiler. Ambitionen är att skapa reliabla mått på prestation som enkelt och snabbt kan extraheras efter eller till och med under ett spel [3]. Prestationen blir då även objektiv i och med att de poängbedömande händelserna är

otvetydiga oavsett vem som genomför prestationsbedömningen. Om det är möjligt att utnyttja loggfilerna för sådana bedömningar betyder det också att det på sikt kan vara möjligt att helt eller delvis automatisera prestationsbedömningen och på så sätt snabba upp bedömningen.

LKS-projektet har tagit fram ett utkast till processmodell av ledning [3] (se Figur 2). Modellen är en anpassning av Brehmers DOODA-loop [24], förtydligad med kontextuella faktorer och antagonistisk verksamhet.



Figur 2. Förslag till framtida modell av ledning. Närmare förklarad i "Slutrapport LKS Metod" [3]. Den gröna markeringen anger fokus för datainsamling utifrån de 10 förutsättningarna för ledning

En viktig detalj i arbetet med LKS-försöken har varit att hypotesen om ledningsförutsättningar inte är en processmodell utan endast beskriver ett enkelt kausalt förhållande mellan ledningskrigföring och ett antal förutsättningar som antas vara kärnan för ledningsförmåga. Ett önskvärt steg vore därför att ta fram en processmodell för att tydliggöra kopplingen mellan de olika förutsättningar under olika faser av en stabsprocess och vad de faktiskt påverkar. Modellen är i sig en förenkling i det att den endast består av två interagerande processer – prestationsmålet som utvecklats för LKS version 5 återspeglar detta i och med att det tar hänsyn till mer komplexa sammanhang. Modellen ska därför ses som ett verktyg för att kunna identifiera områden som är viktiga att beakta när ett prestationsmål utvecklas. I ett verkligt fall är det naturligtvis ett större antal processer som växelverkar. Modellen ger en möjlighet att förstå hur de olika funktionerna påverkar varandra och vilka förutsättningar i LKS-miljön som kan tänkas påverka dem. Genom att resonera kring vilka förmågor staben har tillgång till och var de är placerade i omgivningen är det möjligt att sätta upp kriterier för vad som är möjligt att kartlägga i en given situation, varför en form av objektiv bedömning av framgång är möjlig att göra.

3 Metod

Ett pilotexperiment (experiment 8) genomfördes i en ledningscontainer (prototyp från Försvarmakten) med två militära officerare i syfte att testa det nya scenariot och teknikplattformen. Ledningsutrymmet är under utvärdering och kan komma att nyttjas av Försvarmaktens i framtiden. Se Slutrapport LKS metodutveckling [3] för utvärdering av containermiljön. Scenario och datainsamling förändrades något utifrån erfarenheter från pilotexperimentet.

Huvudförsöken (experiment 9 och 10) genomfördes i lektionssalsmiljö. Ssyftet med experimenten främst var att testa metoder för att mäta och analysera ledningsförmåga, men även att analysera och dra slutsatser utifrån genomförd datainsamling avseende stabernas prestation och ledningsförmåga. I detta experiment bibehölls design, scenario, spelmanus och teknisk version av LKS demonstratorn mellan experimenten, vilket avsevärt förbättrade möjligheten att analysera data av ledningsförutsättningarna. Hypotesen var att de tio ledningsförutsättningarna kan förklara begreppet ledningsförmåga. Under varje experiment deltog tre respektive fyra officerare eller civilanställda i Försvarmakten (med motsvarande kompetens), vilka utgjorde den spelande staben. Motståndarsidan och högre chef (HC) spelades av en spelledning. Varje experiment genomfördes under tre dagar.

3.1 Deltagare

Försöksdeltagare

I de två huvudförsöken bestod den *spelande staben* av fyra personer i experiment 9 och tre personer i experiment 10. Deltagarna var mellan 31 och 40 år, varav 6 män och en kvinna. Samtliga försöksdeltagare var anställda i Försvarmakten, fem som officerare och två civilanställda med motsvarande befattningar. Samtliga deltagare hade anställning som var kopplad till informationsoperationer (EW, CNO eller Psyops). Kompetenserna för enskilda stabsmedlemmar varierade, men totalt sett bedöms staberna som likvärdiga avseende kompetens. Stabsmedlemmarna i varje experiment var bekanta med varandra.

Övrig personal

Två *stabsassistenter* från LKS teknikutvecklingsteam genomförde alla inmatningar i demonstratorplattformen på order från staben samt hanterade webb och e-post. De var placerade vid samma bord som staben. Kommunikation mellan stabsassistenterna och staben var därmed muntlig.

En *högre chef* (HC) ur LKS metodutveckling delgav ordern innan spel och fanns därefter i spelledningen med e-postkontakt med staben. Under spelet rapporterade staben till högre chef via e-post. När staben gjorde markeringar (taggningar) i sin lägesbild syntes detta i HC lägesbild. HC gav kompletterande order, svarade på stabens frågor samt informerade om sidoordnade förbands verksamhet.

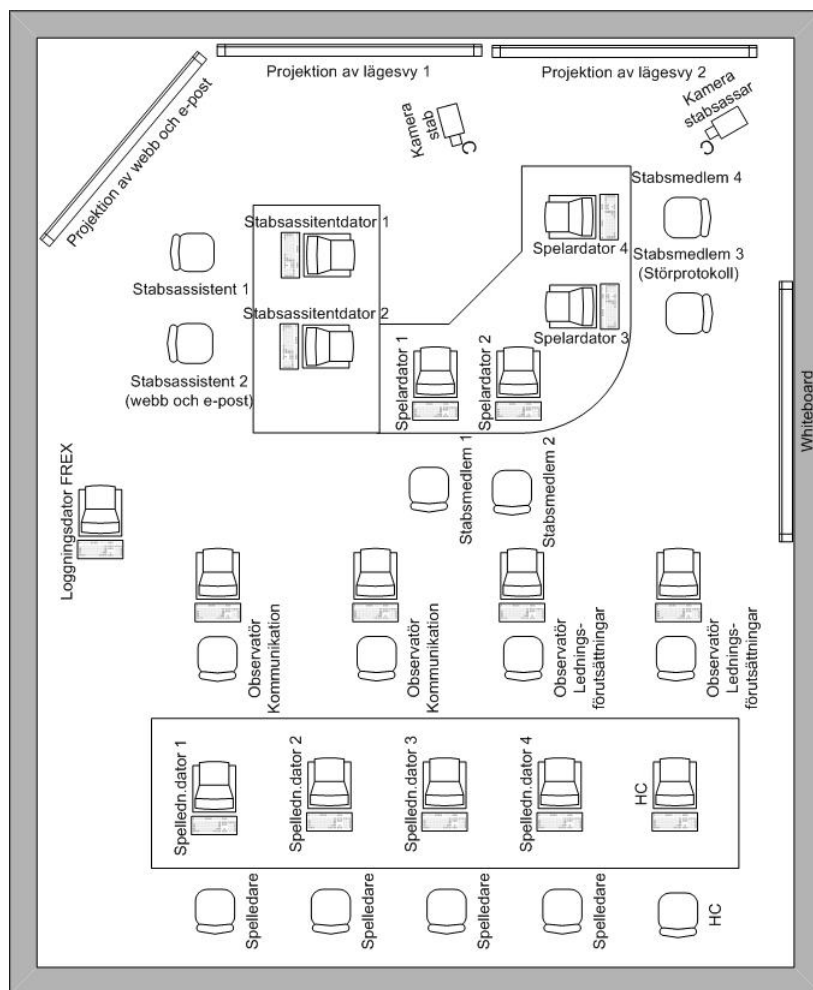
Två *ledningsobservatörer* ur LKS metodutveckling förde protokoll över händelseförloppet utifrån de tio förutsättningarna för ledning. De använde

observatörsverktyget NBOT för att strukturera observationerna enligt ett förutbestämt schema.

Två *kommunikationsobservatörer* ur LKS metodutveckling observerade stabens kommunikation. De använde observatörsverktyget NBOT för att strukturera observationerna enligt ett förutbestämt schema.

Spelledning ur LKS teknikutveckling spelade motståndarsida och sidoordnade förband. Högre chef koordinerade samtliga inspel mot den spelande staben.

Stab, spelledning och observatörer satt alla i samma rum under spelet, se Figur 3.



Figur 3. Dukning under experiment 8-10.

3.2 Materiel

LKS utgjorde teknisk plattform för scenariot. I LKS simulerades olika aktörer med plattformar och utrustning, kommunikationsnätverk, fiktiva internetsidor och servrar för e-post och webb.

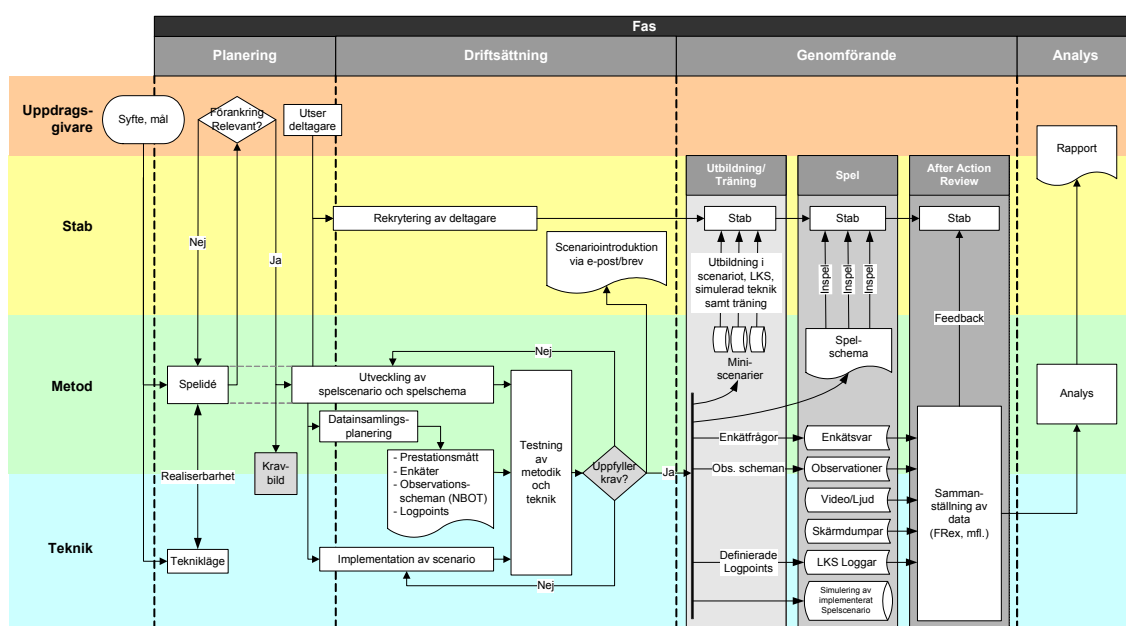
Under datainsamlingen nyttjades observatörsverktyget NBOT, vilket är utvecklat vid FOI. Utifrån ett förutbestämt observationsschema kategoriserade observatörerna sina observationer, men hade även möjlighet att skriva fritext.

Även den spelande staben nyttjade NBOT för att markera när de upplevde sig utsatta för EW eller CNO.

För efteranalys nyttjades det FOI-utvecklade programmet FREX. Loggdata från simuleringen, registrerad video och ljud, skärmdumpar, observatörsprotokoll och störningsprotokoll kunde i FREX återuppspelas samtidigt och tidssynkroniserat.

3.3 Procedur

Figur 4 visar den övergripande proceduren från planering av experiment fram till analys. Varje experiment genomfördes under tre dagar, där den första dagen bestod av utbildning och träning i demonstratormiljön, scenariogenomgång och order. Dag två och tre var speldagar.



Figur 4 Figuren visar processen för planering, driftsättning, genomförande och analys av experiment med LKS.

3.3.1 Försöksplanering

Planering inför försök med LKS involverar både teknik- och metodutvecklingsteam. Scenariot skapades av metodutvecklingsteamet men teknikutvecklingsteamet bidrog med input avseende teknisk funktionalitet och genomförbarhet. Scenariot inkluderade ingående aktörer och deras resurser och beskrivning av den fiktiva konflikten. Gruppering av de olika aktörerna planerades. Utifrån scenariot skapades ett spelschema med inspel. En order till staben skapades, vilken inkluderade beskrivning av egna och motståndarens resurser, stabens mål och uppgifter. De ingående enheterna med angivna resurser implementerades i LKS av teknikutvecklingsteamet. Enheterna grupperades ut taktiskt enligt planeringen men även på ett sådant sätt att förekommande inspel skulle vara möjliga att upptäcka för staben. Den tänkta grupperingen testades med hänsyn till räckvidder. Hela spelet spelades igenom enligt spelschemat. På detta sätt testades genomförbarheten i de tänkta inspelerna, och spelschemat kunde revideras utifrån detta. Detta var också en

förövning för spelledningspersonalen. Hur ett scenario skapas och framför allt implementeras i LKS finns utförligt beskrivet i Slutrapport LKS teknik och metoder [2].

3.3.2 Utbildning, ordergivning och planering

Större delen av första dagen ägnades åt utbildning. Under korta lektioner presenterades de olika komponenterna av LKS-funktionaliteten från ett tekniskt och taktiskt perspektiv. Varje lektion följdes av ett kort miniscenario där detta visades i demonstratormiljön. På så sätt fick staben kunskap om vilken funktionalitet som finns i LKS, hur den kan nyttjas och hur den visualiseras. Utbildningen syftade till att säkerställa att deltagarna förstod den uppgift som skall lösas och hade kunskap om de medel som fanns tillgängliga för att lösa uppgiften. Utbildningsdelen inkluderade även instruktioner rörande datainsamlingen. Efter den genomgångna utbildningen kunde de bättre än under tidigare försök fokusera på själva spelet istället för att osäkerhet rådde över tekniska detaljer i demonstratorn eller funktionella möjligheter i spelet avseende CNO och telekrig.

Efter utbildningen presenterade HC scenariot för staben följt av ordergivning. Scenariomaterial och order förbereddes innan spelet. Ett spelmanus utarbetades med alla händelser och inspel som skulle ske under spelet. Utifrån erfarenheter från tidigare experiment innehöll inte spelmanuset tidpunkter, utan enbart en ordningsföljd mellan inspelen. Komplexiteten i scenariot innebär att en flexibilitet och dynamik behöver finnas i spelet, och vad som är ”lagom tempo” för inspel beror på stabens agerande. Ordern var skriven som ett annex O, vilken hanterar informationsoperationer [24]. Utifrån ordern fick staben 30 minuters planeringstid för att analysera uppgiften och planera egna enheters utgångsgruppering. Den första dagen avslutades med att staben redovisade tänkt gruppering och taktik för högre chef. Planering och redovisning syftade till att staben skulle få möjlighet att komma in i sin uppgift och för att kunna studera stabens tänkta taktik. I själva verket var grupperingen av samtliga enheter redan förberedd, det vill säga stabens tänkta gruppering implementerades inte. Orsaken till att utgångsgrupperingen var förberedd av spelledningen var för att skapa ett gott utgångsläge för spelet med tanke på de kommande inspelen, samt för att experiment 9 och 10 skulle starta på lika sätt. Det visade sig dock vid båda försöken att stabens planering i stora drag stämde överens med den förberedda grupperingen.

3.3.3 Spel

Dag 2 och 3 inleddes med att högre chef presenterade en överlämning från nattskiftet. Vid denna överlämning gick HC igenom en loggbok över händelser som inträffat sedan gårdagen när det fiktiva nattskiftet gick på. Under dag 2 nyttjades loggboken för att förklara varför vissa enheter var annorlunda grupperade än den utgångsgruppering som staben hade planerat.

Efter överlämningen vidtog spelet. Stabsassistenterna genomförde alla inmatningar i teknikplattformen utifrån stabens direktiv. Inspel genomfördes från spelledningen enligt ett förbestämt spelschema. Spelledningen agerade motståndarsida, sidoordnade förband och högre chef. Inspel kunde bestå av

påbörjad eller utökad kommunikation mellan motståndarenheter, förflyttningar av enheter, telekrig- och CNO-aktiviteter, e-post från högre chef med underrättelserapporter eller nya order. Staben hade instruerats att rapportera väsentliga händelser till högre chef samt att markera (tagga) i lägesbilden sina antaganden och information om de olika enheterna/noderna. Dessa taggar syntes även i högre chefs lägesbild.

Båda speldagarna avslutades med en gemensam diskussion som inkluderade återkoppling av dagens händelser.

3.4 Design

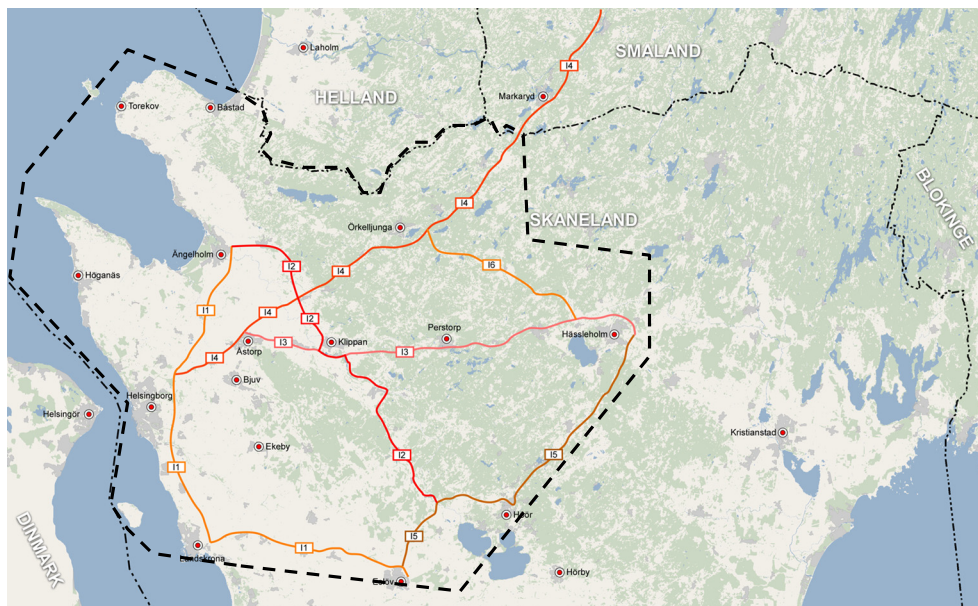
En mixed design med 2 grupper (stab och observatörer) $\times$ 2 faser (underrättelse och evakuering) $\times$ 13 ledningsförsättningar användes. Datainsamlingen skedde under två dagar, där första dagens spel utgjorde en underrättelsefas och andra dagen en evakueringsfas.

3.5 Scenario

Scenariot utspelade sig i det fiktiva landet Skaneland. En internationell insatsstyrka, CUFIS (Continental Union Forces in Skaneland), hade precis utgångsgrupperat i Skaneland, och den spelande staben var en del av denna insatsstyrka. Den spelande staben ledde C2W TF (Command and Control Warfare Task Force), vilken omfattade CUFIS EW- och CNO-resurser. Insatsstyrkan skulle stödja tre evakueringar av NGO:er (Non-governmental organisations) samt Skanelands regeringspersonal.

Den spelande stabens uppgift för första speldagen (dag 2) – underrättelsefasen - var att göra en kartläggning/underrättelseinhämtning av verksamheten i operationsområdet i syfte att kunna rekommendera evakueringsvägar för de tre kommande evakueringarna. Längs vissa vägar fanns verksamhet som kunde hota evakueringen, vid andra vägar var det tryggt att passera. Stabens uppgift var att upptäcka dessa hot.

Det största hotet kom från den irreguljära aktören Nya Revolutionära Arméfronten (NRAF) som bestod av både konventionella militära förband och mer kriminella aktörer. Kartläggning av NRAF kriminella aktörer och deras sociala nätverk var en viktig del av stabens uppgifter. NRAF hade förmåga till både CNO och telekrig. Till stabens uppgift hörde också att bevaka några webbsidor. Dessa sidor bestod av sociala forum där de kriminella aktörerna kommunicerade med varandra, officiella hemsidor för NRAF, Skaneland och CUFIS-styrkan, samt en tidning. Vid några tillfällen under spelet hackades webbsidor av NRAF. Via de sociala medierna kunde staben få information om NRAF:s avsikter



Figur 5 Kartbild över det fiktiva landet Skaneland, Insatsstyrkans operationsområde (streckat) samt större vägar.

För nästkommande dag – evakueringsfasen - var stabens uppgift att övervaka evakueringen av NGO/regeringspersonal och på olika sätt störa motståndaren från att förhindra evakueringarna.

3.6 Datainsamling

Datainsamlingen bestod av både subjektiva och objektiva data i form av observatörsbedömningar under spel, stabens självskattningar före, under och efter spel, prestationsbedömning, systemloggar, video- och ljudinspelningar samt skärmdumpar över alla skärmar som användes av spelande stab, högre chef och spelledning.

3.6.1 Stabens självskattningar

En *bakgrundsenkät* fylldes i av den spelande staben precis före spelstart den första speldagen. Enkäten syftade till att få en bild av de erfarenheter och kompetenser som stabsmedlemmarna hade inom telekrig, CNO och stabsarbete. Enkäten syftade till att få en bild av stabsmedlemmarnas kunskaper och erfarenheter inom telekrig, CNO och stabsarbete samt kontrollera att staberna var jämförbara.

En *efterenkät* fylldes i av den spelande staben efter varje dags spel med frågor kopplade till förutsättningarna för ledning (ex. upplevde du att du hade tillräckliga kunskaper och erfarenheter för att lösa tilldelad uppgift) samt utvärdering av experimentet (scenario, datainsamling, genomförande). Efterenkäten nyttjades kvalitativt för att kunna upptäcka om det var någonting alarmerande i spelgenomförandet som kunde ha påverkat spelet samt få en bild av vad deltagarna ansåg om själva experimentet.

Vid 3-4 tillfällen varje speldag skattades *förutsättningar för ledning* av stabsmedlemmar och observatörer (ledningsobservatörer, stabsassistenter och

högre chef) samt en totalbedömning av ledningsförmåga.

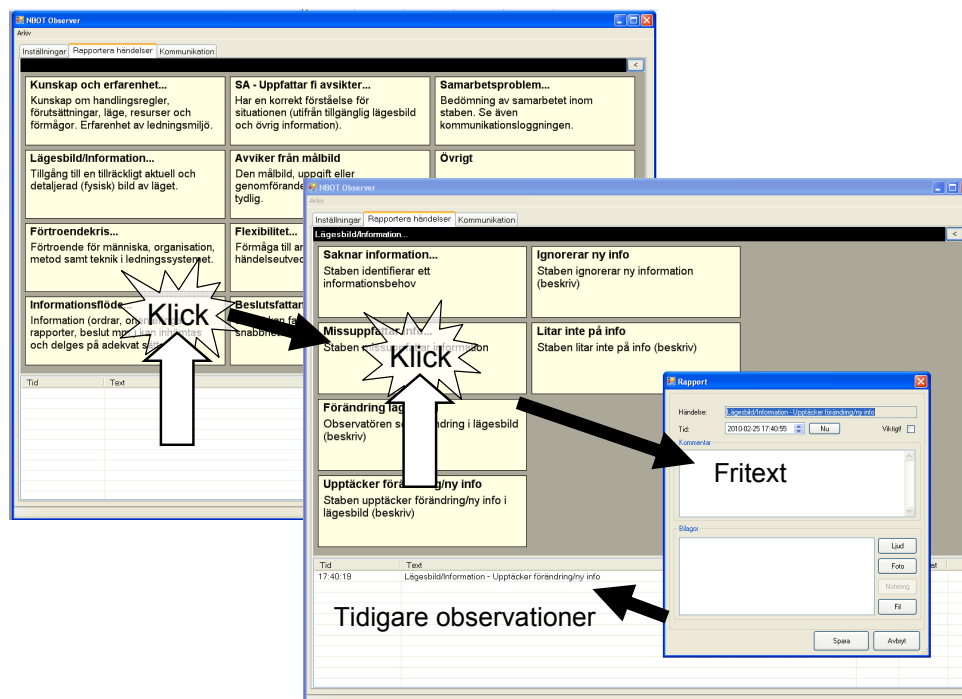
Ledningsförutsättningarna är 10 till antalet men genererade 12 skattningar, eftersom förtroende skattades a) för LKS-operatör (stabsassistent), b) för teknik, och c) för de andra stabsmedlemmarna. Dessutom gjordes en totalbedömning av ledningsförmåga vid varje tillfälle. Vid experiment 9 besvarades de 13 frågorna 7 gånger, dvs. sammanlagt 91 svar, och vid experiment 10 besvarades de 13 frågorna 8 gånger, dvs. sammanlagt 104 skattningar från varje deltagare.

Frågorna om förutsättningar för ledning besvarades med en elektronisk enkät på de datorer som användes. Frågorna besvarades på skattningsskalor från 1 – 7 där betydelsen av de olika begreppen för ledning bedömdes (1 = liten betydelse, 7 = stor betydelse).

Under spelen så förde en stabsmedlem (störningsoperatör) med 4 minuters intervall ett *störningsprotokoll* över upplevd påverkan av CNO, radarstörning och kommunikationsstörning. Skattningarna gjordes enligt: 1) ingen störning/CNO, 2) störning/CNO med *liten* påverkan på stabens ledningsförmåga samt 3) störning/CNO med *stor* påverkan på stabens ledningsförmåga.

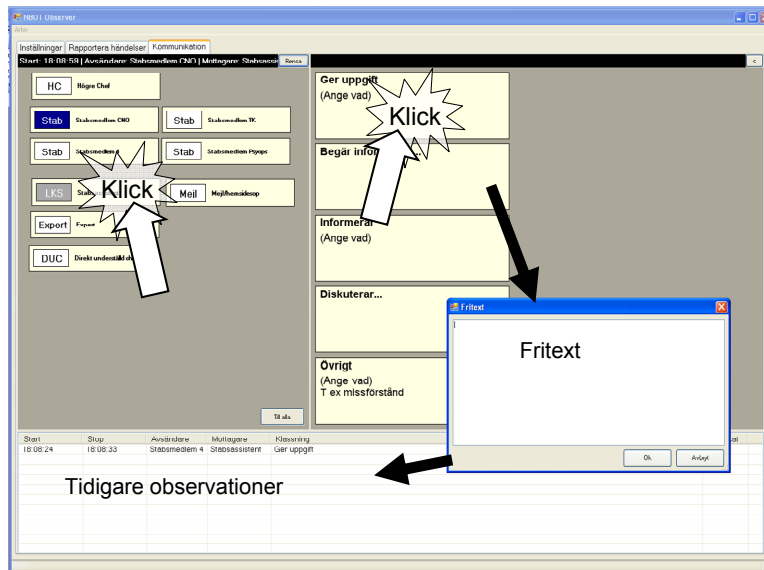
3.6.2 Observatörsskattningar

Två *ledningsobservatörer* observerade spelförloppet utifrån ett fördefinierat schema. Schemat testades under pilotförsöket och modifierades något inför experiment 9-10. Schemat utgick från förutsättningarna för ledning. För varje ledningsförutsättning fanns ett antal underkategorier som relaterade till olika aspekter av ledningsförutsättningen. För ledningsförutsättningen Lägesbild/information fanns exempelvis underkategorierna a) saknar information, b) missuppfattar information, c) upptäcker förändring/ny information, d) ignorerar ny information och e) litar inte på information. Resultatet från ledningsobservatörerna användes för att kunna förstå händelseförloppet och under återuppspelning kunna hitta intressanta tillfällen kopplade till en särskild ledningsförutsättning. Skattningarna gjordes i NBOT-verktyget, se Figur 6.



Figur 6. Figuren visar hur skattning med hjälp av NBOT såg ut för ledningsobservatorerna. Skattningsschemat är en trädstruktur som kan innehålla flera undernivåer. Möjlighet att skriva fritext finns. Alla tidigare gjorda observationer visas i en lista.

Två *kommunikationsobservatörer* klassade kommunikationen mellan stabsmedlemmar, stabsassistenter och högre chef under spelet. Skattningarna gjordes i NBOT, se Figur 7. För varje händelse markerades en sändare och en eller flera mottagare, samt typ av kommunikation enligt kategorierna ”ger uppgift, begär information, informerar, diskuterar samt övrigt. För vissa av dessa kategorierna fanns underkategorier för att specificera ytterligare. Det fanns också möjlighet att lägga till fritext med mer detaljerat innehåll i det som sades. Detta var användbart för att kunna söka i materialet under prestationsanalysen.



Figur 7. Figuren visar hur skattning med hjälp av NBOT såg ut för kommunikationsobservatorerna. En sändare och en eller flera mottagare väljs och kommunikationshändelsen klassificeras. Möjlighet att skriva fritext finns. Alla tidigare observationer visas i en lista.

Både kommunikations- och ledningsobservatörer fyllde i enkäten med förutsättningarna för ledning under spelstoppen men endast ledningsobservatörernas skattningar nyttjades i de senare analyserna. Kommunikationsobservatörerna bedömde själva att de inte hade tillräcklig förståelse för händelseförloppet för att kunna skatta detta.

3.6.3 Prestationsbedömning

Spelmanuset låg till grund för ett prestationsbedömningschema som gav poäng för stabens agerande utifrån händelseförloppet. Staben förväntades agera på spelhändelser i form av att motståndaren förflyttade sig, sände, störde, genomförde intrång i datornätverk, eller att viktig information las ut på en webbsida. Staben fick poäng för att de upptäckte, identifierade, rapporterade och agerade på spelhändelserna. En störning som både upptäcktes och rapporterades gav två poäng. Prestationsschemat skapades för att information skulle kunna hittas i loggar och meddelanden och därmed snabba upp poängbedömningen. På längre sikt finns det en strävan att helt automatisera denna process. Staben instruerades att rapportera händelser till högre chef samt att göra markeringar i lägesbilden för att få denna information i systemet. En strävan var också att prestationen skulle vara objektiv, det vill säga att de poängbedömda händelserna skulle vara otvetydiga oavsett vem som genomförde prestationsbedömningen. Även detta är en förutsättning för automatisering.

Poängbedömningen genomfördes i efterhand och så långt som möjligt med hjälp av information i systemloggen, lägesbildsmarkeringar (taggar) och rapporter till högre chef. Vid ett flertal tillfällen var det nödvändigt att spela upp händelseförloppet för att med hjälp av ljudinspelning, observatörsloggar och skärmdumpar kunna utreda huruvida en händelse hade upptäckts. Data lades in i ett prestationsschema (Figur 8).

A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Vikt					Möjligt max	Loggning	Utfall
Händelse	1	2	3	4	5			
Spelstart								
Sporadisk radiokommunikation mellan SA-enheter i Helland	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		2
NRAAF radiostör CUFIS pejlär	Upptäcka	Rapportera	Agera			3 Rapport HC, NBOT		2
Definiera www.Kvitter (v1) (viktig und)	Rapportera	Agera				2 Rapport HC		0
Filur ringer Lakritstrollet på mobil.	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		5
Båt startar från kartans södra kant	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		5
Definiera Aftonblaskan (v2) (hackad)	Upptäcka	Rapportera	Agera			3 Rapport HC, NBOT		2
Konventionella förband påbörjar förflyttning, Konv_2 stannar i höjd med Höör	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		2
Mobilkommunikation mellan Krösus och Bull	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		3
Smuggelbåt radiostör IRST sporadiskt	Upptäcka	Rapportera	Agera			3 Rapport HC, NBOT		1
Radiokommunikation mellan Smuggelbåt, fiskebåt och Bull	Upptäcka	Röd, blå, grön	Förbandstyp	Identitet	Verksamhet	5 Tagg		3
Fiskebåt radarstör	Upptäcka	Rapportera	Agera			3 Rapport HC, NBOT		3
Smuggelbåt stannar till Torekov	Verksamhet					1 Tagg		1

Figur 8. Figuren visar ett utdrag ur prestationsbedömningsschemat för experiment 8, 9 och 10. Endast poänggrundande händelser visas, däremellan förekommer andra inspel.

3.6.4 Inspelning och loggning

Den spelande staben och stabsassistenterna videofilmades. Stab, stabsassistenter och högre chef bar mikrofoner som spelade in ljudet för varje person. På så sätt ges möjlighet att i efterhand skapa statistik över fördelningen av taltid mellan de olika stabsmedlemmarna.

Samtliga lägesbilder och andra vyer som nyttjades av spelande stab, spelledning och högre chef spelades in för att det i efterhand skulle gå att studera lägesbilden vid ett givet tillfälle och för att kunna se hur staben hade arbetat med informationen.

LKS-loggen innehåller alla händelser i demonstratorn. Denna nyttjades under analysen för att kunna se när störning/CNO beordrades, om och hur den fick effekt samt se när meddelanden skickades mellan stab och högre chef.

4 Resultat

Resultatanalysen inkluderar prestation, faktisk och upplevd EW-störning/CNO och analyser av skattningarna av ledningsförmåga. Dessa analyser tillsammans syftar till att ge en bra helhetsbild av stabsmedlemmarnas prestation och upplevda ledningsförmåga.

4.1 Prestation

Prestationen bedömdes för underrättelse- och evakueringsfas för de båda experimenten. Resultaten visar att staben i experiment 9 presterade ca 60 procent av maximal poäng under båda faserna i experiment 9 och staben i experiment 10 presterade ca 70 procent av maximal poäng (se Tabell 1).

Tabell 1. Tabellen visar prestation enligt det kvantitativa prestationsmättet. I tabellen visas prestationspoäng och procent av maximal prestation för varje stab under de två faserna.

	Stab i exp. 9	Stab i exp. 10	Maximal poäng
Underrättelsefas	60 % (55 poäng)	69 % (61,5 poäng)	94 poäng
Evakueringsfas	61 % (47 poäng)	70 % (54 poäng)	77 poäng
Total	60 % (102 poäng)	69 % (114,5 poäng)	171 poäng

Skillnaden på ca 10% mellan försökstillfällena är inte anmärkningsvärd och kan bero på flera saker. Vana av att arbeta tillsammans skulle kunna förklara stab den högre prestationen för staben i experiment 10. Staben som deltog i experiment 10 utgjordes av tre personer som arbetade tillsammans, varav en var chef över de två andra. Staben i experiment 9 var mer tillfälligt sammansatt, även om de kände till varandra sedan tidigare. En annan möjlig förklaring är variationer i hur mycket stabsassistenterna stöttade staben vid de båda försökstillfällena. Stabernas kunskapsnivå och förståelse för CNO och telekrig kan ha varierat, men är en mindre trolig anledning då staben i experiment 9 hade större operativ erfarenhet av telekrig och CNO och med mer uttalad expertis inom båda områdena. Staben i experiment 10 hade mindre erfarenhet av CNO. Sannolikt är prestationsutfallet en kombination av orsaker, men där vana att samarbeta med övriga medlemmar troligtvis påverkat mest.

4.2 Faktisk och upplevd telekrigstörning/CNO

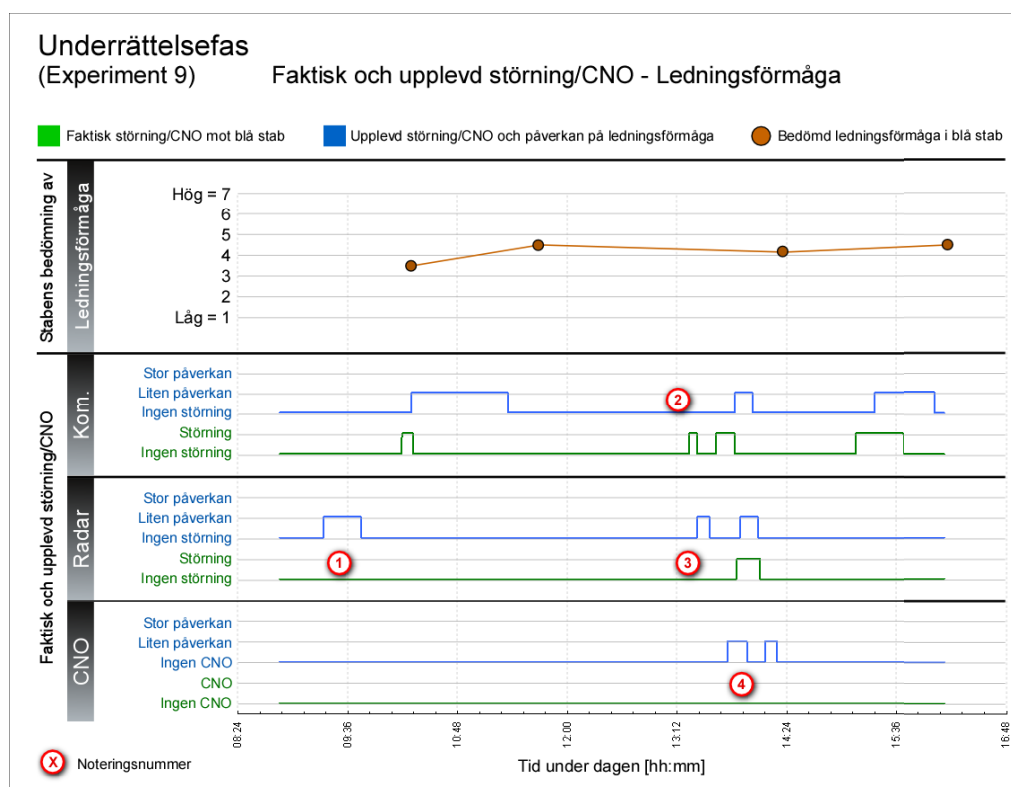
I LKS-loggen finns information om när det förekom störning under scenariot. Motståndarsidans störning mot den spelande staben visas i Figur 9-Figur 12 med gröna kurvor (nedre kurvan för respektive kommunikation, radar och CNO). De blå kurvorna i samma figurer visar störningsoperatörens skattningar av när staben upplevde sig störda. Figur 9 och Figur 10 beskriver experiment 9 medan Figur 11 och Figur 12 beskriver experiment 10. I figurerna visas även

medel över stabens medlemmars bedömning av total ledningsförmåga, se kapitel 3.6.1.

För att analysera varför t.ex. en upplevd störning har noterats, men ingen faktisk störning har förekommit, har experimenten återuppspelats med hjälp av FREX och noteringar gjorts vid dessa specifika tillfällen. Dessa noterade händelser är markerade med en numrerad röd ring i figurerna och kommenterade i Tabell 2 - Tabell 5.

Trots att identiska spelscheman användes, ser kurvorna för faktisk störning/CNO olika ut för de två experimenten. Det är något färre faktiska störnings- och CNO-händelser registrerade mot den spelande staben i experiment 10. Vid ett tillfälle under experiment 10 evakueringsfas spelades CNO in på ett sätt som inte syntes i LKS-loggen, vilket innebar att den inte registrerades som ”faktisk CNO” (Tabell 5, not 1). Vid ett annat tillfälle under experiment 10 lyckades spelledningen inte genomföra planerad kommunikationsstörning på grund av att de själva var utsatta för kommunikationsstörning. Motståndarsidan simuleras på samma sätt som den ”blå” sidan och blir alltså på samma sätt påverkade av störning. Spelledningen skulle ha kunnat genomföra planerad störning ändå via det verktyg som visar båda sidorna i spelet, men valde att inte göra det eftersom att man ville ge staben ett erkännande för gott agerande.

4.2.1 Experiment 9

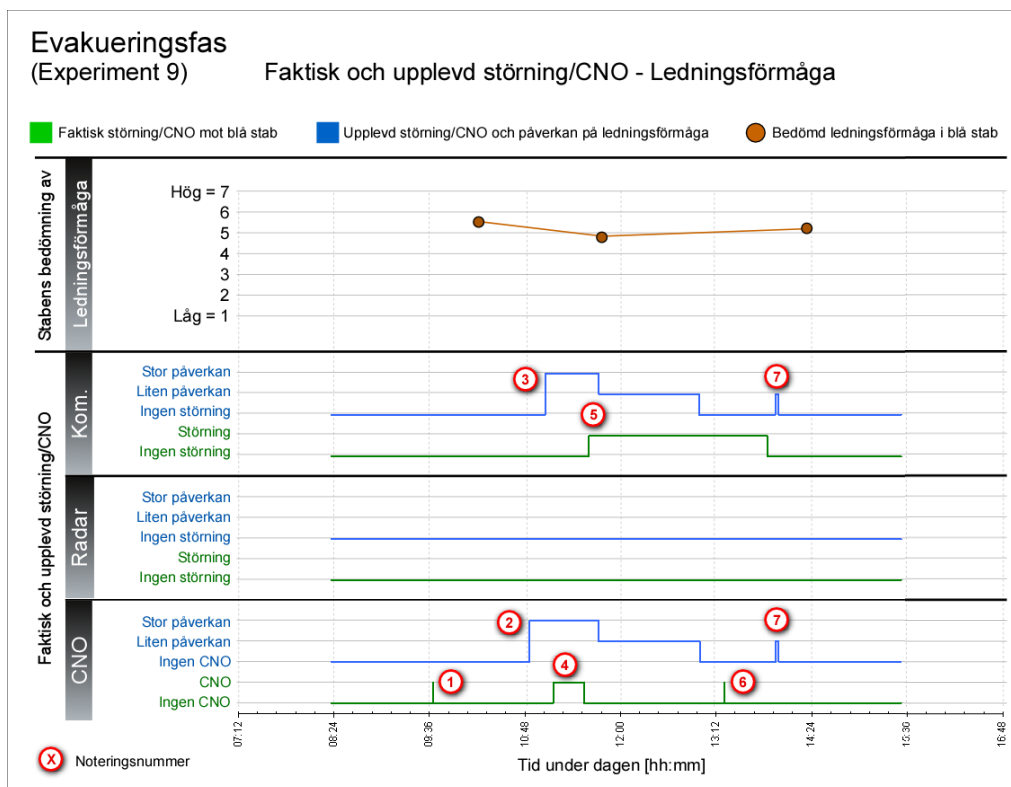


Figur 9 . Verklig och upplevd störning/CNO samt stabens bedömda ledningsförmåga under experiment 9, underrättelsefas. Se noter i Tabell 2.

Tabell 2. Noterade händelser under experiment 9 underrättelsefas

Not	Tid	Kommentar
1	09:19	Staben upplever sig radarstörda på grund av att radarmål tillfälligt försvinner ur lägesbilden. Ingen störning förekom.
2	13:19	Störning mot GPS upptäcks ej pga. komplex lägesbild
3	13:25	Felaktig notering. Noteringen avser egentligen misstanke om att www.aftonblaskan.sl är hackad (vilket ej var fallet). Staben anser sig påverkade av CNO trots att attacken ej är riktad direkt mot staben.
4	13:45	Staben upplever sig påverkade av CNO på grund av att www.aftonblaskan.sl är hackad. Staben anser sig påverkade av CNO trots att attacken ej är riktad direkt mot staben.

Som visas i Figur 9 upptäckte staben i experiment 9 i stort sett alla faktiska störningar/CNO under underrättelsefasen. Det förekommer dock ett antal ”underligheter”, vilket kan ses markerat i Figur 9 och förklarat i Tabell 2. Speciellt är att notera att staben ansåg sig påverkade av CNO, trots att attacken är riktad mot nättidningen ”Aftonblaskan” och inte direkt mot staben. Staben kan ha uppfattat att attacken indirekt var riktad mot dem med tanke på att ”Aftonblaskan” var en viktig informationskälla för dem. Korrekt upptäckt av den hackade nättidningen (13:45) gjordes snabbt efter att den publicerades. Sammanfattningsvis kan sägas att efter ett antal missförstånd i staben så följde staben händelseutvecklingen korrekt. Stabens bedömda ledningsförmåga ökade trots kommunikationsstörning. Ökningen kan bero på att staben lärde sig att förstå och hantera LKS. En liten minskning av stabens ledningsförmåga skedde i samband med att ”Aftonblaskan” attackeras.



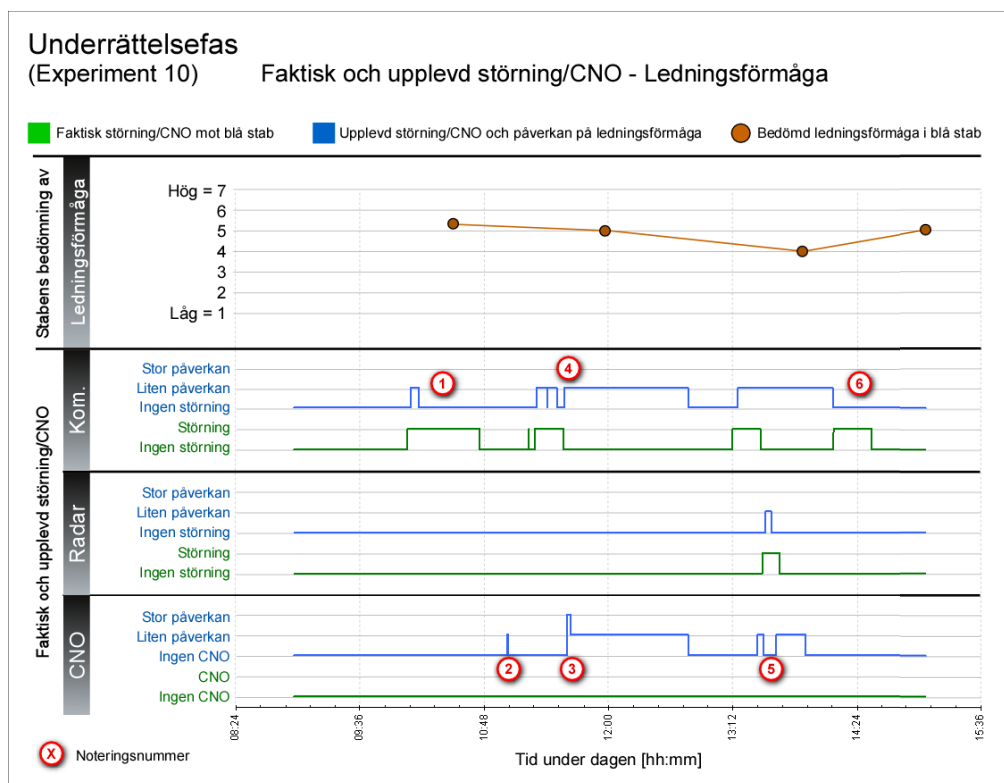
Figur 10. Verklig och upplevd störning/CNO samt stabens bedömda ledningsförmåga under experiment 9, evakueringsfas. Se noter i Tabell 3.

Tabell 3. Noterade händelser under experiment 9, evakueringsfas.

Not	Tid	Kommentar
1	09:38	Intrång i www.cumail.com. Upptäcks av staben vid 10:51, se not 2.
2	10:51	Staben upptäcker att information om IP-nummer och mailkonversation inom CUFIS har läckt ut och publicerats på www.naturfanatikerna.sl. Staben vill lokalisera och neutralisera (hacka) www.naturfanatikerna.sl samt förhindra intrånget i CUFIS e-postserver.
3	11:03	Anser att det förekommer kraftfull kommunikationsstörning. Egentligen är det läckaget från www.cumail.com som avses. Se not 2.
4	11:08	Falskt e-post meddelande upptäcks. Staben väljer att sända radiomeddelande till HC och informera om falskt e-post skickats med HC som avsändare.
5	11:35	GPS störning meddelas staben via ett e-postmeddelande.
6	13:18	www.aftonblaskan.sl blir hackad enligt LKS logg. Ingen indikering på hackad hemsida presenteras dock enligt studier med hjälp av FREX.
7	13:56	Troligtvis felnotering i störprotokoll. Ingen diskussion förs kring ev. störning vid studier i FREX.

Som visas i Figur 10 och Tabell 3 upptäckte staben i experiment 9 i stort sett den faktiska störning och CNO som de utsattes för under spelet. Det förekommer dock ett antal ”underligheter”. CNO mot staben upplevdes som massiv under evakueringsfasen då stabens e-postserver blev hackad av motståndaren och informationen från denna lades ut på www.naturfanatikerna.sl. Staben noterade störningen felaktigt även som en kommunikationsstörning (observera att kurvorna för CNO respektive Kommunikationsstörning i stort sätt följer varandra). Sammanfattningsvis kan sägas att staben slutligen redde ut de svårigheter som de ställdes inför i samband med attacken mot CUFIS e-postserver. En liten minskning av stabens bedömda ledningsförmåga skedde i samband med att stabens e-postserver attackerades.

4.2.2 Experiment 10

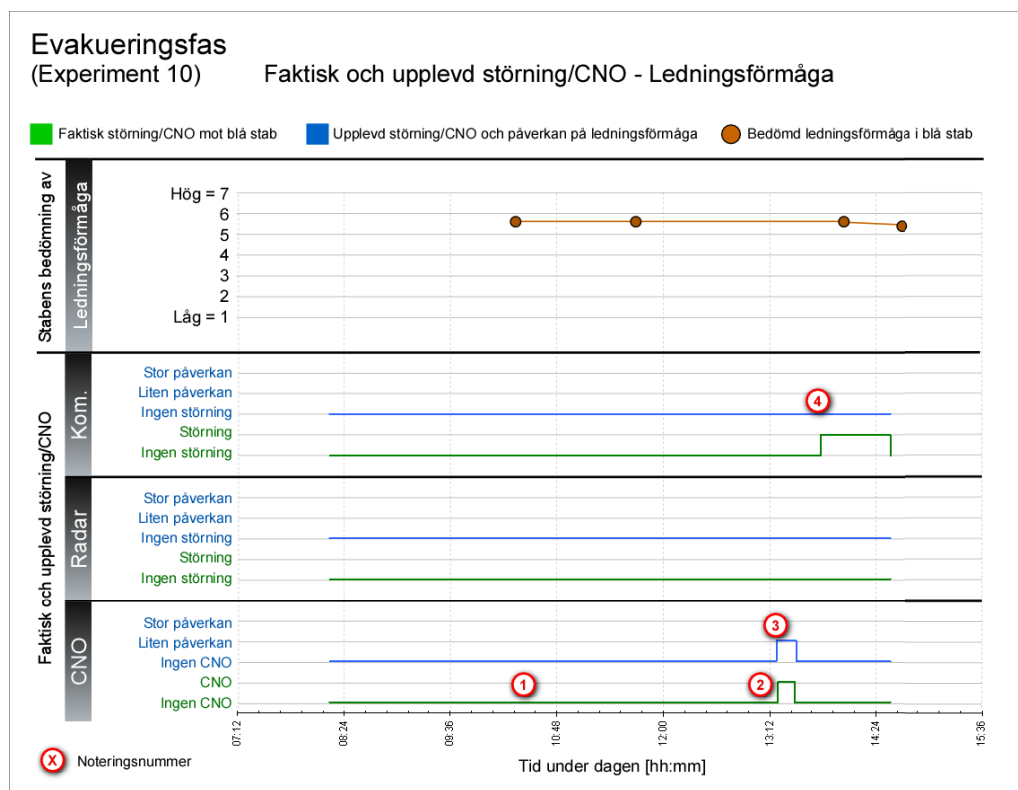


Figur 11. Verklig och upplevd störning/CNO samt stabens bedömda ledningsförmåga under experiment 10, underrättelsefas. Se noter i Tabell 4.

Tabell 4. Noterade händelser under experiment 10, underrättelsefas.

Not	Tid	Kommentar
1	10:06	Faktisk GPS-störning indikeras av stabsassistent. Automatiskt kanalbyte sker.
2	11:01	Upptäcker hackade hemsidor anger ingen större påverkan på stabsarbetet i störprotokollet.
3	11:35	Pga. att HC anger felaktig kommunikationsnyckel i ett mejl så tolkar staben att NRAF läser CUFIS mejl.
4	11:35	Sambandsprov ger varning på ett flertal tidigare utstörda kommunikationsnoder.
5	13:26	Upptäcker att www.skaneland.sl är hackad. Staben anser sig påverkade av CNO trots att attacken ej är riktad direkt mot staben.
6	14:10	Upptäcker ej kommunikationsstörning pga. taktikdiskussion inom staben.

Som visas i Figur 11 och Tabell 4 upptäckte staben i experiment 10 i stort sett den faktiska störning och CNO som de utsattes för under spelet. Det förekommer dock ett antal "underligheter". På grund av misstag i överföring av kommunikationsnyckel mellan HC och staben så uppfattade staben att NRAF läste och skickade falska e-postmeddelanden (11:35). Samtidigt gav en sambandskontroll larm från ett flertal tidigare utstörda radionoder. Båda dessa händelser skakade om staben tillfälligt (11:35). Sammanfattningsvis kan sägas att trots komplikationer i kommunikation mellan staben och HC så löste staben uppgiften väl. En minskning av stabens bedömda ledningsförmåga skedde i samband med att "Skanelands" hemsida hackades.



Figur 12. Verklig och upplevd störning/CNO samt stabens bedömda ledningsförmåga under experiment 10, evakueringsfas. Se noter nedan.

Tabell 5. Noterade händelser under experiment 10, evakueringsfas.

Not	Tid	Kommentar
1	10:42	Intrång i www.cumail.com . Upptäcks av staben vid 10:51, se not 2.
2	13:14	www.naturfanatikerna.sl med information från www.cumail.com läggs ut. Staben upptäcker sidan strax efter att sidan publicerats.
3	13:18	Falsk e-post upptäcks.
4	13:44	Meddelas om GPS-störning via e-post

Som visas i Figur 12 och Tabell 5 registrerade staben i experiment 10 endast en CNO-händelse under evakueringsfasen. Noterna visar ändå att störning och CNO upptäcktes och staben redde ut de svårigheter som de ställdes inför i samband med attacken mot CUFIS e-postserver. Stabens bedömda ledningsförmåga var hög och konstant under hela evakueringsfasen.

4.3 Ledningsförmåga

Genomförda analyser av ledningsförmåga inkluderar skattningar av både stab och observatörer. Analyserna genomfördes främst för att undersöka kvalitén på skattningarna, sambandet mellan skattningarna, hur den uppfattade ledningsförmågan påverkas över tid, om den skiljer sig åt mellan stab och observatörer, samt om det finns skillnader mellan de olika LKS experiment som har genomförts.

De tio förutsättningarna för ledning genererade i själva verket 12 skattningar, eftersom ledningsförutsättningen förtroende innehöll tre frågor (om stabsassistent, teknik och stabsmedlemmar). Dessutom gjordes en skattning för den totala ledningsförmågan, dvs. sammanlagt 13 skattningar.

För att förtydliga resultaten inleds varje analyspresentation med syfte och avslutas med en sammanfattning.

4.3.1 Reliabilitetsanalys av bedömningar

Syfte

För att undersöka tillförlitligheten hos de fem observatörernas skattningar (två ledningsobservatörer, två stabsassistenter, samt högre chef) genomfördes reliabilitetsanalys.

Analys

Vid reliabilitetsanalys undersöks den interna överensstämmelsen mellan ett antal variabler, i detta sammanhang observatörernas skattningar. Vid reliabilitetsanalys är det vanligt att Cronbachs alfa används, vilket ger ett mått på reliabiliteten (skala 0 – 1), där 0 innebär ingen överensstämmelse och 1 fullständig överensstämmelse. Ett riktvärde är att Cronbachs alfa bör vara minst 0,70 för reliabilitet ska anses acceptabel (se t.ex.[25], [26]).

Reliabilitetsanalysen av observatörernas skattningar gav Cronbachs alfa = 0,40. Separat reliabilitetsanalys för respektive experiment gjordes även av observatörernas skattningar för experiment 9 (Cronbachs alfa = 0,40) och experiment 10 (Cronbachs alfa = 0,50).

Eftersom både observatörernas och stabsmedlemmarnas skattningar användes i analysen genomfördes även reliabilitetsanalys av deras gemensamma skattningar. Eftersom det var fyra stabsmedlemmar i experiment 9 och tre stabsmedlemmar i experiment 10 gjordes endast separat analys för respektive experiment. För LKS 9 (Cronbachs alfa = 0,70) och för LKS 10 (Cronbachs alfa = 0,56).

De sammantagna bedömningarna för experiment 9 uppfyller alltså riktvärdet att Cronbachs alfa bör vara minst 0,70. Man bör dock tänka på att det kan finnas skäl till att bedömningar skiljer sig åt, exempelvis kan två medlemmar i staben ha anledning att ha olika uppfattning om ett visst kriterium.

För att undersöka samstämmigheten mellan stabsmedlemmar och observatörer för både experiment 9 och 10 tillsammans användes korrelationsanalys. Det som jämfördes var det aritmetiska medelvärdet för observatörernas skattningar och stabsmedlemmarnas skattningar vid var och en av de 195 skattningar som gjordes i LKS 9 och 10 (Vid LKS 9 besvarades var och en av de 13 frågorna 7 gånger, dvs. sammanlagt 91 svar, och vid LKS 10 besvarades var och en av de 13 frågorna 8 gånger, dvs. sammanlagt 104 svar) ($r = 0,41$, $p < .001$, $N = 195$). Det vill säga korrelationssambandet är relativt lågt, men statistiskt säkerställt.

Sammanfattning reliabilitetsanalyser

Samstämmigheten mellan observatörer och stabsmedlemmar avseende skattningarna av ledningsförmåga var signifikant, dock relativt låg. Skattningar på vissa frågor kan dock skilja sig mellan stab och observatörer naturligt. Exempelvis kan staben skatta att de *tror* att informationsflödet fungerar, medan observatören kan *veta* om det faktiskt fungerar. Poängterats bör dock att samstämmigheten mellan observatörerna inte var speciellt hög. Slutsatsen är dock att tillförlitligheten är tillräckligt hög för att stabens och observatörernas skattningar ska kunna nyttjas i de fortsatta analyserna.

4.3.2 Regressions- och korrelationsanalys

Syfte

Multipel regressionsanalys genomfördes för att undersöka hur mycket de tio skattade förutsättningarna för ledning tillsammans förklarar skattningen av den totala ledningsförmågan. Korrelationsanalys genomfördes för att undersöka sambandet mellan varje enskild förutsättning för ledning och den totala ledningsförmågan.

Analys

Bedömningarna av de tio förutsättningarna (12 frågor pga. tre frågor om förtroende) för ledning användes som prediktorer och bedömningarna av den totala ledningsförmågan användes som kriterium. Analysen gav den multipla korrelationskoefficienten $R = 0,83$; $p < 0,01$; med $R^2 = 0,70$. De tio förutsättningarna för ledning tillsammans förklarar således 70 procent av variansen hos begreppet ledningsförmåga så som det har mätts i experimentet. Hur de enskilda prediktorerna bidrar till den multipla korrelationskoefficienten i regressionsanalysen visas av betakoefficienterna (β) till vänster i Tabell 6.

Tabell 6. Resultat från regressions- och korrelationsanalys

Förutsättning för ledn.	Regressionsanalys			Korrelationsanalys		
	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>r</i> ²	<i>p</i>
Kunskap	0,12	1,57	0,12	0,53	0,28	< 0,00
Lägesbild	0,11	1,47	0,14	0,63	0,40	< 0,00
Förtroende A_ - LKS op.	-0,12	-1,28	0,20	0,34	0,12	< 0,00
Förtroende B_ - teknik	0,24	4,29	< 0,00	0,61	0,37	< 0,00
Förtroende C – stab	0,10	1,12	0,26	0,40	0,16	< 0,00
Informationsflöde	0,05	0,94	0,35	0,49	0,24	< 0,00
Situationsförståelse	0,26	3,46	< 0,00	0,65	0,42	< 0,00
Målbild	-0,07	-1,10	0,27	0,22	0,05	0,01
Återkoppling	0,03	0,47	0,64	0,46	0,21	< 0,00
Flexibilitet	-0,00	-0,03	0,98	0,46	0,21	< 0,00
Beslutsfattande	0,25	4,20	0,00	0,55	0,31	< 0,00
Samarbete	,072	1,05	0,30	0,37	0,14	< 0,00

För att undersöka hur starkt sambandet var mellan var och en av de tio förutsättningarna för ledning och den totala ledningsförmågan genomfördes korrelationsanalys mellan respektive fråga om förutsättning för ledning och total ledningsförmåga, vilket visas till höger i Tabell 6

Det kvadrerade värdet av korrelationskoefficienten (r^2) visar hur mycket varians varje enskilt begrepp har gemensamt med skattningen av den totala ledningsförmågan. Störst enskild betydelse (mängd gemensam varians) för den totala ledningsförmågan har alltså Lägesbild (40 %), Förtroende teknik (37 %), Situationsförståelse (42 %) och Beslutsfattande (31 %). Samtliga korrelationer är dock signifikanta, vilket innebär att det finns ett signifikant samband mellan samtliga enskilda skattningar av förutsättningar för ledning och den totala ledningsförmågan.

Sammanfattning regressions- och korrelationsanalys

Samtliga av de enskilda förutsättningarna för ledning verkar relatera till begreppet ledningsförmåga. Mest verkar lägesbild, förtroende för teknik och situationsförståelse bidra. Det vill säga, när man skattar högt på dessa förutsättningar skattar man också högt på den totala ledningsförmågan.

4.3.3 Multidimensionell skalning och faktoranalys

Syfte

Multidimensionell skalning (MDS) [27], [28] är en analysmetod som används för att skapa en grafisk representation av mätdata, med avseende på grad av likhet/olikhet mellan deras värden. För att identifiera grupperingar hos värdena kan faktor- eller klusteranalys användas.

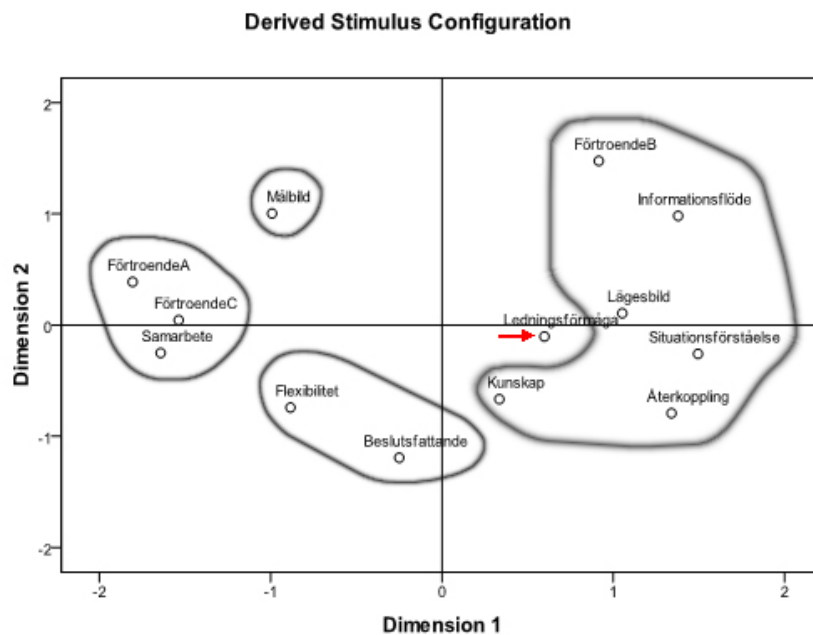
Analys med MDS användes sålunda för att skapa en grafisk representation av förhållandet mellan skattningarna av ledningsförutsättningar under experimenten. Faktoranalys användes för att identifiera de grupperingar (faktorer) som visas i grafen för MDS analysen (se Figur 13).

Analys

Analys med multidimensionell skalning (MDS) genomfördes av skattningarna av ledningsförmågan och de övriga 12 begrepp som antas vara en förutsättning för ledningsförmågan (Figur 13)

Pilen i Figur 13 visar positionen för skattningarna av ledningsförmåga. Ju närmare variablerna ligger varandra i figuren, ju mer lika är skattningarna av begreppen. Eftersom positionen för ledningsförmåga inte sammanfaller med positionen för något av de andra begreppen, innebär det att ledningsförmåga inte förklaras ensamt av något av dessa begrepp. Mönstret hos denna MDS analys bekräftas, och visas tydligare i faktoranalysen och LISREL-modellen nedan. Mönstret liknar också det mönster som skapats under MDS analyser i tidigare experiment och studier av ledningsförmåga, även om teknik, metodik, scenarier, och deltagare har förändrats över tiden (se, [1]).

Faktoranalys (extraktion med Principal Axis Factoring, Oblimin rotation med Kaiser Normalisation) användes för att identifiera liknande grupperingar (faktorer) hos skattningarna av förutsättningar för ledning. Dvs. skattningarna av den totala ledningsförmågan var inte inkluderad i faktoranalysen. Analysen gav tre faktorer med samma grupperingar som visas inringade i Figur 13, men med målbild i samma faktor som Förtroende A (LKS op.), Förtroende C (stabsmedlemmar) och Samarbete. Eftersom målbild hade lägst laddning i denna faktor, och enligt MDS-analysen låg längre från de andra variablerna i denna gruppering (se Figur 13), gjordes en separat faktoranalys för denna gruppering. Enligt denna analys kunde målbild separeras till en egen faktor, vilket visas av inringningarna i Figur 13.



Figur 13. MDS-analys av skattningarna av förutsättningar för ledning (Förtroende A = Förtroende LKS op. Förtroende B = Förtroende teknik, Förtroende C = Förtroende stab). Den röda pilen visar positionen för skattning av ledningsförmåga. Enligt LISREL-analysen hör de inringade begreppen (utom återkoppling) samman med varandra.

Sammanfattning MDS och faktoranalys

MDS-analysen visar grafiskt likheter och olikheter mellan skattningarna för förutsättningar för ledning. Faktoranalysen visar att ledningsförutsättningarna kunde grupperas i de fyra faktorer som visas i Figur 13. Det totala begreppet ledningsförmåga sammanföll inte med någon annan enskild ledningsförutsättning, vilket innebär att inget begrepp ensamt kan förklara helhetsbedömningen av ledningsförmåga.

4.3.4 Kausalanalys - LISREL

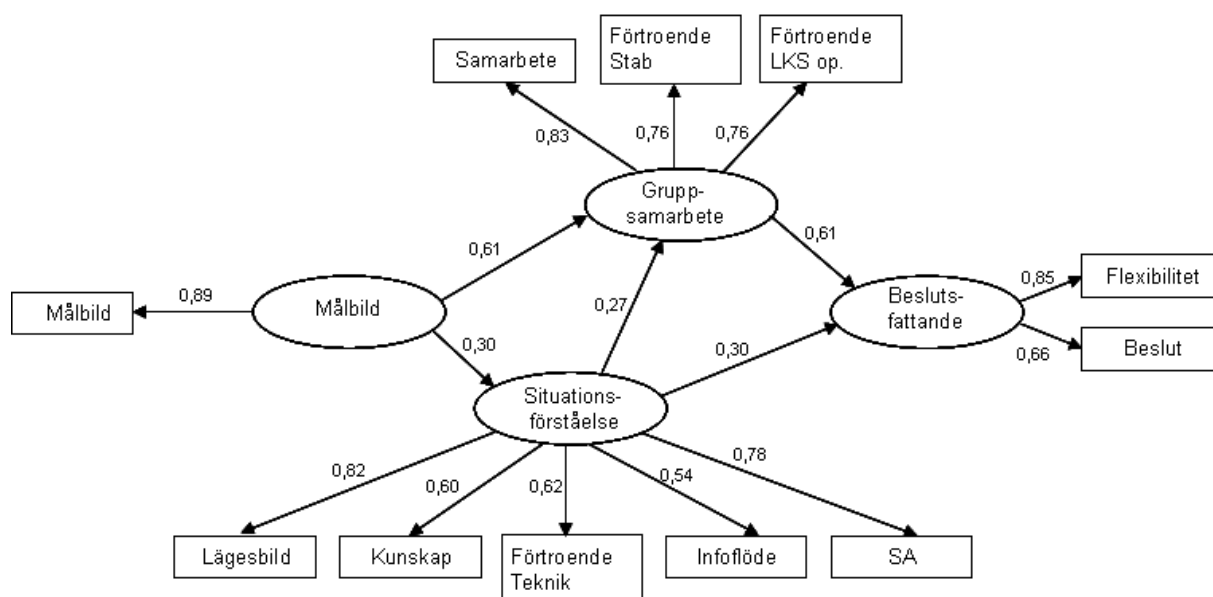
Syfte

Syftet med kausalanalysen var att undersöka orsakssambandet mellan de grupperingar som identifierades i MDS och faktoranalysen. Detta gjordes genom analys med linjär strukturell ekvationsmodellering, som med hjälp av en speciell programvara (LISREL) skapar en modell av orsakssambanden mellan insamlade data [29] [30].

Analys

Kausalanalysen genom linjära strukturella ekvationsmodellering med LISREL illustreras i Figur 14. Ovalerna i Figur 14 visar de latent variablerna (Målbild, Situationsförståelse, Gruppsamarbete och Beslutsfattande) som skapas under LISREL-analysen. Dessa är bakomliggande begrepp som förklarar variansen mellan de manifesta mätvariablerna som visas som rektanglar i figuren. $\chi^2 = 52.30$; $df = 35$; RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) = 0,063 (RMSEA < 0,05 anger bra passform hos modellen; $0,05 < \text{RMSEA} < 0,08$

anger rimlig passform); CFI (Comparative Fit-Index) = 0,96 (värden nära 1 anger god passform hos modellen).



Figur 14. LISREL modell som beskriver sambandet mellan de elva manifesta mätvariablerna (rektanglar), de fyra latent variablerna (ovaler) och faktorladdningarna.

LISREL-modellen visar att målbilden påverkar både gruppsamarbetet (0,61) och situationsförståelsen (0,30), med starkast påverkan på gruppsamarbetet. Situationsförståelsen påverkar både gruppsamarbetet (0,27) och beslutsfattandet (0,30). Gruppsamarbetet har dock större betydelse för beslutsfattandet (0,61) än vad situationsförståelsen har (faktoreffekter inom parenteserna, vilket visar styrkan på sambanden).

Pilarna från de latent mätvariablerna (ovalerna) pekar på de bakomliggande manifesta variablerna (rektanglarna), eftersom mätvariablerna anses vara mått som avspeglar det begrepp som respektive bakomliggande variabel står för. Exempelvis, samarbete, förtroende stab och förtroende LKS op. ska betraktas som mått på gruppsamarbete.

Den manifesta mätvariabeln återkoppling (se MDS-analys) är inte med i den latent variabeln situationsförståelse, eftersom den i LISREL-analysen får signifikanta laddningar i de tre latent variablerna gruppsamarbete, situationsförståelse, och beslutsfattande. I övrigt överensstämmer grupperingarna med dem som visas i MDS-analysen och extraherades i faktoranalysen.

Sammanfattning Kausalanalys- LISREL

I LISREL-analysen skapades de fyra latent variablerna målbild, gruppsamarbete, situationsförståelse och beslutsfattande, vilket överensstämmer med resultaten från MDS- och faktoranalysen. LISREL-modellen visade följande orsakssamband mellan dessa bakomliggande variabler. Målbilden påverkar både gruppsamarbetet och situationsförståelsen,

dock situationsförståelsen något mindre. Gruppsamarbetet tillsammans med situationsförståelsen påverkar beslutsfattandet.

4.3.5 Variansanalys av faktorer

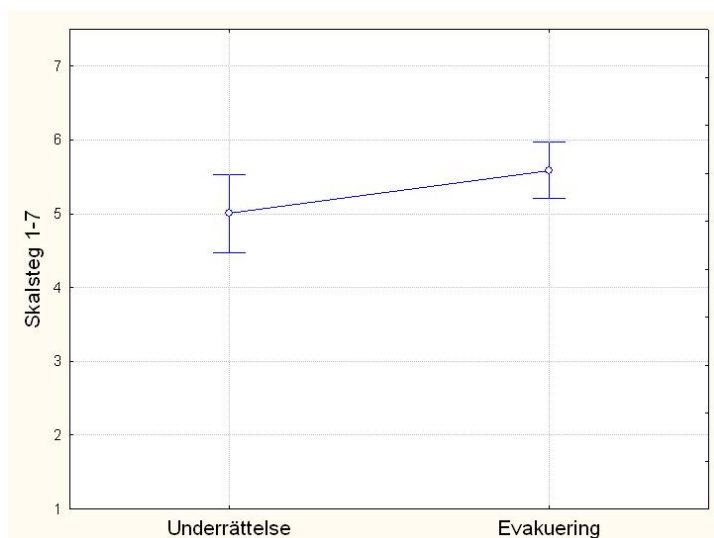
Syfte

I faktoranalysen och LISREL-modellen fastställdes faktorerna (situationsförståelse, gruppsamarbete, beslutsfattande och målbild). Syftet med variansanalys av faktorer var att analysera om det fanns några statistiskt säkerställda skillnader mellan; underrättelse- och evakueringsfas och mellan de olika faktorerna.

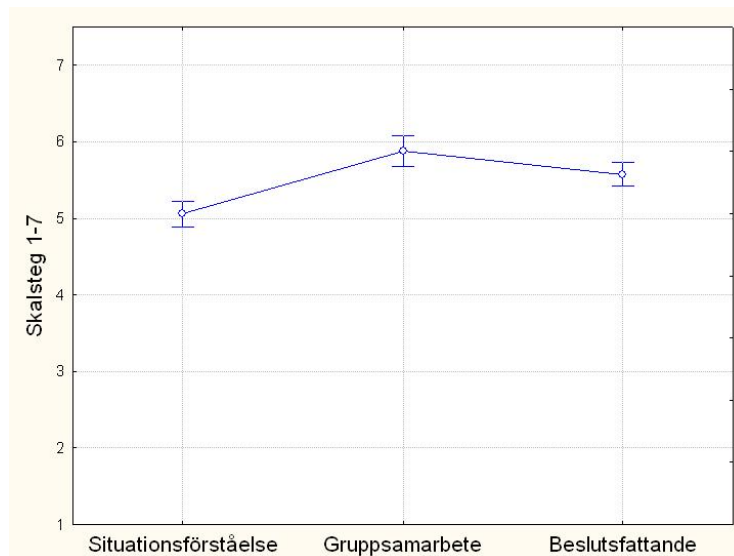
Analys

Variansanalys av faktorerna genomfördes för att undersöka om det fanns skillnad mellan underrättelsefas och evakueringsfas, samt mellan de olika faktorerna. Värdet för varje faktor är beräknat på det aritmetiska medelvärdet av skattningarna på de frågor som ingår i faktorn. Noterbart är att frågan återkoppling inte inkluderats i LISREL och därför inte använts denna analys. Dessutom har faktorn målbild exkluderats eftersom den endast utgjordes av en mätvariabel.

Variansanalys med designen upprepad mätning med 2 faser (underrättelse och evakuering) $\times$ 3 faktorer (situationsförståelse, gruppsamarbete, beslutsfattande), visade att det fanns en signifikant huvudeffekt av både fas $F(1,39) = 16,21, p < 0,001$ (Figur 15) och faktor $F(2, 78) = 23,40, p < 0,0001$ (Figur 16). Det fanns inte någon interaktionseffekt.



Figur 15. Medelvärden och standardfel för faktorerna situationsförståelse, gruppsamarbete och beslutsfattande under underrättelse- och evakueringsfas (experiment 9 och 10 sammanslaget).



Figur 16. Medelvärden och standardfel för faktorerna situationsförståelse, grupsamarbete och beslutsfattande.

Sammanfattning variansanalyser av faktorer

Analyserna av faktorerna (förutsättningarna, målbild exkluderad) visar att skattningarna var signifikant högre under evakueringsfasen än under underrättelsefasen. De tre faktorerna situationsförståelse, grupsamarbete och beslutsfattande skattades signifikant olika, där situationsförståelse skattades lägst och grupsamarbete skattades högst.

4.3.6 Variansanalys av ledningsförutsättningar

Syfte

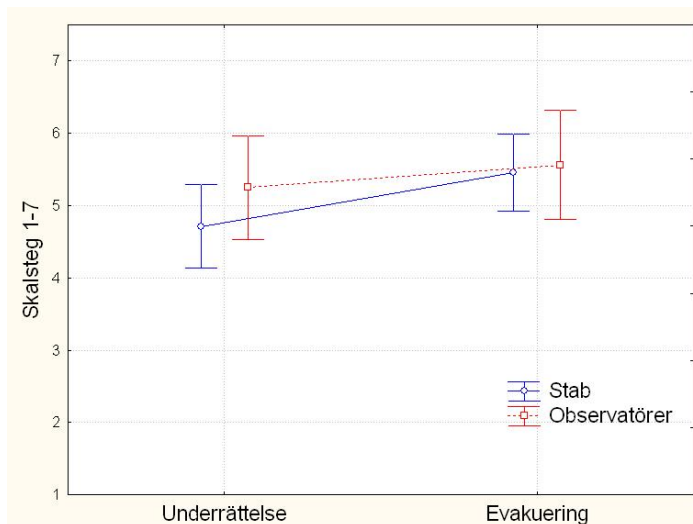
Syftet med variansanalys av skattningarna av samtliga ledningsförutsättningar var att analysera om det fanns några statistiskt säkerställda skillnader mellan; underrättelse- och evakueringsfas, mellan de olika ledningsförutsättningar och mellan observatörer och stabsmedlemmar.

Analys

En variansanalys (ANOVA) mixed design, upprepad mätning, med 2 beroende grupper (stab, observatörer) $\times$ 2 faser (underrättelse, evakuering) $\times$ 13 skattningar av ledningsförutsättning genomfördes. Det vill säga i denna analys användes samtliga ledningsförutsättningar samt totalbedömningen av ledningsförmåga.

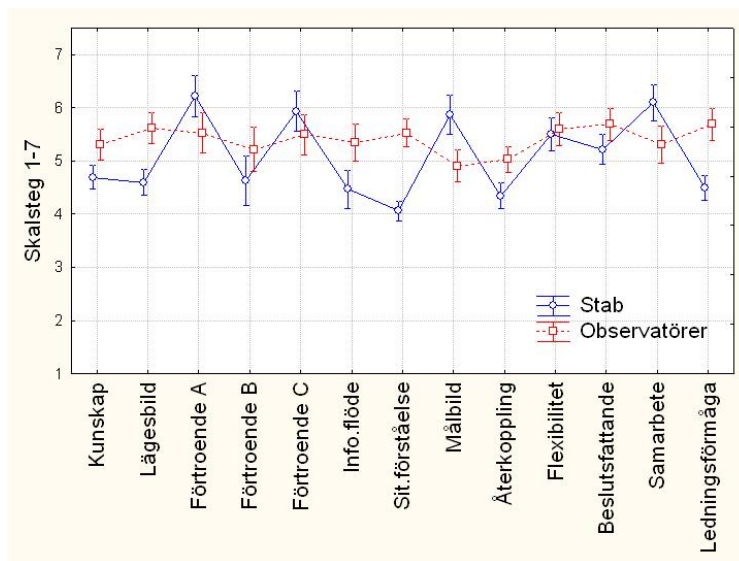
Variansanalysen visade att det inte fanns någon signifikant huvudeffekt av grupp, dvs. ingen signifikant skillnad mellan stabsmedlemmar och observatörer ($p > 0,05$). Huvudeffekterna av fas (högre medelvärde vid evakuering än vid underrättelse) respektive ledningsförutsättning var signifikanta ($p < 0,0001$). Tvåvägsinteraktionerna grupp $\times$ fas $F(1,15) = 7,15$; $p < 0,05$; grupp $\times$ ledningsförutsättning, $F(12,180) = 14,53$; $p < 0,0001$; och fas $\times$ ledningsförutsättning $F(12, 180) = 1,81$, $p < 0,05$ var signifikanta. Det fanns inte någon trevägsinteraktion.

Interaktionen mellan grupp och fas (Figur 17, med efterföljande Tukey HSD post hoc test visar att staben skattade sina ledningsförutsättningar högre under evakueringsfasen än under underrättelsefasen ($p < 0,001$). Staben skattade dessutom förutsättningarna för ledning signifikant lägre än observatörerna under underrättelsefasen ($p < 0,005$). Dessa skillnader bör dock betraktas med viss försiktighet eftersom skillnaderna i faktiska skalsteg är låga.



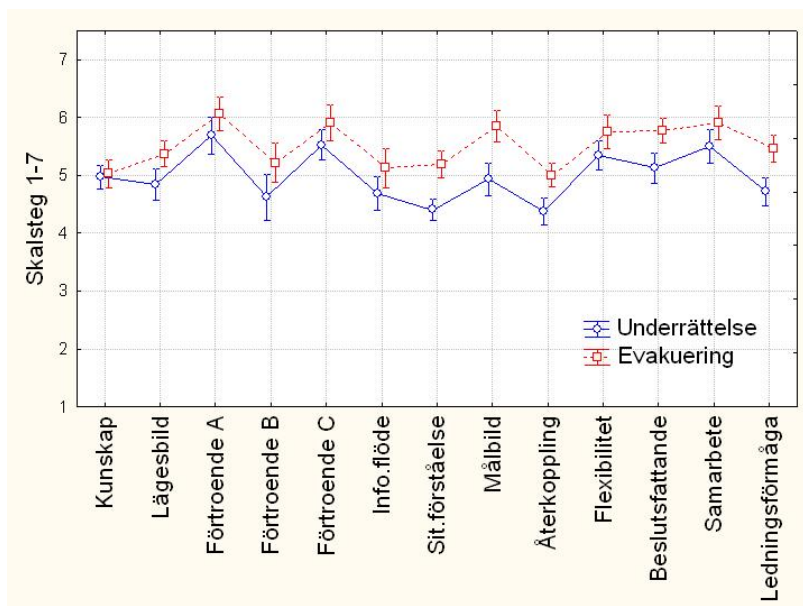
Figur 17. Medelvärden och standardfel för interaktionen mellan grupp (stab och observatör) och fas (underrättelse och evakuering).

Interaktionen mellan grupp och ledningsförutsättning (Figur 18), visar att observatörernas skattningar ligger stabilt över olika ledningsförutsättningar medan stabens egenskattningar varierar mellan de olika förutsättningarna. Tukey HSD post hoc test visade att det fanns signifikanta skillnader mellan följande ledningsförutsättningar; lägesbild ($p < 0,0005$), informationsflöde ($p < 0,01$), situationsförståelse ($p < 0,0001$), målbild ($p < 0,005$), samarbete ($p < 0,05$), och ledningsförmåga ($p < 0,0001$). Staben skattade målbild och samarbete högre än vad observatörerna gjorde, medan lägesbild, informationsflöde, situationsförståelse och ledningsförmåga skattades högre av observatörerna.



Figur 18. Medelvärden och standardfel för interaktionen mellan grupp (stab och observatörer) och ledningsförutsättning.

Interaktionen mellan fas (underrättelse och evakuering) och ledningsförutsättning med följande Tukey HSD post hoc test visar att följande ledningsförmågor skattades signifikant högre vid evakuerings- än vid underrättelsefasen: situationsförståelse ($p < 0,001$), målbild ($p < 0,0001$), återkoppling ($p < 0,05$), beslutsfattande ($p < 0,05$) och ledningsförmåga ($p < 0,01$) (Figur 19).



Figur 19. Medelvärden och standardfel för interaktionen mellan ledningsförutsättning och fas.

Sammanfattning variansanalys av ledningsförutsättningar

Analysen av samtliga ledningsförutsättningar visar att ledningsförmåga med alla ledningsförutsättningar inkluderade skattades signifikant högre av staben under evakueringsfasen än underrättelsefasen. Observatörernas skattningar var signifikant högre än stabsmedlemmarnas skattningar under underrättelsefasen.

För några enskilda ledningsförutsättningar skattade staben och observatörerna signifikant olika. Dessa var lägesbild (stab lägre), informationsflöde (stab lägre), situationsförståelse (stab lägre), målbild (stab högre), samarbete (stab högre), och ledningsförmåga (stab lägre). Det är logiskt att exempelvis stabens situationsförståelse skattas olika av staben och observatörerna. Staben kan exempelvis *tro* att deras situationsförståelse är låg, medan observatörerna kan *veta* att den är god. Däremot är skattningsskillnader på andra ledningsförutsättningar, såsom målbild, svårare att förklara på detta sätt.

Jämförelse av skattningar mellan underrättelsefas och evakueringsfas visade att situationsförståelse, målbild, återkoppling, beslutsfattande och total ledningsförmåga skattades signifikant högre under evakueringsfasen än vid underrättelsefasen (observatörer och stab sammantaget).

4.3.7 Variansanalys av tidigare LKS-experiment

Syfte

Syftet var att undersöka om det finns några statistiskt säkerställda skillnader mellan skattningarna av ledningsförutsättningar mellan de genomförda experimenten 5, 6, 7, 9 och 10. Experiment 8 exkluderades eftersom detta var ett pilotexperiment och det fanns för stora brister i materialet.

Analys

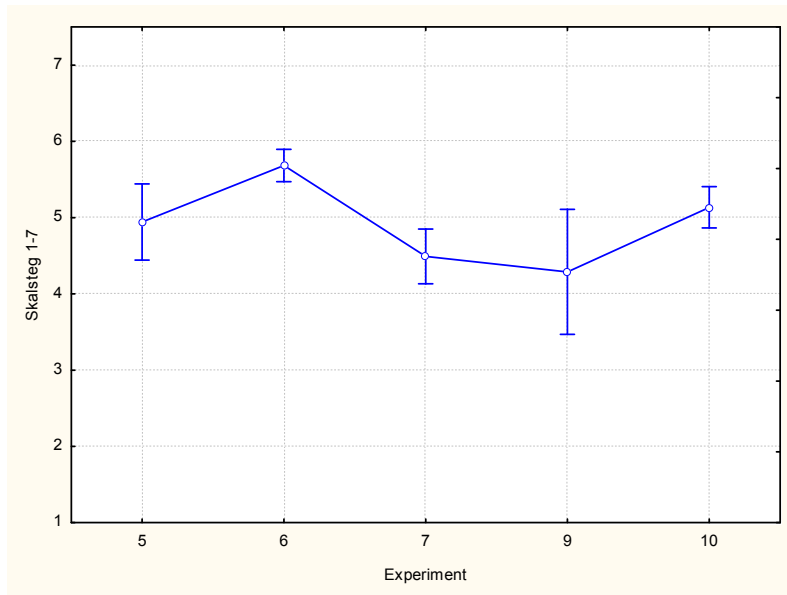
Data analyserades med variansanalys (ANOVA) med mixed design med 5 grupper (experiment) $\times$ 13 (ledningsförutsättningar). Inkluderat i analysen är de stabsmedlemmarna som deltog i respektive experiment. Observatörerna är exkluderade i denna analys eftersom kvalitén på bedömningarna varierat mellan experiment pga. att observatörerna inte alltid haft möjlighet att sätta sig in i respektive scenario och metod såsom är önskvärt.

Variansanalysen visar en signifikant huvudeffekt av experiment $F(4, 28) = 15,17; p < 0,0001$. Eftersom skillnaden mellan experiment var mest intressant här och pga. utrymmesskäl presenteras endast denna huvudeffekt här (se Figur 20). Det fanns dessutom en signifikant huvudeffekt av ledningsförutsättningar $F(12, 84) = 14,79, p < 0,0001$ och en signifikant interaktionseffekt mellan experiment och ledningsförutsättning $F(48, 336) = 2,35, p < 0,0001$.

Tukey HSD post hoc test visar ledningsförmågan bedöms högst i exp. 6 (högre än för de andra experimenten undantaget exp. 10 där ingen skillnad finns, $p < 0,001$). För full beskrivning av signifikanta skillnader se Tabell 7.

Tabell 7. Statistiskt säkerställda skillnader mellan LKS-experimenten avskattningar i ledningsförmåga. Signifikansnivån (Tukey HSD post hoc test) är $p < 0,05$, i vissa fall 0,001

Experiment	Högre skattning än i experiment nr...	Lägre skattning än i experiment nr...
5	9	6
6	5, 7, 9	
7		6, 10
9		5, 6, 10
10	7, 9	



Figur 20. Medelvärden och standardfel för den sammanvägda bedömningen ledningsförmåga för respektive experiment.

Sammanfattning av jämförelser med tidigare experiment

Ledningsförmåga bedöms som signifikant högre i experiment 10 än i experiment 9. Högst skattade deltagarna i experiment 6 och 10 och lägst skattade deltagarna i experiment 7 och 9. Det kan tyckas anmärkningsvärt att skattningarna mellan experiment 9 och 10 skiljer sig, när experimentens genomföranden var så lika. Detta diskuteras i kapitel 5, Diskussion.

5 Diskussion

Diskussionen är indelad i diskussion om resultat och diskussion om metod. Resultaten diskuteras och tolkas i ljuset av varandra. Jämförelser görs mellan prestation, skattningar av ledningsförutsättningar, LISREL-modellen och även med den teoretiska processmodellen. Metoddiskussionen syftar framför allt till att förbereda inför det kommandetillämpningar.

5.1 Resultat

Regressionsanalysen av skattningarna av förutsättningarna för ledning visar att de tio förutsättningarna för ledning tillsammans på ett bra sätt förklarar ledningsförmågan. Det tycks alltså som att man genom att mäta dessa kommer åt begreppet ledningsförmåga. Detta har även kunnat visas i tidigare experiment med LKS [1]. Korrelationsanalysen visar att de förutsättningar för ledning som enskilt har störst betydelse för ledningsförmågan är lägesbild, förtroende för teknik, situationsförståelse och beslutsfattande. Dock har även de andra förutsättningarna för ledning ett statistiskt säkerställt samband med den totala ledningsförmågan. LISREL-modellen visar att ledningsförutsättningarna ger en modell med 4 bakomliggande faktorer, målbild, grupsamarbete, situationsförståelsen och beslutsfattande. Denna analys av orsakssambanden visar att målbilden påverkar grupsamarbetet och situationsförståelsen, med starkast påverkan på grupsamarbetet. Både grupsamarbete och situationsförståelsen påverkar beslutsfattandet. Bedömningen är att LISREL-modellen verkar logisk. Den har också vissa kopplingar emot den processmodell för ledning som utarbetats. Detta diskuteras vidare i kapitel 5.2.

Stabens upplevda ledningsförmåga ökade något från underrättelse- till evakueringsfas. Detta är inte överraskande då stabsmedlemmarna både haft tid att sätta sig in i scenariot och haft en dag på sig att använda LKS. Därmed kan man förvänta sig att de bättre kan ta till sig informationen som presenteras. För stabens egenskattningar så är skillnaden ca ett skalsteg mellan underrättelsefasen och evakueringsfasen. Även om det är en signifikant skillnad så måste det betraktas med viss försiktighet eftersom skillnaden i faktiskt värde är så pass liten.

Stabsmedlemmarna skattade förtroende för stabsassistenten och för den egna staben mycket högt medan de bl.a. skattade situationsförståelse, informationsflöde och lägesbild som relativt lågt. Anledningen till att de skattade förtroendet inom staben högt beror troligen på att stabsmedlemmarna kände varandra sedan tidigare och därmed hade erfarenheter av tidigare samarbeten. De hade dessutom stort förtroende för stabsassistenten, vilket troligen beror på att hon/han hade goda kunskaper om LKS-verktyget och hade möjlighet att hjälpa dem både avseende verktyget LKS och förståelsen för scenariet (inklusive både telekrig och CNO). Förklaringen till att stabsmedlemmarna skattade situationsförståelse och lägesbild lägre kan vara att LKS är en komplex och ny miljö. Det presenteras mycket information som de ska arbeta med och staben behöver hantera både telekrig och CNO, fastän enskilda stabsmedlemmar oftast bara hade det ena som sitt expertområde.

Telekrig och CNO nyttjas för att vilseleda en motståndare. Staben behövde upptäcka denna vilseledning och ta hänsyn till lämpliga åtgärder. Att staben skattade förutsättningarna situationsförståelse och lägesbild lägre än observatörerna kan bero på att staben uppfattade att de var utsatta för vilseledning i högre grad än vad de i själva verket är.

I de statistiska analyserna har både stabsmedlemmarnas och observatörernas skattningar använts. När reliabiliteten hos dessa gemensamma skattningar undersöktes var samstämmigheten acceptabel för experiment 9 och relativt hög för experiment 10. Det var däremot relativt låg samstämmighet mellan observatörerna, vilket pekar på att det finns problem med reliabiliteten hos observatörernas bedömningar. Den främsta förklaringen till detta är sannolikt att observatörerna hade olika bakgrundskunskap och hade olika roller, eller huvuduppgifter, under spelet, och de hade därmed olika förutsättningar att fokusera på de begrepp som skulle skattas. Särskilt låg samstämmighet mellan observatörer var det avseende begreppen målbild, förtroende och återkoppling (ej redovisat i analysdelen). Dessa begrepp bedömdes också som särskilt svårbedömda av observatörerna. Stabsmedlemmarna kan svara på om de tycker att målbilden är tydlig, men om inte målbilden explicit diskuteras har observatörerna svårt att svara på om staben tycker att målbilden är tydlig. Detsamma gällde för förtroende. Skillnaderna mellan observatörer och stabsmedlemmar existerade endast under underrättelsefasen, men det finns trots det anledning att vidare analysera vad som kan göras bättre inför fortsatt arbete.

Observatörernas skattningar av ledningsförutsättningar varierade betydligt mindre mellan de olika ledningsförutsättningarna än stabens skattningar. Detta kan vara ett tecken på att observatörerna har upplevt viss osäkerhet i sina bedömningar. Anledningen till det handlar sannolikt om en rad olika faktorer, bl.a. att kunskaperna inom telekrig och CNO skilde sig åt mellan observatörer, observatörerna var belastade med flera arbetsuppgifter samtidigt och i något fall brist på möjlighet att sätta sig in i scenarierna innan genomfört försök.

Återkoppling valdes bort ur analyserna eftersom dess tillhörighet till faktor varierade något mellan olika analyser. Det är viktigt att ledningsförutsättningarna tolkas på liknande sätt av alla observatörer och stabsmedlemmar, och återkoppling verkar vara en ledningsförutsättning som tolkas olika. Den har betydelse för det totala begreppet ledningsförmåga, men behöver ändå ses över avseende definition

Det fanns inte någon skillnad i prestation mellan underrättelse- och underrättelsefas i experiment 9 eller 10. Detta är intressant med tanke på att staben själva upplevde att deras ledningsförmåga ökade från underrättelse- till evakueringsfas. Spelledningen bedömde att komplexiteten och svårigheten var lika under båda faserna. En möjlig förklaring blir då att staben endast upplevde att de har bättre ledningsförmåga men att den i själva verket är oförändrad. En annan möjlig förklaring är stabens bedömningar baserades på att de hade bättre koll på LKS-verktyget och scenariot, snarare än förbättrad ledningsförmåga.

Det objektiva prestationsmåttet användes för första gången under dessa experiment och att det därför bör analyseras vidare och användas under fler experiment. För att kunna avgöra om måttet är rättvist, samt bedöma var

gränsen går mellan en god och en mindre bra prestation behöver upprepade spel genomföras. Staberna under både experiment 9 och 10 bedöms ha presterat mycket bra eftersom de i de allra flesta fall upptäckte förändringar i lägesbilden, störningar och hot. Det som ibland saknades var förståelsen för motståndarens intentioner.

5.2 Metod

Vid tidigare försök i LKS har det visat sig att denna typ av spel är för komplext för att kunna sätta ett spelschema med fasta tider för inspelen. Det behöver finnas en dynamik, där spelledningen justerar tempot utifrån stabens agerande och arbetssätt. Staben behöver tid att upptäcka och agera på de situationer som uppstår, samtidigt som de ibland behöver hjälp att rikta sin uppmärksamhet, genom påpekanden från stabsassistenten eller kompletterande inspel. Detta för att kunna gå framåt i spelet, för att kunna testa tekniken och metoderna, samt att staben ska känna att det ger någonting att spela i LKS. Detta förfarande minskar dock den experimentella kontrollen. Det innebär exempelvis att prestationen för experiment 9 och 10 inte är helt jämförbara. Det kan vara så att deltagarna i experiment 10 (som presterade bättre) av någon anledning fick ett lättare spel än deltagarna i experiment 9. Ambitionen var dock att hålla nivån lika över spelen.

Den teoretiska processmodellen som presenterades i kapitel 2.2 och LISREL-modellen beskriver något olika fenomen, vilket innebär att man ska vara försiktig med att dra för långtgående slutsatser om den ena modellen utifrån den andra modellen. Det finns dock anledning att fundera på om den teoretiska modellen behöver förändras någonting utifrån den empiri som framkommit i och med föreliggande experiment. Det behövs mer forskning för att undersöka den teoretiska modellens giltighet och där frågor i enkäter och objektiva data inriktas för att undersöka modellen.

Under tidigare experiment med LKS har det använts en störobservatör som hade till uppgift att studera hur tydligt störning/CNO indikerades i lägesbilden, samt hur resolut staben agerade på störningen. Denna observatör togs bort eftersom det ansågs bli för liten tillförlitlighet i bedömningarna att göra detta under spelets gång. Att i efterhand göra en sådan observation är möjligt, men det visade sig bli tidsödande, även om endast speciellt intressanta tidpunkter identifierade utifrån loggarna och analyserades. Det kan vara en idé att åter göra försök med realtidsbedömningar av om lägesbilden indikerar störning. Denna störobservatör behöver dock vara väl insatt i hur störningar bör indikeras och hur staben bör agera.

Observatörernas skattningar nyttjades för dessa experiment framför allt för att lättare hitta intressanta situationer för återuppspelning och analys (prestation). Det skulle vara intressant att vidare analysera dessa data för att hitta mönster i kommunikation och mellan ledningsförutsättningar. Den presenterade LISREL-modellen bygger på subjektiva bedömningar av stabens ledningsförmåga. Nästa steg är att undersöka om dessa kausalsamband även kan ses i stabens faktiska agerande och kommunikation. Precis som för prestationsbedömning blir denna typ av analys mycket tidsödande om den görs manuellt. På försök har observatörsdata (ledningsobservatörer och

kommunikationsobservatörer) tillsammans med störningsskattningar och e-post matats in i ett forskningsverktyg (utvecklat vid Linköpings universitet) som kan hitta och representera mönster i en meddelandemängd (baserat på semantisk likhet). Ett första test med LKS-data i forskningsverktyget visade att det ser ut som det är möjligt att identifiera olika mönster i LKS meddelandemängd. Ett kommande arbete skulle kunna vara att genomföra analyser med hjälp av data från dessa försök. Det bör påpekas att denna analys endast är ett test för att undersöka alternativ till de analyser som hittills genomförts. Mer arbete måste göras för att vidare kunna använda detta verktyg.

Tiden för träning och utbildning var betydligt längre i experiment 9-10 än vad som varit fallet tidigare, vilket gav staben bättre möjlighet att sätta sig in i scenariot och LKS demonstratorn. Eftersom LKS är komplex så var detta ett nödvändigt steg för att förbättra möjligheterna att verkligen mäta ledningsförutsättningar på ett reliabelt sätt. Därmed är det också testat att LKS klarar hela spannet från avgränsade miniscenarier på enskild funktionalitet till komplexa scenarier med många enheter och som spelas under lång tid.

Prestationsbedömningen var objektiv med avseende på att händelser som gav poäng var tydliga, men prestationsmättet tog inte hänsyn till stabens kreativitet och proaktivitet. Anledningen till detta var att måtten baserades på hur staben upptäckte och agerade på de förberedda inspelen, men inte på vad man kan göra för att förhindra att händelser sker. Ett exempel är då en av staberna på förhand stängde av sina blue force tracking system (GPS-baserat system som visar position på egna styrkor). Detta innebar att staben inte påverkades av motståndarens GPS-störning, men inte heller kunde upptäcka att de utsatts för störning. Prestationsmättet för detta inspel baserades på att staben upptäckte, rapporterade och agerade utifrån störningen, men eftersom de varit proaktiva så skulle de enligt måttet få noll poäng trots att de löste uppgiften. Bedömning av oväntat, proaktivt agerande kan genomföras manuellt (och gjordes så i de liknande situationer som uppstod under experiment 9 och 10), men är mycket svårt att göra i en automatisk bedömning. För att en prestationsbedömning ska bli helt rättvis behöver den alltså vara lika flexibel och dynamisk som spelet och ta hänsyn till stabens oförutsedda agerande. En sådan prestationsbedömning blir då istället på bekostnad av objektiviteten och möjligheten att automatisera bedömningen. För ett experimentellt syfte kan det vara värt att göra det omfattande manuella arbetet, men är syftet träning så är troligtvis de fördelar som ett automatiserat mått ger i form av snabb och relativt rättvisande återkoppling till staben tillräcklig. En lösning är att ett automatiserat mått tillsammans med en bedömare skattar prestationen.

Det är idag ett omfattande och tidskrävande detektivarbete för att få ut prestationspoängen eftersom informationen för detta finns på ett flertal olika ställen såsom e-post, systemloggar, observatörsloggar, skärmdumpar av lägesbilder och i videofilmer. Med hjälp av FREX underlättades arbetet eftersom de olika källorna därmed kunde spelas upp synkroniserat. Att kunna automatisera prestationsbedömningen så att resultatet direkt kan presenteras efter genomfört försök/träning, eller t.o.m. dynamiskt uppdaterade data under spelets gång skulle ge stora tidsbesparingar. För att nå dit krävs dock ett omfattande arbete i både metod och teknik, som troligtvis kräver mer resurser

än vad som kommer att finnas tillgängliga inom ramen för det kommande transferprogrammet.

Ett automatiskt mått kan endast ge poäng för sådant som rapporteras in i systemet. En viktig fråga är hur denna inmatning skall ske för att den ska kunna tolkas av systemet. Idag skriver staben sina lägesbildstaggat i form av fritext vilket är problematiskt om man ska ge prestationspoäng automatiskt. En annan fråga är huruvida det går att generalisera ett prestationsmått så att det blir oberoende av vilka inspel som genomförs och hur scenariot ser ut.

Idag kan ledningskrigföringen mätas exakt i tid, i och med att tidpunkterna för störning och CNO loggas. För att kunna mäta hur en viss typ av ledningskrigföring påverkar ledningsförmåga behöver även ledningsförmåga kunna ses löpande under spelet. Prestation kan redan idag mätas löpande, men det valdes bort under föreliggande experiment eftersom det med den manuella bedömningen hade blivit för tidsödande att även ta fram alla tiderna för när prestationen skulle räknas upp.

Experimenten visade att funktionaliteten i demonstratorn är tillräcklig. Däremot kommer ett arbete att behöva göras för att Försvarmakten med egen personal (efter utbildning) kan skapa spel och göra inmatningar under spel.

Deltagarna upplevde stundtals lägesbilden som plottrig och svåröverblickbar. Efter att ha använt lägesbilden någon dag och lärt sig tolka mycket av den information som fanns i den så tyckte man att den inte var så svårbegriplig och liknelser gjordes med stridsledningscentralers lägesbilder som även de var svårtolkade initialt. Lägespresentationen kommer alltid att kunna förbättras ytterligare och har kontinuerligt förbättrats under hela LKS utvecklingsperiod. Lägesbildspresentationen kommer att behöva ses över inför varje ny typ av nyttjande då nya typer av användare troligen har behov av att få informationen presenterad på ett för dem anpassat sätt.

Deltagarna gav mycket positiv respons avseende utformningen av experimenten. De upplevde att det hade varit positivt att spela under flera dagar, och att det var bra att ordentligt med tid lades på utbildningen. Scenario, ordrar och uppgifter upplevdes som realistiska och på rätt komplexitetsnivå.

Det är en stor skillnad mellan att genomföra experiment med många observatörer till att Försvarmakten själva använder LKS som planeringsstöd eller och utbildning och träning. Upplägget behöver förenklas och personalresursåtgången minskas. Vi tror att det kommer att finnas ett behov av att demonstratorn kan ge någon form av återkoppling på arbetssätt och konsekvenser av stabens handlande. Överväganden måste göras avseende stabens storlek, observatörer, krav på utbildningsnivå (telekrig, CNO och kunskaper om LKS-verktyget), inmatning av data i systemet, valda mått för snabb analys, presentation av prestation, simulerad tid (hur mycket snabbare ska klockan gå i spelet?) och utformning av scenario. Det krävs en del arbete för att metoden skall anpassas till Försvarmaktens syften i nästa fas. Denna rapport (tillsammans med tidigare rapporter i LKS) ger en bra grund för det fortsatta arbetet och implementeringen via transferprogrammet.

6 Slutsatser

Förutsättningarna för ledning täcker på ett bra sätt in begreppet ledningsförmåga och LISREL-modellen påvisar orsakssambandet mellan dem och hur de kan grupperas. Faktorerna målbild, gruppsamarbete, situationsförståelse och beslutsfattande och sambandet mellan dem är en utgångspunkt för fortsatt forskning om ledningsförmåga. Detta är ett komplext område där vi kommit en bit på vägen med att identifiera de ingående komponenterna och hur de kan mätas. LKS experiment 9 och 10 har därmed inneburit ett stort steg framåt för analys av ledningsförmåga. För att gå ytterligare ett steg längre och mer direkt knyta ledningsförmåga mot ledningskrigföring behöver de subjektiva skattningarna av ledningsförmåga kompletteras med fler objektiva mått. Dessutom behöver mätningarna göras mer detaljerat avseende tid så att det går att jämföra ledningsförmåga och ledningskrigföring för en viss tidpunkt.

Spridningen mellan observatörer avseende bedömningen av förutsättningar för ledning indikerar att dessa behöver ses över och förtydligas. Troligtvis är inte alla förutsättningar lämpliga att bedömas av observatörer.

Viktigt under det kommande transferprojektet är att utreda om och hur behovet ser ut avseende återkoppling från demonstratorn under samt efter spelet. Finns detta behov så behöver ytterligare ansträngningar göras för att automatisera delar av resultatpresentationen. Experimenten visar att LKS-funktionaliteten i stort är tillräcklig under de förutsättningar LKS använts men om LKS ska användas som ett skarpt planeringsstödverktyg så kommer det sannolikt att generera nya krav från användarna och därmed även på funktionaliteten. Användaraspekterna kommer att få stor betydelse i kommande fas av LKS där man bland annat enkelt vill kunna sätta upp och modifiera spel, samt göra inmatningar i demonstratorn under spel.

7 Referenser

- 1 Berggren, P., Hammervik, M., Klum, P., Eriksson, L., Castor, M., Lif, P., Andersson H., Tydén, L. (2009) *Användartest LKS nr 6 och 7*. FOI-R--2583--SE
- 2 Tydén, L., Brännström, P., Andersson, H., Lundstedt, C., Hammervik, M., Klum, P., Härje, T., Hammarqvist, R., Hilding, L., Mörnstedt, F. (2009). *Användarhandledning LKS Teknik och Metoder*. FOI-R--2842--SE.
- 3 Hammervik M., Klum P., Lif P., Johansson B., Castor M., Tydén L. (2009) *Slutrapport LKS. Metodutveckling*. FOI-R--2843--SE
- 4 *Förstudie av demonstrator ledningskrigföringssimulator*. (2004). UO FoT 21 830:67376/2003
- 5 Klein, G. Arasanu, J., Calderwood, R. and Zsombok, C. (1993). *Decision Making in Action: Models and methods*. New Jersey: Ablex Publishing Corporation Norwood.
- 6 Rasmussen, J., Brehmer, B., and Leplat, J. (Eds.) (1991). *Distributed Decision Making Cognitive models for cooperative work*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- 7 Endsley M., Bolte B., Jones D. G. (2003), *Designing for situation awareness. An approach to user-centered design*. New York: Taylor & Francis.
- 8 Matthews, M.D., Pleban, R.J., Endsley, M.R., & Strater, L.G. (2000) Measures of infantry situation awareness for a virtual MOUT environment. In *Proceedings of the Human Performance, Situation Awareness and Automation: User-Centered Design for the New Millennium*. Savannah, GA: SA Technologies Inc.
- 9 Bolstad, C.A. & Endsley, M.R. (2000). Shared displays and team performance. *Human Performance, Situation Awareness & Automation Conference*. Savannah, GA
- 10 Endsley, M.R. (2004). Human Factors Issues In Synthetic Vision Displays: Government, Academic, Military, and Industry Perspectives. *Proceedings of the Human factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting*
- 11 Riley, J.M., Kaber, D.B., & Draper, J.V. (2004). Situation awareness and attention allocation measures for quantifying telepresence experiences in teleoperation. *Human Factors & Ergonomics in Manufacturing, Vol. 14 (1)*. Pp 51-67, Wiley InterScience Wiley InterScience
- 12 Lim, K. H., O'Connor, M. J., & Remus, W. E (2005). The impact of presentation media on decision making: does multimedia improve the effectiveness of feedback? *Information and Management archive, Vol 42 (2)*. Pp 305 - 316. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- 13 Atkins, P.W.B., Wood, R.E., Rutgers, P.J. (2002), "The effects of feedback format on dynamic decision making", *Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 88 (2)*. Pp.587-604.

-
- 14 Brehmer, B (1989). Feedback Delays and Control in Complex Dynamic System, Computer-based management of Complex Systems. *Proceedings of the 1989 International conferens of the System Synamic Society*, 99. 189-196.
 - 15 Brehmer, B. (1992). Dynamic Decision Making: Human Control of Complex Systems. *Acta Psychologica*, 81. Pp. 211-241.
 - 16 Höglund, F., Berggren, P., Nählinder, S. (2009). Using shared priorities to measure shared situation awareness. FOI-R--2791--SE. Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
 - 17 Svensson, J. and Andersson J. (2006). Speech acts, communication problems, and fighter pilot team performance. *Ergonomics*, Vol. 49(12 & 13). Pp. 1226-1237. Taylor & Francis.
 - 18 Cheah, M., Thunholm, P., Chew, L. P., Wikberg, P., Andersson, J. & Danielsson, T. (2005). C2 Team Collaboration Experiment - A Joint Research by Sweden and Singapore on Teams in a CPoF environment. *Proceedings to 10th International Command and Control Research and Technology Symposium: The Future of Command and Control*, June 13-16, McLean, VA. Command and Control Research Program (CCRP). Washington, D.C.
 - 19 Janis A. Cannon-Bowers, J., & Salas, E. (1998). Team Performance and Training in Complex Environments: Recent Findings from Applied Research. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 7(3). Pp. 83-87. Blackwell Publishing on behalf of Association for Psychological Science.
 - 20 Beaubien, J., Baker, D. and Holtzman, M.A. (2003). How Military Research can improve team training effectiveness in other high-risk industries. *In proceedings of the 45th annual conference of the International Military Testing Association*.
 - 21 Brannick, M., T., Salas, E., & Prince, C. (Eds.). (1997). *Team Performance Assessment and Measurement: Theory, Methods, and Applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 - 22 Andersson, J., Malm, M., & Thurén, J. (2003). Systemtilltro. FOI Rapport FOI-R--1121--SE. Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
 - 23 Lee, D. J., & See, K. A. (2004). Trust in automation: designing for appropriate reliance. *Human Factors*, 46(1). Pp 50-80.
 - 24 Försvarsmakten (2008). *Försvarsmaktens Handbok Informationsoperationer*. M7739-352014.
 - 25 Pett, M. A., Lackey, N. R., & Sullivan, J. J. (2003). *Making sense of factor analysis - The use of factor analysis for instrument development in health care research*. London: SAGE.
 - 26 Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis*. London: Prentice Hall.
 - 27 Davison, M., & Sireci, S. (2000). Multidimensional Scaling. I Tinsley, H., & Brown, S. (Eds.) *Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling*. San Diego: Academic Press

-
- 28 Young, F. (1985). Multidimensional Scaling. I Kotz-Johnson (Ed.) *Encyclopedia of Statistical Sciences*. Volume 5 John Wiley & Sons. Tillgänglig på internet (2010-02-25) <http://forrest.psych.unc.edu/teaching/p208a/mds/mds.html>
 - 29 Jöreskog, K., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Chicago: Scientific software international.
 - 30 Diamantopoulos, A., & Siguaw, J. A. (2000). *Introducing LISREL*. London: Sage.