



Behov relaterade till infrastrukturer för ledningsforskning

En jämförelse mellan behov identifierade i en svensk kontext
och i internationella vetenskapliga publikationer

CHARLOTTE STENIUS, BJÖRN J E JOHANSSON,
PETER SVENMARCK, OVE JANSSON & ANNA PESTREA

Charlotte Stenius, Björn J E Johansson, Peter
Svenmarck, Ove Jansson & Anna Pestrea

Behov relaterade till infrastrukturer för ledningsforskning

En jämförelse mellan behov identifierade i en svensk kontext
och i internationella vetenskapliga publikationer

Titel	Behov relaterade till infrastrukturer för ledningsforskning– En jämförelse mellan behov identifierade i en svensk kontext och i internationella vetenskapliga publikationer
Title	Requirements connected to an infrastructure for Command and Control Research – A comparison between a Swedish context and international publications
Rapportnr/Report no	FOI-R--5080--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2020
Antal sidor/Pages	23
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	Ledningsteknologi
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E72899
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Ledningssystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Denna rapport redovisar resultat från ett pågående arbete med att identifiera behov och ge rekommendationer för utformning av infrastruktur som stödjer vetenskapliga studier inom ledningsområdet. Med *infrastruktur* avses i denna rapport personal, processer, lokaler, tekniska system, mjukvaror och annat som stödjer ledningsforskning. Denna rapport jämför nationella behov kopplade till infrastrukturer för ledningsforskning identifierade av FOI med internationella vetenskapliga studier som har publicerats det senaste årtiondet.

Resultaten redovisar likheter respektive skillnader mellan de identifierade behoven. Likheterna påvisar generella behov som är aktuella för flertal studier inom ledningsforskning, medan skillnaderna belyser behov som är mer specifika för ledningsforskning vid FOI, huvudsakligen gällande termer för stödfunktioner snarare än direkta forskningsredskap. Analysen visar att endast fem av tio av FOI identifierade behov återfinns i litteraturen. Dessa fem är: flexibel fysisk utformning och IT-arkitektur, metodstöd, teknikbehov, interoperabilitet samt träning, övning och utvärdering. Övriga behov som inte återfinns i litteraturen är samordningsansvar, ekonomisk modell, sekretess, intern samverkan och extern kommunikation.

Nyckelord: ledning, ledningskoncept, ledningsstudier, infrastruktur, litteraturöversikt

Summary

This report is part of ongoing work to identify needs and provide recommendations on the design of an infrastructure that supports studies within the field of command and control (C2) science. In this report, *infrastructure* refers to staff, processes, premises and technical systems that support C2 research. This report presents a study that compares identified needs on a national level with needs identified from international scientific publications from the previous decade.

There are similarities and differences between identified needs. The similarities concerned general needs that are observed in many C2 studies, whereas the differences mainly concerned needs specific to C2 research at FOI, such as the terminology regarding support functions rather than actual research tools. The analysis demonstrated that only five of the ten needs identified by FOI were found in the literature: flexible physical design and IT-architecture, methodology support, technical needs and interoperability, as well as training, exercises and evaluation. The needs not found in the literature were coordination responsibility, financial model, confidentiality, internal collaboration and external communication.

Keywords: command and control, command and control concept, command and control studies, infrastructure, literature review

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Rapportens syfte.....	7
1.2	Disposition	8
2	Bakgrund.....	9
2.1	Forskning om ledning ur ett svenskt perspektiv	9
2.2	Ledningsområdets drivkrafter och utmaningar	10
2.3	Relation till tidigare studie.....	11
3	Metod.....	13
3.1	Litteratursökning	13
3.2	Litteratururval	13
3.3	Analys av identifierad litteratur	14
4	Analys av interna behov i relation till internationella forskningspublikationer	15
4.1	Generella behov	15
4.1.1	Flexibel fysisk utformning.....	15
4.1.2	Metodstöd	16
4.1.3	Teknikbehov.....	16
4.1.4	Interoperabilitet	17
4.1.5	Träning, övning och utvärdering	17
4.2	Specifika behov för FOI	18
4.2.1	Samordningsansvar	19
4.2.2	Ekonomisk modell.....	19
4.2.3	Sekretess	19
4.2.4	Intern samverkan	19
4.2.5	Extern kommunikation	19
5	Slutsatser och fortsatt arbete	20
	Referenser.....	21

1 Inledning

Försvarsmakten står inför nya utmaningar, både gällande nationellt försvar men också ur perspektivet av internationella insatser, återuppbyggnaden av totalförsvaret och hot inom växande arenor såsom cyberdomänen. Utöver dessa utmaningar är det sedan länge känt att teknikutvecklingen sker i högt tempo och att nya tekniker som är applicerbara inom ledningsområdet därmed ständigt blir tillgängliga. Under åren då tanken på nätverksbaserat försvar drevs hade Sverige som nation flera anläggningar till förfogande för att bedriva forskning om ledning och ledningssystem. Denna situation har förändrats efter en period med lägre intensitet när det gäller studier inom ledningsområdet. På senare år har ett förnyat intresse för ledning uppstått, dessvärre har fysiska resurser i termer av infrastrukturer gått förlorade eller lagts i träda. Vilket gör att det i dagsläget finns ett behov av att skapa infrastrukturer som kan stötta studier inom ledningsområdet. Med *infrastruktur* avses personal, processer, lokaler, tekniska system, mjukvaror och annat som stödjer studier.

För att en infrastruktur för ledningsforskning ska vara användbar ska den utformas så att den möter de utmaningarna som finns inom ledningsområdet, både ur ett teoretiskt perspektiv (vilka funktioner är relevanta att undersöka) och ur ett praktiskt perspektiv (på vilka sätt kan stöd utvecklas för att uppfylla dessa funktioner). Till detta kommer det faktum att ledning inte är ett område som i huvudsak drivs av forskning utan formas av hur ledning faktiskt bedrivs, av teknologi, nya krav på ledningsförmåga samt erfarenheter från övning och skarpa insatser. En infrastruktur för utveckling av ledningssystem måste kunna hantera den innovativa dimensionen av ledningsforskningen. Exempelvis måste infrastrukturen både stödja utvärdering av hur ny teknik interagerar med möjligheter för att bedriva ledning, likväl måste den stödja empirisk forskning som består i att genomföra studier och experiment där nya teorier inom området kan prövas.

Denna rapport redovisar en fortsättning på en studie som genomfördes under 2019 med syfte att utreda vilka behov som finns av en infrastruktur som kan användas till nuvarande och framtida ledningsforskning (Stenius, Svenmarck, Jansson, Nilsson & Johansson, 2019). Några exempel på identifierade behov är en utpekad ansvarig person, flexibel fysisk utformning och IT-arkitektur, en hållbar ekonomisk modell, tillgänglig metod- och teknikkompetens samt behov av integrerade skarpa system som kan samspela med andra myndigheter. Rekommendationer utifrån dessa behov var exempelvis att tillsätta personal som stödjer användning av infrastrukturen, erbjuda metodstöd för utformning av studier samt skapa flexibilitet i infrastrukturen. Under 2020 har en litteraturstudie med fokus på internationell forskning genomförts i syfte att få en överblick av vilken ledningsforskning som har bedrivits av andra nationer och forskargrupper, samt vilka metoder och domäner som står i fokus för dessa studier (Svenmarck, Stenius, Jansson, Johansson & Bengtsson, 2020).

1.1 Rapportens syfte

Syftet med denna rapport är att identifiera behov kopplade till infrastrukturer för ledningsforskning. En jämförelse görs mellan de behov som identifierats i den tidigare studien vid FOI (Stenius m.fl., 2019) och identifierade behov i internationellt publicerad forskning. Detta genom en litteraturoversikt av ledningsforskning som publicerats det senaste decenniet. Rapporten besvarar följande frågeställningar:

- Vilka behov för en infrastruktur inom ledningsforskning som identifierats på FOI av representanter för forskningsområden inom ledning, kan återfinnas i internationell publicerad forskning?
- Vilka behov är specifika för ledningsforskning på FOI?

1.2 Disposition

Kapitel 2 ger en bakgrund till behovet av en infrastruktur för ledningsforskning samt tidigare studier knutna till projektet.

Kapitel 3 beskriver litteraturoversikten och tillvägagångssätt för analysen.

Kapitel 4 jämför behoven för utformning av en infrastruktur enligt representanter för forskningsområden inom ledning på FOI med internationell forskning. Likheterna belyser generella behov som är aktuella för många studier inom ledningsforskning, medan skillnaderna belyser behov som är mer specifika för ledningsforskning på FOI.

Kapitel 5 beskriver slutsatser och rekommendationer om framtida studier.

2 Bakgrund

Ledning, ur praktisk synvinkel, är ett mångfacetterat område som omfattar processer, organisation och tekniska stödsystem. Oavsett vilken definition av ledning som används som utgångspunkt tycks den minsta gemensamma nämnaren för all ledning vara att den syftar till att *ordna händelser i tid och rum för att uppnå specifika mål*. Detta kräver att mål definieras, att planer skapas för hur målet eller målen ska uppnås och att dessa kan omsättas i handling. Hur detta görs beror till stor del på hur de som är ansvariga är organiserade, vilka processer de jobbar utifrån, vilka typer av tekniska stöd de har för planering, kommunikation samt vilka resurser de har till förfogande för genomförande. Ledning definieras av Försvarsmakten som aktiviteten ”... att inrikta och samordna tillgängliga resurser så att de åstadkommer de effekter som krävs för att lösa tilldelat uppdrag eller uppgift” (Försvarsmakten, 2016).

Forskning om ledning är ett tvärvetenskapligt område i den bemärkelsen att ledning (aktiviteten), ledningssystem (det socio-tekniska systemet som bedriver ledning) och ledningsstödsystem (de tekniska system som används) berör en mängd discipliner som psykologi, kommunikationsvetenskap, datalogi, informationsvetenskap och ingenjörsvetenskap. En utmaning för ledningsforskning är att det vanligen inte finns som ett forsknings- eller utbildningsämne vid universitet och högskolor. Sverige är, i detta avseende, nästan unikt genom att ledningsforskning bedrivs i form av ett eget område, ledningsvetenskap, vid Försvarshögskolan. Internationellt bedrivs visserligen forskning på ledning, men inte som ett självständigt ämne utan som ett problemområde som då och då beaktas. Initiativ som *Command and Control Research Program* vid Department of Defense (USA) har därför fått stort genomslag, men saknar långsiktigheten som ett ämne förankrat till ett utbildningsämne får. Inom NATO finns ett antal funktioner (t.ex. NATO C2 Center of Excellence och NATO Allied Command Transformation) som har till uppgift att bevaka och driva frågor relaterade till framtida ledning, men dessa är inte forskningsinstitut i sig och bedriver inte heller utbildningsprogram. Trots detta bedrivs omfattande forskning som kan ses som ledningsforskning och det finns forskare som känner tillhörighet till området, vilket exempelvis kan observeras genom konferenser som *International Command and Control Research and Technology Symposium*¹.

2.1 Forskning om ledning ur ett svenskt perspektiv

Ur ett svenskt perspektiv är ledningsforskningen i form av ledningsvetenskap i hög grad en produkt av den forskning som bedrevs vid Försvarshögskolan under ledning av Berndt Brehmer under perioden 1997-2014. Brehmer bröt ner ledningsvetenskapen i tre huvudsakliga begrepp: leda, ledning och ledarskap (Brehmer, 2008). Att *leda* omfattar, enligt Brehmer, att fastställa vad som behöver göras. *Ledning* omfattar att kommunicera det som ska göras och *ledarskap* handlar om att kunna få det gjort. Enligt Brehmer (2008) är *Ledningssystem* artefakter skapade av människan, som syftar till att stötta olika aspekter av ledning. Försvarsmakten (2016) ser istället att ledningssystem omfattar doktrin, teknik, metoder, personal och organisation, vilket motsvarar ett socio-tekniskt perspektiv på system (Emery & Trist, 1960). Däremot motsvarar Försvarsmaktens (2016) definition av *ledningsstödsystem*, Brehmers definition av ledningssystem, men även det socio-tekniska ledningssystemet är skapat av människor och kan, ur vissa perspektiv, också ses som en artefakt.

Ledningsvetenskap syftar till att öka förståelsen för ledning för att vägleda design av både ledningsorganisationer och ledningsstödsystem (Brehmer, 2008). Brehmers ansats för

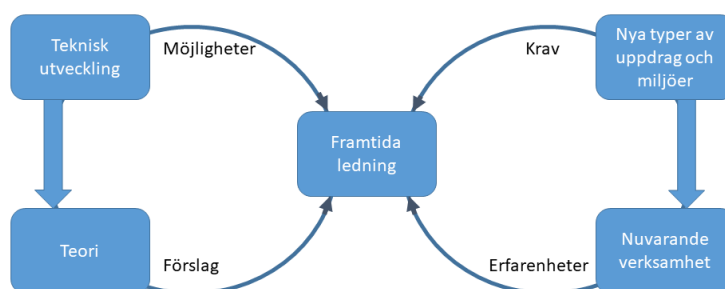
¹ International Command and Control Research and Technology Symposium är en årlig konferens som existerat sedan 1995. Konferensen organiseras av International command and control institute, en ideell organisation som syftar till att uppmuntra och stötta forskning och utbildning inom ledning.

förståelse av ledning har ett funktionellt perspektiv, det vill säga, ledningens syfte och mål (Brehmer, 2006). Enligt Brehmer måste den funktionella modellen av ledning vara vägledande för hur ledningssystemet utformas och hur ledningsstödsystemen designas. Han menar att tre nivåer räcker för en funktionell modell av ledning, nämligen Syfte, Funktion och Form. *Syfte* beskriver varför ledning behövs. *Funktion* beskriver vad som behövs för att uppfylla syftet med ledningen, som exempelvis situationsförståelse, planering och insamling av information. *Form*, slutligen, är i detta fall själva manifestationen av ledningssystemet ur ett socio-tekniskt perspektiv. Utifrån en funktionell modell av ledning blir utmaningen att omsätta de funktioner som kan identifieras i ledning till processer och tekniska system som syftar till att uppfylla funktionerna. I Brehmer (2008) nämns termen *designlogik*, inspirerad av Herbert Simon (1969) som omfattar både utformningen av ledningssystem och utvärdering av hur väl ledningssystemen uppfyller sitt syfte.

Ett område i vilket designlogik kan användas är för utformning av ledningsplatser. Hur en sådan ledningsplats ska utformas är en socio-teknisk utmaning i det att relationen mellan människors förmåga, organisation av arbetet, processer, fysiska lokaler, möblering och ledningsstödsystem måste beaktas som en helhet. Detta ger i sin tur upphov till en mängd delfrågor om utformning av specifika delsystem. Ledningsplatsens faktiska utformning beror inte bara på de grundläggande ledningsfunktioner som måste uppfyllas, utan styrs också i hög grad av tekniska möjligheter samt av erfarenheter och förväntningar hos de som är tänkta att kunna arbeta vid ledningsplatsen.

2.2 Ledningsområdets drivkrafter och utmaningar

Den övergripande frågeställningen i denna rapport, liksom föregående rapport (Stenius m.fl., 2019) antar ett metaperspektiv på ledningsvetenskap då det ställer sig frågan: hur kan vi skapa en infrastruktur som stöttar ledningsvetenskapliga frågeställningar? Denna frågeställning kräver att det utreds vilka de stora utmaningarna inom ledningsvetenskapen är, både ur ett teoretiskt (vilka funktioner är relevanta att undersöka) och ett praktiskt (på vilka sätt kan vi utveckla stöd för att uppfylla dessa funktioner). Området ledning drivs inte enbart av forskningsinitiativ. Snarare är de mest påtagliga krafterna en blandning av teknisk utveckling, nya krav på ledningsförmåga, teoribildning och erfarenheter från övningar och skarpa insatser. Det sker därmed en växelverkan mellan flera områden (Figur 1).



Figur 1. Drivkrafter för utveckling av ledning.

En infrastruktur som ska fungera som stöd för utveckling av ledningssystem måste kunna hantera den innovativa dimensionen av ledningsvetenskapen, dvs hur nya teknologier interagerar med möjligheter för att bedriva ledning och den empiriska delen som består i att genomföra studier och experiment inom vilken nya teorier inom området kan prövas. Detta påvisar ett område som omfattar många typer av studier i olika ämnen, från beteendevetenskap till ingenjörsmässiga problem från konceptuell nivå till en hög

detaljeringsgrad. För att kunna avgränsa problemet måste en bedömning göras av vilka typer av problem och utmaningar som en infrastruktur ska stödja.

2.3 Relation till tidigare studie

Under 2019 genomfördes ett arbete som utredde de behov som en infrastruktur för ledningsforskning behöver uppfylla enligt representanter för forskningsområden relaterat till ledning vid FOI. Totalt deltog 25 personer, som ansågs ha en stark anknytning till ledningsforskning, i en serie interna workshoppar. Resultatet från workshopparna analyserades genom en tematisk analys och rapporterades i Stenius m.fl. (2019), men återges i korthet nedan som kontext till den jämförande studie som presenteras i följande kapitel.

I de workshops som genomfördes under 2019 identifierade tio teman som reflekterar behov på en infrastruktur för ledningsforskning (Stenius m.fl., 2019). Dessa sammanfattas som följer:

1. **Samordningsansvar**
Temat handlar om att det finns behov av en person att vända sig till för att få hjälp. Personen har ansvar för infrastrukturen och ser till att den sköts. Denne kan också ge vägledning till lämpliga metoder eller personer som kan bistå med ytterligare hjälp med hur studier i infrastrukturen kan utformas. Det är viktigt att personen kan besvara frågor om möjligheter och begränsningar med infrastrukturen.
2. **Flexibel fysisk utformning och IT-arkitektur**
Temat handlar om behov av att enkelt kunna anpassa infrastrukturen efter ändamålet. Den ska kunna inrymma många personer och lokalen ska kunna delas upp i mindre avskilda ytor eller i fler rum.
3. **Ekonomisk modell**
Temat handlar om att infrastrukturen måste finansieras på ett hållbart sätt så att projekt med olika finansiella förutsättningar kan bedriva forskning på lika villkor.
4. **Sekretess**
Temat handlar om behov av att infrastrukturen ska kunna behandla sekretess för att möjliggöra exempelvis stora samverkansövningar, eller att externa aktörer ska kunna demonstrera eller diskutera känsligt material.
5. **Metodstöd**
Temat handlar om behov av metodstöd i tekniskt inriktade projekt. Kompetensen kan antingen vara knuten till infrastrukturen för att ge råd, eller så kan personen med samordningsansvar ge vägledning till rätt kompetens.
6. **Teknikbehov**
Temat handlar om de behov som finns av aktuella och uppdaterade verktyg för att möta de utmaningar som finns vid ledningsforskning. Behovet omfattar även skarpa system för att möjliggöra realism och tester mot verkliga händelser. En gemensam plattform för tvärvetenskapliga försök är också viktigt.
7. **Interoperabilitet**
Temat handlar om behov av att olika system behöver kunna interagera med varandra. Det vill säga att olika infrastrukturer bör kunna kopplas samman och att det finns ett samspel mellan systemen. Infrastrukturen kan även vara en plats för att kunna studera interoperabilitet mellan olika aktörer.
8. **Träning, övning och utvärdering**
Temat handlar om behov av en infrastruktur för att träna, öva och utvärdera olika ledningsansatser. Det finns även behov av att kunna ha distribuerade övningar med deltagare på olika platser och från olika aktörer.

9. **Intern samverkan**

Temat handlar om behov av samverkan mellan flera olika kompetenser för att uppnå bästa resultat. En infrastruktur kan vara den sammanlänkande punkten där kunskap delas och forskning utförs tillsammans.

10. **Extern kommunikation**

Temat handlar om behov av att kunna visa upp ledningsstödssystem för uppdragsgivare och att utveckla systemet tillsammans.

Utifrån denna studie går det att säga att behoven handlar om att tillsätta personal, skapa flexibla lokaler och att utforma en tydlig ekonomisk modell för att främja användandet av en infrastruktur för ledningsforskning.

3 Metod

Följande avsnitt presenterar den metod som användes för genomförande av litteraturoversikten och hur resultatet från litteraturoversikten sedan användes för att jämföra de tidigare identifierade behoven med internationellt publicerad forskning.

3.1 Litteratursökning

Litteratursökningen genomfördes i databasen Scopus och använde sig av konjunktioner mellan olika kategorier av sökord och disjunktioner inom varje kategori av sökord. Tabell 1 visar sökkategorierna med sökorden som användes. Engelska sökord användes då majoriteten av publicerad litteratur och vetenskapliga begrepp skrivs på engelska. Litteratursökningen begränsades till publikationer från och med 2010 för att fånga upp det nuvarande forskningsparadigmet och nuvarande riktning på forskningsfältet.

Litteratursökningen genererade 5 672 referenser, men på grund av tekniska hinder i Scopus var det endast möjligt att exportera 2 000 referenser åt gången. Två exporter genomfördes – en export där resultaten var sorterade på relevans (enligt Scopus) och en export sorterad på publiceringsdatum. De två dataseten slogs ihop och dubletter eliminerades, vilket resulterade i dataunderlag på 3 296 referenser.

Tabell 1. Sökord inom tillhörande sökkategori. Citattecken (") söker efter ordgrupper, asterisk (*) möjliggör alternativa ordändelser och frågetecken (?) symboliserar alternativa stavningar.

Domän	Forskningsområde	Forskningskontext	Forskningsmetod
Cyber	"Command* and Control"	Exercise	Study
"Crisis Management"	"Situation* Assessment"	Visuali?ation	Experiment
Ems	Resilience	"Multi-domain"	Subjects
Military	"Intelligence Analysis"	Training	Participants
Terror	Cooperation	Learning	
Cimic	C2	Simulation	
"Emergency Services"	"Decision* Making"	Teaching	
Police	AI		
Crisis	SA		
	Collaborative		
	"Situation* Awareness"		
	Defence		
	"Critical Thinking"		
	Collaboration		
	Interoperability		

3.2 Litteratururval

Litteratururvalet genomfördes i två faser. I den första fasen bearbetade tre personer en tredjedel vardera av de 3 296 publikationerna. Varje person graderade relevansen av publikationen baserat på rubrik, nyckelord och abstrakt på en skala från 0 till 3, där 0 motsvarade ingen relevans och 3 motsvarade hög relevans. Endast publikationer med relevans 2 eller högre inkluderades i nästa fas.

I den andra fasen graderade samma personer samtliga publikationer som valts ut i fas 1 baserat på rubrik, nyckelord och abstrakt på samma skala som i den första fasen. Endast publikationer med ett medelvärde för relevans 2 eller högre inkluderades i nästa steg. Detta resulterade i ett dataunderlag på 193 referenser.

3.3 Analys av identifierad litteratur

De tio behov som identifierats i Stenius m.fl. (2019) användes som utgångspunkt och data från litteraturöversikten användes för att undersöka om dessa behov återfinns internationellt samt hur de hanteras. Jämförelsen gjordes genom att använda sökord och synonymer kopplade till det identifierade behovet, vilket gjorde att behov kunde kopplas till utfallet från litteratursökningen. Förekomsten av studier som tar upp något av behoven, eller som presenterar lösningar till problem kopplade till behoven, ansågs vara en indikation på att behoven har betydelse för en infrastruktur för ledning.

4 Analys av interna behov i relation till internationella forskningspublikationer

Genom att jämföra behov för utformning av infrastruktur enligt representanter för forskningsområden inom ledning på FOI och internationell forskning från litteraturoversikten går det att identifiera likheter och skillnader. Likheterna belyser generella behov som är aktuella för många studier inom ledningsforskning, medan skillnaderna belyser behov som är mer specifika för ledningsforskning på FOI.

En analys visar att endast fem av tio teman av behov enligt representanter för forskningsområden inom ledning på FOI återfinns i den litteratur som identifierats i litteratursökningen. Dessa fem teman är (1) *flexibel fysisk utformning*, (2) *metodstöd*, (3) *teknikbehov*, (4) *interoperabilitet* samt (5) *träning, övning och utvärdering*. Övriga teman av behov som inte återfinns i litteraturen är *samordningsansvar*, *ekonomisk modell*, *sekretess*, *intern samverkan* och *extern kommunikation*. Nedan diskuteras dessa behov.

4.1 Generella behov

I följande avsnitt diskuteras de generella behov som identifierades av representanter för forskningsområden inom ledning på FOI och de behov som identifierats i litteraturen. Behoven är *flexibel fysisk utformning*, *metodstöd*, *teknikbehov interoperabilitet* samt *träning, övning och utvärdering*. Exempelen som belyser behoven för utformning av infrastruktur omfattar inte alla publikationer i litteraturoversikten, utan är enbart avsedda som illustration.

4.1.1 Flexibel fysisk utformning

Den internationellt publicerade forskningen visar hur ledningsforskning bedrivs på många olika nivåer inom olika domäner. Detta ställer krav på att antingen investera i flera olika specialiserade miljöer eller att investera i en generell (flexibel) miljö. I behovsanalysen (Stenius m.fl., 2019) identifierades ett behov för flexibel fysisk utformning av miljön samt av IT-arkitekturen. Detta för att infrastrukturen enkelt ska kunna anpassas utefter ändamålet eller uppdraget, och att den behöver vara tillräckligt stor för att kunna delas upp och åtskilja testdeltagarna från varandra vid större studier och övningar.

Enligt studier genomförda av Bacon, MacKinnon och Kananda (2017) samt av Machado, Regueira Costa och De Rezende (2015) är flexibilitet en positiv egenskap för ett fysiskt system eller IT-arkitektur. Bacon m.fl. (2017) beskrev systemet Pandora⁺ och föreslog för framtida arbete att öka systemets flexibilitet. Bacon m.fl. (2017) noterade även att datorbaserade träningsmiljöer under de senaste åren har blivit mer realistiska och ger en mer flexibel träning. I studien utförd av Machado m.fl. (2015) presenteras cybersimulatoren Cyber Operations Simulator (SIMOC), som används av den brasilianska armén för att träna cybersoldater. En av fördelarna som nämndes med SIMOC var flexibiliteten.

I en studie av Matthews, Reinerman-Jones, Teo, Burke och Scribner (2018) rekommenderas träningsscenarion för att effektivisera multinationella samarbeten mellan amerikanska soldater och utländska soldater. I dessa simulerade träningsscenarion ska soldaterna arbeta för att övervinna kulturella skillnader sinsemellan. Givet att träningsscenarier ska stödja multinationella operationer ställs höga krav på flexibilitet och interoperabilitet inom miljön för att fungera med aktörer av olika nationalitet.

House, Power och Alison (2014) noterar behovet av kognitiv flexibilitet, vilket ger behov av att de människor som genomför övningar behöver utsättas för olika scenarier. Detta ställer i sin tur krav på flexibilitet i träningsmiljön för att kunna omsätta många olika typer av scenarier.

4.1.2 Metodstöd

Utvärderingar av ledningsmetoder och ledningssystem med hjälp av en infrastruktur för ledningsforskning förutsätter kunskaper om metoder för behovsanalys, prestationsvärdering, datainsamling, datalagring, hantering av data och dataanalys. Arbetsgrupper som saknar dessa kunskaper behöver metodstöd från metodexperter eller rekommendationer från litteraturen.

Prestationsvärdering är en väsentlig del av all empirisk forskning och flera mått har utvecklats för enskilda individer, team och ledningslag. Återkommande frågor är hur beslutsfattande och objektiv prestation påverkas av bland annat situationsmedvetenhet och mental arbetsbelastning. Beroende på frågeställningen kompletteras dessa med mått för exempelvis intelligens, systemtänkande och kommunikationsstrukturer. Några exempel på använda mått är:

- *Mental arbetsbelastning*: NASA-TLX (Hart & Staveland, 1988; används av Saner, Bolstad, Gonzalez, & Cuevas, 2010).
- *Situationsmedvetenhet*: SART (Taylor, 1990; används av Rousseau, Tremblay, Banbury, Breton, & Guitouni, 2010), SAGAT (Endsley, 1995; används av Saner m.fl., 2010), QUASA (Edgar, Smith, Stone, Beetham, & Pritchard, 2000; används av Rousseau m.fl., 2010) och MARS (Matthews, Beal, & Pleban, 2002; används av Marusich m.fl., 2016).
- *Intelligens*: Raven's Advanced Progressive Matrices (Elg, 2005; används av Lafond m.fl., 2012).
- *Systemtänkande*: Systems thinking (Dörner, 1996; används av Lafond m.fl., 2012).
- *Beslutsstil*: General Decision Making Style Inventory (Thunholm, 2009; används av Lafond m.fl., 2012).
- *Beslutsfattande*: Critical Decision Method (Crandall, Klein, Klein, & Hoffman, 2006; används av Waring m.fl., 2020).
- *Kommunikationsstrukturer*: Organisatoriskt avstånd och kommunikationsfrekvens (används av Lafond m.fl., 2012).

Datainsamling görs exempelvis av presenterad information, mottagen information, delad information, beslut, åtgärder, deltagarnas skattningar för subjektiva mått samt frågeformulär om deltagarnas upplevelse av utvärderingen. Datalagring beskrivs sällan i litteraturen. Ett undantag är dock Lafond m.fl. (2012) som använder programvaran MORAE (TechSmith, 2020). Dataanalyser görs på både kvantitativa data (genom exempelvis medelvärdes och korrelationsanalyser) och kvalitativa data genom exempelvis tematisk analys (Braun & Clarke, 2006).

Den samlade bedömningen är att en infrastruktur för ledningsforskning måste stöttas med olika typer av expertis beroende på forskningens inriktning. Olika typer av värdering ställer också krav på andra typer av stöd som teknologi för insamling av data, mjukvaror för analys och lagring av data. Detta diskuteras mer utförligt i 4.2.1.

4.1.3 Teknikbehov

För en fungerande infrastruktur för ledningsforskning finns behov av en mängd verktyg och programvaror för att möta olika aspekter av utvärderingar. Då en vanlig ansats till att öva ledning är att genomföra spel och övningar finns behov av simulatorer och spelmotorer. Några exempel är simulatorer av dynamiska system (Lafond m.fl., 2012), spelmotorer för datorstödda ledningsövningar (Saner m.fl., 2010; Bert & Koen, 2013; Waring m.fl., 2020), simulatorer för anfall av högvärdiga mål (Marusich m.fl., 2016) och geografiska informationssystem (Jones m.fl., 2015).

För att stötta behov relaterade till övningar i realistiska miljöer uppstår behov av andra typer av system, som i huvudsak fungerar som stöd till forskare eller övningsledare, t.ex.

för att hantera inspel eller utvärdering. Exempelvis beskriver Pang, Hudas, Middleton, Le och Lewis (2015) Discrete Event Control (DEC) framework, en spelmotor för datorstött ledningsövning av militära ledningsstabers som hanterar beslutsprocesser, militära resurser, kommunikationsmöjligheter samt anpassningar under spelets gång. Bacon m.fl. (2017) beskriver Pandora+, en simulator som använder en kunskapsrepresentation av krishantering för att generera relationer mellan händelser och beslutspunkter. Simuleringen anpassas beroende på deltagarnas erfarenhet, ledarskapsstil, personlighet, självförtroende och stressnivå.

4.1.4 Interoperabilitet

Interoperabilitet handlar bland annat om att olika system behöver kommunicera och fungera tillsammans. Det finns behov av att infrastrukturen kan stödja samspelet mellan olika tekniska system, aktörer och även andra miljöer som kan ingå i studier inom ledningsforskning. En infrastruktur med hög interoperabilitet är en lösning på detta behov som gör det möjligt att pröva tekniska lösningar till befintliga skarpa system.

Som exempel på studier av behov rörande interoperabilitet visar t.ex. Duhamel m.fl. (2018) att krishantering kräver att en organisation ändrar sitt normala operationsläge. För att övningar eller simuleringar ska ge erfarenheter av detta förändrade läge behöver dock perifera aktörer, som inte tillhör den direkta målgruppen, inkluderas. Genom detta perspektiv spelar interoperabilitet en viktig roll för de flesta typer av simuleringar och är än viktigare för multidorområden. I ett samarbete mellan fem företag under en fransk försvarsmässa (EUROSATORY) genomfördes en demonstration som påvisade möjligheten att skapa realistiska ledningssimuleringar som omfattar flera organisationer samtidigt (Khimeche, m.fl. 2012).

Annan ledningsforskning visar att interoperabilitet även är ett viktigt område att ta hänsyn till vid multinationella händelser. Tidigare har det identifierats att personal från olika organisationer (i olika länder) har olika bakgrund, träning och språkförmåga. Enligt Tremblay m.fl. (2012) är detta ett problem som har identifierats inom både civila och militära organisationer och behöver utforskas. Problemet har även identifierats vid FOI (Stenius m.fl., 2019) och har också studerats av Matthews m.fl. (2018). I en artikel av Ramchurn m.fl. (2016) presenteras ett system, HAC-ER, som binder ihop människor och agenter i sociala relationer som förstärker deras individuella och gemensamma förmågor. HAC-ER utnyttjar crowdsourcing från flera olika källor (civila och organisationer) och maskininlärning för att uppnå situationsmedvetandet från flera olika källor. Denna information kan sedan nyttjas av mänskliga aktörer vid planering och utförande av uppgifter.

Det krävs en infrastruktur för att studera interoperabilitet som eget fenomen (dvs. vilken interoperabilitet som krävs för samverkan). Detta kan omfatta interoperabilitet mellan olika försvarsmakter i form av metoder och teknik eller för att studera utbyte av exempelvis sensordata (Stenius m.fl., 2019). Det finns också data som stödjer att sådant behov finns internationellt. Exempelvis visar Marsella och Marzoli (2016) att beslutsstödsystem som ska användas av organisationer som hanterar större kriser behöver hantera data som genereras eller kommuniceras genom många olika källor. Bristen på interoperabilitet mellan system är ett återkommande problem vid utbyte av data.

4.1.5 Träning, övning och utvärdering

Träning, övning och utvärdering syftar till behov av en infrastruktur för att träna, öva och utvärdera ledningsförmåga. Krishantering kräver att en organisation ändrar sitt normala operationsläge och erfarenheter för att hantera detta förändrade läge kan fås från övningar eller simuleringar (Duhamel m.fl., 2018). Simuleringar för att bygga upp krishanterings- erfarenhet behöver ta hänsyn till både primära och sekundär aktörer (Khimeche m.fl., 2012). Kristiansen, Johansen och Carlström (2019) beskriver hur gemensamma övningar för räddningstjänst, polis och ambulans stärker gruppens förmåga att hantera extraordinära

situationer. Gemensamma övningar förbättrar kommunikation och samverkan både inom och mellan de olika grupperna. Grupperna anser själva att det ”samarbetsvilliga klimatet” har ökat, dels på grund av övningar och dels på grund av relationer med varandra har byggts upp. Magnussen, Carlstrom, Sorensen, Torgersen, Hagenes och Kristiansen (2018) beskriver liknande resultat för hur gemensamma övningar förbättrar samarbetet mellan privata organisationer, allmänna organisationer och volontärorganisationer. Gemensamma övningar ger en dominoeffekt som förbättrar samarbetet även i verkliga krisscenarion.

Ett centralt behov hos en infrastruktur för ledningsforskning är ur detta perspektiv att möjliggöra utvärderingar av samverkansövningar och andra civila övningar. Dessa utvärderingar underlättas av tillgång till de civila ledningsstödssystem som används idag. Utvärdering av övning och träning kan även kombineras med nya former av simuleringsverktyg, som Virtual Reality (VR), om de integreras med befintliga system (Stenius m.fl., 2019). Sharma m.fl. (2017) beskriver ett exempel på hur ett VR-verktyg kan användas för att skapa multipla scenarier och evakueringsövningar för att öva beredskap.

Behov av att kunna träna realtidsbeslutsfattande under stress har identifierats i den genomförda litteraturöversikten. Enligt Bacon m.fl. (2017) är krishantering en av de mest komplexa situationerna och kräver beslutsfattande under extrem press. Träning som ges till de som genomför strategisk planering saknar oftast den nivå av stress som kan förväntas vid en verklig situation - trots att denna typ av stress är känd för att påverka beslutsfattande. Därför finns det behov av beslutsfattandeträning som kan inkludera denna dimension.

En infrastruktur för ledningsforskning bör också kunna användas för att studera multidomänhändelser som blandar olika typer av angrepp eller olyckor, exempelvis cyberangrepp med militära angrepp (Stenius m.fl., 2019). Ett problem med övningar är att de ofta kräver stora mängder resurser och därför sällan genomförs, trots behovet av övning. Kwok, Yan, Chan och Lau (2019) presenterar förslag på hur olika typer av teknologier, exempelvis VR, smartphones och vanliga datorer, kan kopplas ihop för att skapa ett virtuellt kollaborativt simuleringsystem med förmågan att återskapa stora multiaktörers incidenter som annars skulle kostat för mycket att genomföra. Flack (2019) beskriver hur The United States Air Force (USAF) aktivt investerar inom träning kopplad till multidomän-operationer för att militära organisationer effektivt ska kunna anpassa sig till nya hot inom multipla domäner. Detta ställer krav på nya typer av informationssystem och för att förstärka samarbete föreslås därmed The Multi-Domain Operations Hub. Detta är en ny typ av miljö som möjliggör kunskapsinsamling, kunskapsutbyte samt skapande och samarbete kring innovation inom olika domäner.

Morton, Leblanc och Bernier (2012) skriver att cyberoperationer förväntas bli viktigare i framtiden, och således kommer vikten av träning inom dessa områden också att öka. Även om det inte alltid är möjligt att simulera själva attackerna är det viktigt att simulera effekten av attackerna. Även inom cyberoperationer lyfts behovet av stöd för VR fram. Michel, Helmick och Mayron (2011) föreslår användning av virtuella världar för att öka situationsmedvetenhet. Deras tanke är att virtuella världar ger tillgång till ett visualiseringskoncept där användare kan samarbeta om identifiering och isolering av systemsvagheter genom visualisering av exempelvis nätverkstrafik.

4.2 Specifika behov för FOI

Behov som representanter för forskningsområden inom ledning på FOI ser för utformning av en infrastruktur men som inte återfinns i litteraturen är *samordningsansvar*, *ekonomisk modell*, *sekretess*, *intern samverkan* och *extern kommunikation*. Det betyder inte nödvändigtvis att dessa behov är unika för FOI, utan att litteraturen inte nämner vissa behov eller att studier rörande dessa behov inte publiceras. Samtliga av dessa behov är också av en mer stödjande natur än direkta forskningsbehov, vilket kan vara ytterligare en anledning till att de inte tas upp i vetenskapliga publikationer. Avsnittet diskuterar behov

som inte återfinns i litteraturen inom ledningsforskning och ger exempel på andra forskningsområden som har motsvarande behov.

4.2.1 Samordningsansvar

Genom att en person har samordningsansvar kan projekt vända sig till den personen för att få hjälp med infrastrukturen och dess möjligheter. Brown och Sambamurthy (1998) beskriver hur en integrerande roll är en av flera möjliga koordineringsmekanismer för att stimulera kommunikation och samarbete inom organisationer. Litteraturen antyder att andra koordineringsmekanismer kan vara att skapa formella grupper och processer eller att skapa tillfällen för spontant utbyte av information. Det behöver inte heller nödvändigtvis vara en fysisk person som har samordningsansvar, utan även ett IT-system kan användas för samordning. Exempelvis beskriver Zhong, Alnusair, Sayger, Troxell och Yao (2019) ett system som stödjer samarbete mellan cybersäkerhetsanalytiker. Systemet består av en visuell karta som beskriver genomförda analyssteg och slutsatser, observationer av misstänkta aktiviteter samt hypoteser om vad informationen innebär. Systemet gör det lättare att se befintliga analysförslag, vem som arbetar med vad och att dela information om analysen. Detta exempel och lösningar stödjer påståendet att samordningsansvar är ett betydande behov för infrastrukturer.

4.2.2 Ekonomisk modell

En infrastruktur för ledningsforskning behöver finansieras på ett hållbart sätt. Studier inom ledningsforskning finansieras ofta med projektmedel, men hur dessa medel finansierar infrastrukturen framgår inte i litteraturen. I Stenius m.fl. (2019) föreslås att det måste finnas en eller flera ekonomiska modeller för en forskningsinfrastruktur. Lokaler ger upphov till kontinuerliga utgifter som hyra, underhåll osv. Teknisk utrustning måste vårdas, uppdateras och anpassas till nya behov. Det är troligt att det går att hitta studier av andra typer av infrastrukturer som skulle kunna vara tillämpliga även inom ledningsområdet.

4.2.3 Sekretess

Stenius m.fl. (2019) lyfter fram behov rörande hantering av sekretess vid studier av ledning. Dessa behov har dock inte kunnat identifieras i den studerade litteraturen. Om studier gällande sekretess existerar är de förmodligen inte publicerade av säkerhetsskäl. I litteraturstudien hittades ingen studie som beskriver utmaningar kring hur sekretess ska hanteras i en infrastruktur för ledningsforskning, vilket indikerar att sådana studier, om de existerar, inte publiceras offentligt.

4.2.4 Intern samverkan

Studier inom ledningsforskning är tvärvetenskapliga och involverar flera kompetensområden. Van Wijk, Jansen och Lyles (2008) beskriver hur kunskapsöverföring inom organisationer underlättas om kunskapen är lätt att förstå för utomstående, organisationen är stor med många kompetensområden och det finns ett starkt socialt kapital i form av strukturellt, relations- och kognitivt kapital. Ledningen kan påverka kunskapsöverföringen genom att uppmuntra starka och pålitliga relationer.

4.2.5 Extern kommunikation

Behovet belyser vikten av att marknadsföra infrastrukturen för att skapa ett intresse för användning och utveckling av denna. Detta är inte något som tas upp inom litteraturen.

5 Slutsatser och fortsatt arbete

Generellt är flera av de tidigare identifierade behoven inte unika för en svensk kontext, utan framkommer även i den internationellt publicerade forskningen. Generella behov som framkommer är att en infrastruktur för ledningsforskning:

- behöver inneha en flexibel design
- behöver erbjuda metodstöd för exempelvis behovsanalys och prestationsvärdering
- behöver inkludera teknik som exempelvis simulatorer och spelmotorer
- behöver stödja interoperabilitet mellan tekniska system, aktörer och andra miljöer
- behöver stödja träning, övning och utvärdering för exempelvis beslutsfattande, multidomän- händelser och samverkan vid extraordinära situationer.

Behov som identifierades tidigare (Stenius m.fl., 2019) och inte tydligt framkommer i den analyserade litteraturen är:

- samordningsansvar för att ge stöd till projekt om infrastrukturen och dess möjligheter
- ekonomisk modell för hållbar finansiering
- sekretess för konfidentiella data, system och studier
- intern samverkan för tvärvetenskaplig kompetensöverföring
- extern kommunikation för marknadsföring och utveckling av infrastrukturen.

Flera av dessa behov som till synes är specifika för en svensk kontext finns förmodligen även för infrastrukturer inom internationell ledningsforskning men dessa behov fanns inte att hitta i litteraturöversikten. Dessutom beskrivs motsvarande behov inom andra forskningsområden även om de inte nämns inom ledningsforskning. Exempelvis beskriver intraorganisatorisk forskning koordinationsmekanismer för samordning och kunskapsöverföring för samverkan. Givet att frågeställningar inom ledningsforskning ska kunna besvaras behövs en forskningsinfrastruktur som kan hantera design och utformning av tekniska system och organisatoriska koncept, både i syfte att utforska och utvärdera. Detta kommer att kräva att infrastrukturen har inslag av alla de punkter som beskrivs ovan.

För att identifiera fler behov som grund för utformning av infrastruktur som stödjer ledningsforskning kommer workshoppar genomföras med flera svenska aktörer inom ledning och Sveriges totalförsvaret. Dessa aktörers behov kommer sedan jämföras med behov som har identifierats internt vid FOI och i den internationella litteraturen. Detta ger ett underlag för att skapa rekommendationer avseende design av infrastruktur som krävs (och kommer att krävas) för att bedriva ledningsforskning i framtiden.

Referenser

- Bacon, L., MacKinnon, L., & Kananda, D. (2017). Supporting real-time decision-making under stress in an online training environment. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12(1), 52-61.
- Bert, B., & Koen, M. (2013). Impact of the distribution and enrichment of information on the management and coordination of a human-made fast-burning crisis. ISCRAM 2013 Conference *Proceedings of the International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, s. 89-93.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Brehmer, B. (2006). One loop to rule them all. *Proceedings of the 11th International command and control research and technology symposium*, 26-28 September, Cambridge, UK.
- Brehmer, B. (2008). Vad är ledningsvetenskap? *Kungliga Krigsvetenskapsakademiens handlingar och tidskrift*, 1-2008, 43-72.
- Brown, C. V., & Sambamurthy, V. (1998). *Linking intra-organizational stakeholders: CIO perspectives on the use of coordination mechanisms*. CISR WP No. 304, Sloan WP No. 4038. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Crandall, B., Klein, G., Klein, G. A., & Hoffman, R. R. (2006). *Working minds: A practitioner's guide to cognitive task analysis*. Mit Press.
- Duhamel, P., Broheza, S., Delvosallea, C., Van Daeleb, A., & Vandestrateg, S. (2018). Developing a Crisis Management Exercise Training in Industrial Environment: From Needs Analysis to Exercise Facilitation. *CHEMICAL ENGINEERING*, 67.
- Dörner, D. (1996). *The logic of failure: Recognizing and avoiding error in complex situations*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Edgar, G. K., Smith, A. J., Stone, H. E., Beetham, D. L., & Pritchard, C. (2000). QUASA: Quantifying and analysing situational awareness. I *Imcd people in digitized command and control symposium, rmcs Shrivenham, UK*.
- Elg, F. (2005). Leveraging intelligence for high performance in complex dynamic systems requires balanced goals. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6, 63-72.
- Emery, F.E. & Trist, E.L. (1960). Socio-technical Systems. I C.W. Churchman och M. Verhulst (Red.) *Management Science, Models and Techniques*, vol 2, Pergamon, sid 83-97.
- Endsley, M. R. (1995). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*, 37(1), 65-84.
- Flack, N., & Reith, M. (2019, July). Self-Directed Learning Tools in USAF Multi-Domain Operations Education. In *European Conference on Cyber Warfare and Security* (pp. 752-757). Academic Conferences International Limited.
- Försvarsmakten (2016). Handbok NOMEN LED. FM2016-4705:4, Försvarsmakten, Stockholm.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. I *Advances in Psychology* (Vol. 52, s. 139-183). North-Holland.
- House A., Power N., & Alison L. (2013). A systematic review of the potential hurdles of interoperability to the emergency services in major incidents: Recommendations for solutions and alternatives. *Cognition, Technology and Work*. Mars, 14, 2013. Liverpool.

- Jones, D., Fischer, J. E., Rodden, T., Reece, S., Ramchurn, S. D., & Allen, S. (2015). Augmenting the bird table: developing technological support for disaster response. *Procedia Engineering*, *107*, 54-58.
- Khimeche, L., Ruiz, J., Gautreau, B., Desert, D., Langlais, B., Kamp, D., Gauthier, F. (2012). VULCAIN demonstration: An automated multi level training highlighting common use of BML, MSDL and HLA standards. Paper presented at the Fall Simulation Interoperability Workshop 2012, 2012 Fall SIW, 67-78.
- Kristiansen E., Johansen F.H., & Carlström E. (2018). When it matters most: Collaboration between first responders in incidents and exercises. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. July, 2018.
- Kwok, P. K., Yan, M., Chan, B. K., & Lau, H. Y. (2019). Crisis management training using discrete-event simulation and virtual reality techniques. *Computers & Industrial Engineering*, *135*, 711-722.
- Lafond, D., DuCharme, M. B., Gagnon, J. F., & Tremblay, S. (2012). Support requirements for cognitive readiness in complex operations. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, *6*(4), 393-426.
- Machado A.F.A., Regueira Costa F.A.C., & De Rezende J.L. (2015). Use of simulation to achieve better results in cyber military training. MILCOM 2015 - 2015 IEEE Military Communications Conference. Oktober, 26-28, 2015. Tampa, FL, USA.
- Magnussen L.I., Carlström E., Sørensen J.L., Torgersen G.-E., Hagenes E.F., & Kristiansen E. (2018). Learning and usefulness stemming from collaboration in a maritime crisis management exercise in Northern Norway. *Disaster Prevention and Management* *27*(1):129-140. Februari, 2018.
- Marsella, S., & Marzoli, M. (2016, October). Improving emergency management DSS through the CAP protocol: The case study of the Italian national fire service. In *2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)* (pp. 1-4). IEEE.
- Marusich, L. R., Bakdash, J. Z., Onal, E., Yu, M. S., Schaffer, J., O'Donovan, J., ... & Gonzalez, C. (2016). Effects of information availability on command-and-control decision making: performance, trust, and situation awareness. *Human factors*, *58*(2), 301-321.
- Matthews G., Reinerman-Jones L., Teo G., Burke S., & Scribner D. (2018). Nationalism, patriotism and multinational decision-making competence: Evidence from a situation judgment test. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*. July 2018.
- Matthews, M. D., Beal, S. A., & Pleban, R. J. (2002). *Situation awareness in a virtual environment: Description of a subjective assessment scale*. Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Michel, M. C. K., Helmick, N. P., & Mayron, L. M. (2011, February). Cognitive cyber situational awareness using virtual worlds. In *2011 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)* (pp. 179-182). IEEE.
- Morton, B., Leblanc, S., & Bernier, M. (2012). Simulation Approach for Military Cyber Operations. *The Institute Ecole Supérieure en Informatique Electronique et Automatique, Laval, France 5-6 July 2012 Edited by*, 180.
- Pang, C. K., Hudus, G. R., Middleton, M. B., Le, C. V., & Lewis, F. L. (2015). Discrete event command and control for network teams with multiple military missions. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, *12*(3), 241-255.

- Ramchurn, S. D., Huynh, T. D., Wu, F., Ikuno, Y., Flann, J., Moreau, L., ... & Reece, S. (2016). A disaster response system based on human-agent collectives. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 57, 661-708.
- Rousseau, R., Tremblay, S., Banbury, S., Breton, R., & Guitouni, A. (2010). The role of metacognition in the relationship between objective and subjective measures of situation awareness. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 11(1-2), 119-130.
- Saner, L. D., Bolstad, C. A., Gonzalez, C., & Cuevas, H. M. (2010). Predicting shared situation awareness in teams: a case of differential SA requirements. I *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (Vol. 54, No. 4, s. 314-318). Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Sharma, S., Devreaux, P., Scribner, D., Grynovicki, J., & Grazaitis, P. (2017). Megacity: A Collaborative Virtual Reality Environment for Emergency Response, Training, and Decision Making. *Electronic Imaging*, 2017(1), 70-77.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge, MA.
- Stenius, C., Svenmarck, P., Jansson, O., Nilsson, S., & Johansson, B.JE. (2019). Analys av behov för ledningsforskning – Tekniska, personella och ekonomiska förutsättningar. FOI-R--4850--SE, Stockholm: Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Svenmarck, P., Stenius, C., Jansson, O., Johansson, B.JE., & Bengtsson, K. (2020). Emerging needs for C2 research capability – a literature review. In proceedings of 25th International Command and Control Research and Technology Symposium. November 2-5, 2020. Southampton, UK.
- Taylor, R.M. (1990). Situational awareness rating technique (SART): The development of a tool for aircrew systems design. *Situational awareness in aerospace operations*. AGARD-CP-478. Neuilly-sur-Seine, France: NATO-AGARD, 3/1–3/17.
- TechSmith (2020). Morae. <https://www.techsmith.com/>
- Thunholm, P. (2009). Military leaders and followers: Do they have different decision styles? *Scandinavian Journal of Psychology*, 50, 317–324.
- Tremblay, S., Berggren, P., Holmberg, M., Granlund, R., Jobidon, M. E., & Turner, P. (2012, April). A multiteam international simulation of joint operations in crisis response. In *ISCRAM*.
- Waring, S., Alison, L., Shortland, N., & Humann, M. (2020). The role of information sharing on decision delay during multiteam disaster response. *Cognition, Technology & Work*, 22(2), 263-279.
- Van Wijk, R., Jansen, J. J., & Lyles, M. A. (2008). Inter- and intra-organizational knowledge transfer: a meta-analytic review and assessment of its antecedents and consequences. *Journal of management studies*, 45(4), 830-853.
- Zhong C., Alnusair A., Sayger B., Troxell A., & Yao J. (2019) AOH-Map: A Mind Mapping System for Supporting Collaborative Cyber Security Analysis. 2019 IEEE Conference on Cognitive and Computational Aspects of Situation Management (CogSIMA). April, 8-11, 2019. Las Vegas, NV, USA.

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



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se