



Kartläggning av metoder för värdering av ledningssystem

En litteraturstudie

CHARLOTTE STENIUS, PER-ANDERS OSKARSSON
& ALEXANDER MELBI

Charlotte Stenius, Per-Anders Oskarsson &
Alexander Melbi

Kartläggning av metoder för värdering av ledningssystem

En litteraturstudie

Titel	Kartläggning av metoder för värdering av ledningssystem – En litteraturstudie
Title	Methods for assessment of C2 – a literature study
Rapportnr/Report no	FOI-R--5345--SE
Månad/Month	december
Utgivningsår/Year	2022
Antal sidor/Pages	46
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Ledningsteknologi
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E716561
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

Värdering av ledningssystem är ett svårdefinierat och tidskrävande arbete. För att värdera ledningssystem behövs en eller flera värderingsmetoder nyttjas. En litteraturstudie genomfördes med syftet att kartlägga metoder för värdering av ledningssystem beskrivna i vetenskaplig litteratur. I studien identifierades 63 metoder som bedömdes som användbara vid värdering av ledningssystem. Metoderna kategoriserades i följande 14 fokusområden: arbetsbelastning, beslutsstöd, gränssnitt, mänskliga misstag, kommunikation, prestation, resiliens, riskanalys, samarbete, sensemaking, situationsmedvetande, teamets situationsmedvetande, teamarbete och metoder med flera fokus. Resultatet av studien kan nyttjas som en grund för att genomföra värderingar av ledningssystem. Detta genom att beskriva vilka metoder som kan nyttjas för att värdera olika aspekter av ledningssystemet. Fortsatt arbete kommer att innefatta ytterligare kartläggning och utformning av metodik för värdering av ledningssystem.

Nyckelord: ledningssystem, ledningsstödsystem, värderingsmetoder, värdering, litteraturstudie

Summary

Assessment of command and control (C2) systems is a task that is both time-consuming and difficult to define. For assessment of C2 systems, one or several assessment methods are needed. A literature review was performed, with the objective of mapping scientifically described methods for assessment of C2 systems. In the literature review, 63 assessment methods considered usable for assessment of C2 systems were identified. The methods were categorized in the following 14 different focus areas: workload, decision support, interface, human error, communication, performance, resilience, risk analysis, collaboration, sensemaking, situation awareness, team situation awareness, team work, and methods with more than one focus. The results of the review can be used as a foundation for assessment of C2 systems. For example by descriptions of methods that can be used for assessment of different aspects. Further work will include further mapping and design of a methodology for assessment of C2 systems.

Keywords: command and control systems, C2 systems, command and control support systems, assessment methods, assessment, literature study

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
2	Metod.....	7
2.1	Litteratursökning	7
2.2	Granskning av sammanfattningar.....	8
2.3	Granskning av fulltext	9
2.4	Analys	9
3	Resultat	11
3.1	Arbetsbelastning	12
3.2	Beslutsstöd	14
3.3	Gränssnitt.....	15
3.4	Mänskliga misstag	17
3.5	Kommunikation	17
3.6	Prestation.....	19
3.7	Resiliens	23
3.8	Risikanalys.....	24
3.9	Samarbete	25
3.10	Sensemaking	27
3.11	Situationsmedvetande	28
3.12	Teamets situationsmedvetande.....	33
3.13	Teamarbete.....	33
3.14	Flera fokus	35
4	Diskussion	38
	Referenser.....	40
	Bilaga - Granskningsprotokoll.....	46

1 Inledning

För militära operationer är ledning en kritisk funktion, som inriktar och samordnar tillgängliga resurser så att dessa löser tilldelade uppgifter (Försvarsmakten, 2020). För att kunna förstå, utveckla och vidmakthålla ledning, kan en ledningsfunktion betraktas genom ett systemperspektiv. Att betrakta ledning som ett system, ett ledningssystem, skapar förutsättningar för att betrakta dess beståndsdelar. Inom Försvarsmakten beskrivs ledningssystem som bestående av doktrin, organisation, personal, teknik och metoder (Försvarsmakten, 2016, s.45). Systemperspektivet gör det också möjligt att studera vilka aktiviteter som ingår i ledning. Det finns många modeller för att beskriva ledningens genomförande, varav Boyds OODA-loop kanske är den mest kända (Hallberg & Granåsen, 2017; Richards, 2020).

För att erhålla en effektiv ledning måste ledningssystem över tid upprätthålla förmågor, såsom säker kommunikation, inhämta information, etablera lägesbild och situationsförståelse samt beslutsfattande. För att säkerställa att ledningssystem har de förmågor som krävs behöver dessa värderas, genom hela ledningssystemets livscykel. Hur värderingar genomförs är beroende av vilka aspekter av systemets förmågor som är i fokus för värderingen och i vilken fas av systemets livscykel som värderingen genomförs. Samtliga aspekter av ledningssystem kan inte värderas vid en enskild värdering, vilket innebär att flera värderingar kan behöva genomföras för att skapa en heltäckande bild av systemets förmåga. Genomförande av värdering av ledningssystem förutsätter därmed användning av flera olika värderingsmetoder. För att kunna välja lämpliga värderingsmetoder krävs både kunskap om vilka metoder som är tillgängliga och om respektive metods egenskaper.

Syftet med denna rapport är att bidra till förmågan att värdera ledningssystem, genom att presentera en översikt av metoder för värdering av ledningssystem. Översikten skapades genom en litteraturstudie, i vilken värderingsmetoder för ledningssystem beskrivna i vetenskaplig litteratur identifierades och kategoriserades i fokusområden. Fokusområdena relaterar till olika aspekter av de krav som ledningssystem måste uppfylla.

2 Metod

Arbetet genomfördes i fyra steg: (1) Litteratursökning i databasen Scopus. (2) Granskning av sammanfattningar (eng. abstract) och relevansskattningar av identifierade publikationer. (3) Fulltextgranskning (granskning av hela texten) av de publikationer som fått högst relevansskattning under granskningen av abstract. (4) Analys av innehållet i granskade publikationer. Detta omfattade bl.a. en kategorisering av de metoder som identifierats som användbara för värdering av ledningssystem. Kategoriseringen resulterade i att metoderna delades in i 14 fokusområden för värdering av ledningssystem.

2.1 Litteratursökning

Litteratursökningen gjordes i Scopus, vilken är en frekvent använd databas för litteratursökning inom tvärvetenskapliga områden (Yang & Lokman, 2006).

Sökningen gjordes på förekomst av termer i titel, abstract eller nyckelord (Tabell 1). Söktermer lades till eller togs bort iterativt beroende på om det blev för många eller för få sökträffar. Då lämpliga söktermer och söksträngar identifierats gjordes tre sökningar avseende värdering av: (1) militära ledningssystem, (2) ledningssystem inom krishanteringsdomänen och (3) ledningssystem för flygledning, kustbevakning och sjöövervakning (civil). Ledningssystem för flygledning, kustbevakning och sjöövervakning (civil) skiljer sig från militära ledningssystem, men inkluderades för att undersöka om metoder för värdering av dessa system även kan appliceras på den militära domänen.

För att en publikation skulle identifieras vid sökningen (1) avseende militära ledningssystem skulle minst ett av sökorden i varje block finnas med i publikationens titel, abstract eller nyckelord. Asterisken * innebär att fortsättningen av termen efter tecknet är godtycklig, t.ex. uttrycket *method** identifierar både *method* och *methodology*. Citattecken ” innebär att hela frasen ska finnas med.

Tabell 1. Förenklad beskrivning av söktermen i den första sökningen. Villkoret är att någon av termerna i respektive block ska finnas med i titel, abstract eller nyckelord för att en publikation ska identifieras i sökningen.

Block 1	Block 2	Block3	Block 4
C2	validat*	method*	military
”C2 System”	evaluat*	framework*	army
”command and control”	assess*		”armed force*”
”command system”	measure*		naval
C4ISR	certify*		navy
”sociotechnical system”			”air force*”
			”defense force*”
			”defence force*”
			marine
			crisis
			soldier

Sökningen resulterade i 594 träffar. För att eliminera träffar som saknar relevans för litteraturstudien gjordes en filtrering av sökresultatet i Scopus. Publikationer äldre än 30 år, publikationer med ej relevanta ämnesområden (t.ex. medicin, materialvetenskap och neurovetenskap) och publikationer skrivna på andra språk än engelska togs bort. Efter filtreringen återstod 307 träffar.

Sökningen avseende värdering av ledningssystem inom krishanteringsdomänen (2) gjordes genom att söksträngen i block fyra ersattes med följande sökord: ”emergency response”, ”crisis response”, ”disaster response”, ”emergency preparedness”, ”crisis preparedness”,

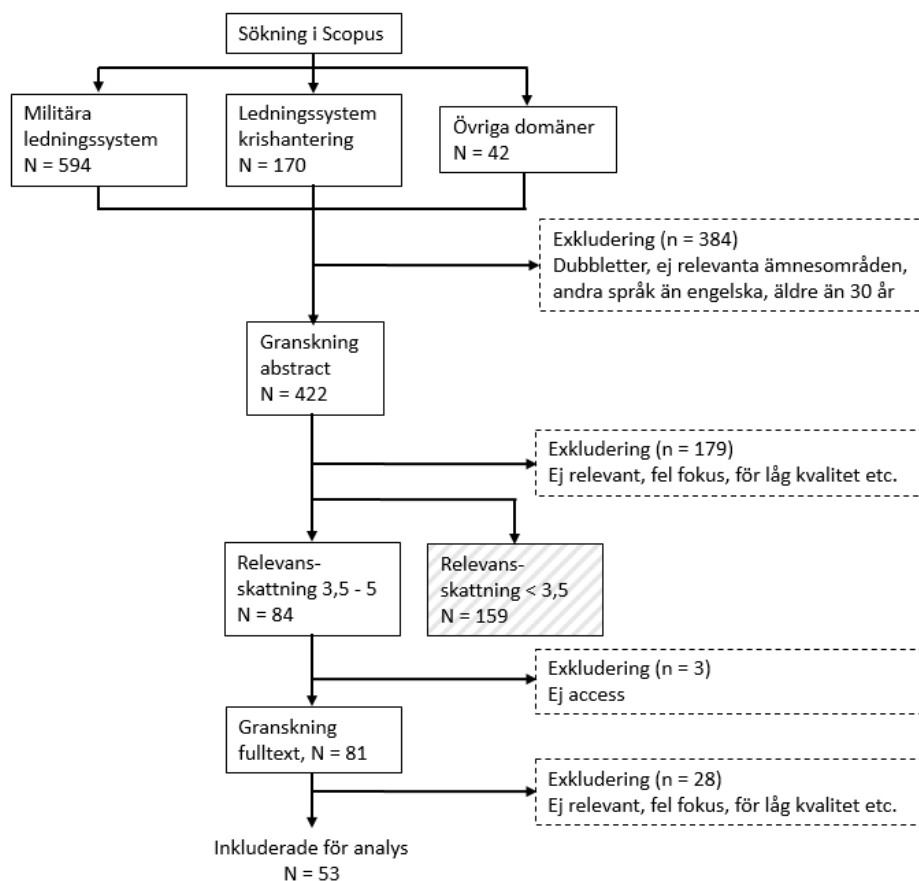
"disaster preparedness", "emergency management", "crisis management", "disaster management", "emergency relief".

Denna sökning resulterade i 170 träffar. Motsvarande filtrering som för föregående sökning gjordes. Efter denna filtrering och borttagning av publikationer som identifierats i föregående sökning återstod 89 träffar.

Sökningen avseende värdering av ledningssystem för flygledning, kustbevakning och sjöövervakning (3) gjordes genom att söksträngen i punkt fyra avseende militära ledningssystem ersattes med följande söksträng: "air traffic control" or "coast guard" or "sea surveillance" or "coast surveillance"

Sökningen resulterade i 42 träffar. Motsvarande filtrering som för föregående sökning gjordes. Efter filtreringen och borttagning av publikationer som identifierats i föregående sökning återstod 26 träffar.

Sammanlagt identifierades 422 publikationer i litteratursökningen. En översiktlig illustration över proceduren för att sökning och granskning av litteratur kan ses i Figur 1.



Figur 1. Illustration över sökning och granskning av litteratur.

2.2 Granskning av sammanfattningar

Sammanfattningarna från de 422 publikationerna granskades parallellt av två av författarna, dvs. båda granskade samtliga sammanfattningar. För varje sammanfattning gjordes en relevansbedömning på skalan 1-5 för de publikationer som bedömdes ha relevans för arbetet med värdering av ledningssystem och *ej relevant* för de som bedömdes sakna relevans.

Om båda granskarna bedömt publikationen som relevant (skattning 1-5) beräknades relevansen som medelvärdet av de två skattningarna. Om den ena granskaren hade bedömt publikationen som ej relevant och den andre hade gett den en relevansskattning mellan tre och fem beräknades relevansen som halva värdet av relevansskattningen. Om den ena granskaren hade bedömt publikationen som ej relevant och den andre hade gett den en relevansskattning på 1 eller 2, eller bedömt den som ej relevant, fick den relevansskattningen ej relevant. Fördelningen av relevansskattningarna, enligt ovanstående beräkningar, redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Relevansskattningar skala 1-5, enligt de beräkningar som beskrivs i texten ovan, av de aktuella publikationerna.

Relevansskattning	Antal	Ackumulerat antal
5	5	5
4,5	18	23
4	24	47
3,5	37	84
3	41	125
2,5	34	159
2	32	191
1,5	52	243
1	0	243
Ej relevant	179	422

2.3 Granskning av fulltext

Avsikten var att genomföra fulltextgranskning av de 84 publikationer som fått relevansskattning 3,5 eller högre vid granskningen av abstract. Då det saknades tillgång till tre publikationer så genomfördes fulltextgranskning av 81 publikationer.

Fulltextgranskningen genomfördes av de tre rapportförfattarna separat, dvs. varje text granskades av en person. Först gjordes en parallell granskning av två publikationer för att säkerställa att tolkningen av frågeställningar och bedömningar gjordes på ett likvärdigt sätt. Det granskningsprotokoll som användes under fulltextgranskningen återges i Bilaga 1 - Granskningsprotokoll. Utfallet av relevansgranskningen från läsningen av hela publikationerna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. En ny skattning av publikationens relevans för värdering av ledningssystem utfördes efter att hela publikationerna hade lästs.

Relevansskattning	Antal	Ackumulerat antal
5	0	0
4	3	3
3	18	21
2	26	47
1	6	53
Ej relevant	28	81

2.4 Analys

Det första steget i analysen var att göra en lista av samtliga metoder för värdering av ledningssystem som identifierades vid fulltextgranskningen. 53 publikationer bedömdes som relevanta och i dem identifierades 98 metoder som kan användas för värdering av olika aspekter av ledningssystem. 35 av dessa metoder exkluderades, eftersom de inte var tillräckligt väl beskrivna eller bedömdes sakna relevans.

Under analysen kategoriserades metoderna med avseende på de aspekter av ledningssystemet som metoden huvudsakligen fokuserar på. Kategoriseringen i fokusområden genomfördes gemensamt i en workshop med samtliga tre rapportförfattare. Formuleringen av fokusområden gjordes dels explorativt med utgångspunkt från de metoder som identifierats. Arbetet skedde iterativt, där vissa fokusområden lades till, delades upp, slogs ihop och togs bort under arbetet. Resultatet var att 14 fokusområden för värdering

skapades, där samtliga identifierade metoder kunde inlemmas. Dessa fokusområden redovisas i kapitel 3.

Indelningen i fokusområden följdes av en analys av varje metod där det gjordes en klassificering med följande information för respektive metod:

- Metodens namn.
- Metodens relevans för värdering av ledningssystem.
- Beskrivning av metoden.
- Metodens relevans för fokusområdet.
- Metod för datainsamling (beskrivning och relevans).
- Alternativa metoder som kan användas för datainsamling.
- Metod för analys (beskrivning och relevans).
- Om metoden är empiriskt testad.
- För vilka utvecklingsskeenden metoden är lämplig (konceptuell, prototyp, produkt, avveckling, övrigt).
- Vilken kompetens och utrustning som krävs för att använda metoden.
- Generella kommentarer om metoden.
- Referens till metoden (till originalpublikation eller annan lämpad beskrivning om det är en tidigare publicerad metod som har använts).

Även om vissa av ovanstående punkter analyserats under fulltextgranskningen gjordes en ny bedömning med specifikt fokus på metodens användbarhet för det angivna fokusområdet. Arbetet med klassificeringen delades upp mellan de tre rapportförfattarna.

3 Resultat

Redovisningen av resultat följer indelningen av fokusområden. Dvs. samtliga metoder som tillhör ett fokusområde redovisas sammanhållet för respektive fokusområde. Flertalet fokusområden innehåller flera olika metoder för värdering medan andra endast innehåller en metod. Fokusområdena redovisas i bokstavsordning i tabell 4.

Tabell 4. Fokusområden som identifierades, vad som värderas inom fokusområdet och antal identifierade metoder för respektive fokusområde.

Fokusområde	Beskrivning av vad som värderas	Antal identifierade metoder
Arbetsbelastning	Systemets påverkan på personalens arbetsbelastning.	4
Beslutsstöd	Stöd för beslutsfattande, främst avseende kognitiva processer (vid värdering av beslutsstödsystem).	6
Gränssnitt	Användbarhet och stöd för t.ex. situationsmedvetande (vid värdering av beslutsstödsystem).	4
Mänskliga misstag	Identifikation, prediktion och reduktion av mänskliga misstag vid arbete med ledningssystem	1
Kommunikation	Hur kommunikation sker och hur ledningsstödsystem stödjer kommunikationen.	4
Prestation	Kvantitativ mätning av hur effektivt olika processer eller arbetsuppgifter vid ledning sker.	11
Resiliens	Ledningssystemets anpassningsförmåga, robusthet och tolerans mot störningar.	2
Risikanaly	Vilka risker ledningssystemet exponeras för, t.ex. beroende på dess utformning.	2
Samarbete	Hur organisatorisk samverkan fungerar.	2
Sensemaking	Förmågan att skapa förståelse för svårtolkade händelser med ovisst utgång.	1
Situationsmedvetande	Aktörers förståelse av en pågående situation.	13
Teamets situationsmedvetande	Situationsmedvetande hos team eller mellan team.	2
Teamarbete	Processer som utförs för att uppnå effektiv teamprestation.	4
Flera fokus	Värderingar som täcker flera fokusområden.	7

Sammanlagt identifierades 63 metoder som på ett eller annat sätt kan användas för att värdera ledningssystem. En del metoder är namngivna och utförligt beskrivna i litteraturen medan andra inte har namngivits i litteraturen (de ej namngivna metoderna benämns som N1, N2, ..., NN i tabeller och har tilldelats ett beskrivande namn). Fokusområdena presenteras kortfattat i bokstavsordning i avsnitt 3.1-3.14, tillsammans med de identifierade metoderna som presenteras i en tabell för respektive fokusområde. Tabellerna följs av en kort beskrivning av respektive metod och för vissa metoder även ett stycke med rapportförfattarnas reflektioner av metodens för- och nackdelar. I de fall, när författarna till artiklarna beskriver en egenutvecklad metod, ges där det går referens till en tidigare publikation där en utförligare beskrivning av metoden ges. För några etablerade metoder ges referens till den publikation som beskriver ursprungsversionen av metoden. Tabellerna över metoderna inom varje fokusområde innehåller följande kolumner:

- *Namn på metoden.* Metodens namn i publikationen. Om metoden inte har något specifikt namn anges den med N och nummer, N1, N2 osv. och en beskrivning om vad metoden berör.
- *Relevans för värdering av militära ledningssystem.* Vår bedömning av metodens relevans för värdering av militära ledningssystem, skala 1 (låg) – 5 (hög).
- *Datainsamlingsmetod.* Vilken typ av datainsamling som användes, till exempel enkät, observation, intervju.

- *Typ av system.* Vilken typ av system som värderats med hjälp av metoden som beskrivs i respektive publikation: ledningssystem (hela systemet) eller ledningsstödsystem (tekniska stödsystem).
- *Utvecklingskedje.* Vår bedömning av vilka utvecklingskedjor metoden är lämpad för: konceptuell (koncept av system), prototyp (prototyp av system), produkt (system under användning), avveckling (värdering av system under användning för att skapa information för uppgraderingar eller nya system) eller samtliga (samtliga utvecklingskedjor).
- *Referens.* Referens till den publikation i litteratursökningen där metoden identifierades.

3.1 Arbetsbelastning

Arbetsbelastning identifierades som ett fokusområde för att värdera ledningssystem. Det är metoder som kan användas för att värdera hur systemet påverkar användarens arbetsbelastning. I litteraturstudien identifierades sex olika metoder för att värdera arbetsbelastning. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 5 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 5. Tabell över metoder med fokus på arbetsbelastning.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingskedje	Referens
Human-Centred Requirements Engineering (HUCRE)	3	Enkät	Ledningssystem	Prototyp, Produkt	(Gregoriades m.fl., 2004)
Nasa-Task Load Index (NASA-TLX)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Hart & Staveland, 1988)
Workload Analysis Method	2	Kommunikations- & uppgiftsanalys	Ledningssystem	Samtliga	(Gregoriades & Sutcliffe, 2008)
N1 – självskattnig	2	Enkät	Ledningsstödsystem	Produkt, Avveckling	(Hall m.fl., 2012)

3.1.1 Human-Centred Requirements Engineering (HUCRE)

Human-Centred Requirements Engineering (HUCRE) är en scenariobaserad metod för värdering av arbetsbelastning och prestationsvalidering. Den kan till exempel användas vid design av sociotekniska system, t.ex. militära ledningscentraler (Gregoriades & Sutcliffe, 2006). Metoden bygger på Coupling Analysis method (Sutcliffe, 2001; Sutcliffe & Minocha, 1999). Arbetsbelastningen mäts genom självskattnig av både uppgiften och kommunikationen. I metoden används statistiska och dynamiska analyser samt två mjukvaruverktyg. Med ett av verktygen går det att lokalisera personer som kommer att överbelastas (Workload analyser). Det andra verktyget (Functional allocation adviser) ger förslag på funktionell tilldelning av uppgifter baserat på litteratur och de allmänna krav som finns satta för uppgiften.

3.1.2 NASA-Task Load Index (NASA-TLX)

NASA-Task Load Index (NASA-TLX) är en metod för värdering av mental arbetsbelastning, utvecklad av Hart och Staveland (1988). Metoden består av ett enkätinstrument där deltagaren får göra självskattning av sex faktorer av arbetsbelastning: mentala krav, fysiska krav, tidspress, prestation, ansträngning och frustration (Hart, 2006; Hart & Staveland, 1988). I originalversionen besvaras frågorna på en ograderad skattningsskala som går från låg till hög men ofta används i stället en skattningsskala med 20 fasta steg. Oavsett vilken skala som används så transformeras svaren före analys till skalan 0–100. Skalan för prestation ska vändas före analys, eftersom en högre skattning av prestation indikerar lägre mental arbetsbelastning.

Innan enkäten besvaras gör varje deltagare en viktning av hur stor betydelse varje faktor har för sin mentala arbetsbelastning. Viktningen görs genom att deltagaren för varje parvis kombination av samtliga dimensioner anger vilken av de två dimensionerna som har störst betydelse för sin mentala arbetsbelastning. Det innebär att deltagaren under viktningen besvarar 15 frågor med parvisa jämförelser.

Vid analysen beräknas först den mentala belastningen för varje dimension, genom att skattningen för respektive dimension (på skalan 0–100) multipliceras med dimensionens vikt. Därefter skapas en viktad summa genom att resultaten från samtliga dimensioner summeras. Den erhållna viktade summan, som ligger mellan 0 och 1500, divideras med 15, vilket innebär att den resulterande totala mentala arbetsbelastningen kommer att ligga på skalan 0–100 (Hart & Staveland, 1988).

En fördel är att NASA-TLX är en frekvent använd metod för mätning av mental arbetsbelastning. Det innebär att uppmätt mental arbetsbelastning med stor sannolikhet kan jämföras med resultat från andra studier som gjorts under likartade förhållanden. En nackdel med metoden är att det är tidskrävande att besvara frågorna, vilket gör att metoden kan upplevas som störande, i synnerhet om den återkommer ofta under ett försök (Alfredson m.fl., 2004). Ett sätt att förenkla metodens användning är att använda samma vikt för samtliga dimensioner, vilket gör att de 15 jämförande skattningarna mellan dimensionerna kan utslutas. Denna modifierade version kallas för NASA-RTLX (Grier, 2015).

3.1.3 Workload Analysis Method

Workload Analysis Method utvecklades för att hjälpa systemutvecklare att identifiera arbetsbelastningsproblem i system (Gregoriades & Sutcliffe, 2008). Metoden är en vidareutveckling av Coupling Analysis Method (Sutcliffe, 2001; Sutcliffe & Minocha, 1999) och fokuserar på händelse- eller informationsflödet mellan människor, system och miljö.

I ett antal steg bestående av (1) domänanalys, (2) statiska analyser och (3) dynamiska analyser skapas en systemmodell som används för att testa arbetsbelastningen. I den statiska analysen säkerställs att människan har tillräcklig tid för att genomföra uppgiften. I den dynamiska analysen identifieras om den mänskliga operatören kan genomföra två eller flera uppgifter samtidigt utan att bli överbelastad.

Workload Analysis Method är en relativt omständlig och innehåller många olika steg som är dåligt beskrivna. För användning av metoden krävs även ett beräkningsprogram.

3.1.4 N1 – Självskattning

Självskattning användes för mätning av arbetsbelastning av Hall (2009). Skalan i den framtagna enkäten för självskattning är märkt från väldigt låg (1) till väldigt hög (7). Skattningarna användes bland annat vid tester av två olika gränssnitt för ett militärt ledningssystem (Hall m.fl., 2012). Frågor om arbetsbelastning ställdes var femte minut. Metoden togs fram som ett enklare substitut istället för NASA-TLX men det är ännu inte verifierat om metoderna mäter samma aspekter av arbetsbelastning. För utförligare beskrivning av metoden hänvisas till Van Orden (2001).

3.2 Beslutsstöd

Sex olika metoder för att värdera hur ett beslutsstöd stödjer beslutsfattande identifierades. Metoderna värderar hur beslutsstödsystemet stödjer de kognitiva processerna för beslutsfattande och presenteras i Tabell 6. Metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 6. Tabell över metoder med fokus på beslutsstöd.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlings-metod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
Attentional control/management	3	Prestationsmätt	Ledningsstöd-system	-	(Lafond m.fl., 2010)
Decision Centered Testing	3	Prestationsmätt	Ledningsstöd-system	-	(Lafond m.fl., 2010)
Grey Analytic Hierarchy Process	2	Enkäter och expertskattningar	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Lafond m.fl., 2010)
Planning/Coordination of Activities	3	Prestationsmätt	Ledningsstöd-system	-	(Lafond m.fl., 2010)
Situation Monitoring	3	Prestationsmätt, ögonrörelser	Ledningsstöd-system	-	(Lafond m.fl., 2010)
N2 – Användbarhet i kommunikations-arkitektur	1	Intervjuer, prestationsmätt	Ledningsstöd-system	Samtliga	(Ween m.fl., 2000)

3.2.1 Decision Centered Testing

Decision Centered Testing (DCT) är en metod för att värdera beslutsfattandeprocesser (Potter & Rousseau, 2010). Genom en *work domain analysis* identifieras kritiska moment (eng. pressure points) som senare undersöks. Metoden baseras på fem krav som härstammar från Cognitive Systems Engineering (CSE); observerbarhet (förmågan att se förändringar över tid, mönster och relationer i processer), riktbarhet (förmåga att omdirigera resurser och aktiviteter), teamarbete (förmåga att koordinera och synkronisera aktiviteter), riktad uppmärksamhet (förmåga att skifta och ändra fokus) och resiliens (förmåga att förutse och anpassa till oförutsedda förändringar eller händelser) (Potter m.fl., 2006). Lafond m.fl. (2010) har anpassat DCT-metoden och föreslår tre kognitiva funktioner (*situation monitoring*, *attentional control* och *planning of activities*) viktiga vid beslutsfattande och hur dessa kan användas för att undersöka i vilken utsträckning ett beslutsstödsystem stödjer de kognitiva processerna.

3.2.1.1 Attentional Control/Management

Attentional control/management (uppmärksamhetskontroll) kan värderas genom att undersöka hur mycket genomförandet av en uppgift störs av stimuli. Det kan vara stimuli som är visuellt, auditivt eller taktilt. Vilka effekter distraktionen skapar kan mätas med ett eller flera prestationsmätt och jämförs med prestationen utan distraktion (Lafond m.fl., 2010).

3.2.1.2 Planning/Coordination of Activities

Planning/coordination of activities (koordinering av aktiviteter) kan värderas genom att mäta hur ett avbrott av en högre prioriterad uppgift påverkar en dynamisk kontrolluppgift. Effekterna av avbrottet mäts genom att jämföra med prestationen utan avbrott (Lafond m.fl., 2010).

3.2.1.3 Situation Monitoring

Situation monitoring (situationsövervakning) handlar om att identifiera förändringar av visuella stimuli. Först måste förändringar som påverkar uppgiftens lösande identifieras och försöksdeltagaren få ett sätt att markera att denne identifierat en förändring. Ett annat sätt att markera förändring är att via försöksdeltagarens ögonrörelser mäta om de identifierar förändringar (Lafond m.fl., 2010).

3.2.2 Grey Analytic Hierarchy Process

Grey Analytic Hierarchy Process har använts för att beräkna effektiviteten av ett kommunikationssystem på ett fartyg (Qingchuan m.fl., 2020). Det som utvärderas är tillgänglighet, reliabilitet och säkerhet avseende informationsöverföring och distribution av beslut och underrättelser. Tanken är att ge fartygets befälhavare ett beslutsunderlag för att förbättra systemets prestation. Det är en matematisk metod som kräver ett stort antal algoritmer. Områdesexperter gör skattningar på skalan 1–9 av ett antal index. Mer om metoden finns att läsa i Fu m.fl. (2016).

3.2.3 N2 – Användbarhet i kommunikationsarkitektur

Användbarhet i kommunikationsarkitektur beskrivs av Ween m.fl. (2000) som en metod för att utvärdera den militära användbarheten i en kommunikationsarkitektur. För att genomföra värderingen används sex olika prestationsmått för informationsöverföring: (1) aktualitet, (2) tillgänglighet, (3) pålitlighet, (4) sekretess, (5) assimilering och (6) äkthet vilken värderas mot scenariots kontext. Kraven för informationsöverföringen bestäms för varje prestationsmått. Det framgår inte i artikeln om den är empiriskt undersökt. Beskrivningen av metoden är otydlig och vilket gör att det är svårt att bedöma hur användbar metoden är.

3.3 Gränssnitt

Metoder med fokus på gränssnitt utvärderar användbarheten samt vilket stöd för situationsmedvetande som tillhandahålls från ett ledningsstödsystem. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 7 och metoderna beskrivs kortfattat nedan.

Tabell 7. Tabell över metoder med fokus på gränssnitt.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlings-metod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires	2	Enkät	Ledningsstöds-system	Samtliga	(McClernon m.fl., 2016)
N3 – användbarhetstest	4	Enkät, prestationsmått	Ledningsstöds-system	Produkt & Avveckling	(Schwarz & Witt, 2012)
N4 – situationsmedvetande	3	Prestationsmått, dokumentanalys	Ledningsstöds-system	Produkt & Avveckling	(Hall m.fl., 2012)

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlings-metod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
N5 – användbarhet	3	Intervju	Ledningssystem	Produkt & Avveckling	(Louvieris m.fl., 2009)

3.3.1 IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires

IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires består av en uppsättning enkät-instrument som kan användas för att utvärdera användbarheten hos datorsystem (Lewis, 1993). Det finns fyra olika versioner av IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires, två versioner av enkäter används efter en särskild scenariobaserad testningssituation. Enkäterna innehåller nästan samma frågor men skiljer sig åt då de använder olika många steg på värderingsskalan. De andra två enkäterna används för att utvärdera användares övergripande tillfredsställelse med ett datorsystem. Samtliga enkätinstrument möjliggör en kvantifiering av användares tillfredsställelse med ett datorsystem. Resultaten kan sedan jämföras med varandra för att reda ut vilket system som hade mest tillfredsställande egenskaper (ibid.).

3.3.2 N3 – Användbarhetstest

Användbarhetstest användes av Schwarz & Witt (2012) för att utvärdera gränssnittet av ett militärt ledningsstödsystem. Testet bestod av ett antal korrekt utförda uppgifter i ledningsstödsystemet och tiden det tog att genomföra uppgifterna, mätning av situationsmedvetande genom frågor kopplat till den dåvarande situationen, mätning av arbetsbelastning genom NASA-TLX samt subjektiva skattningar kring gränssnittet genom enkätfrågor. Frågorna till enkäten finns ej tillgängliga.

3.3.3 N4 – Situationsmedvetande

Metoden för att värdera situationsmedvetande presenterades av Hall m.fl. (2012). De använde metoden för att utvärdera gränssnitt till ett ledningsstödsystem. Detta genom:

- Antalet rätt på en lägesrapport avseende kritisk information i uppdraget, t.ex. antal egna stridsvagnar, granatkastare, antal fiendliga stridsfordon, logistik mängd bränsle.
- Tiden det tar för deltagaren att svara på lägesrapporten.
- Tiden det tar mellan att en handling, som krävs för att klara uppdraget, utförs och sedan rapporteras (Critical Event Latency).
- Tiden det tar att fylla i en rapport innehållande kritisk information om uppdraget som befälhavaren bör känna till (t.ex. närvaron av fiendliga stridsfordon, förhållandet/kvoten mellan fiendliga och egna styrkor, m.fl.).
- Antalet rätt i rapporten.
- Övergripande arbetsbelastning i form av en fråga (1–7) som ställs var femte minut.
- Antalet gånger deltagaren ber om information från operationsordern.

3.3.4 N5 – Användbarhet

Louvieris m.fl. (2009) använde en intervjubaserad metod för att utvärdera användbarheten av ledningsstödsystem, kvalitén av ledningsstödsystemets gränssnitt och designen av Virtual Collaboration Desks (ett arbetsverktyg som möjliggör att användare kan dela ett digitalt dokument genom en projektionsbild i syfte att underlätta samarbete med andra). Utvärderingen sker genom Brittiska Arméns 7 Questions (7Qs). Exempel på frågor innefattar: "vad gör fienden och varför?", "vad har jag blivit tillsagd att göra och varför?"

och ”var kan jag utföra varje handling?”. Intervjuszvaren utvärderas genom Qualitatively Anchored Rating Scales, en femgradig likertskala.

3.4 Mänskliga misstag

Metoder inriktade på mänskliga misstag (eng. Human Error) avser att identifiera, prediktera och reducera mänskliga misstag inom ledningssystem. En kort summering av metoden återfinns i Tabell 8 och metoden beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 8. Tabell över metoden med fokus på mänskliga misstag.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingskede	Referens
Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)	3	Observation, intervju, dokumentanalys, enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Liu & Woolley, 2015)

3.4.1 Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) används för att identifiera om mänskliga misstag associeras till handlingar, informationsinhämtning, kommunikation eller beslutsfattande inom människa-maskinsystem. SHERPA tillhandahåller en beskrivning över misstag och identifierar tillvägagångssätt för återhämtning. För att samla in data till SHERPA behöver en Hierarkisk uppgiftsanalys (HTA) genomföras. Den utförs med hjälp av intervjuer, observationer, dokumentanalys eller enkäter. Uppgifterna från en HTA klassificeras som handlingar, informationsinhämtning, kontroll av procedurer och processer, val mellan alternativ eller kommunikation. Dessa kategoriseringar hjälper till att identifiera, predicera och reducera misstag vid utförande av uppgifter (Embrey, 1986). En av nackdelarna med SHERPA är att den inte utvärderar misstag som kan kopplas till policyer (Liu & Woolley, 2015). Fördelarna med SHERPA är att den skapar specifika rekommendationer för att minska misstag med procedurer, träning och design av utrustning. Resultaten kan analyseras kvantitativt och kvalitativt (Embrey, 1986).

3.5 Kommunikation

Mått på kommunikation vid värdering av ledningssystem avser hur kommunikation sker och hur ledningsstödsystem stödjer kommunikationen. Kommunikation kan avse kommunikation mellan människor, både med och utan tekniska system, kommunikation mellan människa och system samt kommunikation mellan tekniska system. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 9 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 9. Tabell över metoder med fokus på kommunikation.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Communication Usage Diagram (CUD)	3	Observation, Uppgiftsanalys	Ledningsstöd-system	Produkt, Avveckling	(Liu & Woolley, 2015)
Länkanalys (Link Analysis)	3	Ljudinspelning, Loggning av kommunikation	Ledningssystem	Prototyp, Produkt, Avveckling	(Albinsson & Fransson, 2001)
N6 –Radio-kommunikation	3	Ljudinspelning, loggning av frekvens	Ledningsstöd-system	Prototyp, Produkt, Avveckling	(Worm m.fl., 1998)
Social Nätverksanalys (SNA)	3	Loggning av kommunikation, enkät, uppgiftsanalys, dokumentanalys, intervju	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Liu & Woolley, 2015)

3.5.1 Communication Usage Diagram

Communication Usage Diagram (CUD) tar fram en visualisering av samspelet mellan operatörer och system. Metoden identifierar när, hur och varför kommunikation sker. Den visar också hur ofta kommunikation sker och vilka tekniska hjälpmedel som används. CUD kan ge en strukturerad beskrivning av kommunikationen inom ett givet scenario. Detta kan bland annat visa på för- och nackdelar med de tekniska hjälpmedel som används. Data för CUD samlas företrädesvis in genom en hierarkisk uppgiftsanalys, vilket innebär att detta är en utforskande metod (Liu & Woolley, 2015; Watts & Monk, 1998).

3.5.2 Länkanalys

Metoden länkanalys visar frekvensen av interaktioner mellan människor, mellan maskiner och mellan människor och maskiner (Chapanis, 1959). För värdering av ledningssystem har Thorstenson m.fl. (2001) kompletterat metoden med loggning av tidpunkten för respektive kommunikation. Loggningen av tid gör det möjligt att i efterhand göra tidsbaserad analys samt att spela upp händelseförloppet. Visualisering genom nätverksbaserade grafer används för att illustrera kommunikationen.

Albinsson och Fransson (2001) redovisar ett försök där en modifierad länkanalys användes vid ett försök med radiokommunikation under två fältövningar. Dessutom samlades ytterligare data in, t.ex. fordons rörelser i terrängen och interaktion med ledningsstöd-system. Efter övningen visualiserades resultatet för deltagarna genom uppspelning i en visualiseringsprogramvara.

3.5.3 N6 – Radiokommunikation

Radiokommunikation dokumenteras företrädesvis genom ljudinspelning, men för analys på lägre nivå kan datainsamling inskränkas till loggning av frekvens för kommunikation mellan olika aktörer. Analys av radiokommunikation kan göras på ett flertal sätt, t.ex. kvalitativt genom analys av innehåll och innebörd av kommunikation i förhållande till kontext. Kommunikationen kan även analyseras kvantitativt, t.ex. genom hur många gånger olika aktörer kommunicerar med varandra, vilket kan vara ingångsdata till social nätverksanalys (SNA).

Worm m.fl. (1998) använde en visualiseringsprogramvara under en krishanteringsövning, där radiokommunikationen presenterades integrerat med andra data som samlades in. Denna typ av integrerad uppspelning av ett händelseförlopp kan användas både till After Action Review (AAR) och för fördjupad analys.

3.5.4 Social Nätverksanalys

Social nätverksanalys (SNA) används för att skapa en strukturerad beskrivning av informationsflöden mellan organisationer och vikten av olika roller eller organisationer. Resultatet kan redovisas i nätverksdiagram, med en aktör i varje box, och med linjer mellan de aktörer som har kommunicerat med varandra. Interaktionens frekvens kan illustreras genom linjens tjocklek, men vanligen anges också en siffra som visar antal eller andel kommunikation mellan respektive aktörer. Dessutom kan ett antal mått på olika aktörers betydelse i kommunikationen beräknas, varav två av de vanligare är socioekonomisk status och centralitet. Socioekonomisk status anger vilken aktör som har mest kommunikation med övriga aktörer. Centralitet anger den genomsnittliga åtgången för en aktör genom att passera så få andra aktörer som möjligt (dvs. noder i nätverket) (Houghton m.fl., 2006).

Data till SNA kan samlas in på olika sätt. Under en övning eller ett försök används vanligen inspelning eller loggning av kommunikation. Prospektivt kan uppgiftsanalys användas för att bedöma kommunikationen. Retrospektivt efter en verklig händelse, men även efter övningar och försök, kan intervjuer och analys av dokumentation av övningen eller händelsen göras. Det finns särskilda programvaror för att skapa grafer och centralitetsmått, men detta går även att göra i kalkylprogram eller motsvarande.

3.6 Prestation

Mått på prestation vid värdering av ledningssystem avser kvantitativ mätning av hur effektivt olika processer eller arbetsuppgifter vid ledning sker. Flera av måtten avser hur ledningsstödsystem bidrar till effektiviteten. Elva metoder för mätning av prestation identifierades i litteraturstudien de presenteras i Tabell 10 och beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 10. Tabell över metoder med fokus på prestation. En del metoder är ej namngivna och anges som Nx och en beskrivning.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Hard Copy Information Access (HIA)	3	Loggning/observation	Ledningsstödsystem	Produkt, avveckling	(Hall m.fl., 2012)
Mission Efficiency Analysis (MEA)	2	Observation, loggdata, radiokommunikation, protokoll	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Worm m.fl., 1998)
N7 – GPS-data	3	Loggning	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Worm m.fl., 1998)
N8 – skaderapport	2	Protokoll på plastkort	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Worm m.fl., 1998)
N9 – Multipel mätning av prestation	2	Loggning	Ledningsstödsystem	Produkt, avveckling	(Lickteig, 1995)

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlings-metod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
N10 – Värdering av egna förluster	1	Loggning	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Lickteig, 1995)
N11 – Värdering av eldgivning	1	Loggning	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Lickteig, 1995)
N12 – Värdering av förbandets rörlighet	1	Loggning	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Lickteig, 1995)
N13 – felfrekvens	3	Loggning, observation	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Schwarz & Witt, 2012)
N14 – responstid	2	Loggning	Ledningsstöd-system	Produkt, avveckling	(Schwarz & Witt, 2012)
N15 – omhändertagande av skadade	1	Observation	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Gryth m.fl., 2010)

3.6.1 Hard Copy Information Access

Hard Copy Information Access (HIA) användes av Hall m.fl. (2012) för att ge ett mått på hur ofta deltagarna tittade på en operationsorder vid ett test för att jämföra två ledningsstödsystem. Det finns ingen information om hur registreringen gjordes, men det kan t.ex. göras genom att deltagaren noterar varje tillfälle genom direkt observation eller genom observation i efterhand med hjälp av videospelning. Statistisk analys gjordes för att jämföra skillnaden mellan hur många gånger deltagarna tittade i observationsordern för olika betingelser. Det krävs domänkompetens för att skriva en relevant operationsorder, men inte någon speciell kompetens eller utrustning för mätning och analys.

3.6.2 Mission Efficiency Analysis

Worm m.fl. (1998) använde Mission Efficiency Analysis (MEA) under en krishanteringsövning för integrerad analys av krishanteringsystemets respons och användning av resurser. Övergripande beskrivs att följande data samlas in och analyseras med MEA: uppdragets initiala tillstånd, informationsbearbetning under insatsen, användning av resurser under insatsen, beslutsfattande och handlingar under insatsen och händelseutvecklingen under insatsen. Under krishanteringsövningen där de använde MEA samlades data in genom GPS:er monterade på räddningsfordon, inspelning och tidsstämpling av radiokommunikation, noteringar av statister som spelade skadade, fotografering med digital kamera och observationer. Det beskrivs inte specifikt hur analysen genomfördes men en visualisering av händelseförloppet gjordes i efterhand.

Denna typ av integrerad uppspelning av ett händelseförlopp kan användas både till After Action Review (AAR) och för fördjupad analys. Beskrivningen av datainsamling och analys är inte tillräcklig noggrann för att medge bedömning av metodens komplexitet. Om resultatet ska redovisas integrerat genom kronologisk uppspelning av händelseförloppet krävs en programvara. Datainsamling med GPS (N7) och skaderapport (N8) beskrivs separat.

3.6.2.1 N7 – GPS-data

GPS-data användes av Worm m.fl. (1998) under en krishanteringsövning för att analysera räddningsfordons (brandbilar, ambulanser, polisbilar) positioner och rörelser. Under övningen fanns det generellt färre GPS:er än räddningsfordon, varför det var viktigt att montera en GPS på minst ett fordon i varje enhet som rörde sig tillsammans. Då kostnaden för GPS:er numera är lägre borde det inte vara något problem att utrusta samtliga fordon. Någon specifik analys av tid redovisades inte av Worm m.fl. (1998), utan tidpunkterna användes för uppspelning av övningens händelseförlopp i en visualiseringsprogramvara. GPS-data kan även användas för kvantitativ analys, t.ex. för tid för ankomst till olika positioner och vald körväg. GPS som kan monteras i fordon och programvara för loggning av GPS-data krävs. Om det även finns behov av att logga hur personal rör sig i terrängen kan personburen GPS användas.

3.6.2.2 N8 – Skaderapport

Skaderapporter användes av Worm m.fl. (1998) under en krishanteringsövning för att värdera omhändertagande av skadade. Skaderapporten fylldes i på ett plastkort av statister som agerade skadade under övningen. Kortet innehöll information om typ av skada. Statisten fyllde i kritiska tidpunkter: (1) tid då statisten upptäcktes, (2) tid för första behandling på plats, (3) tid för avresa till saneringsstation, (4) tid för ankomst till saneringsstation, (5) tid då sanering genomfördes, (6) tid för ankomst till medicinsk uppsamlingsstation och (7) tid för ankomst till sjukhus. Om skadan klassades som dödlig noterade statisten tid för död. Någon specifik analys av tid redovisades inte av Worm m.fl. (1998), utan tidpunkterna användes för uppspelning av övningens händelseförlopp i ett visualiseringsverktyg. För att använda informationen från skaderapporten för kronologisk uppspelning krävs en visualiseringsprogramvara. Om endast tid beräknas kan vanliga statistiska metoder användas.

3.6.3 N9 – Multipel mätning av prestation

Lickteig (1995) använde multipel mätning av prestation, det innebär att flera typer av prestation mättes för att värdera ett digitalt kommunikationssystem jämfört med användning av radio och papperskarta, som stöd åt en mekaniserad bataljon. Följande mått loggades och analyserades:

1. spridning mellan fordon i plutoner,
2. vid avslut –
 - a. medelavstånd till slutpunkt i övningen,
 - b. exponering för fiendlig eld,
 - c. tid stillastående,
 - d. tid med hastighet över 40 km/h,
 - e. genomsnittlig bränsleförbrukning,
 - f. körd sträcka (hur långt de körde under övningen),
 - g. avstånd till fiendlig vagn då de belyste den med laser,
 - h. tid till laserbelysning av fiendlig vagn,
 - i. tid från första laserbelysning till eldgivning,
 - j. antal avfytrade skott med stridsvagnens kanon,
 - k. andel förluster per utslagen fiender,
 - l. träffar per skott,
 - m. utslagna fiender per skott,
 - n. avstånd till mål vid träff.

Mått relaterade till egna förluster, eldgivning och förbandets rörlighet beskrivs utförligare i efterföljande avsnitt. Multipel loggning av prestation är relativt vanligt. Just denna kombination av prestationsmått är däremot sannolikt unik och endast relevant för just värdering av kommunikationssystem i mekaniserat förband. Metoden kräver teknisk

kompetens för implementering av loggning, men i övrigt inte någon speciell kompetens. Lickteigs (1995) studie gjordes i simulator, vilket förenklade loggning.

3.6.3.1 N10 – Värdering av egna förluster

Värdering av egna förluster användes som mått av Lickteig (1995) för att värdera ett digitalt kommunikationssystem jämfört med användning av radio och papperskarta, för stöd åt en mekaniserad bataljon. Prestation avseende egna förluster beräknades som andel egna förluster per utslagen fiendlig vagn.

Värdering av egna förluster är relevant för värdering av ledningsstödsystem som används av stridande förband, men har generellt låg relevans för värdering av andra typer av ledningsstödsystem eller ledningssystem. Metoden kräver teknisk kompetens för implementering av loggning och domänexpert som kan bedöma verkan av träff.

3.6.3.2 N11 – Värdering av eldgivning

Värdering av eldgivning användes som mått av Lickteig (1995) för att värdera ett digitalt kommunikationssystem jämfört med användning av radio och papperskarta, för stöd åt en mekaniserad bataljon. Prestation avseende eldgivning mättes på sju sätt: (1) tid för laserbelysning av fiendlig vagn, (2) avstånd till fiendlig vagn vid belysning med laser, (3) tid från första laserbelysning av mål till första eldgivning med stridsvagnens kanon, (4) antal eldgivningar med stridsvagnens kanon, (5) andel träffar i fiendligt mål per eldgivning med stridsvagnens kanon och (6) andel utslagna fiendliga enheter per eldgivning med stridsvagnens kanon och (7) avstånd till mål vid träff.

Mätning av prestation avseende eldgivning är relevant för värdering av ledningsstödsystem som används av stridande förband, men har generellt låg relevans för värdering av andra typer av ledningsstödsystem eller ledningssystem. Metoden kräver teknisk kompetens för implementering av loggning och domänkunskap för bedömning av verkan av träff.

3.6.3.3 N12 – Värdering av förbandets rörlighet

Värdering av förbandets rörlighet användes som mått av Lickteig (1995) för att värdera ett digitalt kommunikationssystem jämfört med användning av radio och papperskarta, som stöd åt en mekaniserad bataljon. De mätte förbandets rörlighet på följande sätt: (1) antal vagnar inom 100 m från varandra, (2) antal vagnar med mer än 200 m från varandra, medelavstånd vid spelslut till slutpunkt, (3) tid stillastående, (4) tid med hastighet över 40 km/h, (5) körd sträcka och (6) mängd förbrukat bränsle. Anledningen till att mäta avståndet mellan plutonernas vagnar var att undersöka om det digitala systemet medgav större spridning av plutonen i terrängen. I terräng kan loggning av position för beräkning av avstånd enkelt göras genom att montera GPS-mottagare på vagnarna (se prestationsmättet GPS-data). Måttet är relevant just för kontexten mekaniserad strid men har ingen generell användning för värdering av ledningsstödsystem eller ledningssystem.

3.6.4 N13 – Felfrekvens

Felfrekvens användes av Schwarz och Witt (2012) för värdering av operatörernas precision vid jämförelse mellan två marina ledningsstödsystem ombord på fartyg. Det som mättes var andel gånger som operatörerna tilldelade fel ID-nummer till radarspår eller inte något ID-nummer inom 30 sekunder.

I denna studie finns ingen information om hur felfrekvens registrerades, men vanligen görs det genom automatisk loggning. Andel fel som gjordes med respektive gränssnitt jämfördes. Loggning och analys av felfrekvens är ett vanligt förekommande mått på prestation inom ett flertal områden. Bortsett från teknisk kompetens för att skapa loggningsfunktioner behövs ingen speciell kompetens för att använda metoden.

3.6.5 N14 – Responstid

Responstid användes av Schwarz och Witt (2012) för värdering av operatörernas prestation vid jämförelse mellan två marina ledningsstödsystem ombord på fartyg.

Metodbeskrivningen är otydlig, men sannolikt mättes tiden som operatörerna behövde för att tilldela ID-nr till radarspår. I denna studie finns ingen information om hur felfrekvens registrerades, men vanligen görs det genom automatisk loggning. Responstid är en frekvent metod för värdering av prestation. För värdering av ledningssystem och ledningsstödsystem är metodens användning begränsad, beroende på att dessa är komplexa system, där responstid endast är en aspekt av systemets prestation.

3.6.6 N15 – Omhändertagande av skadade

Omhändertagande av skadade är en metod för att värdera hur skadade personer omhändertogs, som användes av Gryth m.fl. (2010) vid värdering av medicinsk ledning under en krishanteringsövning avseende en flygolycka. Prestation avseende omhändertagande av skadade värderades på tre nivåer: (1) på skadeplats, (2) på sjukhus och (3) på strategisk nivå. Datainsamling gjordes genom att observatörer med hjälp av ett protokoll bedömde prestation på respektive nivå med hjälp av ett bedömningsprotokoll där de angav huruvida prestationen uppfyllde ett antal i förväg preciserade kriterier. På varje nivå innehöll protokollet 11–12 indikatorer. För varje indikator fanns en kolumn med information om tid efter larm etc. som uppgiften skulle vara utförd. Observatören bedömde för varje indikator hur korrekt den utfördes på skalan 0–3: (0) felaktigt, (1) delvis korrekt, (2) korrekt och (3) korrekt beslut vid rätt tidpunkt. Vid poängberäkningen summerades antal poäng för respektive indikator och poängsumman för respektive nivå skulle vara minst 12 för att prestationen skulle bedömas som acceptabel.

Det krävs god domänkunskap för att skapa relevanta indikatorer för att utföra relevanta observationer. Måttet är relevant för ledningssystem och ledningsstödsystem som används i kontexten skadehantering, men har begränsad relevans för generell värdering av ledningssystem.

3.7 Resiliens

Resiliens avser ett systems eller en organisations robusthet och tolerans mot störningar. Ett resilient system kan beskrivas som att det har förmågan att anpassa sin funktionalitet både före, under och efter en störning så att det även klarar av att fortsätta att prestera enligt uppställda krav efter en störning eller olycka, samt att det kan fortsätta att prestera under förhöjd belastning som pågår under en längre tid (Hollnagel, 2016). En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 11 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 11. Tabell över metoder med fokus på resiliens.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Måttbaserat Analysramverk	1	Troligen loggdata (simulering)	Ledningsstödsystem	Prototyp, produkt, avveckling	(Balchanos m.fl., 2014)
Utvidgad Functional Resonance Analysis Method (FRAM)	3	Troligen loggdata (simulering)	Ledningssystem	Samtliga	(Eljaoued m.fl., 2020)

3.7.1 Metric-based Analysis and Evaluation Framework

Metric-based Analysis and Evaluation Framework (Måttbaserat Analysramverk) är en metod som föreslås av Balchanos m.fl. (2014) för att skapa ett mått på resiliens eller motståndskraft mot störning av radiokommunikation (jamming and deception). Metoden ska ge information om systemets (1) anpassningsförmåga vid en störning, (2) absorptionsförmåga, att passivt kunna absorbera verkan av en störning (vara konstruerat så att det klarar störningen), vilket kan beskrivas som systemets robusthet och (3) återhämtningsförmåga efter en störning. Balchanos m.fl. (2014) redovisar resultat avseende systemets återhämtning och anpassningsförmåga från tre simuleringar. Ett antal kvantitativa mått redovisas, huvudsakligen avseende tid och proportion för återhämtning/anpassning.

Det krävs kompetens avseende radiokommunikation eller motsvarande för att implementera relevanta mätningar/simuleringar av störning och påverkan av denna. Beräkningarna av måtten är komplexa, vilket också ställer krav på den som ska använda metoden. Metoden är sannolikt relevant för värdering av resiliens avseende störning av radiokommunikation, men inte för generell värdering av resiliens.

3.7.2 Utvidgad Functional Resonance Analysis Method (FRAM)

Utvidgad Functional Resonance Analysis Method (FRAM) föreslås för värdering av resiliens av Eljaoued m.fl. (2020). Som framgår av namnet är det en variant av FRAM (Hollnagel, 2012), där FRAM kombineras med kvantitativa mått på resiliens. Genom detta skapas en indikator på resiliens, vilket ska ge ett mått på hur ett sociotekniskt system har utvecklats mellan två tidpunkter, både avseende strukturella och funktionella dimensioner.

Beskrivningarna av hur data ska samlas in och hur beräkningarna ska utföras är delvis svårtolkade, varför det krävs mycket tid för den som ska lära sig metoden. Det är också oklart om det finns tillräcklig information för detta i pappret av Eljaoueda m.fl. (2020). Originalmodellen av FRAM är komplex och därmed krävande för den som använder den, denna utökning av modellen ökar dessutom denna komplexitet. Metoden har sannolikt hög relevans för mätning av resiliens, men lägre relevans för värdering av militära ledningssystem eftersom resiliens endast är en delaspekt vid en sådan värdering.

3.8 Riskanalys

Fokusområdet för riskanalys beskriver metoder som utvärderar ett ledningssystem design avseende vilka risker det exponeras för, t.ex. beroende på dess design eller organisatoriska sammansättning. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 12 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 12 Tabell över metoder med fokus på design och risk.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Simplified Abstraction Hierarchy	3	Dokumentanalys, intervju	Ledningssystem	Samtliga	(Tehler m.fl., 2012)
Modifierad HAZOP	2	Dokumentanalys	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Lock, 2012)

3.8.1 Simplified Abstraction Hierarchy

Simplified Abstraction Hierarchy (Förenklad Abstraktionshierarki) är en metod som användes för att analysera dokumentation av Länsstyrelsers utförda risk och sårbarhetsanalyser (Tehler m.fl. 2012). Metoden är en förenklad version av Rasmussens (1985) abstraktionshierarki. Förenklingen består främst i att Rasmussen använder fem

abstraktionsnivåer, medan denna metod endast använder tre. Metoden går ut på att den artefakt eller system som studeras analyseras i de tre abstraktionsnivåerna. Den högsta abstraktionsnivån handlar om systemets *syfte*, vilket kan besvaras med frågor om varför, t.ex. varför har systemet konstruerats? eller varför bör systemet konstrueras?. Nästa nivå handlar om systemets funktion, vilket kan besvaras med frågor om *vad*, t.ex. vad krävs för att systemet ska uppfylla sitt syfte? Den sista nivån handlar om systemets *form*, vilket kan besvaras med frågor som t.ex. hur är systemet konstruerat för att funktionerna på föregående nivå ska kunna utföras? Metoden omfattar också en kontextbeskrivning av designkriterier. Kontextbeskrivningen avser kontexten för systemets användning. Designkriterier avser specificering av kriterier för systemets design med avseende på dess förmåga att uppfylla sitt syfte.

Studien av Tehler m.fl. (2012) identifierade vissa brister hos aktörerna, men innehåller inte någon reflektion av metodens användbarhet. Det kan dock antas att metoden har hög relevans för risk- och sårbarhetsanalys, men något lägre relevans för generell värdering av ledningssystem då risk- och sårbarhetsanalys endast är en aspekt vid en sådan värdering. Det krävs domänkunskap för att använda metoden.

3.8.2 Modifierad HAZOP

Modifierad HAZOP används för risk- och sårbarhetsanalys och beskrivs av Lock (2012). Metoden, Modifierad HAZOP, baseras på metoden Hazard and Operability Study (HAZOP) (Kletz, 1999, 2018). Enligt metodiken från HAZOP skapas en tabell med följande kolumner (inom parantes exemplifierade med attribut från Lock (2012)): (1) målsättning (de beroenden som analyseras), (2) kontext (omvärldsfaktorer, för informationssystem t.ex. aspekter av informationens validitet), (3) nyckelord (sent, tidigt, förekomst saknas, felaktigt, otillräckligt), (4) risk (låg, mindre, medium, allvarlig, varierande, bedömningen kan göras enligt en kombination av sannolikheter för risker och deras konsekvenser), (5) konsekvenser (vad som sannolikt kommer att hända) och (6) åtgärder (vad som kan göras om en risk identifieras och diskussion av möjliga förändringar av systemet). Vid analysen skapas HAZOP-tabellen. För varje målsättning skapas en rad för varje kontext. För varje kontext skapas en rad för vart och ett av de nyckelord som används, där kolumnerna för risk, konsekvenser och handlingar fylls i.

Syftet med modifieringen av HAZOP är, enligt Lock (2012), att metoden ska ge samma precision som standardversionen av HAZOP, men vara mindre känslig för ofullständig information och använda mer begränsade generella kategorier för risker som är mer lämpade för systemutveckling. Lock medger dock att en viss stringens förloras genom att anpassningen innebär att även personal som inte är experter kan göra analysen.

Lock (2012) redovisar en studie där metoden har använts för riskvärdering vid utredning av en flygolycka, i perspektivet att flygplanet ses som en del i ett system av system. För värdering av ledningssystem är metoden möjligen tillämpbar för värdering av risk och för utredning då något har gått fel, vilket är en begränsad del av systemets funktionalitet. Även om Lock menar att metoden även ska kunna användas av personal utan expertkunskap bör det krävas god domänkunskap för relevant användning av metoden.

3.9 Samarbete

Samarbete avser metoder för värdering av hur organisatoriskt samarbete fungerar. Det var enbart två metoder för värdering av samarbete som identifierades i litteraturstudien. Båda dessa metoder fokuserar på samarbete inom organisationer. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 13 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 13. Tabell över metoder med fokus på samverkan.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlings-metod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
Organizational Collaboration Scale	2	Enkät	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Lyons m.fl., 2008)
Socio-technical Readiness Evaluation and Assessment Mode (STREAM)	2	Observation, intervju, enkät	Ledningssystem	Samtliga	(Swindler m.fl., 2007a)

3.9.1 Organizational Collaboration Scale

Organizational Collaboration Scale (Organisatorisk samverkansskala) är en metod för mätning av organisatoriskt samarbete som föreslås av Lyons m.fl. (2008). Data samlas in med en enkät med 20 skattningsfrågor på skalan 1–9. Dessutom ställs sex enkätfrågor om tillit och fem enkätfrågor om sammanhållning.

I publikationen av Lyons m.fl. (2008) redovisas en studie där metoden använts för värdering av organisatoriskt samarbete hos ett logistikförband avseende Nätverkscentrerad Krigföring. Enkätsvaren analyserades med faktoranalys där följande fyra faktorer identifierades: (1) effektivitet avseende samarbete, (2) anpassningsbarhet avseende samarbete, (3) möjliggörare för samarbete och (4) egenskaper hos arbetet. Samtliga faktorer hade signifikant positiv korrelation med tilltro och sammanhållning.

Frågorna finns beskrivna i publikationen (dock ej frågorna om tilltro och sammanhållning), vilket gör det enkelt att använda metoden. Det beskrivs även vilka frågor som laddar på respektive faktor, vilket gör det enkelt att beräkna medelvärden och spridningsmått för respektive faktor. Lyons m.fl. (2008) påpekar dock att ytterligare studier behöver göras för att bekräfta faktorerna och att de främst ska ses som ett ramverk för framtida studier. I litteraturstudien identifierades dock inte några uppföljande studier.

3.9.2 Socio-technical Readiness Evaluation and Assessment Mode

Socio-technical Readiness Evaluation and Assessment Mode (STREAM) är en metod för värdering av barriärer som försvårar och faktorer som underlättar organisatoriskt samarbete. Metoden användes av Swindler m.fl. (2007) för värdering av organisatoriskt samarbete inom två militära organisationer. Beskrivningen av metoden är kortfattad men hänvisning ges till en utförligare beskrivning i ett papper av Ritter m.fl. (2007), vilket dock inte använder benämningen STREAM utan i stället termen ramverk för samarbete. Enligt beskrivningen innehåller metoden fyra faser: (1) värdering av socioteknisk beredskap, (2) domänbedömning, (3) riktad värdering och (4) analys.

Värdering av socioteknisk beredskap kan exempelvis göras med enkäter, analys av system/utrustning, intervjuer och i begränsad omfattning observationer. Frågeställningar kan gälla organisationens långsiktiga och kortsiktiga mål och vilka styrkor och svagheter som den uppfattas ha.

Domänbedömning kan göras genom observationer, intervjuer eller enkäter. I studien som redovisas av Swindler m.fl. (2007) användes observation och enkäter. Syftet är att få information om barriärer och faktorer som påverkar samverkan. I den rapporterade studien undersöktes följande: (1) vilka kommunikationsnätverk som användes, (2) informationsspridning, (3) vilka roller de viktigaste beslutsfattarna hade och (4) vilka faktorer som hämmade respektive underlättade delning av information.

Riktad värdering kan göras genom kvantitativ mätning av de barriärer och faktorer för samarbete som identifierats under domänbedömningen. De metoder för datainsamling som föreslås av Ritter m.fl. (2007) är observation, med stöd av protokoll så att observationerna kan kvantifieras, enkäter och mätning av prestation. Swindler m.fl. (2007) använde utöver dessa metoder även intervjuer.

Analys omfattar både kvalitativ och kvantitativ data som samlats in under föregående faser. Syftet är att diagnostisera samarbetsproblem och bedöma i vilken omfattning faktorer som hämmar respektive underlättar samarbete förekommer. Denna bedömning dokumenteras och ligger sedan till grund för rekommendationer. Enligt Swindler m.fl. (2007) bidrog studien med STREAM att flera barriärer för samverkan identifierades, t.ex. förvirring om informationsflöden och konstant rotation av militär personal.

Metoden kräver god domänkunskap. Varken Ritter m.fl. (2007) eller Swindler m.fl. (2007) innehåller beskrivning av enkätfrågor eller protokoll för observation, varför den som ska använda metoden själv måste konstruera dessa. Trots att metoden är systematisk och tycks ge ett relativt flerdimensionellt mått på organisatorisk samverkan kan dess relevans för värdering av ledningssystem ifrågasättas då metoden är svåränvänd.

3.10 Sensemaking

Sensemaking (saknas en svensk term men kan översättas ungefär till *meningsskapande*) är ett begrepp som kan beskrivas som förmågan att skapa förståelse för svårtolkade händelser med ovisst utgång. Det finns inte någon enhetlig definition av sensemaking men flertalet definitioner kan sammanfattas med ovanstående beskrivning. Weick m.fl. (2005) beskriver sensemaking som förmågan att förstå det som händer i en situation och skapa tydliga formuleringar av denna förståelse som kan tjäna som en språngbräda för agerande. Brehmer (2006) ger en liknande definition med fokus på militär ledning, vilket beskriver sensemaking som en funktion som skapar förståelse för uppdraget i termer av *vad som ska göras* i den nuvarande situationen. Begreppet sensemaking påminner därmed om s.k. nivå två och tre av situationsmedvetande, vilket innebär förståelse för en situation och vad som kommer att hända inom den närmaste framtiden (Endsley, 1995). Fokus för sensemaking ligger dock tydligare på de beslut eller agerande som förståelsen av situationer leder till. I litteraturstudien identifierades endast en metod för värdering av sensemaking. Metoden är dock både preliminär och oprövad. En kort summering av metoden återfinns i Tabell 14 och metoden beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 14. Tabell över metoden med fokus på sensemaking (meningsskapande).

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Värdering av Sensemaking	2	Ljudinspelning, enkät	Ledningssystem	Produkt, avveckling	(Baroutsi, 2016b)

3.10.1 Värdering av Sensemaking

Värdering av sensemaking är en metod som föreslås av Baroutsi (2016). Metoden innehåller ett kodningsschema eller protokoll för värdering av sensemaking. Kodningsschemat innehåller följande sex rubriker: (1) resiliens, (2) målsättningar, (3) expertis, (4) operationer, (5) fel och (6) att inte förenkla. Varje rubrik innehåller 3–5 frågeställningar som ska besvaras vid värderingen.

Resiliens innehåller frågeställningarna: (1) snabb feedback, (2) nödvändig kompetensbredd (eng. requisite variety, ett begrepp som bl.a. relaterar till att hög kompetensbredd ger ökad förmåga till att identifiera problem och lösningar), (3) självreflektion, (4) normalisering (5) ökat riskbeteende.

Målsättningar innehåller frågeställningarna: (1) hierarkiska uppgiftsstrukturer, (2) utarbetning av målsättningar, (3) sökande av bekräftelse (är negativt), (4) tematiskt vagabonderande (är negativt, innebär hoppande fram och tillbaka mellan olika fokus) och (5) tematisk låsning (är negativt, innebär låsning till ett enda fokus).

Expertis innehåller frågeställningarna: (1) migrerande beslut (beskrivning saknas), (2) kunskap för att nå experter, (3) be om hjälp, (4) fallacy of centrality (är negativt, innebär ungefär att chefen tror sig veta allt och/eller betar sig dominant) och (5) undvikande att fatta beslut (är negativt).

Operationer innehåller frågeställningarna: (1) identifikation av avbrott, (2) kontakt med fronten och (3) söka efter dåliga nyheter.

Fel innehåller frågeställningarna: (1) upptäcka små brister när de uppstår, (2) specificera icke önskade misstag, (3) förtydliga bra nyheter, (4) leta efter motsättningar i strategin och (5) leta efter felaktiga antaganden.

Att inte förenkla innehåller frågeställningarna: (1) undvika kategorisering, (2) tänka och ställa frågor högt, (3) uppmuntra olika synsätt, (4) notera unika aspekter och (5) stereotyper/globala aspekter (är negativt).

Baroutsi (2016) redovisar användning av metoden vid övningar som Livsmedelsverket genomförde med ett flertal kommuner avseende vattenbrist. Data samlades in från tre kommuner genom ljudinspelning. Det är oklart om observation även gjordes på plats. Personer från övningsledningen fick också besvara en enkät med frågor på en 10-gradig skattningsskala om teamens prestation. Vid analysen transkriberades ljudinspelningarna och en kvalitativ analys gjordes med utgångspunkt från kodningsschemat. Enligt Baroutsi (2016) visade analysen att de beteenden som beskrivs av frågeställningarna i kodningsschemat var möjliga att identifiera. Baroutsi tillägger att målsättningen är att skapa ett kvantitativt mått på sensemaking.

Metoden är av beskrivningen i Baroutsi (2016) under utveckling, varför det är svårt att göra en kvalificerad bedömning av hur bra metoden faktiskt mäter begreppet sensemaking. Klart är dock att metoden generellt har låg relevans vid värdering av ledningssystem, beroende på att sensemaking knappast är ett centralt begrepp vid en sådan värdering.

3.11 Situationsmedvetande

Situationsmedvetande (eng. Situational awareness) avser nivån av förståelse som en aktör har av en pågående situation. Metoder för att mäta situationsmedvetande delas vanligtvis upp mellan subjektiva och objektiva mätningar. Subjektiva mätningar utförs genom en aktörs skattningar avseende dennes självupplevda situationsmedvetande medan objektiva mätningar utförs genom kontrollfrågor riktade mot händelser eller faktorer i en miljö. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 15 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 15. Tabell över metoder med fokus på situationsmedvetande.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Commander's Critical Information Report (CCIR) Accuracy Scores	3	Protokoll	Ledningsstöd-system	Produkt, Avveckling	(Hall m.fl., 2012)
Crew Awareness Rating Scales (CARS)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära lednings-system	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklings-skede	Referens
Mission Awareness Rating Scales (MARS)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Quantitative Analysis of Situational Awareness (QUASA)	4	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Baroutsi, 2018)
Situation Awareness Behavioural Rating Scales (SABARS)	3	Observation	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Situation Awareness Control Room Inventory (SACRI)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Measuring Situation Awareness of Area Controllers within the Context of Automation (SALSA)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Situation Awareness Rating Scales (SARS)	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)

3.11.1 Commander's Critical Information Report (CCIR) Accuracy Scores

Commander's Critical Information Report (CCIR) Accuracy scores användes av Hall m.fl. (2012) för att värdera deltagarnas förståelse av operationsorder vid ett test för att jämföra två ledningsstödsystem. CCIR Accuracy scores innehåller fyra fält avseende viktiga faktorer i operationsordern. Deltagarna ska ange respektive händelse som de upptäcker under ett scenario i CCIR Accuracy scores. Resultatet beräknas som andelen korrekta svar (i procent) och genomsnittlig svarstid för respektive händelse.

För att använda metoden krävs domänkunskap, men i övrigt bedöms metoden enkel att använda. Att upptäcka kritiska händelser är dock endast en aspekt av prestation vid ledning. En utförligare beskrivning finns i Hall (2009).

3.11.2 Crew Awareness Rating Scales (CARS)

Crew Awareness Rating Scales (CARS) är en subjektiv skattningsenkät som mäter individuellt situationsmedvetande. CARS-enkäten delas ut efter att deltagaren utfört en

särskild uppgift. Situationsmedvetandet mäts genom åtta frågor. Fokus för frågorna är att utvärdera hur lätt det är för deltagaren att identifiera, förstå och förutse händelser relaterade till uppgiften som deltagaren utför. Även den mentala belastningen för att identifiera, förstå och förutse händelser relaterade till uppgiften. Fördelarna med CARS är att den inte avbryter deltagarens arbetsflöde då enkäten delas ut efter att uppgiften har slutförts. CARS-enkäten går även fort för deltagarna att fylla i och metoden kräver inga större förkunskaper hos utföraren (Stanton m.fl., 2013).

3.11.3 Mission Awareness Rating Scales (MARS)

Mission Awareness Rating Scales (MARS) är baserad på metoden CARS. Frågorna fokuserar på samma aspekter av situationsmedvetande och arbetsbelastning men är mer riktade mot faktorer kopplade till infanteriuppdrag (Matthews & Beal, 2002).

Precis som CARS, avbryter inte MARS deltagarens arbetsflöde och tar kort tid för deltagare att fylla i samt är enkel för forskaren att använda.

3.11.4 Quantitative Analysis of Situational Awareness (QUASA)

Quantitative Analysis of Situational Awareness (QUASA) är en metod för värdering av situationsmedvetande i militära ledningssystemexperiment och -övningar. QUASA är en enkät som kombinerar objektiva sant eller falskt-frågor och subjektiva självskattningar för hur säker deltagaren känner sig över sant eller falskt-frågorna (från ”väldigt låg” till ”väldigt hög”). Resultaten analyseras med hjälp av Signal Detection Theory (McGuinness, 2004).

3.11.5 Situation Awareness Behavioural Rating Scales (SABARS)

Situation Awareness Behavioural Rating Scales (SABARS) mäter situationsmedvetande sett till hur väl en plutonchef eller gruppchef uppvisar beteenden för att inhämta och sprida information som är relevant för övningen eller uppdraget. Mätningarna görs med hjälp av observatörer som fyller i en enkät bestående av 28 frågor på en femgradig skala (från ”väldigt dåligt” till ”väldigt bra”) (Matthews & Beal, 2002).

Fördelarna med SABARS är att frågorna är skapade utifrån krav på situationsmedvetande från infanteriövningar och inkräftar inte på observationsobjektens arbetsflöde. Nackdelarna med SABARS är att ämnesexperter krävs (Stanton m.fl., 2013).

3.11.6 Situation Awareness Control Room Inventory (SACRI)

Situation Awareness Control Room Inventory (SACRI) baseras på Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) men är anpassad för användning vid simuleringar av operatörers kontrollrumsuppgifter i kärnkraftverk. SACRI mäter situationsmedvetande genom att scenariot i simuleringen vid flera tillfällen pausas och deltagaren besvarar frågor kopplade till information som en operatör bör ha för att övervaka ett kärnkraftverk. Totalt finns 35 frågor som kan anpassas genom tre olika tidsperspektiv, exempelvis hur informationen som operatören har vid tillfället har utvecklats från ett tidigare skede, hur informationen kan jämföras med ”normalfall” och hur operatören tror att informationen kommer att ändras inom de närmaste minuterna (Hogg m.fl., 1994).

Fördelen med SACRI är att den inte påverkas av problem som relaterar till insamling av data i efterhand. Nackdelarna med SACRI är att den inkräftar på deltagarens arbetsflöde och kräver dyra simulatorer (Stanton m.fl., 2013).

3.11.7 Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT)

Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) utvecklades ursprungligen för mätning av stridspiloters situationsmedvetande under simulerade övningsscenarion. SAGAT består av en enkät som delas ut under ett simulerat träningsscenario. Detta

möjliggörs genom att simuleringen pausas och deltagaren får svara på ett antal frågor om faktorer relaterade till uppgiften som utförs. (Endsley, 1988).

SAGAT påverkas inte av problem associerade med att samla in data i efterhand. Nackdelarna med SAGAT är att den kräver dyra simulatorer för att användas, att enkäten delas ut under ett scenario och därför är inkräktande på deltagarnas arbetsflöde samtidigt som en större arbetsinsats krävs för att framställa relevanta frågor till enkäten (Stanton m.fl., 2013).

3.11.8 **Measuring Situation Awareness of Area Controllers within the Context of Automation (SALSA)**

Measuring Situation Awareness of Area Controllers within the Context of Automation (SALSA) är en metod för att mäta situationsmedvetande hos flygledningpersonal i simulerade träningsscenarion. SALSA liknar SAGAT i flera avseenden. Den största likheten är att båda metoderna använder enkäter som delas ut under pauser i träningsscenariot och att de mäter faktorer relaterade till uppgiften som utförs. SALSA skiljer sig från SAGAT genom att ämnesexperter i efterhand får se en inspelning av det simulerade träningsscenariot och därefter avgöra relevansen av enkätfrågorna. På så sätt viktas svaren på frågorna och endast de frågor som anses relevanta analyseras. I SALSA, till skillnad från SAGAT där endast ett urval av det totala antalet tillgängliga enkätfrågor ställs under en paus, ställs alla enkätfrågor under alla pauser (Haus & Eyferth, 2003). Istället för att generiska frågor kring deltagarens situationsmedvetande ställs, använder SALSA specifika frågor som är relevanta för deltagarens uppgifter.

SALSA påverkas inte av problem som associeras med att samla in data i efterhand t.ex. korrelationen med prestation och att deltagare glömmer information från träningsscenariot (Stanton m.fl., 2013). Nackdelarna med SALSA är att den kräver dyra simulatorer och att besvarandet av enkätfrågorna påverkar deltagarnas arbetsflöde (ibid.).

3.11.9 **Situation Awareness Rating Scales (SARS)**

Situation Awareness Rating Scales (SARS) är en metod för att mäta stridspiloters situationsmedvetande. SARS består av tre olika enkäter som fylls i av en handledare, en kollega och av piloten själv. Totalt finns 31 frågor tillgängliga som tillhör åtta olika ämnen, däribland generella förmågor, kommunikation och tolkning av information. Dessa frågor besvaras av både handledaren och piloten. Kollegan till piloten betygsätter pilotens generella stridspilot- och situationsmedvetandeförmågor (Waag & Houck, 1994).

Fördelarna med SARS är enkelheten, sett till både träningen som krävs av forskaren för att applicera metoden samt den korta tiden för att dela ut och fylla i enkäten. Nackdelarna med SARS berör insamlandet av data i efterhand vilket kan resultera i att deltagare glömmer tillfällena då de haft lågt situationsmedvetande och den begränsade dokumentationen kring användning av metoden (Stanton m.fl., 2013).

3.11.10 **Situation Awareness Rating Technique (SART)**

Situation Awareness Rating Technique (SART) är en enkät ursprungligen utvecklad för att mäta självskattning av situationsmedvetande hos stridspiloter. Det finns flera olika versioner av SART, den första som utvecklades bestod av tio dimensioner av situationsmedvetande. Den mest använda versionen av SART är 3D-SART som består av de tre dimensionerna: krav på uppmärksamhetsresurser, utbud av uppmärksamhetsresurser och förståelse av situationen. 3D-SART, likt NASA-TLX, besvaras genom att deltagaren markerar ett kryss på en 100 mm horisontell linje. Exempel på SART-fråga: "Hur låga alternativt höga krav ställdes på din uppmärksamhet under uppgiften?" (Bolton m.fl., 2021).

Fördelarna med SART inkluderar dess enkelhet att användas samt att den kan och har använts inom många olika domäner. Nackdelarna med SART är att deltagare inte alltid är

medvetna om deras låga situationsmedvetande och att begreppsvaliditeten kan ifrågasättas (Stanton m.fl., 2013).

3.11.11 **Situation Awareness for SHAPE (SASHA)**

Situation Awareness for SHAPE (SASHA) består av två metoder för att mäta flygledares situationsmedvetande. SA for SHAPE on-line (SASHA_L) är en enkät som delas ut under ett pågående simulerat träningsscenario. SA for SHAPE Questionnaire (SASHA_Q) är en enkät som delas ut efter ett simulerat träningsscenario. En ämnesexpert väljer frågor som relaterar till olika aspekter av situationsmedvetande i flygledares miljö från en frågebänk och ställer sedan dessa frågor till flygledaren som är föremål för studien. Ämnesexperten får även bedöma frågans operativa relevans och svarets korrekthet samt tiden det tog för flygledaren att svara. SASHA_Q innehåller både generiska frågor och frågor som relaterar till särskilda tekniska verktyg för flygledare i deras miljö. SASHA_Q är en självskattningsenkät som delas ut till flygledare när det simulerade träningsscenarioet är avslutat.

Fördelen med SASHA_Q är enkelheten att använda metoden och att den inte inkräktar på deltagarens arbetsflöde. Fördelen med SASHA_L är att den inte påverkas av problem associerade med att samla in data efter en simulering. Nackdelen med SASHA_L-metoden är den stora mängd resurser som krävs för att framställa lämpliga frågor (Jeannot m.fl., 2003). Nackdelen med SASHA-Q är att data samlas in efter simuleringen vilket medför att deltagare kan glömma bort tillfällen då de haft lågt situationsmedvetande.

3.11.12 **Situation Present Assessment Method (SPAM)**

Situation Present Assessment Method (SPAM) är en metod för mätning av flygledares situationsmedvetande. SPAM likt SAGAT ställer frågor relaterade till faktorer i träningsscenarioet. Skillnaden från SAGAT är att flygledaren har tillgång till all information i träningsscenarioet under tiden som enkätfrågorna besvaras. Mätningen skiljer sig även genom att träningsscenarioet inte behöver pausas för att frågorna ska ställas. Istället ringer utföraren deltagaren för att ställa frågorna samt nedtecknar svaren och tiden det tar för deltagaren att svara på frågorna. Andelen rätta svar beräknas inte som det görs i SAGAT (Durso m.fl., 1999).

Fördelarna med SPAM är enkelhet att använda metoden, ingen paus i scenarioet behövs för att ställa frågorna och att det är ett objektiva mått av situationsmedvetande. Till nackdelarna med metoden hör validiteten kring om tidtagning verkligen kan användas för bedömning av situationsmedvetande, begränsad rapporterad användning av metoden och att nya frågor ofta behöver tas fram under själva träningsscenarioet (Stanton m.fl., 2013).

3.11.13 **Tactical Rating of Awareness for Combat Environments (TRACE)**

Tactical Rating of Awareness for Combat Environments (TRACE) är en metod som användes av Hall m.fl. (2012) vid ett test för att jämföra två ledningsstödsystem för att ge ett mått på deltagarnas förståelse av stridssituationen. TRACE bestod av en rapport med 22 fält som skulle fyllas i. Fälten kunde t.ex. vara antal egna stridsvagnar, bränslestatus, nuvarande tillvägagångssätt och predicerad status hos egna samt fiendliga resurser och aktiviteter. Resultatet beräknades som andel korrekta svar. Statistisk analys användes för att jämföra resultatet från TRACE mellan de två ledningsstödsystemen.

3.12 Teamets situationsmedvetande

Teamets situationsmedvetande avser situationsmedvetande hos team eller mellan team. Endsley (1995) definierar teamets situationsmedvetande som summan av alla individers situationsmedvetande inom teamet, vilket innebär att en hög nivå av situationsmedvetande inte kräver att samtliga medlemmar har samma situationsmedvetande. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 16 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 16. Tabell över metoder med fokus på team SA.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Coordinated awareness of situations by teams (CAST)	3	Dokumentanalys	Ledningssystem	Produkt & Avveckling	(Gorman m.fl., 2006)
Propositional Network (PN)	3	HTA (observation, intervju, dokumentanalys, enkät)	Ledningssystem	Produkt & Avveckling	(Liu & Woolley, 2015)

3.12.1 Coordinated Awareness of Situations by Teams (CAST)

Coordinated Awareness of Situations by Teams (CAST) mäter effektiviteten hos teaminteraktioner vid utförande av ledningssystemsuppgifter i scenarion där deltagarna stöter på händelser som hindrar deras arbete från att fortgå (Demir m.fl., 2019). CAST består av en enkät innehållande fyra komponenter: (1) vilka teammedlemmar som individuellt lade märke till hindret, (2) vilka lagmedlemmar som diskuterade hindret, (3) vilka handlingar som utfördes för att kringgå hindret samt (4) om teamet överkom hindret (Gorman m.fl., 2005). Resultaten från CAST analyseras genom kvoten mellan antalet teammedlemmar som deltagaren kommunicerade med i relation till det totala antalet teammedlemmar som deltagaren kunde ha kommunicerat med (ibid.). Resultatet innefattar även vilka teammedlemmar som delade sina upplevelser eller kommunicerade med övriga i teamet när hindret påträffades (Demir m.fl., 2019).

3.12.2 Propositional Network

Propositional Network är en metod för att identifiera kunskapen som krävs för att utföra uppgifter i ett särskilt scenario. Propositional Network är nätverk som består av kunskap, informationskällor, agenter och artefakter som sammanlänkas.

Nackdelen med Propositional Network är att två väldigt tidskrävande metoder, Hierarkisk Uppgiftsanalys (HTA) och Critical Decision Method (CDM), behöver utföras (Stanton m.fl., 2013).

3.13 Teamarbete

Teamarbete kan kortfattat beskrivas som de processer som utförs för att uppnå effektiv teamprestation. Teamarbete består av fem komponenter: ledarskap, ömsesidig prestationsövervakning, backup-beteende (förmågan att kunna jämna ut arbetsbelastning mellan medlemmar i teamet), anpassningsförmåga och orientering (Salas m.fl., 2005). Metoder funna inom detta fokusområde avser att mäta prestationen hos team genom effektivitets-, koordinerings-, förståelse- och generiska prestationsmått. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 17 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 17. Tabell över metoder med fokus på teamarbete.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingskede	Referens
Command Team Effectiveness (CTEF) questionnaire	4	Enkät	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Baroutsi, 2018)
Coordination Demand Analysis (CDA)	3	HTA	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Liu & Woolley, 2015)
Shared Priorities Instrument (SPI)	4	Enkät	Ledningssystem	Samtliga	(Baroutsi, 2018)
N16 – prestation i team	1	Enkät	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Freedy m.fl., 2007)

3.13.1 Command Team Effectiveness (CTEF) 2.0 questionnaire

Command Team Effectiveness (CTEF) 2.0 questionnaire beskrivs i Baroutsi (2018) och är en enkät som hjälper teamledare och teammedlemmar att utvärdera och förbättra prestationen av deras team. Enkäten utgår ifrån att effektivt teamarbete är resultatet av tillstånd, processer och feedback faktorer. Dessa tre faktorer delas sedan in 32 frågor som deltagaren besvarar på en femgradig skala (Essens m.fl., 2010).

3.13.2 Coordination Demand Analysis

Coordination Demand Analysis (CDA) används för att identifiera teambaserade aktiviteter i ett givet ledningssystemsscenario. Målet med att använda CDA är att identifiera nivån av koordinering mellan teammedlemmar under teambaserade aktiviteter. För att uppnå detta delas uppgifterna in efter om de utförs självständigt, t.ex. övervakning av temperaturer, eller kräver samarbete, t.ex. släcka bränder. Nästa steg är att betygsätta aktiviteterna utifrån kommunikation, situationsmedvetande, beslutsfattande, målanalys, ledarskap, anpassningsförmåga och självhävande (eng. assertiveness). Ett koordineringsvärde räknas ut genom att medelvärdena för betygen summeras. Dessa koordineringsvärden kan sedan användas för jämförelse av team (Liu & Woolley, 2015).

3.13.3 Shared Priorities Instrument

Shared Priorities Instrument beskrivs i Baroutsi (2018) och är en metod för att utvärdera delad förståelse av mål inom team. Teammedlemmar instrueras att skriva ner uppgifter viktiga för att teamet ska uppnå sitt eller sina mål och sedan rangordna dessa mål efter hur viktiga de är. Genom att jämföra rangordningen mellan deltagarna kan ett mått över teammedlemmarnas delade förståelse tas fram. Fördelen med Shared Priorities Instrument är dess låga kostnad och enkelhet att använda och att inga ämnesexperter krävs vid analysen (Berggren, 2016).

3.13.4 N16 – Prestation i team

Prestation i team beskrivs av Freedy m.fl. (2007) som en metod för att mäta prestation av team som innehåller både människor och robotikelement i träningsscenarion och operationer i riktiga miljöer. Metoden består av Nasa-Task Load Index (NASA-TLX), ett

tillit- och självsäkerhetsmått som använts inom automationsforskning samt Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) (Freedy m.fl., 2007). Tillit- och självsäkerhetsmättet består av en enkät där deltagaren t.ex. tillfrågas om vilken grad systemets beteende kan förutsägas och till vilken grad systemet upplevs som pålitligt att utföra uppgiften (Lee & Moray, 1992). Fördelen med metoden är att de enkäter som delas ut är enkla för genomföraren av värderingen att använda och tar kort tid för deltagaren att fylla i.

3.14 Flera fokus

Kategorin flera fokus avser värderingar som inte begränsas till ett fokusområde. Metoderna är därmed ofta sammansatta av metoder från flera fokusområden. Metoder med flera fokus ger en mer heltäckande bild över ledningssystemet, men kräver mer resurser vid användning. En kort summering av metoderna återfinns i Tabell 18 och metoderna beskrivs sedan kortfattat.

Tabell 18. Tabell över metoder med flera fokus.

Namn på metoden	Relevans för värdering av militära ledningssystem	Datainsamlingsmetod	Typ av system	Utvecklingsskede	Referens
Cognitive Work Analysis (CWA)	3	Intervju, observation, dokumentanalys	Ledningssystem	Samtliga	(Oosthuizen & Pretorius, 2013)
Critical Decision Method (CDM)	2	Intervju	Ledningssystem	Produkt	(Liu & Woolley, 2015)
Event analysis for systemic teamwork (EAST)	2	Observation av video, ljudinspelning	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Liu & Woolley, 2015; Walker m.fl., 2009)
Situation Awareness Subjective Workload Dominance (SA-SWORD) ¹	3	Enkät	Ledningssystem	Produkt & avveckling	(Salmon m.fl., 2004)
Tactical Real-time Interaction in Distributed EnvironmentTs (TRIDENT)	1	Enkäter, salivprov & observation	Ledningssystem	Samtliga	(Worm, 2000) (Worm, 2001)
Work Domain Analysis (WDA)	3	Beskrivning saknas	Ledningssystem	Produkt, Avveckling	(Liu & Woolley, 2015)
N17 – holistisk analys av kognition och interaktion	1	En metodologi uppbyggd av flera olika metoder. EAST, SHERPA, NASA-TLX, WDA	Ledningssystem	Produkt	(Liu & Woolley, 2015)

¹ Beskrivning finns under avsnittet ”Situationsmedvetande”.

3.14.1 Cognitive Work Analysis (CWA)

Cognitive Work Analysis (CWA) är en metod som fokuserar på utveckling och analys av komplexa sociotekniska system. Genom ett fokus på begränsningarna i ett sociotekniskt system skapas en modell för hur människa-systeminteraktion (MSI) *kan* genomföras (formativ modellering), utan att explicit identifiera handlingarna som krävs. Detta skiljer sig från andra Human Factors-metoder, vilka fokuserar på hur MSI *ska* fungera (normativ modellering) eller de metoder som *beskriver* hur MSI fungerar i nuläget (deskriptiv modellering). CWA fokuserar på miljön som arbetsuppgifterna utförs i samt effekterna av eventuella begränsningar (Stanton m.fl., 2017). Det är inte tydligt hur datainsamlingen för CWA går till.

3.14.2 Critical Decision Method (CDM)

Critical Decision Method (CDM) bygger på intervjuer med ämnesexperter och används för att ta del av kunskap och kognitiva detaljer kring beslutsfattandeprocessen i ett givet scenario. O'Hare m.fl. (1998) använde metoden för att nå den kognitiva beslutsfattandeprocessen som finns i skadekontrollorganisationen på ett fartyg (en arbetsgrupp och ansvarsområde på ett krigsfartyg) men som inte går att observera.

3.14.3 Event Analysis for Systemic Teamwork (EAST)

Event Analysis for Systemic Teamwork (EAST) är en nätverksmetod som analyserar uppgiftsnätverk för att identifiera mål, sidomål samt hur och när uppgifter utförs. EAST analyserar även sociala- och kommunikationsnätverk för att identifiera nätverksstrukturen, vilken kommunikationsteknologi som används, centrala agenter inom nätverket och kunskapsnätverk för att identifiera informationskrav och det distribuerade situationsmedvetandet. EAST är sammansättning av metoder som består av: Hierarkisk Uppgiftsanalys (HTA), Coordination Demand Analysis (CDA), Communication Usage Diagram (CUD), Social Network Analysis (SNA), Operational Sequence Diagram (OSD) som använder output från HTA, CDA, CUD och SNA, Critical Decision Method (CDM) och Propositional Network (PN) (Liu & Woolley, 2015). Fördelen med EAST är dess breda fokus av ledningssystemet men utförandet av alla dess delmetoder gör den även till en mycket resurskrävande metod.

3.14.4 Situation Awareness Subjective Workload Dominance (SA-SWORD)

Situation Awareness Subjective Workload Dominance (SA-SWORD) är en metod för värdering och jämförelse av en pilots situationsmedvetande vid användning av två eller fler cockpitgränssnitt. SA-SWORD är en modifiering av Subjective Workload Dominance Technique (SWORD), en självskattningsenkät som mäter deltagares arbetsbelastning antingen retrospektivt eller prediktivt, med det tillägg att även situationsmedvetande mäts. För att använda SA-SWORD behöver uppgifterna som utförs samt verktygen eller artefakterna som används av piloten definieras. Detta kan göras med hjälp av en Hierarkisk Uppgiftsanalys (HTA). När hierarkisk uppgiftsanalys är utförd utformas frågor berörande vilket gränssnitt som deltagaren föredrog sett till olika faktorer. Enkäten delas ut efter att uppgiften har utförts.

Fördelarna med metoden är dess enkelhet att använda, att det är en generisk metod som kan användas i flera olika domäner och att metoden är användbar vid värdering av två eller flera gränssnitts påverkan på pilotens situationsmedvetande. Nackdelarna med metoden är att en tydlig definition av situationsmedvetande måste utformas och förklaras för att deltagarna inte ska ha olika definitioner av situationsmedvetande samt att rapporterad användning av metoden är begränsad (Stanton m.fl., 2013).

3.14.5 **Tactical Real-time Interaction in Distributed EnvironmentTs (TRIDENT)**

Tactical Real-time Interaction in Distributed EnvironmentTs (TRIDENT) är en sammansättning av metoder för värdering av ledningssystem. TRIDENT analyserar uppdragseffektivitet genom Mission Efficiency Analysis (MEA), arbetsbelastning genom NASA-Task Load Index (NASA-TLX), situationsmedvetande genom Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT), informationskvalité, nivån och läget av kontroll samt reliabilitetsanalys genom Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) och mätning av stress genom katekolaminnivå i saliven (Worm, 2000).

3.14.6 **Work Domain Analysis (WDA)**

Work Domain Analysis (WDA) användes av Liu & Woolley (2015) för analys av skadekontroll avseende integration mellan besättning och system på ett krigsfartyg. Med hänvisning till (Naikar, 2013) skriver de att WDA kan identifiera målsättningar inom domänen och underlätta analys av generella begränsningar för mänskligt beteende som skapas av fysiska resurser, processer, funktioner, värderingar och prioriteringar för att uppnå målsättningar. Enligt Liu och Woolley (2015) ger WDA en hierarkisk sammankoppling mellan orsak och verkan som beskriver begränsningar inom ett område. De påpekar dock att trots att analysen med WDA kompletterades med Event Analysis of Systemic Teamwork (EAST) så behövde analysen kompletteras med NASA Task Load Index (NASA-TLX) och Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) för att skapa ett holistiskt perspektiv på skadekontroll. Det beskrivs inte hur datainsamling och analys görs med WDA (ibid.). För information om detta hänvisas till Naikar (2013).

3.14.7 **Holistisk analys av kognition och interaktion (N17)**

Holistisk analys av kognition och interaktion är en metodologi skapad av Liu & Woolley (2015) för att göra en holistisk analys av en marin fartygsbesättnings kognition och interaktion under en skadekontrollinsats. Det finns inget explicit namn på metoden men det är i stort en kombination av Event Analysis of Systemic Teamwork (EAST), NASA Task Load Index (NASA-TLX), Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) och Work Domain Analysis (WDA).

4 Diskussion

Vi har i litteraturstudien inte funnit någon metod för att värdera samtliga aspekter av ledningssystem, däremot identifierades sju metoder som kan användas för att värdera flera olika aspekter av ledningssystem. Dessa metoder kräver dock en större mängd resurser jämfört med metoder som endast fokuserar på en delaspekt av ledningssystemet, t.ex. tid för deltagare att fylla i enkäter alternativt delta i intervjuer, tid för att utforma och administrera datainsamlingsmetoderna och mer omfattande analys och sammanställning av resultat.

Beskrivningarna av de metoder som identifierats har varit av olika kvalitet och omfattning, därav är beskrivningarna i rapporten av olika detaljeringsgrad. Alla metoder passar inte för all slags värdering utan inför varje värdering behöver en avvägning göras av vad som är störst vikt att fokusera på vid detta tillfälle. Metoderna som identifierades är främst lämpade för värdering av befintliga system eller för värdering av ett koncept av ett system. För värderingar i stadiet *avveckling* gjorde vi tolkningen att det avser värdering av ett befintligt system med syftet att skapa underlag för kravställning och värdering av ett nytt system som ska ersätta det gamla. Ibland används resultat från värderingar av föregående system som baslinje vid värdering av ett nytt system, vilket innebär att prestationen med det nya systemet ska vara minst lika bra som med det gamla systemet. Detta kan dock vara problematiskt, eftersom förändringar av ett system kan leda till förändringar av förutsättningarna för dess användning som är svåra att förutse, vilket i forskningslitteraturen benämns *the envisioned world problem* (Hollnagel & Woods, 2005). Det kan innebära att de arbetsmetoder och arbetsuppgifter som utförs med ett nytt system förändras så mycket att jämförelsen med det gamla systemet blir meningslös. Om det inte finns något färdigt system att värdera, så finns det metoder för att värdera koncept. Vissa metoder bedöms kunna användas för värderingar i samtliga utvecklingsskedena. I studien har det dock varit svårt att bedöma i vilket utvecklingsskede respektive metod är mest lämpad, eftersom flertalet publikationer i litteraturstudien inte beskriver detta. Dessutom beskrivs metoderna ofta i en relativ smal tillämpning, kopplat till de studier som redovisas i publikationerna.

Flertalet fokusområden är uppenbart centrala för värdering av ledningssystem, medan till exempel fokusområdena resiliens och riskanalys har mer begränsad relevans för generell värdering av ledningssystem. Trots detta inkluderades metoder inom dessa fokusområden eftersom vi bedömde att de belyser vissa specifika aspekter med relevans för ledningssystemets användning och funktionalitet. Metoder inom fokusområdet resiliens inkluderades eftersom vi bedömde att det för vissa värderingar kan vara relevant att analysera ledningssystemets robusthet och tolerans mot störningar. Detta motiverades med att det i ett dynamiskt förlopp med osäkra utfall är av vikt att ledningssystemet kan fortsätta att prestera efter störningen, och även under förhöjd belastning under lång tid. Metoder inom fokusområdet riskanalys inkluderades med motivationen att detta område har relevans vid analys av brister, t.ex. när något har gått fel.

Resultatet från litteraturstudien kan användas som underlag för vilken metod som bör väljas vid en värdering, beroende på vilket fokusområde som är av intresse. Lämpliga fokusområden och därmed metoder är bland annat beroende av vilken typ av ledningssystem som värderas och i vilken kontext systemet används. Mätning av prestation kräver t.ex. att det finns relevant prestation att mäta; kommunikation kräver att det finns relevant kommunikation att analysera; och teamets situationsmedvetande och teamarbete kräver att det finns relevant teamarbete som kan studeras.

Databasen Scopus, som användes för litteratursökningen, är ett av de mest använda sökverktygen inom tvärvetenskaplig forskning, och i synnerhet inom Human Factors relaterade områden, där metodik för system- och prestationsvärdering är centrala områden. Även om ett stort antal metoder för värdering av ledningssystem identifierades är det en begränsning att endast ett fåtal publikationer i form av forsknings- och resultatrapporter från militära forskningsorganisationer identifierades.

En ytterligare begränsning är att fulltextgranskning endast gjordes av de publikationer som vid granskningen av abstract fått relevansskattning 3,5 eller högre. Detta förfarande stöds dock av erfarenheter från tidigare litteraturstudier, där litteratur som fått en låg relevansbedömning vid granskning av abstract generellt också visar sig sakna relevant information vid fulltextgranskning (t.ex. Granåsen m.fl., 2019, 2021).

Uppdelningen av värderingsmetoderna i 14 fokusområden är huvudsakligen samstämmig med etablerade forskningsområden inom Human Factors. Vissa fokusområden som t.ex. situationsmedvetande och arbetsbelastning kan i det avseendet ses som självklara. Detta är dock inte uppenbart när det gäller värdering av ledningssystem, eftersom situationsmedvetande även är väsentligt för andra fokusområden, t.ex. för samarbete och kommunikation mellan och inom team. Vilka metoder som vi inkluderat i vissa fokusområden är inte heller helt självklart, eftersom författarna till publikationerna i litteraturstudien inte beskriver de metoder som används med avseende på fokusområden. Fokusområdena skapades under analysen av litteraturstudien, med syfte att kunna ge en differentierad kategorisering av de metoder som identifierades. Det innebär att om någon annan hade gjort analysen kunde indelningen av fokusområden delvis gjorts annorlunda och antalet fokusområden kunde ha blivit mindre eller större, beroende på vilken skärning som valts.

Litteraturstudien utgör grund för en kartläggning över vilka metoder som används, och hur dessa används, för värdering av ledningssystem. Parallellt med litteraturstudien genomförs en intervjustudie med personal från inom Försvarsmakten som är involverad, eller har insikt i, hur värdering av ledningssystem sker idag och historiskt (redovisas inte i denna rapport). Målsättningen är att kartläggningen av metoder tillsammans med litteraturstudien ska utgöra grund för att skapa ett ramverk med principer för värdering av ledningssystem.

En slutsats av litteraturstudien är att ingen metod värderar samtliga aspekter av ledningssystem, utan flertalet metoder har fokus på en aspekt av ledningssystemet. Vilket innebär att det behövs en kombination av metoder för att genomföra en heltäckande värdering av ledningssystemet. Flertalet av metoderna är vagt beskrivna, vilket gör att de kan vara svåra att använda. Generella rekommendationer utifrån resultatet av litteraturstudien är att:

- Inrikta värderingen på de aspekter av ledningssystemet som har störst betydelse för dess prestation och användning.
- Gör en bedömning av vilka fokusområden som täcker dessa aspekter.
- Välj de mest lämpade värderingsmetoderna för respektive fokusområde, både avseende frågeställning och vad som är möjligt att mäta under värderingen.
- Om det finns behov av värdering av ett stort antal fokusområden, överväg att dela upp värderingen i flera delar.

Referenser

- Albinsson, P.-A., & Fransson, J. (2001). Communication Visualization – An Aid to Military Command and Control Evaluation. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 590–594. <https://doi.org/10.1177/154193120104500603>
- Alfredson, J., Oskarsson, P.-A., Castor, M., Svensson, J., & Forskningsinstitut, T. (2004). *Metodvalsverktyg - Ett hjälpmedel vid planering av MSI-utvärdering* (FOI-R--1225--SE). Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Balchanos, M. G., Domercant, J. C., Tran, H. T., & Mavris, D. N. (2014, september 16). Metrics-based analysis and evaluation framework for engineering resilient systems. *7th International Symposium on Resilient Control Systems, ISRCS 2014*. <https://doi.org/10.1109/ISRCS.2014.6900107>
- Baroutsi, N. (2016a). Observing sensemaking in C2: Performance assessment in multi-organizational crisis response. *Proceedings of the 13th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*.
- Baroutsi, N. (2016b). Observing Sensemaking in C2: Performance Assessment in Multi-Organizational Crisis Response. *Proceedings of the ISCRAM 2016 Conference*.
- Baroutsi, N. (2018). A Practitioners Guide for C2 Evaluation A Practitioners Guide for C2 Evaluations Quantitative Measurements of Performance and Effectiveness. *Proceedings of the 15th ISCRAM Conference*, 170–189. http://idl.iscram.org/files/nicolettabaroutsi/2018/1546_NicolettaBaroutsi2018.pdf
- Berggren, P. (2016). *Assessing Shared Strategic Understanding* [Linköping University, PhD Thesis No. 465]. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-126346>
- Bolton, M., Bilttekoff, E., & Humphrey, L. (2021). The Level of Measurement of Subjective Situation Awareness and Its Dimensions in the Situation Awareness Rating Technique (SART). *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/thms.2021.3121960>
- Brehmer, B. (2006). One Loop to Rule Them All. *Proceedings of the 11th International Command and Control Research Technology Symposium (ICCRTS)*.
- Chapanis, A. (1959). *Research Techniques in Human Engineering*. John Hopkins Press.
- Demir, M., McNeese, N. J., She, M., & Cooke, N. J. (2019). Team Coordination of Team Situation Awareness in Human-Autonomy Teaming. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 146–147. <https://doi.org/10.1177/1071181319631259>
- Durso, F. T., Hackworth, C., Truitt, T. R., Crutchfidd, J., Nikolic, D., & Manning, C. A. (1999). Situation Awareness as a Predictor of Performance in en Route Air Traffic Controllers. *Air Traffic Control Quarterly*, 6. <https://doi.org/10.2514/atcq.6.1.1>
- Eljaoued, W., Yahiaa, B., Bellamine, N., & Saouda, B. (2020). A Qualitative-Quantitative Resilience Assessment Approach for Socio-technical Systems. *Procedia Computer Science*, 176, 2625–2634. <https://doi.org/10.1016/i>
- Embrey, D. E. (1986). SHERPA: A systematic human error reduction and prediction approach. *Proceedings of the international topical meeting on advances in human factors in nuclear power systems*.
- Endsley, M. R. (1988). Situation awareness global assessment technique (SAGAT). *Proceedings of the IEEE 1988 national aerospace and electronics conference.*, 789–795. <https://doi.org/10.1109/naecon.1988.195097>
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>

- Essens, P., Vogelaar, A., Mylle, J., Baranski, J., Goodwin, G., Van Buskirk, W., Berggren, P., & Hof, T. (2010). *CTEF 2.0 - Assessment and improvement of command team effectiveness: verification of model and instrument*. NATO, Organization, Research and Technology Organization.
- Försvarsmakten. (2016). *Handbok Nomenklatur Ledning (H Nomen Led)*. FM2016-7616:1. Stockholm: Försvarsmakten.
- Försvarsmakten. (2020). *Doktrin för gemensamma operationer 2020* (Utgåva 6). FM2018-18369:29. Försvarsmakten.
- Freedy, A., Weltman, G., Freedy, E., Devisser, E., Coeyrnan, N., Kalphat, M., & Palmer, D. (2007). Mixed Initiative Team Performance Assessment System (MITPAS). *AUVSI Unmanned Systems North America Conference 2006*, 306–320.
- Fu, B., Liu, F., Yan, X., Ma, Z., Wang, Y., & Zhang, Y. (2016). Armored equipment effectiveness evaluation based on hierarchy-grey theory. *2016 11th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICRMS.2016.8050157>
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., Pederson, H. K., Connor, O. O., & DeJoode, J. A. (2005). Coordinated awareness of situation by teams (CAST): Measuring team situation awareness of a communication glitch. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 274–277. <https://doi.org/10.1177/154193120504900313>
- Gorman, J. C., Cooke, N. J., & Winner, J. L. (2006). Measuring team situation awareness in decentralized command and control environments. *Ergonomics*, 49(12–13), 1312–1325. <https://doi.org/10.1080/00140130600612788>
- Granåsen, M., Olsén, M., Oskarsson, P.-A., & Hallberg, N. (2019). Assessing interorganizational crisis management Capability: A systematic literature review. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management (IJISCRAM)*, 11(2), 38–56.
- Granåsen, M., Oskarsson, P.-A., Olsén, M., & Hallberg, N. (2021). *Tvärsektoriell krishantering: Värdering av förmåga och modellering av system* (FOI-R--5022--SE). FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Gregoriades, A., Shin, J. E., & Sutcliffe, A. (2004). Human-centred requirements engineering. *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 154–163. <https://doi.org/10.1109/ICRE.2004.1335673>
- Gregoriades, A., & Sutcliffe, A. (2006). Automated assistance for human factors analysis in complex systems. *Ergonomics*, 49(12–13), 1265–1287. <https://doi.org/10.1080/00140130600612721>
- Gregoriades, A., & Sutcliffe, A. (2008). Workload prediction for improved design and reliability of complex systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 93(4), 530–549. <https://doi.org/10.1016/j.res.2007.02.001>
- Grier, R. (2015). How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 59th Annual Meeting, Los Angeles*, 1727–1731.
- Gryth, D., Rådestad, M., Nilsson, H., Nerf, O., Svensson, L., Castrén, M., & Rüter, A. (2010). Prehospital and Disaster Medicine Evaluation of Medical Command and Control Using Performance Indicators in a Full-Scale, Major Aircraft Accident Exercise. *Prehospital and Disaster Medicine*, 25(2), 188–123. <http://pdm.medicine.wisc>
- Hall, D. S. (2009). *Raptor: An Empirical Evaluation of an Ecological Interface Designed to Increase Warfighter Cognitive Performance*. Naval Postgraduate School.
- Hall, D. S., Shattuck, L. G., & Bennett, K. B. (2012). Evaluation of an Ecological Interface Design for Military Command and Control. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 6(2), 165–193. <https://doi.org/10.1177/1555343412440696>

- Hallberg, N., & Granåsen, M. (2017). *Framtida ledningsbehov och -förmågor (FOI-R--4396--SE)*.
- Hart, S. G. (2006). NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 904–908. <https://doi.org/10.1177/154193120605000909>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52(C), 139–183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Hauss, Y., & Eyferth, K. (2003). Securing future ATM-concepts' safety by measuring situation awareness in ATC. *Aerospace Science and Technology*, 7(6), 417–427. [https://doi.org/10.1016/S1270-9638\(02\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S1270-9638(02)00011-1)
- Hogg, D. N., Follesø, K., Volden, F. S., & Torralba, B. (1994). SACRI: A measure of situation awareness for use in the evaluation of nuclear power plant control room systems providing information about the current process state. *Proceedings of the International Atomic Energy Agency specialists' meeting on advanced information methods and artificial intelligence in nuclear power plant control rooms*, 166–174. https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/26/045/26045112.pdf
- Hollnagel, E. (2016). The four cornerstones of resilience engineering. I *Resilience Engineering Perspectives: Preparation and Restoration* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1201/9781315244389>
- Hollnagel, E., & Woods, D. D. (2005). *Joint Cognitive systems: foundations of cognitive systems engineering*. CRC Press.
- Houghton, R. J., Baber, C., McMaster, R., Stanton, N. A., Salmon, P., Stewart, R., & Walker, G. (2006). Command and control in emergency services operations: A social network analysis. *Ergonomics*, 49(12–13), 1204–1225. <https://doi.org/10.1080/00140130600619528>
- Jeannot, E., Kelly, C., & Thompson, D. (2003). *The development of situation awareness measures in ATM systems*.
- Kletz, T. (1999). *HAZOP and HAZAN: Identifying and assessing process industry hazards*. IChemE.
- Kletz, T. (2018). *HAZOP and HAZAN: identifying and assessing process industry hazards* (4:e uppl.). CRC Press.
- Lafond, D., Vachon, F., Rousseau, R., & Tremblay, S. (2010). A cognitive and holistic approach to developing metrics for decision support in command and control. I B. Kaber, David & G. Boy (Red.), *Advances in Cognitive Ergonomics* (s. 65–75). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/ebk1439834916-c7>
- Lee, J., & Moray, N. (1992). Trust, control strategies and allocation of function in human-machine systems. *Ergonomics*, 35(10), 1243–1270. <https://doi.org/10.1080/00140139208967392>
- Lewis, J. R. (1993). IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57–78. <https://doi.org/10.1080/10447319509526110>
- Lickteig, C. W. (1995). Evaluation of digital communications on performance of an armor battalion. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 1238–1242. <https://doi.org/10.1177/154193129503901903>
- Liu, J., & Woolley, A. (2015). Holistic analysis of crew cognition and interaction during naval damage control. *RINA, Royal Institution of Naval Architects - Damaged Ship III, Papers*, 73–81. <https://doi.org/10.3940/rina.ds.2015.06>
- Lock, R. (2012). Developing a methodology to support the evolution of System of Systems using risk analysis. *Systems Engineering*, 15(1), 62–73. <https://doi.org/10.1002/sys.20194>

- Louvieris, P., Collins, C., & Mashanovich, N. (2009). Investigating the use and effectiveness of virtual collaboration desks for collaborative military planning. *Proceedings of the 42nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2009.275>
- Lyons, J., Swindler, S., & White, J. (2008). Network Centric Warfare: Organizational Collaboration as a Key Enabler. *2008 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems, CTS'08*, 367–374. <https://doi.org/10.1109/CTS.2008.4543952>
- Matthews, M. D., & Beal, S. A. (2002). *Assessing Situation Awareness in Field Training Exercises*. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA408560.pdf>
- McCleron, C. K., Finomore, V. S., Andre, T. S., Jeffery, F. S., & Myers, O. N. (2016). Evaluation of Digital Checklists for Command and Control Operations. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1107–1111. <https://doi.org/10.1177/1541931213601255>
- McGuinness, B. (2004). *Quantitative Analysis of Situational Awareness (QUASA): Applying Signal Detection Theory to True/False Probes and Self-Ratings*. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA465817>
- Naikar, N. (2013). *Work Domain Analysis: Concepts, Guidelines, and Cases* (1:a uppl.). CRC Press.
- O'Hare, D., Wiggins, M., Williams, A., & Wong, B. L. (1998). Cognitive Task Analyses for Decision Centred Design and Training. *Ergonomics*, 41, 1698–1718. <https://doi.org/10.1080/001401398186144>
- Oosthuizen, R., & Pretorius, L. (2013). Establishing a methodology to develop complex sociotechnical systems. *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, 1477–1482. <https://doi.org/10.1109/ICIT.2013.6505890>
- Potter, S. S., & Rousseau, R. (2010). Evaluating the Resilience of a Human-Computer Decision-making Team: A Methodology for Decision-Centered Testing. I S. Patterson, Emily & E. Miller, Janet (Red.), *Macro cognition Metrics and Scenarios* (1st uppl., s. 253–270). CRC Press.
- Potter, S. S., Woods, D. D., Roth, E. M., Fowlkes, J., & Hoffman, R. R. (2006). Evaluating the Effectiveness of a Joint Cognitive System: Metrics, Techniques, and Frameworks. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(3), 314–318. <https://doi.org/10.1177/154193120605000322>
- Qingchuan, Y., Hai, N., Yuan, S., & Jiaping, Z. (2020). Effectiveness Evaluation of Ship Communication System Based on Grey Analytic Hierarchy Process. *ACM International Conference Proceeding Series*, 163–168. <https://doi.org/10.1145/3434581.3434610>
- Rasmussen, J. (1985). The Role of Hierarchical Knowledge Representation in Decision making and System Management. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-15*(2), 234–243. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313353>
- Richards, C. (2020). Boyd's OODA Loop. *Necesse*, 5(1), 142–165.
- Ritter, J., Lyons, J. B., & Swindler, S. D. (2007a). Large-scale coordination: Developing a framework to evaluate socio-technical and collaborative issues. *Cognition, Technology and Work*, 9(1), 33–38. <https://doi.org/10.1007/s10111-006-0060-x>
- Ritter, J., Lyons, J. B., & Swindler, S. D. (2007b). Large-scale coordination: Developing a framework to evaluate socio-technical and collaborative issues. *Cognition, Technology and Work*, 9(1), 33–38. <https://doi.org/10.1007/s10111-006-0060-x>
- Salas, E., Sims, D. E., & Burke, C. S. (2005). Is there a “big five” in teamwork? *Small group research*, 36(5), 555–599. <https://doi.org/10.1177/104649640527713>
- Salmon, P., Stanton, N. A., Walker, G., & Green, D. (2004). Situation Awareness in Military Command and Control (C4i) Systems: The Development of a Tool to Measure SA in C4i Systems and Battlefield Environments. Stage 1: SA Methods Review. I *Human Performance Situation Awareness and Automation* (Vol. 2, s. 44–49). Psychology Press.

- Schwarz, J., & Witt, O. (2012). Design of a touch-based user interface for naval command & control and comparison with a current onboard system in a scenario-based usability test. I *Advances in Usability Evaluation Part I*.
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2013). Human factors methods: A practical guide for engineering and design, 2nd edition. I *Human Factors Methods: A Practical Guide for Engineering and Design, 2nd Edition*.
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Walker, G. H., & Jenkins, D. P. (2017). *Cognitive work analysis: applications, extensions and future directions* (1:a uppl.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315572536>
- Sutcliffe, A. (2001). Requirements engineering for complex collaborative systems. *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 110–117. <https://doi.org/10.1109/isre.2001.948550>
- Sutcliffe, A., & Minocha, S. (1999). Linking Business Modelling to Socio-Technical System Design. *Proceedings of the 11th Conference on Advanced Information Systems Engineering, CAiSE'99*, 73–87.
- Swindler, S. D., Militello, L., & Lyons, J. (2007a). Studying Organizational Collaboration: Lessons Learned. *Proceedings of the ECCE 2007 Conference*, 23–26. <https://doi.org/10.1145/1362550.1362558>
- Swindler, S. D., Militello, L., & Lyons, J. B. (2007b). Studying organizational collaboration: Lessons learned. *ACM International Conference Proceeding Series*, 250, 23–26. <https://doi.org/10.1145/1362550.1362558>
- Tehler, H., Brehmer, B., & Jensen, E. (2012). Designing societal safety: A study of the Swedish crisis management system. *Proceedings of PSAM 11*, 4239–4248.
- Thorstensson, M., Axelsson, M., Morin, M., & Jenvald, J. (2001). Monitoring and analysis of command post communication in rescue operations. *Safety Science*, 39, 51–60. www.elsevier.com/locate/ssci
- Van Orden, K. F. (2001). *Monitoring Moment-to-Moment Operator Workload Using Task Load and System-State Information*.
- Waag, W. L., & Houck, M. R. (1994). Tools for assessing situational awareness in an operational fighter environment. *Aviation, space, and environmental medicine*.
- Walker, G. H., Stanton, N. A., Stewart, R., Jenkins, D., Wells, L., Salmon, P., & Baber, C. (2009). Using an integrated methods approach to analyse the emergent properties of military command and control. *Applied Ergonomics*, 40(4), 636–647. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.05.003>
- Watts, L. A., & Monk, A. F. (1998). Reasoning about tasks, activities and technology to support collaboration. *Ergonomics*, 41(11), 1583–1606. <https://doi.org/10.1080/001401398186081>
- Ween, A. S., Tomecko, N., & Gossink, D. E. (2000). Communications architectures and capability improvement evaluation methodology. *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM*, 2(C), 988–993. <https://doi.org/10.1109/milcom.2000.904078>
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409–421. <https://doi.org/10.1287/orsc.1050.0133>
- Worm, A. (2000). Information-centered human-machine systems analysis for tactical command & control systems modeling and development. *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3, 2240–2246. <https://doi.org/10.1109/icsmc.2000.886449>
- Worm, A. (2001). On systems analysis and performance assessment in complex, high-risk work environments. *Int. J. Risk Assessment and Management*, 2, 276–287.

Worm, A., Jenvald, J., & Morin, M. (1998). Mission efficiency analysis: evaluating and improving tactical mission performance in high-risk, time-critical operations. *Safety Science*, 30(1–2), 79–98.

Yang, K., & Lokman, I. M. (2006). Citation Analysis: A Comparison of Google Scholar, Scopus, and Web of Science. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 43(1), 1–15. <https://doi.org/10.1002/pr2.2015.1450520100128>

Bilaga - Granskningsprotokoll

Information avseende följande frågeställningar i punktlistan nedan identifierades för varje publikation. Vissa frågor i granskningsprotokollet besvarades i fritext, men i så stor utsträckning som möjligt användes drop-down-listor med fördefinierade kategorier (exempel på dessa kategorier ses inom parentes i listan nedan).

- relevans (1–5), respektive ej relevant, dvs. en ny relevansskattning efter att hela publikationen lästs
- information om studien:
 - typ av studie (empirisk, teoretisk)
 - domän (mark, sjö, luft, militärt övrigt, räddningstjänst, övrigt civilt)
 - teoretisk bakgrund
 - vad värderingen av ledningssystemet omfattar (doktrin, teknik, organisation, metod, personal, eller samtliga av dessa kategorier)
 - fokus för värderingen (resiliens, arbetsbelastning, kommunikation etc.)
- metodik
 - namn på metoden
 - metod för datainsamling
 - metodens relevans för genomförd värdering
 - metod för analys
 - miljö för genomförd validering (teoretisk, desktop, labb, simulering, fältstudie, övrigt)
 - metodens användbarhet för värdering av militära ledningssystem
 - beskrivningar av scenarier för värdering
- datainsamling och analys
 - tekniska hjälpmedel som används för datainsamling, beskrivning och (relevans)
 - tekniska hjälpmedel för analys, beskrivning och (relevans)
 - om kriterier finns för vad systemet ska prestera vid validering
- fas
 - skede i systemets livscykel där värderingen är genomförd (konceptuell, prototyp, produkt, avveckling, övrigt)
 - skede i systemets livscykel där beskrivna metoder är lämpliga att använda (konceptuell, prototyp, produkt, avveckling, övrigt)
- nytta
 - studiens viktigaste resultat
 - utrustning och kompetens som behövs för att genomföra beskriven värdering
 - studiens generella nytta vid värdering av ledningssystem
- snöbollseffekt
 - relevant litteratur som identifierades i studien.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Förvarsdepartementet. 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