

SANNA ARONSSON, HENRIK ARTMAN, SINNA LINDQUIST, ROBERT RAMBERG



Sanna Aronsson, Henrik Artman, Sinna Lindquist,
Robert Ramberg

Effektiv simulatorträning

Slutrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2015–2017

Bild: Björn Tesch/FOI

Titel	Effektiv simulatorträning - Slutrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2015–2017
Title	Final Report project Effective fighter pilot training and education 2015–2017
Rapportnr/Report no	FOI-R--4520--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2017
Antal sidor/Pages	60
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	3. Flygteknik och luftstridssimulering
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E60832
Godkänd av/Approved by	Matts Gustavsson
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem
Exportkontroll	Innehållet är granskat och omfattar ingen information som är underställd exportkontrollagstiftningen.

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

Frågan om vad som utgör effektiv flygträning och utbildning (dvs. stridsteknisk och taktisk utbildning) är komplex och kan angripas på olika sätt. FoT-projektet Effektiv flygträning och utbildning (2015–2017) har vetenskapligt och metodiskt arbetat med att integrera pedagogiska modeller och praktiska erfarenheter med hänsyn tagen till organisatoriska strukturer. Vidare har systematiskt designarbete av visuella stöd för debriefing genomförts. Denna rapport integrerar projektets forskningsfrågor, projektaktiviteter och resultat i en sammanhållen beskrivning.

Det krävs olika typer av stöd (både verktyg och metoder) för att analysera komplexa scenarier och mått som kan precisera den individuella flygförarens eller gruppens prestationer. Baserat på komplexa mått har två visualiseringar som ger en överblick av flygförarens skjutillfälle respektive hotbild utvecklats och utvärderats tillsammans med svenska stridspiloter. Vidare har projektet framgångsrikt använt maskininlärning för att kategorisera flygförarens och flygstridsledares kommunikation i syfte att bedöma effektiviteten i denna, samt att identifiera eventuella brister genom visualiseringar av resultaten.

Pedagogiska modeller och visualiseringar, samt empiriska studier av simulatoranläggningar ger en grund för en diskussion om vad som utmärker effektiva simulatoranläggningar och effektiv simulatorträning.

Studier av konceptet LVC (Live, Virtual & Constructive), vilket innebär träning med skarpa farkoster, flygförare i simulatorer samt datorgenererade entiteter (artificiella agenter) i ett och samma scenario, har genomförts. Vidare har projektet introducerat konceptet “LVC i vardagen”, en vision om att enkelt och sömlöst kunna sammankoppla flygplan och dess flygförare med träning i simulatorer.

Verksamheten i projektet har delvis bedrivits i samarbete med U.S. Air Force Research Laboratory (AFRL) inom ramen för samarbetsavtalet IMTR II (International Mission Training Research II, 2012–2018). Inom samarbetet har projektet medverkat till en demonstration av LVC-förmåga där FLSC (Flygvapnets luftstridssimuleringscenter) som enda europeiska aktör deltog. Projektet har för avsikt att fortsätta detta samarbete och inriktningen mot LVC för att närma oss visionen om LVC som en integrerad del i reguljär övning och träning.

Rapporten avslutas med rekommendationer för fortsatt forskning.

Nyckelord: debriefing, LVC, pedagogik, prestationsmått, simulatorer, träning, visualisering

Summary

The question of what constitutes effective flight training and education is complex and can be approached in different ways. The research project “Effective fighter pilot training and education” (2015–2017) has scientifically and methodically worked on integrating pedagogical models and practical experience in flight training, taking into account organizational structures. Furthermore, systematic design work of visual support for debriefings has been conducted. This report integrates project activities, research questions and project results in a coherent description.

Additional support (both tools and methods) is needed to analyze complex scenarios and measures that can pinpoint the performance of the pilot or group of pilots. Based on complex measures, two visualizations that provide an overview of the pilot's shooting moment and threat picture have been developed. Both visualizations, Missile launch and Threat range, have been evaluated in conjunction with Swedish air force fighter pilots and are presented in the report. Furthermore, the project have successfully used machine learning to categorize pilots' communication with the aim of assessing efficiency, and to identify any deficiencies through visualizations of the results.

Educational models, visualizations, as well as empirical studies of simulator facilities also provide a basis for a discussion of what characterizes efficient simulator facilities and effective simulation training.

Studies of the LVC (Live, Virtual & Constructive) concept, which means that training in one and the same scenario is done with real aircraft and pilots, pilots in flight simulators and artificial agents, have been conducted. Additionally, the project has introduced the concept of “LVC in everyday training”, a vision of seamless integration of real aircraft and pilots in simulated aircraft.

The activities of the project have largely been carried out in cooperation and in relation to the IMTR II (International Mission Training Research II) cooperation agreement with U.S. Air Force Research Laboratory (AFRL). Within the collaboration, the project has contributed to a demonstration of LVC capabilities where FLSC were the only European participant. The project intends to continue this collaboration and focus on LVC to further approach the vision of LVC as an integral part of regular training.

The report recommends a future research agenda.

Keywords: debriefing, instruction, LVC, performance measures, simulators, training, visualizations

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Design och användning av simuleringar för önskad träningseffekt	9
2.1	Värdet av pedagogiska modeller	9
2.2	Design för träning och lärande	10
2.3	Lärandemål och bedömning	11
2.4	Representation och reflektion	14
2.5	Modellering av flygförarkompetens	16
3	Värdering av träning	17
3.1	Mått.....	17
3.2	Avdömning	19
3.3	Debriefing	19
3.4	Utvärdering.....	20
3.5	Verktyg för prestationsvärdering	20
4	Visualiseringar som stöd för lärande	21
4.1	Representation	21
4.2	Visualisering vid simulatoranläggningar.....	22
4.2.1	Loggbok.....	23
4.2.2	Återgivning av händelseförlopp.....	23
4.3	Visualiseringar för värdering och bedömning.....	24
4.3.1	Skjuttilfälle/Missile-Launch	24
4.3.2	Hotbild/Threat range	25
5	Karaktäristika hos effektiv simulatorträning	28
5.1	Förutsättningar	29
5.2	Sammanhang	31
5.3	Genomförande	32

5.4	Eftergranskning och debriefing	33
5.5	Kompetens att genomföra och leda en debriefing	34
5.5.1	Instruktörens roll	34
6	Att kombinera simulatorträning med skarpa system	37
6.1	LVC – förutsättningar och demonstration	37
6.2	Stöd för träning och samarbete mellan olika aktörer	40
6.3	Stöd för LVC-träning	40
7	“LVC för träning under ovisshet” – en programförklaring	42
7.1	Nuläge och Vision	43
7.2	Uppdrag och syfte	44
7.3	Värdegrund	44
7.4	Strategi	44
7.4.1	Live	45
7.4.2	Virtual	46
7.4.3	Constructive	47
8	Överföring av kunskap till andra militära domäner och det civila samhället	48
9	Rekommendationer för fortsatt forskning	50
9.1	Forskningsarbeten	50
9.2	Forskningsfrågor	50
	Referenser	52
	Bilaga 1. Redovisning till Försvarmakten	56

1 Inledning

Det finns många svar på frågan om vad effektiv träning är, beroende på vilket perspektiv man använder. Effektiv träning kan exempelvis innebära att den ska vara kostnadseffektiv, tidseffektiv, utgöra hävstång för förändring och vara miljöeffektiv. I frågan om vad som är effektiv träning ingår sådant som politiska målsättningar och incitament (t.ex. att försvara Sveriges gränser) och även kostnadseffektivitet, där vad som räknas som effektivt sätts i relation till ekonomiska, materiella och andra resurser som finns att tillgå. I ett vetenskapligt perspektiv på effektivitet och träning ingår teoretisk förankring samt en systematisk orientering för att uppfylla uppsatta mål och visioner. Vidare ska det finnas en tydlig metod för delmoment, och utförande av enskilda studier ska bidra till ny kunskap som omsätts till praktik.

Denna rapport beskriver det forskningsarbete som utförts inom FoT-projektet Effektiv flygträning och utbildning (EFOU) mellan åren 2015 och 2017. Projektet har fokuserat på forskning om:

- Hur simuleringar ska utformas och användas för att ge önskad och maximal träningseffekt.
 - Frågan har angripits genom både teoretiska och empiriska studier, dvs. genom studier av relevant litteratur inom fältet simuleringsbaserad träning samt empiriska verksamhetsnära studier som fokuserar på hur träningsanläggningar planerar och genomför simuleringsbaserad träning.
- Hur genomgång inför, under- och efter övning bör utformas för att förstärka träningsvärdet.
 - Också denna fråga har angripits genom både teoretiska och empiriska studier, dvs. genom studier av relevant litteratur inom fältet simuleringsbaserad träning samt empiriska studier som fokuserar på hur träningsanläggningar planerar och genomför simuleringsbaserad träning. I jämförelse med den tidigare frågan har här fokus i högre grad legat på den operativa verksamheten vid FLSC (Flygvapnets luftstridssimuleringscenter).
- Hur träningsvärde och prestation ska mätas och utvärderas.
 - Denna fråga har i huvudsak angripits genom empiriska studier och designarbete med relevanta intressenter (instruktörer, ingenjörer, stridspiloter, forskare).
- Hur träning av samarbete mellan olika aktörer för gemensamma övningar (internationella och nationella) ska stödjas.
 - Denna fråga har i huvudsak angripits genom att medverka i en demonstration, observationer vid övningar samt intervjuer och diskussioner med relevanta intressenter.

- Hur kan resultat från flygdomänen överföras till andra militära domäner och tillämpningar för det civila samhället?
Denna fråga har i huvudsak angripits genom observationer vid övningar samt intervjuer och diskussioner med relevanta intressenter.

Frågorna bygger på resultat från tidigare FoT-projekt om lärande och simulering, vilka finns beskrivna i bl.a. "Towards the Learning Organisation" (Artman m.fl., 2013), "Slutrapport projekt PROFET: Prestationsvärdering och behovsanalys för operativt fokuserad erfarenhetsbaserad träning. Projektverksamhet 2012–2014" (Aronsson, Artman, Borgvall, Castor, Brynielsson, Lindquist & Ramberg., 2014) och "Koncept för förbättrad debriefing och after action review vid FLSC" (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014a).

Rapporten redogör för studier och observationer som genomförts med utgångspunkt i projektets forskningsfrågor och erhållna resultat. Studierna har gjorts i varierande kontexter, främst anläggningen FLSC (Flygvapnets luftstridssimuleringscenter) men också andra simulatoranläggningar i Sverige, både militära och civila. Studierna har också varierat i termer av att vara traditionellt experimentella till att vara design-, utvecklings- och utvärderingsorienterade, vilket krävt användande och anpassning av olika metodologiska ansatser givet de frågor som studierna syftat till att svara på.

Projektet har undersökt hur man kan kombinera träning och utbildningsformer för att bidra till högre effektivitet i kommunikation och samarbete mellan flygförare för att klara komplexa uppdrag samt hur tillämplig teknik kan användas som stöd för lärande. Sådana frågor utvecklas vidare i kapitel 2-6.

Ett koncept, som demonstrerats genom internationell samverkan, är att koppla ihop skarpa flygplan med bemannade simulatorer och artificiella aktörer (LVC - Live, Virtual & Constructive). Konceptet LVC diskuteras vidare i kapitel 6-7. Projektet undersöker förutsättningarna för att detta ska bli en del av vardagen i framtida träning (Aronsson & Lindquist, 2017a; Aronsson, Artman, Larsson, Lindquist, Mitchell, Ramberg & Ungerth, 2017).

Dispositionen för rapporten är enligt följande: i kapitel 2 diskuteras och presenteras pedagogiska modeller för simulatorträning; kapitel 3 diskuterar prestationsmått och olika former av värderingar av genomförd träning; kapitel 4 presenterar visualiseringar som stöd för lärande vid simulatoranläggningen FLSC; i kapitel 5 presenteras baserat på tidigare kapitel vad som karaktäriserar effektiv simulatorträning; kapitlen 6 och 7 diskuterar LVC som träningskoncept och formulerar en programförklaring som integrerar LVC i reguljär träning; kapitel 8 ger en kort översikt om hur resultat från projektet kan överföras till övriga samhället och i kapitel 9 presenteras rekommendationer för fortsatt forskning. Projektets publikationer och övrig redovisning till Försvarsmakten summeras i bilaga 1.

2 Design och användning av simuleringar för önskad träningseffekt

Simulatoranläggningar för träning är domänspecifika och fokuserar på träning av praktiska färdigheter och kunskaper. Under 2014 gjordes en omfattande studie vid elva militära och civila träningsanläggningar i Sverige som använder simulatorer, exempelvis kärnkraftsanläggningen i Ringhals, Markstridsskolan i Kvarn och F21, och hur dessa anläggningar planerar för, genomför och följer upp träning och träningseffekter (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014b). Projektgruppen gjorde observationer och intervjuer med simulatoranläggningarnas träningsansvariga och instruktörer. Studiens fokus låg på de organisatoriska förutsättningar, pedagogiska modeller, metoder och verktyg som används för planering och genomförande av träning och eftergranskning (*after action review*). Detta kapitel bygger på nämnda studie och vidareutvecklar resonemang om värdet av pedagogiska modeller, design för träning och lärande, lärandemål och bedömning, representation och reflektion samt modellering av flygförarkompetens. Detta görs som ett led i att fördjupa kunskapen om effektivitet i flygträning och utbildning. Längre diskussioner om eftergranskning återfinns i kapitel 3-5.

2.1 Värdet av pedagogiska modeller

De simulatoranläggningar som besöktes har gemensamt att de fokuserar på träning i dynamiska situationer med komplexa och långa förlopp där planering, beslut och handlingsmöjligheter är starkt sammankopplade. Merparten av simulatoranläggningarna utgår från en upplevelsebaserad pedagogik där instruktörerna särskilt refererar till två pedagogiska modeller, dels Kolbs "upplevelsebaserat lärande" (Kolb, 1984) och dels Försvarsmaktens pedagogiska grunder (Lindholm, 2006). Båda dessa pedagogiska modeller bygger på att övning i en realistisk, om än simulerad, miljö varvas med reflektion, värdering och begreppsutveckling. Båda modellerna fokuserar på upplevelse och det operativa hanterandet i en specifik situation, med en uppföljande genomgång av utförd träning. Den upplevelsebaserade delen regleras genom interventioner för att kunna anpassa svårighetsgraden till en rimlig nivå för den eller de som tränas. Vidare betonar man under genomgången efter träningspasset att de tränade ska reflektera över sitt agerande i situationen i stort.

Båda modellerna är breda i sitt anspråk, och särskilt Kolbs modell är mycket inflytelserik inom lärande. Modellens styrka är att träningsmoment avsiktligt och iterativt ska förändras baserat på föregående session, med syftet att förfina handlingsmönster och/eller testa nya handlingsmönster. Kolbs modell är generell

för strukturerade och institutionaliserade lärsituationer och är inte specifikt anpassad för simulatorträning. Den tydliggör inte relationen mellan de förutsättningar eller ramar som råder för planering och genomförande av träning, och den träning som givet detta kan genomföras. Förutsättningarna är helt avgörande för hur träning kan planeras och genomföras och kan handla om vilka bestämmelser som råder och vilken tillgång man har till dessa, eller vilken tillgång man har till nödvändig teknologi. Träningsituationerna på FLSC (och ännu mer så de skarpa situationer som man tränas för) är starkt behäftade med förutsättningar som inte är förhandlingsbara.

Vidare är Kolbs modell i hög grad individcentrerad och gör inte en tydlig åtskillnad på genomförande av en övning och den efterföljande genomgången av händelseförloppet, som ofta inte är en individuell aktivitet. Modellen saknar också ett tydligt analytiskt element som klargör förhållandet mellan aktörens kunskapsstillstånd (vad aktören tänker på vid ett givet tillfälle), medierande resurser (vilka mått, verktyg och medel som kommunicerar information), strategier (handlingsutrymme för att uppnå nytt kunskapsstillstånd) och dynamik i agerandet (förändringar i systemet och i aktörers handlingar).

På grund av dessa identifierade brister har projektet sökt inspiration från andra pedagogiska modeller och genom resonemang och anpassning lagt grunden för en modell som i högre grad kan tydliggöra relationen mellan förutsättningar för och genomförande av träning. Vidare har projektet även använt och utvecklat teoretiska ramverk och begrepp för att ge en tydligare vägledning för hur man kan analysera lärande i simulatorträning. Syftet är att utveckla en modell som kan effektivisera träningsupplägg och som relaterar till olika faser av utformning av träning och lärande i simulatorer.

2.2 Design för träning och lärande

Det finns ett antal ramverk att utgå ifrån som beskriver centrala aspekter att beakta vid design av träning och träningsmiljöer (Farmer m.fl., 1999). Bland dessa kan nämnas MASTER-metoden (Verstegen, 2003) och ADDIE (Branson m.fl., 1975). Gemensamma och centrala egenskaper hos dessa är att:

- Sätta upp mål för träning
- Utföra behovs- och kravanalys
- Utforma relevanta scenarier
- Utföra meningsfull värdering av prestation
- Anta pedagogisk utgångspunkt för träning
- Gå igenom resultat efter träning
- Motivera och utmana i träning
- Säkerställa att träning överförs till operativ miljö
- Klargöra roller hos instruktör och andra inblandade, och avslutningsvis
- Klargöra de organisatoriska förutsättningarna.

Centralt för design och användning av simuleringar är att, givet förutsättningarna (teknologiska och andra), fokusera på vad som är möjligt och relevant att träna (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014b; Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, submitted). Olika system och plattformar medger olika grad av dynamik och interaktivitet och detta måste matchas mot uppsatta träningsmål. En del simuleringssystem är helt dynamiska där handlingar som utförs direkt påverkar händelseförloppet i simuleringen, medan andra är starkt styrda (scriptade – dvs. att de följer en given plan) och dynamiken i vad som utspelas introduceras genom olika former av inspel av exempelvis en övningsledare. Det finns således en variation i grad av dynamik och hur denna inverkar på en simulering. Ytterligare aspekter som varierar beroende på den teknologi som används är om, och i så fall hur, händelseförlopp och handlingar som görs i en simulering registreras av systemet. Registrerad data kan i sin tur användas för värdering av prestation och påvisa kompetens- och färdighetsutveckling över tid.

2.3 Lärandemål och bedömning

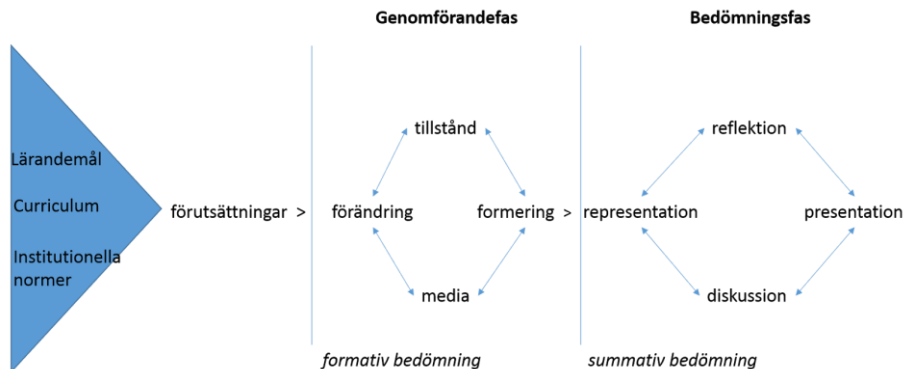
För att kunna bedöma träningseffekt och lärande krävs det dels att man har en idé om de önskvärda lärandemålen och en idé om hur lärandet går till (Salas m.fl., 2014). Vad avser lärandemål varierar det till vilken grad olika simulatoranläggningar har direkt tillgång till styrdokument och reglementen som tydliggör dessa. I flera fall avgörs detta i dialog mellan beställaren av träning och operativ personal på träningsanläggningen. Avsaknaden av ingående och i beställarorganisationen förankrad behovs- och kravanalys, som ligger till grund för definierandet av lärandemål, är problematisk (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014b; Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, submitted). Att inte ha direkt tillgång till den sortens grundläggande information gör det självfallet svårt för anläggningar att planera mer långsiktiga träningsupplägg och avgöra hur de tränades kunskaper ska mätas och lärandet säkerställas.



Figur 1. Flygsimulator vid anläggningen FLSC. Foto: Björn Tesch/FOI.

Simulatoranläggningar fyller en tydlig och viktig funktion för träning av en given grupp personer att agera kompetent i komplexa situationer (exempelvis flygsimulator vid FLSC, figur 1). En del av det som ska läras är ett "ryggmärgsbeteende", dvs. att kunna agera i det närmaste automatiserat. Ytterligare en del av lärandet är att sätta sitt eget eller gruppens agerande i perspektiv. Samtliga simulatoranläggningar som besöktes och analyserades inom ramen för projektet använder sig av en tvåstegsmodell. Tvåstegsmodellen poängterar i första hand upplevelsebaserat lärande där man agerar i en situation. Därefter följer en genomgång som fokuserar en eftergranskning (s.k. *after action review*) som oftast innehåller en gemensam diskussion (debriefing) om hur man agerade, varför man gjorde som man gjorde och vad man kunde gjort annorlunda.

Uppdelningen av upplevelsebaserat lärande och eftergranskning står i samklang med en lärandemodell som heter "Learning Design Sequences" (Selander & Kress, 2010), se figur 2 nedan. "Learning Design Sequences" bygger på en socio-kulturell lärandeteori och betonar det multimodala i mänsklig kommunikation, interaktion och lärande (Vygotsky, 1986; Bardzell & Kress, 2015).



Figur 2. "Learning Design Sequences". Anpassad efter Selander & Kress (2010).

I ett första steg utgår modellen utifrån olika förutsättningar som till exempel läranderesurser, institutionella normer, kursplaner och utbildningsplaner

(Curriculum i figur 2) och definierade lärandemål som utgör grunden för den typ av lärandeaktivitet som kan genomföras. Inom flygdomänen utgör olika regelverk och träningsmål sådana förutsättningar, tillgång till typlika simulatorer och dessas egenskaper utgör ytterligare resurser som ligger till grund för planering av träning.

Nästa steg enligt modellen är att beakta den tränade i en situation där uppsatta lärandemål ska omsättas i genomförande. I denna situation har den lärande de olika resurser som ställts till förfogande vid utförandet av lärandeaktiviteten. Resurserna innebär den information som har givits om ett uppdrag som ska genomföras. I exemplet med flygsimulering ingår också den instrumentering som finns i cockpit i simulatorn.

Under genomförandet kan en instruktör göra vissa bedömningar (t.ex. " snyggt jobbat") eller göra interventioner (t.ex. "du borde flyga lite högre"), samtidigt som systemet ger direkt återkoppling via sin instrumentering. Sådana bedömningar kallas *formativa bedömningar* eftersom de formar den tränades genomförande. Lärandet består i att uppleva och agera i kända och okända sammanhang och att försöka hantera dessa efter rimliga normer och regelverk inom professionen. Genomförandefasen bygger på att man kan agera efter en gemensam plan som är en förutsättning för träningen, och *formera* sig i enlighet med denna plan. Formering enligt plan bygger i sin tur på förståelse av en situation eller ett *tillstånd* (skjuta missil, utföra gimbal-sväng), den systeminformation som ges via *medierande instrument* (radar, radarvarnare etc.) och de ständiga förändringar som sker i miljön (andra aktörer i scenariot och hur de agerar). I en flygsimulator där man agerar i en nästan sluten miljö och den mesta information man får av omvärlden är direkt kopplad till det som presenteras av instrumenten, kan det vara svårt att särskilja vad som är *media* och vad som är *tillstånd*. På samma sätt kan

det vara svårt att särskilja vad som kan anses vara *formering* respektive *förändring* i dynamiska immersiva (engelskans immersive) miljöer.

Världen är föränderlig och i denna föränderlighet måste handlandet anpassas. Emellanåt måste en gemensam plan överges för att i ett senare tillstånd återtå. Detta sammanfattar i hög grad ett välkänt begrepp inom flygdomänen - *situationsmedvetenhet* (Situation Awareness, SA, Endsley, 1995). Det finns dock en poäng med att både praktiskt och analytiskt särskilja temporala aspekter av situationsmedvetenheten under genomförandefasen eftersom det kan finnas latens mellan systemen. En flygförare som är i ett givet tillstånd kan exempelvis genomföra en gimbal-sväng efter att ha avfyrat en missil och då få en radarvarning, men kan just då göra mycket lite för att hantera denna varning. Flygföraren måste förstås minnas att snarast efter att gimbal-sväng är genomförd hantera radarvarningen eller uppdatera sin situationsmedvetenhet. Den temporala aspekten inom situationsmedvetenhet är centralt ur ett kognitivt perspektiv.

2.4 Representation och reflektion

Genomförandet av simulatorträningen resulterar i någon form av *representation*. Representationen kan vara mått på prestation (exempelvis antal gånger man varit i en hotad situation), en inlärningskurva (exempelvis hur mycket snabbare man blivit på att fatta ett givet beslut över tid) eller en film av hela förloppet. På FLSC resulterar träningen i en uppspelningsbar registrering jämförbar med en inspelning av händelseförloppet där alla enheter och deras handlingar kan presenteras. Representationen ligger därefter till grund för nästa lärandesituation där man bedömer genomförandet.

Summativ bedömning sker genom att man betraktar representationen som kommer av genomförandet (exempelvis uppspelningen i realtid som visar var varje enhet är och vad den gör vid varje enskild tidsenhet). Genom att se situationen, denna gång från ett annat perspektiv än under genomförandet, ger man den tränade möjlighet att reflektera över situationer, varför vissa specifika handlingar utfördes, samt vilka möjliga och alternativa handlingar som kunde ha genomförts. Den reflektion som görs kan diskuteras utifrån den enskilda individens perspektiv eller utifrån en instruktörs perspektiv med fokus på uppsatta lärandemål. Givet att någon i gruppen av tränade personer presenterar sitt perspektiv och hur detta relaterar till uppsatta lärandemål, institutionell praxis eller andra förutsättningar, så kan andra personer som deltog i genomförandet göra ytterligare reflektioner och därmed utveckla eller opponera sig mot detta enskilda perspektiv. I denna diskussion kan man lära av varandra genom att ta del av eller sätta sig in i olika perspektiv på vad som skett under ett träningspass. De olika stegen i den summativa bedömningen kan variera och alternera och det finns inte en enkel ordningsföljd. Lärandet sker i hög grad genom att lyssna till andras bedömningar av prestationen i träningsituationen.

En stor skillnad mellan simulatorträning och andra lärsituationer, till exempel i skolan, är att merparten som deltar i bedömningsfasen även är en del av själva genomförandet. Man delar i hög grad domänkunskap och expertis och tidsspannet mellan genomförande och summativ bedömning är dessutom oftast mycket kort. Många simulatorer är även så avancerade att de tillförlitligt och precist registrerar de faktiska omständigheterna för genomförandet (dvs. den "sanna" situationen). Fokus kan istället läggas på resonemang om hur de tränade *hade kunnat* agera annorlunda eller vad som hänt *om* man hade agerat annorlunda. En viktig skillnad mot skarpa övningar, inkluderande övningar som kombinerar skarpa och simulerade system, är alltså att allt finns registrerat och därför exakt kan återges. Varje enskild deltagares intresse och engagemang, samt instruktörens engagemang och interventioner, påverkar förstås också lärandesituationerna. Slutligen sker det en form av slutbedömning och denna bör vara i linje med lärandemålen för träningen.

Vid samtliga elva studerade simulatoranläggningar refererade de intervjuade instruktörerna till pedagogiska modeller som i hög grad påminner om "Learning Design Sequences", även om de oftast hänvisade till upplevelsebaserat lärande (Kolb, 1984). De diskuterade också eftergranskning, där de tränade diskuterar och värderar hur de agerade, som en separat del av träningen. De olika anläggningarna har formaliserat bedömningsfasen på olika sätt och till olika grad. Några använder formulär och andra förlitar sig till instruktörens förmåga att observera intressanta situationer (t.ex. beslutpunkter) och att under eftergranskning i grupp lyfta frågor och fördela ordet mellan involverade tränade.

En slutsats från studien är att analys av behov av träning och genomförande av träning behöver ensas (*constructive alignment*, Biggs & Tang, 2011) med genomförande av prestationsvärdering och överföring till operativ verksamhet. Viktigt är alltså att träningsmål och de kompetenser och färdigheter som avses tränas definieras, att scenarier designas för att träna just dessa kompetenser och färdigheter, att mått på dessa kompetenser och färdigheter definieras för att möjliggöra prestationsvärdering, samt avslutningsvis att uppföljning av denna träning sker till operativ verksamhet. Det centrala är att skapa en tydlig koppling från behov till mätning och bedömning, vilket kan underlättas i simulatorbaserad träning eftersom det ger en möjlighet till registrering av data. Inom ramen för projektet har kompetensmodeller (ex MEC, Mission Essential Competencies, Alliger, Beard, Bennett & Colegrove, 2012) värderats och en utvärdering har påbörjats av AFRL:s (U.S. Air Force Research Laboratory) system för prestationsmått, C-PETS (Coalition - Performance Evaluation Tracking System). Utvärderingen syftar till att undersöka om C-PETS kan användas i FLSC:s träningsanläggning.

2.5 Modellering av flygförarkompetens

Utöver perspektivet “Learning design sequences” som konceptuellt ramverk för att beskriva flygsimulering och träning, har projektet initierat ett arbete kring ett analytiskt perspektiv, “Epistemic Network Analysis” (ENA, Shaffer m.fl., 2009; 2017). Detta är i sin tur är kopplat till ett teoretiskt perspektiv för utveckling av digitala lärmiljöer kallat “Epistemic games for learning” (Shaffer & Gee, 2007). Perspektiven bygger på att varje profession har en uppsättning förhållningssätt, en förståelse för och en användning av språk, begrepp och verktyg som är signifikativa för professionen, dvs. ett agerande som är typiskt för professionen. Att utveckla expertis inom en domän innebär därför att lära sig att behärska dessa aspekter och därmed vad som är definierande för professionen. Med utgångspunkt i vad som är signifikativt för expertis inom en profession så kan en konceptuell modell för denna skapas - det vill säga en modell som beskriver hur en expert inom domänen agerar, hur en expert inom domänen pratar, vilka verktyg en expert inom domänen använder och hur dessa används, etc. Sådana modeller utvecklas genom studier av experter inom en domän och hur de agerar i sin profession.

ENA medger jämförelser mellan denna “expertmodell” och de modeller som utvecklas av de tränade inom domänen. Baserat på detta perspektiv och definierandet av “expertmodeller” har digitala lärandemiljöer och ett statistiskt analysverktyg utvecklats. Epistemisk nätverksanalys (ENA) är ett sätt att identifiera och kvantifiera kopplingar mellan element i kodad data och representera dem i dynamiska nätverksmodeller. En nyckelfunktion i ENA-verktyget är att det möjliggör för forskare att jämföra olika nätverk, både visuellt och genom sammanfattande statistik som återspeglar den viktade strukturen i relationerna. Gränssnittet tillåter att se de ursprungliga data som bidrog till var och en av relationerna i nätverksrepresentationen. ENA kan således användas för att ta itu med ett brett spektrum av kvalitativa och kvantitativa forskningsfrågor. Analysverktyget medger å ena sidan analyser av hur de lärande successivt rör sig i riktning mot att få expertis inom domänen, och å andra sidan visualiseringar av denna process. Visualiseringarna åskådliggör vilka färdigheter och typer av ageranden (språkliga och andra) som är mer eller mindre förekommande. Det blir i sådana analyser och visualiseringar tydligt för en instruktör, en lärare, en expert eller för de lärande, vad som behöver fokuseras på och förbättras för att ytterligare erövra expertis inom domänen. I de visualiseringar som skapas åskådliggörs relationer mellan definierade begrepp och enligt den konceptuella “expertmodellen” ska vissa relationer vara starka, medan andra svaga. En sådan modell kan inom flygträning användas för att åskådliggöra önskvärda och icke önskvärda kommunikations- och handlingsmönster, vilka som är mer eller mindre frekvent förekommande, etc. Arbete kring ENA och hur användning av denna kan stärka träning vid FLSC har påbörjats, särskilt vad avser definitioner på “expertbeteende” och som stöd för eftergranskning.

3 Värdering av träning

För att träning ska kunna bedrivas på ett målinriktad och effektivt sätt behöver man utifrån uppsatta träningsmål definiera de kompetenser och färdigheter som behöver tränas för att nå de uppsatta målen, samt utveckla scenarier som främjar tränandet av dessa kompetenser och färdigheter. Kapitlet definierar även olika typer av bedömning och värdering av träning. En eftergranskning (*after action review*) utgör en granskning av exempelvis ett uppdrag, en träningssession, eller en veckas träning. Granskningen kan handla om olika aspekter såsom *avdömning*, *värdering/debriefing* och *utvärdering*.

3.1 Mått

En central aspekt är att skapa mått som mäter utveckling och vidmakthållande av kompetenser och färdigheter. Att skapa dessa mått är en komplex process. I många fall behöver färdigheter och kompetenser operationaliseras, dvs. att så tydligt som möjligt klargöra vilka dessa är och vilka ageranden som räknas som exempel på dessa, samt att utifrån tillgänglig data operationalisera de mått som på bästa sätt mäter just dessa (exempel på) kompetenser och färdigheter. Måtten bör även stödja mätning av träningsvärdet för individ och grupp.

Inom simulatorträning är den typ av mått som kan användas för utvärdering till stor del avhängigt till vilken grad data från genomförda träningspass registreras eller inte. I de fall data registreras så skapas stora datamängder som kan ligga till grund för skapandet av kvantitativa mått på prestation. Dessa mått kan bestå av enkla variabler, såsom antal träffar, antal "kills", bränsleförbrukning etc. för individ och grupp, men också kombinationer av enstaka mått som aggregerats, t.ex. för att skapa mått på situationsmedvetenhet och hotbild för individ och grupp.

Risken att bedöma en situation utifrån efterklokhet eller utfall är stor. En skicklig hantering av en situation är inte självklart kopplat till ett bra utfall, eller vice versa. Mätpunkter kan istället ge jämförande, aggregerade eller abstrakta representationer av typexempel. Mått kan också, som beskrivs i avsnittet "Visualisering vid simulatoranläggningar" (kapitel 4.2) utgöra grund för skapandet av visualiseringar som stöd för debriefing. Projektet har huvudsakligen fokuserat på *värdering/debriefing* och då särskilt stöd för att på ett strukturerat sätt välja situationer och leda diskussioner.

Vid FLSC har på senare år en JAS-pilot tillsammans med instruktörer och forskare vid anläggningen arbetat med att skapa scenarier för att svara mot en förändrad hotbild och ny inriktning på försvarsförmågan. Den nya inriktningen handlar om att i högre grad fokusera territorialgränsen och mindre om utlandsuppdrag, enligt Forsvarsmaktens inriktning. Uttalade och definierade lärandemål ("Desired Learning Objectives") har legat till grund för skapandet av dessa scenarier.

Lärandemål är vad en person förväntas lära sig under träningspasset. Utifrån scenarierna och lärandemål har mått och bedömningskriterier utvecklats som kan stödja bedömningen av genomförande. Måtten har utarbetats internt i en grupp bestående av en flygförare och scenariokonstruktör, en instruktör samt en ingenjör vid FSLC och tre forskare. Under ett flertal två-timmars workshops har för varje scenario och lärandemål mått operationaliserats, som ett stöd i att kunna påvisa huruvida ett givet lärandemål är uppnått eller inte. Måtten är sammansatta av ett flertal olika mätpunkter, dvs. att kombinationen av exempelvis huruvida en person uppmärksammat ett hot, kommunicerar om hotet till relevanta roller, eller t.ex. agerar i enlighet med planerad taktik och gör detta på rätt sida om territorialgränsen. Operationalisering av mått innebär att man med entydiga kriterier kan formulera mått som är valida och tillförlitliga. Avsikten är att de operationaliserade måtten ska kunna automatiseras i framtiden och därmed ge en indikation på huruvida enskilda flygförare och/eller fyrgrupper uppnår uppställda lärandemål. Måtten och dess operationaliseringar ska utprovas vid testsessioner och om de visar sig användbara är avsikten att dessa efterhand ska införas i FLSC simulatoranläggning. Bedömningskriterierna vid testsessionerna är också avsedda att stödja värdering av scenarierna för att dessa successivt ska kunna förbättras. Detta görs genom att övningsledaren gör en bedömning om flygförarna kunnat följa scenariot och huruvida de hade möjlighet att uppnå lärandemålen.

Effektiv kommunikation är grundläggande för gott samarbete (Artman, 1999). I flygstrid är tid en begränsad resurs och missförstånd i kommunikation mellan flygförare och mellan flygförare och flygstridsledare kan få stora konsekvenser för ett koordinerat och snabbt beslutsfattande. Av det skälet har vi inom projektet även undersökt om det går att operationalisera och analysera talkommunikation. Arbetet fokuserade på kommunikation mellan flygförare och flygstridsledare och syftade till att bedöma effektiviteten i kommunikationen samt att identifiera eventuella brister i denna. Arbetet använde sig av maskininlärningsalgoritmer för att automatisera kommunikationskategorier, utifrån tekniska (exempelvis push-to-talk, PTT, dvs. när flygföraren trycker på knappen för att öppna en kanal för sändning) samt språkliga och begreppsliga (exempelvis respons och regelstyrda ord och fraser) egenskaper. Operationaliserade yttranden kunde med hjälp av ett klassificeringsverktyg identifieras med en precision över 0.9, med andra ord med mycket hög precision. Med hjälp av detta verktyg kan man analysera huruvida kommunikation sköts korrekt och med tillbörlig effektivitet. Vidare kan flygförarnas kommunikation visualiseras genom denna databearbetning, förslagsvis i form av olika grafer, med avsikt att användas vid debriefing (Lilja, 2016; Lilja, Brynielsson & Lindquist, 2016).

3.2 Avdömning

En *avdömning* måste göras för varje enskilt skott, eller annan viktig händelse, eftersom verkan av skottet påverkar den fortsatta händelseutvecklingen. Exempelvis påverkar skottets resultat, om motståndare har skjutits ner eller ej, nästa händelse. En avdömning är en bedömning som görs där alla ska vara överens om huruvida något speciellt har hänt eller inte eftersom detta påverkar ett fortsatt händelseförlopp. Om systemet inte är slutet, såsom i en sluten simulator, måste man komma överens om, eller en dedikerad enskild individ avgöra om ett skott har träffat eller inte och därmed också avgöra huruvida en given entitet fortsatt kan vara med i träningen eller ej.

På flygövningen ACE, *Arctic Challenge Exercise*, där bl.a. mer än 100 flygförare, flygstridsledare och luftvärnspersonal från flera länder deltar under två veckors övning med två flygpas per dag, är det en stor mängd aktiviteter som ska gås igenom vid eftergranskning efter varje pass (Aronsson & Lindquist, 2017b). Fokus ligger på avdömning och därmed att bedöma om situationer utfallit korrekt enligt de inlästa data, och mindre på utvärdering av situationen i sig. Under ACE är avdömning en grundläggande del eftersom ingående system är frikopplade och man därför manuellt måste göra avdömningar av specifika situationer i den takt de sker. I framtiden skulle sådana avdömningar kunna minimeras genom att direkt koppla alla entiteter till ett gemensamt informationssystem som beräknar träffar, och således likna situationen för ett slutet system.

3.3 Debriefing

Under en *debriefing* diskuteras utvalda intressanta fall inom en grupp utifrån hur de tränade tänkt, agerat och vad som kunde gjorts annorlunda. En debriefing handlar normalt alltså inte om att avgöra en specifik händelses vara eller inte vara, utan snarare om att reflektera och resonera kring händelser, hur olika aktörer handlat och under vilka förutsättningar. Under en debriefing hanteras alltså mer kvalitativt orienterade aspekter. I dessa situationer kan deltagare reflektera kring och värdera individuella insatser likaväl som gruppens insats. Under träning där enbart simulatorer används, exempelvis vid FLSC, där systemet gör tillförlitliga avdömningar, så är debriefing det huvudsakliga fokuset efter varje träningspass. Det är i dessa situationer som en stor del av lärandet sker och det är där man lär sig att resonera kring och förstå hur man själv tänker och agerar samt hur andra tänker och agerar. Därför är det viktigt att det under en debriefing är ett öppet klimat, att alla deltagare får "ta plats" och tillåts erkänna misstag samt ges möjligheten att resonera om alternativa handlingar.

3.4 Utvärdering

Utvärdering av träning och träningspass syftar till att säkerställa att genomförd träning har gett önskvärd effekt, dvs. att önskvärda färdigheter och kompetenser tränas och utvecklas samt att en önskvärd nivå vidmakthålls. En *utvärdering* kan därför fokusera på hurvida man som individ eller grupp genom ett antal handlingar uppnått eller inte uppnått ett förutbestämt mål. Det är centralt att man tillåts göra misstag, eller annorlunda uttryckt, att man ännu inte uppnått tillräcklig skicklighet, i simulatoren. Det är förstås bättre att misstag begås under simulatorträning än under skarpa situationer. Vidare kan misstag vara en god grund för såväl utvärdering som värdering av lärande. Men även i de fall som mål uppnås så kan det vara befogat med en planerad utvärdering om vad man gjorde som var betydelsefullt för uppdraget och därmed vad som bidrog till måluppfyllelse. Kortfattat kan man säga att en värdering kan vara oberoende av måluppfyllnad, medan en utvärdering fokuserar målet med träningen.

3.5 Verktyg för prestationsvärdering

Inom ramen för IMTR II (International Mission Training Research II) har ett prestationsverktyg installerats och utvärderats på FLSC. Verktyget, C-PETS (Coalition - Performance Evaluation Tracking System), som utvecklats vid AFRL, samlar in, analyserar och presenterar objektiva mått på prestation. Verktyget kan användas i realtid som ett stöd för instruktörer, eller vid en debriefing efter ett träningspass. Data från C-PETS kan användas för att utvärdera en träningsinsats i relation till de för uppdraget relevanta MEC:ar (Mission Essential Competencies, Alliger m.fl., 2012) som definierats innan träningen. Det ger också feedback på prestation och kan med fördel också användas distribuerat. Till C-PETS finns visualiseringsverktyget LNCS (LVC Network Control Suite), som är framtaget för att ge visuell återkoppling i realtid och att användas vid debriefing efter varje flygpass. Dessa verktyg används idag av AFRL och dess internationella samarbetspartners vid distribuerade övningar och LVC-övningar.

Under 2017 genomfördes en utvärdering av verktyget för att utröna om hela eller delar av verktyget kan vara av nytta för utvärdering/debriefing vid FLSC. Deltagande vid utvärderingen var personal från FLSC:s tekniska och operativa grupp samt forskare. Utvärderingen bestod av en genomgång av verktygen samt en diskussion om funktionerna. Generellt sett ansågs C-PETS och LNCS ha vissa funktioner som skulle kunna vara av nytta för FLSC, t.ex. funktionen tidslinje för att temporalt kunna följa händelseförloppet. Det finns också möjlighet att anpassa C-PETS genom att lägga till egenutvecklade mått på prestation. Genom kontakter med forskare på kanadensiska DRDC (Defence Research and Development Canada), som också utvärderat C-PETS, har FLSC fått ta del av en metod för att utveckla egna mått i C-PETS. Men det kommer krävas fler tester och utvärderingar för att fullt ut kunna anpassa hela eller delar av systemet till FLSC:s behov.

4 Visualiseringar som stöd för lärande

Projektet har utvecklat och utforskat visualiseringar som stöd under debriefing. Visualiseringarna avser att i första hand stödja träningsledare genom att uppmärksamma relevanta händelser och bidra till strukturerad information om situationerna. De tränade kan även använda visualiseringar för att reflektera kring specifika situationer och analysera sitt eget lärande över tid. Detta kapitel presenterar först teori för representationer, därefter några vanligt förekommande stöd för lärande vid simulatoranläggningar, och slutligen redovisas de visualiseringar som utvecklats inom projektet.

4.1 Representation

En representation är något som står för något annat. En visualisering utgör en typ av representation som i sin tur utgör en grafisk presentation av detta något. Vanligtvis syftar visualiseringar till att lyfta fram, förenkla, tydliggöra valda delar av detta något. Representationer i olika format och material är centrala för många mänskliga aktiviteter och används ofta för att underlätta och förbättra kognitiva processer och att samla och samordna information för olika ändamål. Rollen och betydelsen av representationer i kognitiva processer har studerats i många sammanhang, t.ex. inom forskningsområdena distribuerad kognition, aktivitetsteori och socialt delad kognition (Chaiklin & Lave, 1993).

En viktig aspekt av representationer är att de kan delas mellan individer och utgöra en grund för diskussion för en grupp av individer. Inom forskningsområdet datorstött samarbete och lärande (*Computer Supported Collaborative Learning*, CSCCL) studeras hur representationer används naturligt i mänskligt agerande och hur representationer kan utformas för att stödja olika typer av samarbete och lärande. Kunskap om det kognitiva värdet av olika typer av representationer har tidigare hävdats vara ganska begränsade (Scaife & Rogers, 1996) och forskning pekar på behovet av mer kunskap om hur representationer och användning av olika representerande material och modaliteter kan stödja lärande och samarbete (t.ex. Selander & Kress, 2010; Karlgren & Ramberg, 2012; Karlgren, Ramberg & Artman, 2015; Ramberg, Artman & Karlgren, 2013, Knutsson & Ramberg, 2015). Studier om representationers betydelse för samarbete har även studerats inom arbete och träning (Hutchins, 1990; 1995; Artman, 2000). En anledning till behovet av studier om representationer kan vara att det idag finns ett antal fler digitala representationsformat och att de kan ha en hög grad av funktionalitet och interaktivitet.

Scaife och Rogers (1996) har utarbetat ett konceptuellt ramverk för design och utvärdering av representationer som är avsedda att stödja lärande. Ramverket bygger på tre centrala egenskaper hos externa representationer; 1) att avlasta kognitiv tolkning och beräkning, 2) re-representation, och 3) grafisk avgränsning.

Att avlasta kognitiv tolkning och beräkning fokuserar på hur väl representationer minskar den kognitiva ansträngning som krävs för att lösa särskilda problem och uppgifter. En nyckelfunktion tycks vara i vilken utsträckning representationen ger direkt perceptuell återkoppling. Ju lättare det perceptuella igenkännandet är, desto enklare är det att dra slutsatser och direkt ”läsa av” i representationen.

Begreppet re-representation syftar på hur olika externa representationsformer kan göra problemlösning enklare eller svårare. Om man exempelvis brukar göra matematiska beräkningar med hjälp av arabiska siffror, så skulle beräkning med hjälp av romerska siffror göra samma beräkning svårare (Zhang & Norman, 1994). Begreppet grafisk avgränsning beaktar hur väl grafiska representationer och den information som dessa innehåller avgränsar de typer av slutsatser som kan dras. Att dra relevanta slutsatser underlättas genom en bra sammanlänkning mellan elementen i en grafisk representation och vad som representeras. För att stödja lärande bör representationer därför vara tydliga och synliggöra centrala aspekter av vad som ska läras. De ska underlätta perceptuell analys och avgränsa de slutsatser som kan dras.

I sammanhanget simulatorbaserad träning och användande av visualiseringar som stöd för värdering/debriefing bör visualiseringar som används: 1) belysa viktiga aspekter av en händelse i ett scenario, de ska perceptuellt och kognitivt underlätta tolkning och de slutsatser som kan dras; 2) grafiskt avgränsa möjliga tolkningar och slutsatser som kan dras; 3) möjliggöra inspektion av en händelse för att illustrera vad som är speciellt i ett förlopp på ett sådant sätt att det inbjuder till ytterligare reflektion, och 4) eftersom värdering/debriefing ofta sker i grupp, så måste visualiseringarna stödja gemensam inspektion och skapa en gemensam förståelse.

4.2 Visualisering vid simulatoranläggningar

I detta avsnitt fokuserar vi särskilt på hur simulatoranläggningar som vi har besökt (se kapitel 2) mäter, presenterar och visualiserar händelseförlopp och särskilda situationer som stöd för värdering/debriefing (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014b). Inledningsvis kan man konstatera att simulatoranläggningarna har olika grad av datorstöd för simuleringar och att detta påverkar möjligheten att samla in och bearbeta data från händelser i scenarier. Några system som används vid simulatoranläggningarna är helt fristående och analoga där händelseförlopp i ett scenario byggs på interventioner från en utsedd instruktör medan andra är mer slutna system. I flera fall kan instruktörer som arbetar med slutna system också göra inspel genom att synkront förändra svårighetsnivå (t.ex. genom att introducera fler fientliga flygplan, trupper, etc.). Överlag kan konstateras att det finns få exempel på visualiseringar eller systematisk insamling av data för att stödja debriefing. På samma sätt kan man generellt säga att de flesta simulatoranläggningar är avhängiga instruktörernas

kompetens att uppmärksamma, resonera och även leda diskussioner med de som tränas under värdering/debriefing.

4.2.1 Loggbok

Ett förekommande och enkelt analogt stöd är *loggböcker* där de som tränas skriver ner och värderar händelser och upplevelser som sedan kan diskuteras med en erfaren instruktör. Loggböcker utgår från den tränades subjektiva upplevelser och förmåga att uppmärksamma och formulera händelser. Instruktören kan övervaka ett händelseförlopp och komplettera med sina observationer. Det centrala med denna form av subjektiv mätning är ett möte mellan adept och lärare samt hur väl de kan reflektera och diskutera de observationer de gjort. I det fall loggböcker är strukturerade enligt på förhand överenskomna teman, t.ex. att fokusera valda egenskaper, förmågor etc., så finns det möjlighet att dokumentera och följa utveckling över tid, men loggbokens analoga format gör systematisk uppföljning problematisk.

4.2.2 Återgivning av händelseförlopp

Den vanligaste visualiseringen är *återgivning* av ett händelseförlopp genom att spela upp en videospelning (en videospelning som görs utanför det simulerande systemet) eller genom att spela upp en simulering (registrering sker i det simulerande systemet som medger uppspelning av ett scenario i efterhand). Detta medger att en instruktör eller att de tränade kan välja ut specifika händelser för diskussion och se dessa händelser i sin helhet, vilket utgör ett bra och i många fall nödvändigt komplement till subjektiva observationer och upplevelser. Inspelat videomaterial har samma begränsning som loggböcker eftersom de inte enkelt medger att data bearbetas digitalt. Vid uppspelning av en simulering där data från träningen finns registrerade, finns däremot möjlighet att också bearbeta dessa data, skapa aggregerade mått och presentera dessa på olika sätt. Dessutom kan systemet summera vissa händelser (antal skott; antal träffar etc.) och bearbeta data över flera sessioner, scenarier eller specifika väldefinierade händelser.

För FLSC, där uppspelningen görs från genomförd simulering, finns det möjlighet att skapa bearbetade visualiseringar som presenteras under eller efter, uppspelningen. I nästa avsnitt presenteras två sådana mått och de visualiseringar som utvecklats i projektet.

4.3 Visualiseringar för värdering och bedömning

För att kunna bedöma träning för dynamiska situationer och där utkomsten i hög grad är avhängigt samarbete mellan flera aktörer och en motståndares handlingar, är det centralt att diskutera genomförda handlingar samt vilka alternativ som vore tänkbara. I dagsläget på FLSC görs en uppspelning av ett händelseförlopp utifrån ett helhetsperspektiv - utifrån en Guds vy (God's eye view) som visar facit. Guds vy innebär ett perspektiv som ingen av de inblandade personerna i simuleringen sett eftersom de i genomförandet av träningspasset har sin egen vy och ett specifikt uppdrag. Att få denna helhetsbild innebär en om-perspektivering som är viktig för att kunna se situationer med "nya" ögon och se sitt agerande i relation till andra aktörers agerande.

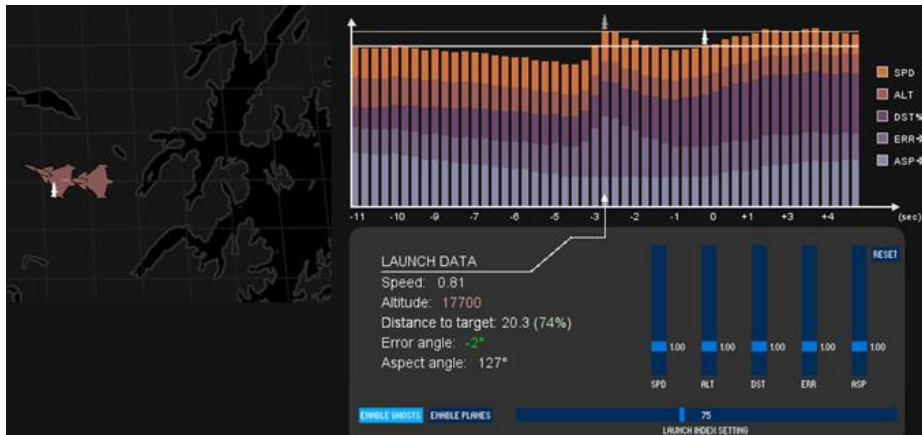
Projektet har arbetat med att utveckla visualiseringar som syftar till att erbjuda andra perspektiv på situationer genom att använda detaljerade data från ett scenario. Det har inneburit att utifrån den information som registreras i simulatören arbeta fram nya presentationer som förtydligar händelseförlopp och situationer. På så sätt kan diskussioner om handlingsalternativ grundas i faktiska data.

Vi har i design av visualiseringarna utgått från ett ramverk (Scaife & Rogers, 1996, se avsnitt 4.1) med målsättningen att visualiseringarna ska avlasta personerna både perceptuellt och kognitivt för att kunna se samband, att visualiseringarna ska begränsa antalet tolkningsmöjligheter givet situationen samt att visualiseringen ska representera data på ett annat sätt än som en ren återgivning av data.

Arbetet har utförts genom att systematiskt involvera ett flertal aktörer. Ingenjörer och operativ personal vid FLSC, stridspiloter, forskare och även externa visualiseringsexperter har deltagit i såväl framtagande som utvärdering av visualiseringarna. Projektet formulerade femton möjliga mått varav två utvalda låg till grund för utveckling av två olika visualiseringar. Detaljer om hur vi metodologiskt arbetat med framtagandet återfinns i (Aronsson, Artman, Lindquist, Mitchell, Persson, Ramberg, Romero & ter Vehn, submitted).

4.3.1 Skjuttillfälle/Missile-Launch

Visualiseringen för skjuttillfälle har som syfte att ge en bild av förutsättningarna för en missil strax före respektive strax efter att flygföraren avfyrat (ter Vehn, 2016, Aronsson, Artman, Lindquist, Mitchell, Persson, Ramberg, Romero & ter Vehn, submitted). Visualiseringen tar fasta på relationen mellan det skjutande flygplanets geografiska position relativt målets geografiska position. Parametrar som beaktats i visualiseringen är aspektvinkel, styrfel, höjd, fart och distans till målet.



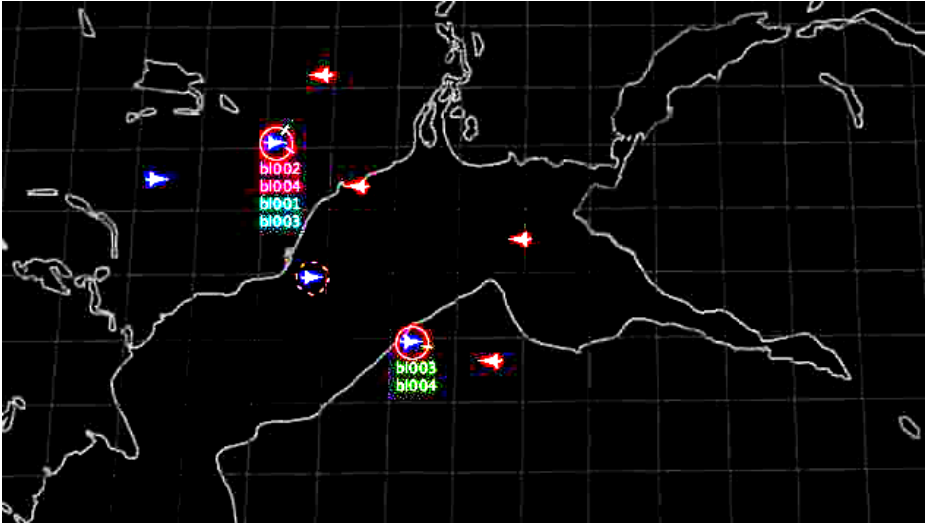
Figur 3. Visualisering med fem parametrar som bestämmer ett skjutläge.

Genom presentationen ska flygföraren, eller flygförarna, kunna resonera dels om de olika parametrarnas relation och dels tidpunkten för skottet. Visualiseringen presenteras i figur 3.

Visualiseringen mottogs väl av deltagande stridsflygare. Flygförarna kunde tydligt se att visualiseringen och de uttryckta parametrarna skulle stödja dem i att utvärdera ett aktuellt skott, samt huruvida de skulle kunnat agera annorlunda. I utvärderingen framkom också att mer erfarna stridsflygare, som ofta agerar som övningsledare och instruktör, gjorde bedömningen att visualiseringen i hög grad skulle stödja dem i rollen som instruktörer. Detta gällde framförallt i val av situationer där vapen avfyras för att kunna diskutera dessa under debriefing, samt tillhandahålla faktiska data som grund för diskussioner och värderingar. Planets aktuella tippvinkel var dock en parameter som flygförarna saknade i visualiseringen. För en sammanfattning av detta arbete se (Aronsson, Artman, Lindquist & Ramberg, 2016) och för mer utförlig beskrivning av visualiseringen, utvärdering och resultat, se (Aronsson, Artman, Lindquist, Mitchell, Persson, Ramberg, Romero & ter Vehn, submitted).

4.3.2 Hotbild/Threat range

Visualiseringen av hotbild fokuserade på enskilda flygplan och fyrgruppers gemensamma hotbild. Visualiseringen (figur 4) bygger på ett flygplans position relativt alla motståndare samt enheterna i fyrgruppens mållåsningar ("lock on") av fienden (Persson, 2016; Aronsson, Artman, Lindquist, Mitchell, Persson, Ramberg, Romero & ter Vehn, submitted). Genom att markera det hotade flygplanet med streckade eller heldragna cirklar runt aktuellt flygplan samt att också markera vilket motståndarplan som utgör hot, så visar visualiseringen hotbilden dynamiskt för ett enskilt plan i en given situation under uppspelning.



Figur 4. En cirkel runt ett flygplan visar graden av hot som motståndare utgör. En streckad cirkel betyder ett mindre hot och heldragen ett stort hot. På cirkeln finns även en enkel markering som markerar vilket flygplan som är inom hotavstånd. Texten under cirkeln anger vilka flygplan som har mållåsning på fiendeplanet.

Syftet med visualiseringen var att kunna diskutera dels individuell situationsmedvetenhet (Situation Awareness, SA) och dels gruppens gemensamma situationsmedvetenhet.

Under utvärdering av visualiseringen menade något mindre erfarna flygförare (rotetvåror) att de redan i en aktuell situation enkelt kan utläsa nödvändig information. Samtidigt uttryckte de att det kan finnas ett värde i att kunna beskriva specifika hotsituationer under värdering/debriefing. Erfarna flygförare ansåg däremot att visualiseringen skulle vara behjälplig för den som är instruktör och sammanhållande för värdering/debriefing eftersom man med stöd av visualiseringen enkelt kan finna situationer som är mer eller mindre hotfulla och svåra att bedöma. Överlag ansåg samtliga flygförare att visualiseringen skulle stödja diskussioner kring och förståelse av situationsmedvetenhet (SA) i olika situationer. Hur en tredimensionell hotbild representeras i en tvådimensionell karta upplevdes dock vara ett problem. För en sammanfattning av detta arbete se (Aronsson, Artman, Lindquist & Ramberg, 2016) och för mer utförlig beskrivning av visualiseringen, utvärdering och resultat, se (Aronsson, Artman, Lindquist, Mitchell, Persson, Ramberg, Romero & ter Vehn, submitted).

Sammanfattningsvis kan konstateras att det är en komplex och tidsödande uppgift att ta fram och utvärdera förslag på relevanta visualiseringar. Samtidigt är visualiseringar viktiga och relevanta instrument för att effektivisera simulatorbaserad träning. Visualiseringar kan stödja instruktören att i ett långt händelseförlopp hitta relevanta situationer att lyfta till en saklig diskussion med de

som deltagit i träningen, och därmed minska tiden för värdering/debriefing och samtidigt bibehålla hög kvalitet. Vid framtagande av visualiseringar är det viktigt att rätt expertis finns tillgänglig, exempelvis visualiseringskompetens kopplat till stridsflygskompetens för att kunna se och förstå dynamiken i ett dynamiskt förlopp. Ytterligare komplexitet återfinns i att operationalisera situationer så att de kopplas till faktiska datapunkter i en simulering. En avslutande komplexitet återfinns i hela poängen med träning i komplexa, dynamiska system, nämligen att de är ovissa och därmed svåra att bedöma med enkla absoluta mått.

5 Karaktäristika hos effektiv simulatorträning

Vad karaktäriserar effektiv simulatorträning? Ett svar på denna fråga kan vara "De anläggningar som följer strukturerade modeller för design och uppföljning av simulatorbaserad träning, t.ex. ADDIE-modellen (Branson m.fl. 1975)". Vad gäller simulatorbaserad träning så varierar exempelvis tillgång till avancerade simulatorer, tillgång till tydliga direktiv om vad som ska tränas, definition och användande av väl definierade mått på kompetens, tillgång till olika stöd för debriefing/värdering, etc. I flera fall är det brist på simulatorer som medger träning i dynamiska scenarier. Detta har lösts genom att instruktörer gör olika typer av inspel under ett träningspass för att introducera dynamik i ett scenario. Likaledes, i fall där simulatorer inte registrerar händelseförlopp och därmed saknar uppspelning som stöd för debriefing/värdering, så bygger debriefingen/värderingen på instruktörens och de tränades observationer och minne. Man skulle kunna uttrycka det som att effektiva simulatoranläggningar för träning inte är starkare än dess svagaste länk, där ingående länkar består av att:

- Definiera mål för träning
- Genomföra en behovs- och kravanalys
- Utveckla relevanta scenarier
- Genomföra anpassad och målinriktad utvärdering av prestation
- Bygga på en pedagogisk ansats till träning
- Genomföra debriefing/värdering efter träning
- Definiera roller hos instruktörer och andra inblandade
- Klargöra och utgå ifrån organisatoriska och andra förutsättningar

I det följande diskuteras och nyanseras dessa punkter baserat på de observationer som gjorts i projektet relaterat till ramverket "Learning Design Sequences" (LDS) som presenterades i kapitel 2 eftersom detta har en tydlig och inbyggd sekventialitet som relaterar till *constructive alignment* (Biggs & Tang, 2011). Tabell 1 nedan illustrerar relationer och beroenden mellan ingående delar i LDS (Selander & Kress, 2010) och ADDIE-ramverket (Branson et al, 1975). Fokus är på flygsimulering och träning och särskilt hur denna bedrivs vid anläggningen FLSC.

Tabell 1. Tabellen karaktäriserar effektiv simulatorträning och åskådliggör kritiska beroenden (svartfärgade rutor i tabellen) mellan aspekter som är centrala för simulatorträning m.a.o. *constructive alignment* (Biggs & Tang, 2011).

LDS	ADDIE						
	Mål	Behov-Kravanalys	Scenario	Mått	Stöd för värdering utifrån behov-kravanalys, t.ex. visualisering	Pedagogisk ansats	Instruktör/roll
Förutsättningar							
Sammanhang							
Genomförande							
Eftergranskning							

5.1 Förutsättningar

Det behöver finnas tydliga och definierade mål med träning. Därför behövs en behovs- och kravanalys utföras som tydliggör vilka färdigheter och kompetenser som behöver tränas för att uppsatta mål ska kunna uppnås. Målet med träning för ett uppdrag kan vara att förhålla sig till och anamma givna styrdokument, internationella regler eller att skaffa sig kompetens och färdigheter att utöva ett antal handlingar. Det yttersta målet med ett uppdrag kan vara politiskt beslutat och därför kan en militär målsättning vara att fokusera på försvar av territorialgräns. Uppdraget i sig kan vara mer konkret som att förhindra att en motståndare tar sig över gränsen men rent principiellt behöver en målbeskrivning inte beakta vilka resurser man de facto har att tillgå eller vilka resurser som man kan tvingas förlora.

Givet att mål har definierats och att en behovs- och kravanalys har genomförts behöver scenarier utvecklas som stödjer, fostrar och utmanar utvecklandet av dessa definierade färdigheter och kompetenser. Dessa aspekter är således starkt kopplade till och beroende av varandra och utgör i sin tur grund för andra centrala aspekter. Om tydliga mål med träning inte finns och om en behovs- och kravanalys inte utförts, så försvårar det ur ett kvalitets- och effektivitetsperspektiv å ena sidan skapandet av relevanta scenarier och planering för hur träning ska genomföras, och å andra sidan planering av målinriktade och långsiktiga träningsupplägg. Häri ligger en problematik, en paradox. Att ta fram scenarier för träning i simulator

utifrån behovs- och kravanalys förutsätter att det finns en beskrivning av vad som ska uppnås. Innehåll i dokument som beskriver önskad uppnådd förmåga är ofta inte tillgängligt och kommer därmed inte till scenarionframtagande personals kännedom. Det försvårar skapandet av relevanta scenarier och planering av träningsupplägg, vilket i sin tur gör det svårt att kunna mäta huruvida rätt förmåga är uppnådd efter genomförd träning.

En uppsättning scenarier och tillgång till annoterade scenariobibliotek är centralt för effektiva simulatoranläggningar (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2014b). I ett scenario exponeras de som tränas för olika typer av situationer med varierande komplexitet, situationer som syftar till att träna specifika förmågor, taktik, mm. Därför måste mål med träning göras tydliga och tillgängliga för simulatoranläggningar så att scenarier som möjliggör träning av önskvärda förmågor kan skapas. Tillgång till bibliotek av scenarier förenklar de träningsansvarigas förberedelser och kan också ligga till grund för träningsupplägg där komplexitet och svårighetsgrad successivt ökas.

I fallet FLSC utgör denna kedja i vissa avseenden ett problem då dokumentation om skarpa system (t.ex. missiler, teknisk utrustning i cockpit) kan saknas vilket försvårar implementation av dessa i simulatormiljön. Detta i sin tur propagerar vidare till frågor om autenticitet (har missiler de egenskaper de har i verkligheten) och typlighet (är utrustning, instrumentering etc. i flygsimulatorerna likadana som i ett verkligt JAS-flygplan). Vid FLSC finns en uttalad policy att inte sträva efter precision i typlighet då det man tränar är stridsteknik och taktik. Annan information som kan saknas är tillgång till innehåll i Försvarsmaktens och flygdivisionernas styrdokument och planer om träning. Ifall denna typ av information kommer anläggningen till godo så sker detta ofta nära inpå ett inplanerat träningstillfälle. Detta ställer krav på anläggningen att snabbt kunna skapa eller anpassa redan existerande och relevanta scenarier för avsedd träning och försvårar planering av målinriktade och långsiktiga träningsupplägg.

Tidigare utveckling av scenarier vid FLSC har utgått från och fokuserat på väsentliga kompetenser (Mission Essential Competencies, Alliger m.fl., 2012) som därefter lyfts in i scenarier där specifika uppdrag ska utföras. MEC kan sägas utgöra en tydlig behovs- och kravanalys över kompetenser som en flygförare behöver besitta för att kunna klara ett uppdrag. Som beskrivits i kapitel 3 har en flygförare tillsammans med instruktörer och forskare vid FLSC de senaste åren arbetat med att skapa scenarier för att svara mot ett förändrat hot mot nationen och en ny inriktning på försvarsförmågan. Den nya inriktningen handlar om att i högre grad fokusera territorialgränsen och mindre om utlandsuppdrag. Definierade lärandemål ("Desired Learning Objectives", DLO:er) har legat till grund för skapandet av dessa scenarier som syftar till att träna, mäta och uppnå specifika färdigheter och kompetenser ("Desired Learning Outcomes"). På vetenskaplig grund och utifrån scenarierna och önskvärda lärandemål har mått och bedömningskriterier sedan utvecklats för att stödja bedömningen av

genomförande. Bedömningskriterierna är också avsedda att kunna stödja värdering av scenarierna i sig för att dessa successivt ska kunna förbättras.

5.2 Sammanhang

Sammanhang syftar på den kontext och med vilka verktyg som träning genomförs. Simulatorer varierar i termer av hur dynamiska och interaktiva de är, hur öppna eller slutna de är, vad tekniken som används medger och vad den inte medger. Oavsett typ av simulator och andra resurser som krävs för *genomförande* av träning, så påverkas vad som kan göras, och särskilt kvaliteten i vad som kan göras, av de *förutsättningar* som finns. Om exempelvis tillgång till nödvändig dokumentation kring skarpa system inte finns så kan det skapa problem med autenticitet och typlighet (se kapitel 5.1). I sådana fall dessa problem finns, så behöver målsättning med träning inte vara avhängig en hög autenticitet och typlighet. Givet att *förutsättningar* (teknologiska, att mål med träning, scenarier, mått) gjorts tydliga, så kan nödvändiga åtgärder vidtas att med de resurser som står till buds söka uppnå uppsatta mål.

Data som registreras i simulatormen kan ligga till grund för skapandet av mått på de kompetenser och färdigheter som avses tränas. Data kan sägas vara en neutral och objektiv registrering av tidsbestämda variabler som är relevanta för simulatormen, medan mått har ett syfte och relevans bortom simulatormen i sig. Ibland sammanfaller de, exempelvis kan man säga att “antalet missiler som träffade ett mål” både kan vara data och ett enkelt och enskilt mått på en “flygförarens skicklighet”. Mått kan även vara mer komplexa och aggregerade (t.ex. “bra skjutläge”). Mått av mer sammansatt karaktär är mer lämpade för diskussion och reflektion eftersom de inte enkelt redovisar fakta utan kombinerar ett flertal faktorer och ger ett utfallsutrymme där dess validitet är relativ lärandemålen.

Användandet av mått på färdigheter och kompetens sträcker sig inte bara till enstaka träningspass. Måtten kan även vara utsträckta över tid, exempelvis för att följa och konstatera att en flygförare blir bättre på att träffa ett mål eller lärt sig hantera fientliga hotsituationer snabbare efter en träningsvecka eller efter ett år. Att utifrån stora datamängder skapa valida och reliabla mått ställer krav på olika kompetenser, exempelvis expertis inom träningsdomänen, statistisk/matematisk expertis, samt kompetens inom mänsklig presentation och visualisering. Både enkla (träff/miss) och mer komplexa mått (situationsmedvetenhet) kan vidare ligga till grund för design av visualiseringar som stöd för genomförande av debriefing/värdering efter genomförda träningspass. I fall där simulatorer inte registrerar data från ett händelseförlopp blir måtten mer kvalitativt orienterade och bygger snarast på observationer samt övningsledares och de tränades minne.

Vid FLSC registreras det som sker i simulatorerna och sparas kontinuerligt. Detta möjliggör definierandet av både enkla och mer komplexa mått, vilket i sin tur skapar möjlighet att designa visualiseringar som stöd för debriefing/värdering.

Systematisk uppföljning av träning över tid möjliggörs också, vilket är viktigt både för att säkerställa och följa kompetens- och färdighetsutveckling samt vidmakthålla en önskvärd färdighets- och kompetensnivå. Projektet har dels arbetat med att skapa visualiseringar (redovisade i kapitel 4.2), och dels att utifrån en förändrad hotbild tillsammans med flygförare och instruktörer operationalisera specifika mått på färdigheter och kompetenser utifrån definierade lärandemål. I varje träningsession används färdigheter och kompetenser som är centrala för många typer av uppdrag. Projektarbetet har särskilt fokuserat på specifika färdigheter och kompetenser givet den nya hotbilden och uppsatta lärandemål. Arbetet med att definiera och operationalisera begreppen har syftat till att kunna automatisera måtten och därmed kunna ge flygförarna och instruktören direkt återkoppling om huruvida flygföraren/flygförarna har agerat enligt de fördefinierade och önskvärda färdigheterna och kompetenserna (exempelvis agerat korrekt enligt gällande ROE (Rules of Engagement)).

5.3 Genomförande

Genomförande av träning är beroende av ett flertal faktorer som inte kan avgöras eller bestämmas på förhand. Genomförande av träning är beroende av vilka *förutsättningar* som finns och i vilket *sammanhang* som träningen genomförs. Lika centralt är att träning bygger på någon antagen pedagogisk/didaktisk modell, dvs. att träning, träningsupplägg och uppföljning efter träning följer en och samma modell. En vanligt förekommande modell, som nämnts i kapitel 2, är upplevelsebaserat lärande (Kolb, 1984). Instruktörer kan, baserat på antagen pedagogisk modell, planera träning och uppföljning efter träning. Instruktörer och de som tränas får hålla tillgodo med den teknologi som används, de scenarier som designats givet den teknologi som används och de mål som satts upp, samt den miljö där träningen genomförs. Tydlighet och information om vad som avses tränas, förståelse för vad som utgör ett kompetent agerande, samt varför och hur träning genomförs utgör viktiga delar för både instruktörer och tränade. Den tränade kan mentalt förbereda sig inför ett träningspass och vet också på förhand hur uppföljning efter träning kommer att ske. Den tränade får under genomförande olika typer av återkoppling på sitt agerande. Denna kan ske direkt via systemet och/eller via observatörer/instruktörer. Instruktörens roll före, under och efter ett träningspass kan variera både beroende på antagen pedagogisk ansats och den teknik som används. I fall där scriptade scenarier används kan instruktören under träning behöva vara aktivt delaktig genom att göra inspel av olika slag för att introducera dynamik och komplexitet i ett scenario. En aktiv roll i själva genomförandet kan självfallet riskera att stjälta instruktörens uppmärksamhet och därmed också möjlighet att lägga märke till detaljer i de tränades handlingar och mönster i handlingar över tid. I fallet simulatorer där händelseförloppet i scenarier dynamiskt uppdateras beroende på de handlingar som utförs av de tränade, och där varje individuell handling registreras så blir instruktörens roll under själva

genomförandet mindre aktiv. Möjligheten att observera de tränade under genomförande blir därför jämförelsevis högre.

Vid FLSC används simulatorer där scenarier dynamiskt uppdateras baserat på de tränades handlingar. Instruktören kan därför observera händelseförlopp utan att behöva göra aktiva inspel. Möjligheten att i ett givet scenario under ett träningspass öka på komplexitet finns (t.ex. genom att öka antalet fientliga flygplan), även om denna inte behöver användas särskilt ofta. Instruktören kan därför koncentrera sig på att observera händelseförlopp, individuella- och gruppageranden som kan vara viktiga att lyfta under en värdering/debriefing.

5.4 Eftergranskning och debriefing

Under *eftergranskning/bedömning* värderas och diskuteras vad som hänt under ett träningspass. Beroende på träningsupplägg och antagen pedagogik kan både instruktör och tränade ta upp frågor om vad som hände och varför, samt diskutera vad som hade kunnat göras annorlunda. Det kan handla om både individens och gruppens agerande under ett genomfört träningspass. Att scenarier skräddarsys för att stödja träning av specifika färdigheter och kompetenser gör det naturligtvis tydligare att i efterhand fokusera och bedöma vilka handlingar och handhavanden som var mer eller mindre lämpliga. Stöd för dessa diskussioner och värderingar utgörs ofta av observationer som instruktören gjort under träningspasset och vad de tränade minns från passet.

I fallet FLSC sker en direkt uppspelning av ett genomfört träningspass där instruktör och tränade kan se individens och gruppens agerande som helhet i "God's eye view", se figur 5.

Att se scenariot spelas upp ger ofta upphov till "aha-upplevelser" genom helhetsbilden som visas, en bild som är svår eller rent av omöjlig att få under själva utförandet. Vidare stöd för genomförande av eftergranskning utgörs av redovisning av enkla mått (antal skott, träffar, etc.) och visualiseringar som bygger på aggregerade mått (t.ex. skjutläge, hotbild). Den sistnämnda typen av stöd kan leda till mer reflekterande diskussioner kring handlingar som gjorts.



Figur 5. Figuren visar den så kallade "God's eye view" där genomförda träningspass spelas upp som grund för debriefing. Foto: Björn Tesch/FOI.

5.5 Kompetens att genomföra och leda en debriefing

För att möta behoven hos de lärande i olika lärandeaktiviteter, måste behov av stöd för dessa göras tydliga, dvs. hur teknik, lärare, experter och andra lärande kan användas som stöd för lärande samt hur återkoppling i form av reflektion, argumentation och samarbete kan ske. Begreppet *constructive alignment* (Biggs & Tang, 2011) fokuserar på att lärandemål ska vara styrande för examination och upplägg av träning. Som beskrivits ovan bör detta genomsyra hela lärandeprocessen från förutsättningar till eftergranskning och bör byggas in i såväl system som mått. Instruktörens roll är dock avgörande för att kunna skapa sådana länkningar. Därför är instruktörens roll som pedagogisk ledare (och andra relaterade roller som kan stödja instruktören) viktig.

5.5.1 Instruktörens roll

Instruktören bör ha en sådan position att denne har tillräckliga befogenheter att få ta del av dokument och scenarier som utgör en grund för förutsättningarna. Under genomförande och återkoppling måste denne också vara så domänskicklig att tränade personer ser vederbörande som en förebild, samtidigt som skickligheten inte bör vara regelstyrd eller dogmatisk. En central förmåga är att en instruktör har

en sådan bred repertoar att denne kan se alternativa handlingsmönster än de konventionella, liksom förmågan att lyssna och resonera utifrån resonemang som de tränade kan föra utifrån sina perspektiv. En instruktör bör alltså aktivt arbeta med *constructive alignment* och därmed medverka i såväl den horisontella som den lodräta dimensionen av tabell 1 presenterad ovan.

Återkoppling i form av reflektion och diskussion kring agerande är en central del i lärande och bör vara en integrerad del i träning. Denna aspekt blir än viktigare i situationer där tid till reflektion ”in action” är i stort sett obefintlig. Ett bra och för en given uppgift meningsfullt användande av tillgängliga resurser (teknik, anpassade visualiseringar och andra stöd, instruktörer, andra lärande, etc.) som står till buds i en sådan situation är således kritiskt. Genom ett ändamålsenligt användande av sådana resurser kan kompetens säkerställas samt ge en saklig grund för en fortsatt och kontinuerlig kompetensutveckling. De flesta anläggningar lägger stor vikt vid att instruktörerna bidrar till ett ”öppet klimat” vilket innebär att man har en personlig relation mellan instruktörer och de som tränas. Det öppna klimatet är betydelsefullt för att man ska kunna ge tydlig återkoppling och avdömningar i termer av rätt/fel (normativa bedömningar), liksom att kunna diskutera och värdera alternativa handlingar (relativa bedömningar). Instruktörens roll har därmed särskild betydelse för debriefing och instruktören har också stor betydelse för hur man kan motivera eleverna att utveckla sin expertis, sina kunskaper och sina färdigheter. En viktig del i detta är att aktivt tilldela ordet till de medverkande så att alla medverkande får möjlighet att komma till tals och ge sina perspektiv på såväl sina egna som andras handlingar och kollektiva interaktioner.

Vid en studie som genomfördes i projektet utfördes en initiativ-respons (Linell & Gustafsson, 1987) analys av debriefing vid FLSC. Syftet med studien var att studera till vilken grad instruktörer och piloter tar initiativ till diskussioner, samt hur diskussioner följs upp (respons). Analysen beaktar också vad som diskuteras, vilket kan kopplas till de färdigheter som träningen avser uppnå. Debriefingar som genomförs kan sägas ha en stabil organisation, dvs. det finns en given ordning för hur den går till. Debriefingen inleds med att instruktören som håller i övningen inleder kort med några övergripande ord om träningspasset. Därefter överlämnar instruktören till gruppcheferna som dels rekapitulerar den planerade taktiken som utgör en förutsättning för träningen, samt ger en övergripande normativ bild av hur väl gruppen nådde målet med uppdraget. Sedan betraktar alla flygpasset som genomförts från ett ovanifrånperspektiv (s.k. God’s eye view), dvs. utifrån ett perspektiv som ingen av de tränade tidigare sett (se figur 6) där alla flygfarkoster och händelser visas. Så snart instruktören, gruppchefen eller någon annan ser en händelse som bedöms som värd att diskuteras så spolas uppspelningen tillbaka, pausas och den som uppmärksammat händelsen ger sin syn på vad som hänt. Situationer som ofta uppmärksammas är de där någon ser eller minns att denne gjort något fel eller hamnat i en ”knivig” situation.



Figur 6. Genomgång efter övning med stöd av "God's eye view" vid anläggningen FLSC. Foto: Björn Tesch/FOI.

God's eye-perspektivet kan också ge upphov till att tydliggöra taktiska situationer som flygföraren ej var medveten om under själva träningspasset men som kan vara relevanta att diskutera. Situationen spelas därefter upp långsamt och uppspelningen kan vridas eller zoomas in för att kunna ytterligare problematisera och tydliggöra en händelse. Den eller de flygförare som var en del av händelsen får redogöra för och reflektera kring omständigheter och upplevelser kring hur det blev som det blev och andra kan ge alternativa synpunkter från sitt perspektiv på händelsen. Diskussionerna fokuseras särskilt på enskilda flygförarens situationsmedvetenhet (SA), gruppens gemensamma SA, hur och när robotar avfyrares, olika nedskjutningar och samarbetsaspekter t.ex. när fiendeflyg lyckas ta sig obemärkt förbi. Resonemangen kring detta elaboreras och förklaras ofta utifrån hur man trodde (under flygpasset) att saker och ting förhöll sig i den specifika situationen samt motiveringar och förklaringar till beslut man fattade. Instruktören och/eller gruppchefen summerar händelsen och utgår från diskussionen för att kunna ta lärdom till liknande situationer i framtiden. I den mån fördjupade studier av debriefing kan genomföras, så skulle resultat från initiativ-respons analyser kunna leda till protokoll som tydliggör centrala situationer, frågor och begrepp som är viktiga att lyfta vid en debriefing och på så sätt stödja och strukturera diskussionerna vid debriefing. Ett sådant protokoll skulle också vara värdefullt för mindre erfarna instruktörer och bidra till en förståelse av centrala begrepp, situationer och processer.

6 Att kombinera simulatorträning med skarpa system

Träningskonceptet LVC (Live, Virtual & Constructive) innebär möjligheten att kombinera verkliga flygplan i luften (Live) med bemannade flygsimulatorer (Virtual) och artificiella datorgenererade aktörer (Constructive), som alla deltar i samma scenario. Flygförare i verkliga flygplan ser förekomster av olika entiteter via sin instrumentering, dvs. andra verkliga flygplan, simulerade flygplan och datorgenererade flygplan. På liknande sätt ser de flygförare som flyger i simulator entiteter som kan vara verkliga, simulerade eller datorgenererade. I ett scenario kan de olika entiteterna därför sägas vara lika verkliga oavsett om man som flygförare agerar i ett verkligt flygplan eller i en flygsimulator. Ett sådant träningskoncept medger utöver ordinarie träning också träning i storskaliga scenarier som man av säkerhets- och utrymmesskäl idag inte kan öva på i samma utsträckning. En ambition är att kunna kombinera ordinarie flygträning vid divisionerna med virtuella simulatorer och/eller artificiella agenter (Aronsson, Artman, Larsson Lindquist, Mitchell, Ramberg, Ungerth, 2017). Detta skulle kunna innebära att en flygförare vid en division som ska flyga kan ha en kollega som bemannar en simulator vid divisionen (eller vid en annan division) och som därmed kan agera som rotetvåa eller motståndare. En långsiktig ambition är att flygförare som tränar skarpt (Live) på plats på divisionen ska kunna ingå i pågående träningsverksamhet (Virtual och Constructive) vid exempelvis FLSC.

6.1 LVC – förutsättningar och demonstration

Inom det internationella forskningssamarbetet IMTR II (International Mission Training Research II), mellan FLSC och U.S. Air Force Research Laboratory (AFRL), har ett gemensamt arbete för att effektivisera simulatorträning genomförts. En demonstration av LVC-konceptet utfördes i november 2016, med bas på ”Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference” (I/ITSEC)¹, som är den största mässan och konferensen i världen om simulering och träning (figur 7). Under demonstrationen kopplades FLSC:s simulatorer (Virtual & Constructive) ihop med distribuerade Live-, Virtual- och Constructive-komponenter i USA (Aronsson & Lindquist, 2017a). Ett långsiktigt mål med LVC är att kunna göra storskaliga skarpa övningar, som även inkluderar befintliga simulatorresurser, samt att kunna delta i mindre träningsprogram oberoende av om samtliga som tränar finns på samma fysiska plats eller inte. För att göra detta möjligt måste ett flertal förutsättningar uppfyllas. Naturligtvis måste det finnas tillförlitlig teknik som möjliggör en sådan vision. Det måste likaledes finnas en försvarsmaktsorganisation som tydligt bejaktar och stödjer ett samarbete mellan

¹ I/ITSEC 2016, <http://www.iitsec.org/Pages/default.aspx>

olika organisationer inom Försvarsmakten och mellan Försvarsmakten och andra organisationer. För att uppnå effektiva träningsformer måste det utöver samarbete över organisationsgränser även finnas gemensamma pedagogiska grundvalar som matchar de förutsättningar som de olika formerna av träning har för att kunna bedöma om man tränar rätt saker på rätt sätt. Man måste därutöver ha gemensamma verktyg för att värdera enskilda aktörers prestation, döma av händelser i övningar och på ett tillförlitligt sätt utvärdera effektiviteten av träning (Aronsson, Artman, Brynielsson, Lindquist & Ramberg, 2015; Artman m.fl., 2015).



Figur 7. Publik vid LVC-demonstration 2016. Flygsimulatorer på plats vid FOI kopplades ihop med distribuerade Live-, Virtual- och Constructive-komponenter i USA. Foto: FOI.

För att den här visionen ska uppfyllas krävs det en gemensam teoretisk referensram som inkluderar mänskliga förutsättningar, begränsningar och möjligheter likaväl som dito tekniska och organisatoriska. Det finns behov av ett sammanhållet konceptuellt ramverk som möjliggör att alla inblandade kan tala om olika pedagogiska fenomen och begrepp utifrån gemensamma definitioner och mål. Denna rapport och projektet EFOU kan ses som ett bidrag för att närma sig denna vision.

Analysen kring genomförandet av LVC-träning har utförts tidigare, då ofta med fokus på tekniska möjligheter och begränsningar, användande av olika arkitekturer (DIS, HLA) och standarder, ekonomiska modeller för genomförande, etc. (t.ex. Henninger m.fl., 2008). Tekniken för genomförande av LVC-träning är mer utvecklad idag (detta betyder inte att kritiska beslut inte behöver fattas angående vilken teknologi, arkitektur och standard som bör användas) vilket gör att fokus i högre grad kan riktas mot pedagogiska aspekter. Detta inbegriper bland annat en detaljering av de egenskaper som de olika modaliteterna besitter och hur dessa pedagogiskt och målmedvetet kan nyttjas för att skapa så bra träningsförutsättningar som möjligt för både verkliga och virtuella entiteter. I projektet har en sådan detaljering initierats som beskrivs nedan i tabell 2.

Tabell 2. Olika aspekter att beakta för de tre delarna som integreras i LVC i träningsscenarier.

	Live	Virtual	Constructive
Förutsättningar	<ul style="list-style-type: none"> - Måste beakta säkerhet - Måste förhålla sig till fysikens lagar 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan träna på taktiska eller kommunikativa aspekter i en miljö som inte har påtagliga fysiska begränsningar (t.ex. G-krafter) 	<ul style="list-style-type: none"> - Inga fysiska begränsningar - Kan agera "allsmäktigt" och "rationellt"
Möjligheter	<ul style="list-style-type: none"> - Kunna träna i situationer som inte naturligt går att skapa, exempelvis spelade motståndare 	<ul style="list-style-type: none"> - Man kan genomföra övningar som inte är observerbara för en fientlig makt - Man kan genomföra övningar som utmanar det möjliga 	<ul style="list-style-type: none"> - Man kan bygga händelseförlopp eller agenter som inte agerar enligt nuvarande praxis
Kognitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Verkliga känslor (t.ex. rädsla) - Stress kring "liv-och-död-beslut" 	<ul style="list-style-type: none"> - Känslor som kan uppkomma i konkurrens med andra (övermod, ilska) - Känsla av att det inte är på riktigt (spelupplevelse och agerande) - Stress relativt kollegor 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan fatta beslut som är väldefinierade och rationella - Ej begränsade av människans förutsättningar
Tekniska	<ul style="list-style-type: none"> - Kräver riktiga farkoster - Kräver en uppkoppling mot andra entiteter 	<ul style="list-style-type: none"> - Kräver simulerade farkoster - Alla entiteter är inom simuleringen och registreras 	<ul style="list-style-type: none"> - Stort beroende av existerande beteendemodeller
Pedagogiska	<ul style="list-style-type: none"> - Verklighetsnära träning 	<ul style="list-style-type: none"> - Typlik träning 	<ul style="list-style-type: none"> - Pedagogiken ligger i att skapa rimliga beteendemodeller

Detaljerings av egenskaper hos de ingående komponenterna i L, V och C ger information om hur träningsscenarier bör designas så att både L- och V-komponenten kan få ut så mycket som möjligt av ett träningspass. Att exempelvis flyga ett verkligt plan innebär att flygföraren utsätts för g-krafter vilket naturligt sätter gränser för vad som är möjligt, medan att flyga i en simulator inte naturligt sätter sådana gränser. Ett sådant "missförhållande" och att V-komponenten jämförelsevis kan sägas ha ett övertag, bör beaktas i design av scenarier. Man skulle rent tekniskt på olika vis kunna "simulera" upplevelser av g-kraft i V-komponenten (t.ex. genom att skugga ut delar av instrumentering under en viss tidsperiod) men skillnaden i upplevd och simulerad g-kraft går inte att komma ifrån.

6.2 Stöd för träning och samarbete mellan olika aktörer

I tabell 2 ovan beaktas i huvudsak jämförelser mellan verkliga, simulerade och datorgenererade flygfarkoster. LVC-konceptet kan generellt sett tillämpas också vid större övningar och i andra försvarsgrenar. Konceptet öppnar därför upp stora möjligheter för att i ett och samma träningsscenario integrera olika försvarsgrenar och hot. Vikten av att detaljera egenskaper hos ingående entiteter (L, V, C) i andra försvarsgrenar och att i design av träningsscenarier balansera ingående entiteter så att träningsmål uppnås är naturligtvis lika stor i sådana tillämpningar. Vad som kan konstateras är att ju fler försvarsgrenar som integreras desto större blir behovet av en och samma teknologiska arkitektur och standard. Förknippat med detta finns också juridiska och säkerhetsaspekter som behöver beaktas, både vid nationella och internationella övningar. Att sådana frågor lyfts, diskuteras och kommer till beslut är självfallet centrala för genomförandet av LVC-konceptet för träning. Behov finns också av utveckling av nya verktyg som kan stödja genomförande, bedömning och värdering av LVC-träning.

6.3 Stöd för LVC-träning

Inför den internationella flygövningen Arctic Challenge Exercise (ACE 2017) utvecklade FLSC ett verktyg som medger att data från flygplanen överförs snabbare efter ett flygpass än vad de gjorts tidigare. I dagsläget läses all data in efter ett pass, via GPS-baserad positionsdata eller via den hårddisk som finns i flygplanen. Det FLSC-utvecklade verktyget övervakar och beräknar de radarspår, s.k. tracks, som flygplanen avger och läser in dessa i det nuvarande debriefingsystemet (D-ACMI²) som spelar upp händelseförlopp med endast en fördröjning på 12 sekunder. Detta verktyg möjliggör därför att händelseförlopp kan observeras i nära realtid vilket skulle vara ett stöd till övningsledare och andra åskådare (Aronsson & Lindquist, 2017b).

Förhoppningen är att ett LVC-koncept kan utvecklas och användas vid ACE 2019 som Sverige är värdland för, genom att använda länk 16-data för att få information också om händelser, t.ex. om ett skott är en träff eller en miss. På detta sätt kommer fokus vid debriefing efter övning att flyttas från avdömning av en situation till bedömning och utvärdering av specifika situationer och händelseförlopp. Detta förfarande skulle kunna möjliggöra LVC-träning samt medföra att träning vid stora nationella och internationella övningar inte endast fokuserar på procedurövning utan också på den enskilda flygförarens eller gruppens prestation och utveckling.

² <http://magnetsystems.net/d-acmi.html>

Utvärdering av verktygen C-PETS och LNCS (se kapitel 3.5 “Verktyg för prestationsvärdering”) visar att vissa funktioner hos dessa kan vara till nytta också vid FLSC. LNCS används redan av AFRL vid distribuerade- och LVC övningar så att funktionalitet och visualiseringar som dessa innehåller kan fungera som inspiration och vara mer eller mindre vägledande vid utveckling av liknande stödverktyg vid FLSC. Anpassning av C-PETS genom att addera egenutvecklade mått utgör också en möjlighet, inte minst med tanke på att projektet (2017) har fått ta del av en metod för hur detta kan ske.

LVC är ett lovande koncept, men det kräver en samordnad ansats och validerade tekniska lösningar för att utveckla pedagogiken så att värderingar kan utföras distribuerat och utifrån kännedom om olika förutsättningar. Nedan följer en programförklaring för att realisera LVC-träning.

7 “LVC för träning under ovisshet” – en programförklaring

Forskning i detta projekt utgår från pedagogik och pedagogiska stöd i simulatorträningssmiljöer. Den träningsverksamhet som särskilt beaktats är träning för situationer med mycket dynamik och relativt oklara förutsättningar (eller ostrukturerade problem). Ovisshet (i termer av typer och antal av mål, situationer som kan uppstå etc.) för de som tränas utgör en grundläggande komponent. I verkliga kritiska situationer (krig, terrorattack, etc.) så agerar man alltid under stora mått av ovisshet (se Orasanu & Salas, 1993). Det som finns att tillgå är goda approximationer som bygger på tillgänglig information (före och under en insats eller ett uppdrag). LVC-konceptet möjliggör träning i dynamiska miljöer med mänskliga flygförare som agerar synkront med eller mot varandra. I detta fall handlar det om fjärrstrid (BVR, Beyond Visual Range) där en motståndare endast går att se med sensorer med lång räckvidd. Förhållandena påminner om skarpa förutsättningar men är ändå inte begränsade av säkerhetsföreskrifter i lika hög utsträckning som i skarpa övningar. Flygförare kan agera agilt i delvis okända beslutssituationer där de tillåts testa olika framtidsscenarioer. De kan inte med bestämdhet veta om en motståndare är verklig, virtuell eller datorgenererad, och samordning av resurser måste ske utifrån specifika och ovissa förutsättningar. Trots dessa ovissa förutsättningar finns en förutbestämd och kommunicerad målbild, exempelvis att man ska återgå till ett normaltillstånd, avbryta eller bekämpa fienden. Denna form av träning innebär att det är särskilda kognitiva förmågor som måste utvecklas för att kunna hantera situationerna agilt. LVC får i detta sammanhang en särskild betydelse eftersom LVC-konceptet tillåter kombination av skarpa och virtuella system och ger även nya möjligheter till nya träningsscenarioer.

Målet är att designa träningsituationer där den som tränas blir skicklig i att göra snabba avväganden mellan att agera för att *skapa ovisshet* (agera med smygteknik, eller agera med ovanliga manövrar och taktik) för motståndaren, och att kunna *agera i en oviss situation*. Oavsett situation ska den som tränas kunna skapa sig en möjlighet att testa och känna igen ett antal olika handlingsmönster. Detta innebär inte ovisshet om målen eller hur de ska bedömas och mätas, utan att frihetsgraderna för handling står i en konkret relation till den ovissa situationen man står inför. På en nivå riskeras en efterhandsbias, dvs. att ett utfört agerande bedöms utefter dess resultat. Men färdighet att hantera ovissa situationer handlar i högre grad om sannolikheten för att i ett flertal fall klara av att hantera en situation utan att för den delen agera förutsägbart. Istället för att diskutera mål i termer av att de är absolut uppnådda mål, behövs snarare ett resonemang kring om agerandet var rimligt utifrån situationen och den information som fanns. Med andra ord, det är viktigt att förstå att man kan ha agerat rimligt och relevant trots att resultatet inte blev enligt förväntningar och uppställda mål. Som nämnts tidigare är det

viktigt att en debriefing/värdering utförs i ett öppet klimat så att man inte förblindas av resultatet utan fokuserar på hur man *presterar*. Det finns alltså en väsentlig skillnad mellan *prestation* i träning och *resultat* i träning, som inte har samma betydelse i skarpa situationer. När man kombinerar skarpa (Live) system med virtuella system i träning så bör därför särskilt betonas förutsättningarna för träning.

7.1 Nuläge och Vision

I dagsläget är simulatorer i stora drag underutnyttjade resurser men prognosen är att behovet i framtiden kommer att öka med begränsat flygtidsuttag. Ett problem i sammanhanget utgör tillgången på personal. Rådande personalbrist kommer att innebära att det vid stridsflygdivisionerna blir svårt att ha uppsättningar av två elever och en instruktör i simulatören. Det krävs därför att det blir enklare att utvärdera genomförd träning i simulatören. Dessutom kan exempelvis syntetiska flygstridsledare, motsvarande de som används i programvaran ACES³ användas för att kunna öva på egen hand. Med ACES kan man med rätt använd terminologi be en syntetisk flygstridsledare att exempelvis ge en lägesbeskrivning, enligt parametrarna för de datorgenererade entiteterna i simulatören. Dock ska grundutbildning alltid ske med en närvarande instruktör (Aronsson, Artman, Larsson m.fl., 2017).

Det finns idag en tydlig gräns mellan att träna flygpass skarpt och att träna flygpass i simulator med stöd av artificiella agenter. Det har genomförts en del demonstrationer, bland annat den som gjorts inom ramarna för detta projekt (I/ITSEC 2016), för att visa att det är möjligt att sammankoppla skarpa farkoster och virtuella miljöer. Dock krävs det en stor organisation för att få all teknik att fungera samspelt. En vision för LVC är att den ska kunna fungera *i vardagen* (se Aronsson m.fl., 2017). För att detta ska vara möjligt krävs det att nödvändiga beslut fattas, att val av teknologisk arkitektur och standarder görs, att säkerhets- och juridiska aspekter reds ut. För att LVC i vardagen ska fungera som koncept, behöver nödvändig teknologi planeras och integreras i MT39E. Ett alternativ till detta kan vara att använda för syftet framtagna "transponders/pods" som ger önskvärd funktionalitet och appliceras på farkoster som inte har nödvändig teknologi integrerad (ibid.). Utöver detta krävs det ett ingående åtagande från ett flertal aktörer för att skapa en långsiktig programförklaring som bör inkludera åtminstone följande målläge:

- Det ska vara enkelt och sömlöst att koppla ihop ett skarpt system med simulatoranläggningar
- Flygförare och operatörer ska kunna träna på scenarier som inte kan övervakas av motståndare

³ ACES Artificial Fighter Controller, utvecklad av Intuitech AB, <http://www.intuitech.se/>

- Flygförare vid ordinarie skarpa flygpass ska kunna träna med eller mot en eller ett flertal simulatorer
- Skapa nya mått, visualiseringar och pedagogiska perspektiv för LVC-konceptet

Simulatorträning för maximal effekt kräver rätt nivå av realism, trovärdighet i scenario och modeller som används (radar, vapen, beteende hos Constructive-entiteter, radar-målytor etc.). För att säkerställa detta erfordras att rutiner upprättas samt att erforderliga resurser tillförs så att rätt nivå kan uppnås och vidmakthållas. Med tanke på att simulatorerna (Virtual) utvecklas kontinuerligt, så behöver också kontinuerlig utveckling säkerställas för Constructive-entiteter. Programmet med LVC i vardagen bör således arbeta mot flera gemensamma mål som ska underlätta en integrering av olika system i syfte att skapa en gemensam simulatorträningstrategi.

7.2 Uppdrag och syfte

Mål och syfte med konceptet är att erbjuda träning som kombinerar de skarpa systemens fysiska förutsättningar och möjligheter med de digitala systemens möjligheter. LVC ska vara en strategisk resurs och ingång för Försvarsmakten att dels kunna testa egna nuvarande vapensystem och taktik, dels testa vapensystem som inte finns i dagsläget genom att designa vapensystem såsom de kan komma att agera i en framtid (så kallad Design fiction). FLSC kan här agera en oberoende och inkluderande aktör för långsiktig utveckling av simulatorsystem och pedagogiska modeller för att på bästa sätt stödja alla parter inom LVC.

7.3 Värdegrund

LVC ska utgå från det förväntade träningsvärdet och utveckla ändamålsenliga simulatorsystem utifrån användarnas nutida och möjliga framtida behov. Lösningarna ska vara transparenta och bygga på befintlig teknologi. Tjänsterna ska visa öppenhet för nya lösningar och nya aktörer för att vägleda Försvarsmaktens nya vapensystem och träningssystem.

7.4 Strategi

Genom tät kontakt med användare, Försvarsmaktens företrädare och god översikt över tekniska lösningar, ska LVC utvecklas från en teknisk möjlighet till en möjligheternas vardag för avancerad effektiv träning.

Möjligheter för de separata delarna i L, V och C, presenteras i tabell 3. Det står klart att alla ingående delar kan dra nytta av att sammankoppla de olika systemen, men också att det skulle vara till nytta för de skarpa systemen eftersom dessa kan få ett utökat träningsmotstånd.

Tabell 3. Fördelar och möjligheter med LVC.

Live	Virtual	Constructive
Fler riktiga mänskliga motståndare genom uppkoppling mot FLSC	Mer verkligt motstånd	Kunna bygga beteendemodeller från verkliga data
Fler typer av motstånd	Mindre "spela spelet"	Instruktörsinterventioner som inte stör flygförare
Möjlighet att flyga verkliga test- och framtidsscenarier	Möjlighet att simulera test- och framtidsscenarier	Utifrån stora datamängder trimma scenarier med hänsyn till träningsmål
Träna på platser som är övervakade av andra nationer		
Operera UAV:er som en del av verksamheten		

7.4.1 Live

För L-komponenten erbjuder konceptet fler mänskliga motståndare genom exempelvis uppkoppling mot FLSC, simulatorer vid divisionerna eller andra simulatoranläggningar. Givet att andra typer av motstånd finns representerade (antingen via simulator eller via datorgenererade motståndare) möter flygföraren också flera olika typer av motstånd. Utöver att mer krigslika situationer kan tränas finns möjlighet att som Live-komponent delta i scenarier där någon vald egenskap hos deltagande motståndsentiteter testas och utvärderas. Givet underrättelseinformationen om andra nationers nuvarande och framtida system kan man skapa modeller av dessa vapensystem och därmed träna på taktik för att bekämpa eller motverka dessa. På liknande sätt kan man som Live-komponent träna på platser som är övervakade av andra nationer. Övervakande nationer kan inte uppfatta omfattningen eller djupet på hela scenariot, antal motståndare och dess egenskaper, taktik, mm.

Genom att kunna koppla samman skarpa och virtuella system kan man även skapa förutsägbarhet i träning genom att en enskild flygförare eller en division kan träna med eller emot andra aktörer trots att förutsättningar snabbt ändras (exempelvis väderomständigheter, sjukdom, byte av uppdrag mm). Kort sagt kan man träna på det man planerat trots förändrade förutsättningar (Aronsson, Artman, Larsson m.fl., 2017), exempelvis genom att bemanna en virtuell enhet. Utöver detta kan samträning med allierade ske, eller träning inför (spin-ups) framtida uppdrag genomföras.

Skarpa UAV:er påverkas också av fysiska omständigheter och därför kan detta vara viktigt att träna skarpt. Flygförare som i framtiden ska flyga med och styra UAV-rotetvå-farkoster (loyal-wingmen⁴) kan behöva träna detta i skarpa situationer för att förstå omständigheterna kring hur skarpa flygplan kan agera samstämmigt. På AFRL har man gjort testflygningar med autonoma UAV:er som utöver att agera planmässigt även kan hantera dynamiska oförutsedda händelser⁵. Begreppet autonom ska dock användas med viss försiktighet och inte uppfattas som helt fristående och frigående (Woltjer, Bergenfeldt, Svenmarck, Nilsson, Johansson, 2016). Woltjer m.fl. föreslår istället att man talar om automatiserade system som ingår i ett ledningssystem som består av samarbete mellan mänskliga och automatiserade entiteter (se även Johnson, Bradshaw, Hoffman, Feltovich, Woods, 2014). Ledning av automatiserade system kräver en flexibilitet om vilka förmågor som i en given situation ska vara autonoma och vilka förmågor som ska hanteras av mänskliga aktörer (se även Bradshaw, Hoffman, Johnson, Woods, 2013). Automatiserade system kommer i framtiden agera också i sociala situationer där det inte endast är dess interna funktionalitet och autonomi som bör beaktas utan även relationer och beroenden till andra aktörer (såväl inom ledningssystemet som i förhållande till motståndare).

Träning behövs därmed för att kunna samarbeta med en eller flera autonoma farkoster "samtidigt", dvs. träning av så kallat split-attention (delad uppmärksamhet i framförandet av egen farkost samt den autonoma farkosten). Att samarbeta med ett autonomt system skapar också frågor om flygförarens tillit till ett kompetent agerande av den autonoma farkosten. Det är förstås en skillnad på de uppgifter ett automatiserat system kan utföra och hur detta rimmar med en operatörs tillit. Högnivåkognition såsom resonerande, beslutsfattande och samarbete är inte detsamma som att vid en specifik tidpunkt befinna sig och utföra en väldefinierad uppgift på en plats. En viktig aspekt av träningen kommer därmed också innebära att ha en god förståelse, inklusive tillit, för i vilka situationer som man kan förvänta sig samarbete med ett autonomt system. UAV-operatörer kan även tränas som en del av simulatorträning genom att koppla sig samman med simulatoranläggningar eller genom att vara simulerade delar i större övningar.

7.4.2 Virtual

Simulatorträning är alltid i något avseende tillrättalagd för att motsvara ett givet träningsmål eller för att man ska kunna ha förberett särskilda aktiviteter såsom en spaning över ett givet område eller ett fotografi av en given plats. Genom integration av skarpa farkoster kan man utveckla en dynamik som i högre grad påminner om verkliga situationer. Genom att träna med skarpa flygplan skulle man i simulatoranläggningar också tvingas beakta fysiska och säkerhetsaspekter på

⁴ <http://defense-update.com/tag/loyal-wingman>

⁵ http://defense-update.com/20170410_have_raider.html

liknande sätt som de flygförare som flyger skarpt. Å ena sidan kan detta innebära, om man nu inte kan göra det sömlöst, att man tvingas underkasta sig fördröjningar eller oavsedda händelser, men å andra sidan måste alla aktörer agera tydligt professionellt vad det gäller kommunikation, regler, rutiner och tillit.

Fördelarna relativt ren simulatorträning är att man kan undvika att "spela spelet" vilket är en vanlig företeelse inom simulatorträning (Frank, 2014). Spela spelet innebär att man försöker överlista spelmekanismer och/eller andra spelare för att så att säga vinna spelet.

7.4.3 Constructive

Genom att systematiskt använda Constructive-komponenter i träning och vid större övningar så samlas också stora datamängder som kan ligga till grund för skapandet av olika beteendemodeller för olika entiteter (t.ex. flygfarkoster, fartyg och andra konstruerade entiteter), t.ex. med hjälp av maskininlärning och artificiell intelligens. De modeller som används kan därför successivt utvecklas och förfinas för olika syften. På liknande sätt kan analyser utföras på insamlade data av existerande scenarier vilket kan ligga till grund för förslag på nya scenarier. Beroende på grad av dynamik som implementeras i de konstruerade entiteterna så kan också systemet i realtid göra anpassningar under scenarier (t.ex. ändra taktik, förhöjd svårighetsgrad i scenario genom att ytterligare motståndare tillkommer, etc.). En sådan dynamik skulle också avlasta instruktörer/operatörer som gör olika typer av interventioner och inspel under ett scenario.

8 Överföring av kunskap till andra militära domäner och det civila samhället

LVC som koncept har potential att användas över flera domäner. Inom Försvarsmakten är det flygdomänen som kommit längst i utvecklingen, men vid t.ex. LVC-demonstrationen med AFRL i slutet av 2016 deltog både marktrupper och olika flygförband i scenariot. Detta visade på potentiella möjligheter att över domängränser träna i ett och samma scenario.

I september 2017 observerades ett LVC-experiment i Wales, Storbritannien, som anordnades av brittiska DSTL (Defence Science and Technology Laboratory). Syftet med övningen var att undersöka konceptet "Human Autonomy Teaming" i en LVC-miljö, där målsättningen var att utforska hur autonoma system kan användas för samarbete med riktig militär personal. Ett obemannat system (UAV/UAS) med viss högautomatiserad funktionalitet (ofta kallad autonomi) kan t.ex. användas för spaningsuppdrag innan man skickar in militär personal i ett område, eller som ett sätt att bereda väg för exempelvis sjuktransporter. Vid detta experiment var fokus på att få tekniken att fungera och att se vad det finns för behov i termer av uppgifter, verktyg och ledningsstöd för att integrationen med autonoma system ska bli framgångsrik i framtiden. Scenarierna var av det skälet ganska enkla och i detta fall endast inriktade på flygdomänen, men det finns potential att i framtiden kunna ha större LVC-övningar där autonoma system ingår, med flera militära domäner inblandade.

I två studier med ett svenskt jägarförband som gjordes under 2013 och 2014 undersöktes hur ett verktyg för 3D-modellering och simulering kunde användas som stöd till träningsledningen och de tränade vid förberedelse, genomförande och utvärdering av en insats. Konceptet kallades uppdragsintegrerad simulering, ("Mission Integrated Simulation"). Den första studien visade lyckosam användning av simuleringar med modeller av terräng och mål för planering genom virtuell rekognosering (Wikberg, Thorstensson, Hammar & Tolt, 2013). Under den andra studien kunde träningsledningen även följa de GPS-försedda tränade "live" i en kartmodell. De tränades rörelse i terrängen kunde senare spelas upp vid debriefingen, vilket underlättade värdering av prestation och reflektion kring lärande (Brynielsson, Lindquist & Luotsinen, 2016).

En övergripande fråga är hur kunskap och resultat från forskningsprojekt om LVC kommuniceras. En kanal utgörs självfallet av publikationer av olika slag, en annan kanal är presentationer vid olika sammankomster. Att denna kunskap och dessa resultat sprids vidare, blir därför avhängig att rapporter och forskningsartiklar läses, och att vad som presenteras i olika sammanhang kommuniceras vidare. En rekommendation är därför att ha ett nära samarbete och kommunikation med andra

forskningsprojekt och aktörer inom området (t.ex. organisationsöverskridande möten och teknikstudier på FMV) samt beställare. Därför har en gruppering med forskare och utvecklare från FMV, FM och FOI formats för att presentera projekt och diskutera idéer samt delge varandra LVC-relevanta forskningsresultat. Vidare har en referensgrupp bildats, bl.a. bestående av personer med ansvar för simulatorträning och -samordning inom FM och LVC-utveckling, för att bistå med kompetens, erfarenhet och klokskap vad gäller det fortsatta arbetet med LVC för effektiv flygträning.

9 Rekommendationer för fortsatt forskning

Konceptet LVC för träning får mer och mer uppmärksamhet i världen. Många nationers försvarsmakter, bland andra USAs, Storbritanniens, Nederländernas och Sydkoreas, satsar på forskning och utveckling på området. Nedan presenteras förslag på forskningssamarbeten samt rekommendationer för den fortsatta forskningsinriktningen.

9.1 Forskningssamarbeten

LVC är en långsiktig målbild som i hög grad kan vägleda mer operativa och konkreta forskningsfrågor för simulatorträning. Det finns därför behov av fleråriga och långsiktiga forskningsprojekt och samarbeten som står i samklang med en uttalad simulatorstrategi.

NLR (Netherlands Aerospace Centre) har visat stort intresse för LVC-konceptet. I samverkan med NLR har en ansökan om forskningsmedel formulerats och presenterats för European Defense Association (EDA). Dessvärre beviljades inte ansökan, men en rekommendation är att fortsätta söka medel inom EDA och/eller EU-projekt. Utöver detta rekommenderas starkt ett fortsatt samarbete med AFRL samt att resultat från projekt sprids och appliceras inom Försvarsmakten.

Vad avser möjliga och presumtivt långsiktiga forskningssamarbeten med akademin, finns goda förutsättningar eftersom två medarbetare i projektet också har anställning som professorer vid Stockholms universitet (institutionen för data och systemvetenskap, DSV) respektive Kungliga Tekniska Högskolan (skolan för datavetenskap och kommunikation). Idag pågår undervisning och forskning om relevanta och relaterade forskningsområden så som datorspel, visualisering och människa-datorinteraktion vid båda institutionerna.

Följande avsnitt beskriver aktuella och centrala forskningsfrågor relativt konceptet LVC.

9.2 Forskningsfrågor

Givet att LVC ska kunna förverkligas såsom beskrivits i denna text, krävs att erforderliga beslut i frågor som bl.a. rör säkerhet, juridik, informationsöverföring och samarbete mellan försvarsgrenar fattas (se Aronsson, Artman, Larsson m.fl., 2017). Utöver detta krävs naturligtvis teknikutveckling samt ytterligare forskning kring konceptet, särskilt i riktning mot pedagogiska aspekter, dvs. att mesta möjliga träningseffekt kan uppnås för L- och V-komponenterna. Detta inbegriper fortsatt detaljering och utvärdering av egenskaper som de olika komponenterna

besitter, utveckling och utvärdering av nya verktyg som stöd för bedömning, utveckling och utvärdering av relevanta mått. I det följande beskrivs kortfattat ett antal forskningsfrågor som avses angripas i det fortsatta arbetet:

- Hur bör de olika LVC-entiteterna kombineras för att ge önskad träningseffekt?
- Hur bör träningsscenarier för LVC designas för att ge önskad träningseffekt?
- Hur bör träningsupplägg utformas för att inkludera LVC i vardaglig verksamhet?
- Hur bör genomgång inför, under och efter LVC-baserad träning utformas för att förstärka träningsvärdet?
- Hur bör nya stödverktyg utvecklas som kan ta oss längre än enkel avdömning, till värdering och utvärdering av träningseffekt (på och över plattformar)?
- Hur ska träningsvärde och prestation mätas och utvärderas?
- Vilka mått på prestation bör vara specifika för de olika LVC-entiteterna och vilka bör vara gemensamma? Behövs det utvecklas nya typer av mått som fungerar mellan plattformar?

Det är också centralt att man skapar en gemensam organisation med gemensam nomenklatur för LVC-frågor vad gäller teknik, träningsmål och effekter så väl som för hur man hanterar eftergranskningsarbete. Detta innebär konkret en utveckling av gemensamma verktyg och mått som kan utgöra grund för eftergranskningar. C-PETS, som är AFRL:s eftergranskningsverktyg, har i utvärdering visat att det behövs mer utveckling vad gäller verktyg för att kunna stödja andra och nya situationer i takt med att LVC blir träning i vardagen i det svenska flygvapnet. Som påpekats i denna slutrapport är en pedagogisk samsyn central för att skapa trovärdighet och prestationseffekt. För att realisera LVC i vardagen är det av största vikt att en vägledande simulatorstrategi utvecklas, som lyfter hela kedjan från uppdragsbeskrivning, teknikförutsättningar och prestationsmått till pedagogik och roller för att hantera eftergranskningar (Aronsson, Artman, Larsson m.fl., 2017). Av detta skäl behöver därför också fortsatt arbete med teoriutveckling ske och den metodansats som presenterats i denna rapport ("Learning Design Sequences") fortsatt anpassas till flygdomänen och simulatorbaserad träning.

Referenser

- Alliger, G. M., Beard, R., Bennett, W. Jr., & Colegrove, C. (2012). Understanding Mission Essential Competencies as a Job Analysis Method. I: M. A. Wilson, W. Bennett Jr, S. Gwaltney Gibson, & G. M. Alliger (red.). *The Handbook of Work Analysis: Methods, Systems, Applications and Science of Work Measurement in Organizations*. New York, NY: Routledge – Taylor & Francis.
- Aronsson, S., Artman, H., Borgvall, J., Castor, M., Brynielsson, J., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2014). Slutrapport projekt PROFET: Prestationsvärdering och behovsanalys för operativt fokuserad erfarenhetsbaserad träning. Projektverksamhet 2012-2014. FOI-R--3958--SE.
- Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2014a). Koncept för förbättrad debriefing och after action review vid FLSC. FOI Memo 5104.
- Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2014b). Utbildning och träning vid svenska civila och militära simulatoranläggningar. FOI-R--3957--SE.
- Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., Lindquist, S., Ramberg, R. (2015). Effektiv simulatorbaserad träning – förutsättningar och möjligheter, Informationsblad, FOI Memo 5466.
- Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., Lindquist, S., Ramberg, R. (2017; submitted). The Pedagogics of Simulator Training: An Activity Theory Based Analysis and Comparison of Complex Decision Making Training Simulator Facilities. Vetenskaplig artikel, inskickad till tidskriften “*Journal of Homeland Security and Emergency Management*”.
- Aronsson, S., Artman, H., Larsson, M., Lindquist, S., Mitchell, M., Ramberg, R., Ungerth, S. (2017). LVC i vardagen - framtidens flygträning, FOI Memo 6094.
- Aronsson, S., Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., Persson, T., Ramberg, R., Romero, M., ter Vehn, P. (2017; submitted). Designing visualization support for simulator-based training: A design-based research approach. Vetenskaplig artikel, inskickad till tidskriften ”*Journal of Defense Modeling and Simulation*”.
- Aronsson, S., Artman, H., Lindquist, S., Ramberg, R. (2016). Visualiseringar som stöd för debriefing vid övning och träning av stridspiloter, Informationsblad, FOI Memo 5797
- Aronsson, S., Lindquist, S. (2017a). LVC-demonstration - Utvärdering och rekommendationer, FOI Memo 6087.

- Aronsson, S., Lindquist, S. (2017b). Observationsstudie vid Arctic Challenge Exercise 2017, FOI Memo 6125:2.
- Artman, H. (1999). Co-operation within and between Hierarchical Units in Dynamic Decision Making. *Ergonomics*, vol. 42(11), pp. 1404-1417.
- Artman, H. (2000). Team situation assessment and information distribution. *Ergonomics*, vol. 43(8), pp. 1111-1128.
- Artman, H., Borgvall, J., Castor, M., Jander, H., Lindquist, S. & Ramberg, R. (2013). Towards the Learning Organization. FOI-R--3711--SE.
- Bardzell, J., & Kress, G. (2015). *Multimodality, Learning and Communication*. Routledge. ISBN: 9780415320610
- Biggs, J.D., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press, Buckingham, Storbritannien, 4 utgåvan.
- Bradshaw, J.M., Hoffman, R. R., Johnson, M., & Woods, D. D. (2013). The Seven Deadly Myths of "Autonomous Systems." *IEEE Intelligent Systems*, 28(3), pp. 54-61.
- Branson, R. K., Rayner, G. T., Cox, J. L., Furman, J. P., King, F. J., & Hannum, W. H. (1975). *Interservice procedures for instructional systems development*. (5 vols.) (TRADOC Pam 350-30 NAVEDTRA 106A). Ft. Monroe, VA: U.S. Army Training and Doctrine Command.
- Brynielsson, J., Lindquist, S., & Luotsinen, L. (2016). Simuleringsstöd och erfarenhetsomhändertagande på förbandsnivå: Förstudie. FOI-R--3954--SE.
- Chaiklin, S., & Lave J. (1993). *Understanding practice: perspectives on activity and context*. Cambridge: New York, N. Y.: Cambridge University Press.
- Endsley, M.R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human factors*, 37, pp. 32-65
- Farmer, E.W., van Rooji, J., Riemersma, J., Jorna, P., & Moraal, J. (1999). *Handbook of Simulator-based Training*. Ashgate, London, Storbritannien.
- Frank, A. (2014). *Gamer mode: Identifying and managing unwanted behaviour in military educational wargaming*. PhD-Thesis at KTH Royal Institute of Technology. Stockholm. ISBN: 978-91-7595-399-1.
- Henninger, A.E., Cutts, D., Loper, M., Lutz, R., Richbourg, R., Saunders, R., Swenson, S. (2008). *Live Virtual Constructive: Architecture Roadmap (LVCAR)*. Institute of defence Analyses. Project no: 060C-TR-001.
- Hutchins, E. (1990). The technology of Team Navigation. In J. Galegher, R.E. Kraut, & C. Egido (eds.), *Intellectual Teamwork: Social and technical bases of collaborative work* (Hillsdale, NJ: Erlbaum), pp. 191-220.

- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT press, Cambridge, MA.
- Johnson, M., Bradshaw, J. M., Hoffman, R. R., Feltovich, P. J., & Woods, D. D. (2014). Seven cardinal virtues of human-machine teamwork: Examples from the DARPA robotic challenge. *IEEE Intelligent Systems*, 29(6), pp. 74–80.
- Karlgren, K., & Ramberg, R. (2012). Collaborative Interaction Design: Running into Gaps of Framing Problems and the Use of Design Patterns. In: *Special issue on Quality of collaboration in design: CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts*, vol. 8(4), pp. 231-246, Taylor Francis.
- Karlgren, K., Ramberg, R., & Artman, H. (2015). Designing Interaction – How do interaction design students address aspects of interaction. In *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 25(2). DOI: 10.1007/s10798-015-9314-3.
- Knutsson, O., & Ramberg, R. (2015). A Pattern Approach to the Design of Technology Mediated Collaborative Learning in Primary Schools. Position paper at the *International conference of Computer Supported Collaborative Learning, CSCL*.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Lilja, H. (2016). Efficiency Analysis of Verbal Radio Communication in Air Combat Simulation, FOI-S--5497--SE.
- Lilja, H., Brynielsson, J., Lindquist, S. (2016). Identifying Radio Communication Inefficiency to Improve Air Combat Training Debriefings, FOI-S--5617--SE.
- Lindholm, M. (red.). (2006). *Pedagogiska Grunder*. Försvarsmakten, Stockholm.
- Linell, P. & Gustavsson, L. (1987). *Initiativ och respons. Om dialogens dynamik, dominans och koherens*. (SIC 15). Linköping: Tema Kommunikation.
- Orasanu, J. & Salas, E. (1993). Team Decision Making in Complex Environments. In G. Klein, J. Orasanu, R. Caldewood & C.E. Zambok (Eds.) *Decision Making in Action: Models and Methods* (New Jersey: Ablex), 327-345.
- Persson, T. (2016). Using visualization to support identification and assessment of threat of nearby adversaries - an aid for after action reviews in air combat simulation, FOI-S--5550--SE.
- Ramberg, R., Artman, H., & Karlgren, K. (2013). Designing Learning Opportunities in Interaction Design: Interactionaries as a means to study and teach student design processes. In: *Journal of Designs for Learning*, vol 6 (1-2).

- Salas, E., Rosen, M. A., Held, J. D., Weismuller, J. J. (2014). Performance Measurement in Simulation-Based Training: A Review and Best Practices. *Simulation and Gaming*, vol. 40(3). Sage Publications.
- Scaife, M., & Rogers, Y. (1996). External cognition: How do graphical representations work? *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 45, pp. 185-213. Academic press Limited.
- Selander, S., & Kress, G. (2010). *Design för lärande – ett multimodalt perspektiv*. Studentlitteratur. ISBN: 9789144119762
- Shaffer, D.W. & Gee, J.P. (2007). Epistemic games as education for innovation. In J.D.M. Underwood and J. Dockrell (eds.), *Learning through digital technologies*, pp. 71-82. Leicester, UK: British Journal of Educational Psychology.
- Shaffer, D.W., Hatfield, D.L., Svarovsky, G.N., Nash, P., Nulty, A., Bagley, E., Franke, K., Rupp, A.A., & Mislevy, R. (2009). Epistemic network analysis: A prototype for 21st century assessment of learning. *International Journal of Learning and Media*.
- Shaffer, D.W. & Ruis, A.R. (2017). Epistemic network analysis: A worked example of theory-based learning analytics. In C. Lang, G. Siemens, A. Wise, & D. Grasevic (eds.), *Handbook of Learning Analytics*, pp. 175–187. Society for Learning Analytics Research.
- ter Vehn, P. (2016). Visualizations for simulation-based training - Enhancing the evaluation of missile launch events during after action reviews of air combat simulation, FOI-S--5551--SE.
- Verstegen, D.M.L. (2003). *Iteration in Instructional Design: An Empirical Study on the Specification of Training Simulators*. Doktorsavhandling, Utrecht University, Nederländerna.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and Language*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Wikberg, P., Thorstenson, M., Hammar, P., & Tolt, G. (2013). Mission Integrated simulation: A Case Study of Simulation Supported Ranger Missions. FOI-R--3816--SE.
- Woltjer, R., Bergfeldt, J., Svenmark, P., Nilsson, P., Johansson, B.J.E. (2016). Ledning av sammansatta system med autonoma förmågor: En explorativ intervjustudie. FOI-R--4349--SE.
- Zhang, J. & Norman, D. (1994). Representations in Distributed Cognitive Tasks. *Cognitive Science* 18, pp. 87-122.

Bilaga 1. Redovisning till Försvarsmakten

Nedan beskrivs kortfattat de presentationer, möten och publikationer projektet genomfört.

Presentationer och möten

- Presentation av projektet och diskussion om prestationsvärdering vid möte med Flygvapnets divisionschefer samt flygchefer på LSS i Uppsala, den 1 oktober 2015.
- Presentation för FLSC styrgrupp 14 oktober 2015, där nyttan med IMTR II-avtalet och LVC diskuterades.
- Presentation av simulatorträning vid KTH, Öppet hus den 15 april 2015, för ca: 20 personer
- Presentation av projektet vid FLSC styrgruppsmöte på FMV den 14 oktober 2015.
- Presentation av forskning vid FLSC, den 19 april 2016, för totalt 15 personer från Försvarsmakten, bland andra Flygvapenchefen generalmajor Mats Helgesson och Flygtaktisk chef, brigadgeneral Nagy Gabor. Deltagare från FLSC var Stefan Ungerth, Sinna Lindquist och Robert Ramberg.
- Mellan 31 augusti och 3 september 2015 hölls ett årligt återkommande officiellt A-SNR-möte (Air - Senior National Representative) vid Edward Air Force Base i Kalifornien, USA. Delegater från både Sverige (FMV, FM och FOI) och USA (US Air Force Research Lab) deltog. Under mötet presenterades genomförda, och pågående samt möjliga framtida aktiviteter inom IMTR II.
- Telekonferens 28 september 2015 med deltagare från AFRL: Leah Rowe, Chantale Wilson, Eric Wats och Rachel Vickhouse. Deltagare från FLSC: Henrik Artman, Robert Ramberg, Sinna Lindquist och Stefan Ungerth, C FLSC.
- Presentation av FLSC:s verksamhet och anläggning för delegater från US Congress anförd av senator John McCain som besökte FOI och FLSC 27 maj 2016.
- Besök från AFRL 13–17 juni 2016. Deltagare från USA var Angela Woods, Soar Technology, Terry Brett Carroll, Sonalysts, Inc. Waterford, Michael Hutchins Kolar, Sonalysts, Inc. Waterford, Leah Jean Rowe, AFRL, Rachel Wickhouse, AFRL, Steven Richard Symons, RCG, SME, Matasha Peel, AFRL och Jodi A. Nix, AFRL. Deltagare från Sverige/FLSC var Stefan Ungerth, Göran Bergström, Niclas Lagerbäck, Jouni Lindqvist, Mikael Mitchell, Lars Eriksson, Ragnar Hammarqvist,

Dan Nilsson, Sinna Lindquist, Robert Ramberg, Henrik Artman, Svante Victorsson och Björn Waller. Syftet med besöket var arbetsmöten för planering inför den gemensamma LVC demonstrationen vid I/ITSEC 2016 samt diskussioner om nytt samarbetsavtal.

- Presentation av IMTR II-samarbetet vid A-SNR-möte (Air - Senior National Representative) den 11 oktober 2016.
- Presentation av FLSC och IMTR II-samarbetet vid besök av PhD. Jack Harris, AFRL, Cognitive Models and Agents Branch, inom ramen för NATO-samarbetet IST-121 RTG-060, Machine Learning Techniques for Autonomous Computer Generated Entities, den 7 april 2016.
- Möte med inbjuden forskare Prof. David Williamson Schaffer, Univ. of Wisconsin Madison som presenterade sitt verktyg för statistisk analys av data, ”Epistemic Network Analysis”, 17 november 2016.
- Presentation av forskning vid FLSC vid möte med Försvarsmaktsledningen på FOI, 2 december 2016.
- Möte med Flygvapnets simulatorsamordnare Lars X Eriksson (LSS UTV LUFT, Inriktningsavdelningen) 4 maj 2017.
- Möte med FTS Flygtaktisk stab samt regeringens utredare Ingemar Wahlberg 31 maj 2017.
- Presentation av LVC i samband med ett flertal föreläsningar på KTH och Stockholms universitet. 2015-2017, antal studenter 20-300 beroende på kurs.
- Poster och presentation av projektet och konceptet LVC vid FOI-dagen 28/9-2017.
- Webbnyhet på www.foi.se om LVC-demo vid I/ITSEC2016 <https://foi.se/press--nyheter/nyheter/nyhetsarkiv/2017-05-24-foi-i-unikt-simuleringssamarbete-med-usa.html>
- Inlägg på Flygvapenbloggen med anledning av LVC-demo vid I/ITSEC2016: <http://blogg.forsvarsmakten.se/flygvapenbloggen/2017/01/22/vision-live-virtual-constructive-i-vardagen-2026/>

Publikationslista 2015

Tabell 4. Publikationer i projektet för året 2015.

Rapportnummer/tidskrift	Rapportnamn/artikelnamn	Beskrivning innehåll
FOI Memo 5313	<i>Lägesrapport IMTR II</i>	<i>Lägesrapport internationellt samarbete mellan AFRL och FOI/FLSC "International Mission Training Research II"</i>
FOI Memo 5321	<i>Statusrapport Q2 projekt Effektiv flygträning och utbildning (PROFET II)</i>	<i>Statusrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning</i>
FOI Memo 5466	<i>Effektiv simulatorbaserad träning – förutsättningar och möjligheter</i>	<i>Effektiv simulatorbaserad träning – förutsättningar och möjligheter, Informationsblad, FOI</i>
FOI Memo 5522	<i>Pedagogik och simulatorbaserad träning: En jämförande och aktivitetsteoretisk analys av simulatoranläggningar för träning av komplext beslutsfattande</i>	<i>En jämförande och aktivitetsteoretisk analys av simulatoranläggningar för träning av komplext beslutsfattande</i>

Publikationslista 2016

Tabell 5. Publikationer i projektet för året 2016.

Rapportnummer/tidskrift	Rapportnamn/artikelnamn	Beskrivning innehåll
FOI-S--5550--SE	<i>Using visualization to support identification and assessment of threat of nearby adversaries - an aid for after action reviews in air combat simulation</i>	<i>Using visualization to support identification and assessment of threat of nearby adversaries - an aid for after action reviews in air combat simulation (Report based on master thesis work carried out at the FLSC)</i>
FOI-S--5551--SE	<i>Visualizations for simulation-based training - Enhancing the evaluation of missile launch events during after</i>	<i>Visualizations for simulation-based training - Enhancing the evaluation of missile launch events during after action</i>

	<i>action reviews of air combat simulation</i>	<i>reviews of air combat simulation (Report based on master thesis work carried out at the FLSC)</i>
FOI-S--5497--SE	<i>Efficiency Analysis of Verbal Radio Communication in Air Combat Simulation</i>	<i>Efficiency Analysis of Verbal Radio Communication in Air Combat Simulation (Report based on master thesis work carried out at the FLSC)</i>
FOI-S--5617--SE	<i>Identifying Radio Communication Inefficiency to Improve Air Combat Training Debriefings</i>	<i>Identifying Radio Communication Inefficiency to Improve Air Combat Training Debriefings</i>
FOI Memo 5776	<i>Statusrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning</i>	<i>Statusrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning</i>
FOI Memo 5775	<i>Lägesrapport internationellt samarbete mellan AFRL och FOI/FLSC - "International Mission Training Research II (IMTR II)</i>	<i>Lägesrapport IMTR II</i>
FOI Memo 5797	<i>Visualiseringar som stöd för debriefing vid övning och träning av stridsplaner</i>	<i>Visualiseringar som stöd för debriefing vid övning och träning av stridsplaner, informationsblad</i>
FOI Memo 5848	<i>Statusrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2016</i>	<i>Statusrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2016</i>
FOI Memo 5868	<i>LVC-demonstration med AFRL</i>	<i>LVC-demonstration med AFRL under I/ITSEC 2016</i>
FOI-R--4397--SE	<i>The effect of contextual aspects on importance ratings of usability dimensions in systems evaluation</i>	<i>The effect of contextual aspects on importance ratings of usability dimensions in systems evaluation</i>

Publikationslista 2017

Tabell 6. Publikationer i projektet för året 2017.

Rapportnummer/tidskrift	Rapportnamn/artikelnamn	Beskrivning innehåll
FOI Memo 6087	<i>LVC-demonstration - Utvärdering och rekommendationer</i>	<i>LVC-demonstration - Utvärdering och rekommendationer</i>
Journal of Defense Modeling and Simulation	<i>Designing visualization support for simulator-based training: A design-based research approach</i>	<i>Designing visualization support for simulator-based training: A design-based research approach.</i> Vetenskaplig artikel (submitted)
Journal of Homeland Security and Emergency Management	<i>The Pedagogics of Simulator Training: An Activity Theory Based Analysis and Comparison of Complex Decision Making Training Simulator Facilities.</i>	<i>Analysis and Comparison of Complex Decision Making Training Simulator Facilities.</i> Vetenskaplig artikel (submitted)
FOI Memo 6094	<i>LVC i vardagen - framtidens flygträning</i>	<i>LVC i vardagen - framtidens flygträning</i>
FOI Memo 6125	<i>Observationsstudie vid Arctic Challenge Exercise 2017</i>	<i>Observationsstudie vid Arctic Challenge Exercise 2017</i>

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



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

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

www.foi.se