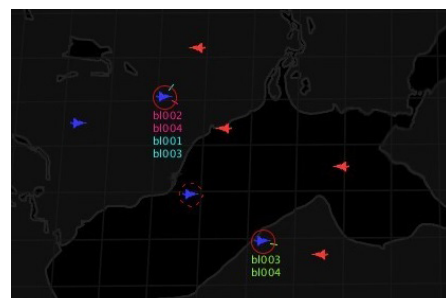


Träningsvärde för alla! Live-Virtual-Constructive för effektiv luftstridsträning

Årsrapportering projekt "LVC för effektiv flygträning" år 2019

SANNA ARONSSON, HENRIK ARTMAN, MIKAEL MITCHELL,
ROBERT RAMBERG, ROGIER WOLTJER



Sanna Aronsson, Henrik Artman, Mikael Mitchell,
Robert Ramberg, Rogier Woltjer

Träningsvärde för alla! Live-Virtual-Constructive för effektiv luftstridsträning

Årsrapportering projekt "LVC för effektiv flygträning" år 2019

Titel	Träningsvärde för alla! Live-Virtual-Constructive för effektiv luftstridsträning – Årsrapportering projekt "LVC för effektiv flygträning" år 2019
Title	Training value for all! Live Virtual Constructive for effective air combat training – Yearly report for 2019 on project "LVC for effective flight training"
Rapportnr/Report no	FOI-R--4860--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2019
Antal sidor/Pages	49
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	Flygsystem och rymdfrågor
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E60917
Godkänd av/Approved by	Cecilia Dahlgren
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem

Bilder/Cover: Kim Svensson/Försvarsmakten; FLSC/FOI; FLSC/FOI.

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

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

Sammanfattning

Denna rapport redogör för det forskningsprojekt som genomförs för att tillämpa och anpassa LVC, ett träningskoncept som integrerar verkliga flygfarkoster (Live), bemannade flygsimulatorer (Virtual) och artificiella (datorgenererade) agenter (Constructive), till en svensk kontext, i syfte att effektivisera träning och utvärdering av prestation och förmåga i framtida luftstridsträning. Projektet betonar vikten av att ett gott träningsvärde uppnås för både flygförare i flygfarkoster och för flygförare i bemannade simulatorer. Träningsvärde kan beskrivas som mervärdet (ökade färdigheter, erfarenheter och/eller kunskap) som flygförare i flygfarkoster och i bemannade simulatorer får av att delta i träning där verklig flygträning (L), simulerad flygträning (V) och artificiella agenter (C) ingår. För att undersöka LVC som träningskoncept och specifikt träningsvärde vid LVC-träning har under 2019 tre aktiviteter genomförts: (1) En litteraturoversikt över vetenskapliga studier och resultat om LVC och dess träningseffekt. Resultaten visar att forskning och utvärdering av LVC i huvudsak har fokuserat på tekniska aspekter som möjliggör LVC, snarare än på träningsvärde vid LVC-träning. Exempel på initiativ och forskning om träningsvärde existerar men är jämförelsevis mindre representerat i LVC-kontexten. En preliminär teoretisk ansats med pedagogiskt ramverk för LVC-träning föreslås. (2) Workshopar med flygförare för att (a) utforska träningsutmaningar som LVC kan avhjälpa och lösa, (b) träningsvärde vid LVC-träning samt (c) design av LVC-träningsscenarier. Resultat visar att design av träningsscenarier blir centralt för att säkerställa att både flygförare i flygfarkoster och i simulatorer får ett gott träningsvärde. Design av scenario inkluderar tilldelning av uppgifter till de olika entiteterna L, V och C att lösa i ett scenario. (3) Planering av en experimentell studie (White-Wizard-of-Oz) vid FLSC (Flygvapnets luftstrids-simuleringscenter) där flygförare i simulatorer flyger ett scenario baserat på workshoparnas resultat, som har utformats för att undersöka träningsvärde för flygförare i Live och Virtual träningsmiljö.

Nyckelord: Live Virtual Constructive träning (LVC-T), luftstridsträning, flygträning, scenario design, träningsvärde.

Summary

This report describes the research project that is being implemented to apply and adapt LVC, a training concept that integrates real aircraft (Live), manned flight simulators (Virtual) and artificial (computer-generated) agents (Constructive), into a Swedish context, in order to improve training and evaluation of performance and ability in future air combat training. The project emphasizes the importance of achieving good training value both for pilots in live aircraft and for pilots in manned simulators. Training value can be described as the added value (increased skills, experience and/or knowledge) that fighter pilots (in live aircraft and in manned simulators) gain from participating in training that includes real air combat training (L), simulated air combat training (V) and artificial agents (C). To investigate LVC as a training concept and the specific training value of LVC training, three activities were carried out in 2019: 1) A literature review of scientific studies and results on LVC and its training effect. The results show that research and evaluation of LVC has mainly focused on technical aspects that enable LVC, rather than on training value in LVC training. Examples of initiatives and research on training value exist but are comparatively less well represented in the LVC context. A preliminary theoretical approach with an educational framework for LVC-training is proposed. 2) Workshops with fighter pilots to explore a) training challenges that LVC can remedy and solve, b) training value in LVC training, and c) design of LVC training scenarios. Results show that the design of training scenarios will be central to ensuring that both fighter pilots in live aircraft and in simulators receive good training value. Designing a scenario includes assigning tasks to the various L, V and C entities in a scenario. 3) Planning of an experimental study (White-Wizard-of-Oz) at FLSC (Swedish Air Force Combat Simulation Center) where fighter pilots in simulators fly a scenario based on the results of the workshops, which have been designed to explore training value for pilots in both Live and Virtual training environments.

Keywords: Live Virtual Constructive training (LVC-T), air combat training, flight training, scenario design, training value.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Perspektiv på och design av träning.....	8
1.2	Förutsättningar för L- och för V-träning	9
1.3	Varför LVC-T?	11
2	Litteraturoversikt och omvärldsbevakning	13
2.1	Initial litteratursökning.....	13
2.2	Utökad litteratursökning.....	13
2.2.1	Ytterligare LVC-T litteratur	15
2.2.2	Sammanfattning av litteraturoversikt.....	15
2.3	Övrig omvärldsbevakning.....	15
3	Teoretisk förankring och antaganden om LVC-träning.....	19
3.1	Konceptuellt ramverk för LVC-träning	19
3.1.1	Grundförutsättningar för träning (GF-T)	19
3.1.2	Grundläggande antaganden om LVC som träningskoncept (GA-LVC-T).....	22
	Undergrupp A: Drivkrafter och tekniska förutsättningar (# -2-0).....	22
	Undergrupp B: Enheter och beroenden (# 1-4).....	22
	Undergrupp C: Träningskontext och scenario (# 5-6)	23
	Undergrupp D: Effektiv träning (# 7-9)	23
	Undergrupp E: Träning för framtiden och det okända (# 10).....	24
4	LVC-Allocator workshop	25
4.1	Metod och procedur	25
4.1.1	Deltagare	27
4.2	Resultat: Träningsutmaningar, lösningsförslag och träningsvärde	27
4.2.1	Koppling till grundantaganden	29
4.2.2	Ytterligare aspekter som berördes	30
4.3	Scenarioutveckling och LVC-allokering	30
4.3.1	Uppgift: Södra scenariot	31
4.3.2	Resultat Södra scenariot: Allokering av L och V	32
4.3.3	Resultat Södra scenariot: Byte av fyra entiteter som C	34
4.3.4	Uppgift: Norra scenariot.....	34
4.3.5	Resultat Norra scenariot: Allokering av L och V.....	36
4.3.6	Resultat Norra scenariot: Byte av fyra entiteter som C	38
4.4	Sammanfattande analys av de fyra scenarierna relativt träningsvärde 39	
4.5	Träningsutmaningar och koppling till grundantaganden för LVC-T ...	40
5	White-Wizard-of-Oz	45
6	Kunskapsspridning	46
7	Slutsatser och rekommendationer.....	47
	Referenser.....	48

1 Inledning

Projektet *Live Virtual Constructive (LVC) för effektiv flygtränning* pågår mellan år 2018–2020 och bygger på resultat från två tidigare FoT-projekt (PROFET¹, år 2012–2014 och Effektiv flygtränning och utbildning², år 2015–2017). Forskning om LVC-träning i projektet är i första hand inte avsedd för att utbilda i grundläggande manövrering av en flygfarkost, i enlighet med målsättningarna för träningen som genomförs vid FLSC. Forskningen är snarare avsedd för högre nivåer av uppdragsutsättning (eng. *mission deployment*), samverkande taktik och kommunikation i stressiga och komplexa situationer för professionella flygförare. Projektet har målsättningen att utforska och anpassa LVC-konceptet till en svensk kontext i syfte att effektivisera träning och utvärdering av prestation och förmåga i framtida luftstridsträning. I särskilt fokus står träningsvärde, som definieras som det mervärde (ökade färdigheter, erfarenheter och/eller kunskap) flygförare i verkliga flygfarkoster (Live) och bemannade simulatorer (Virtual) får av att delta i träningsscenarion tillsammans, där även artificiella agenter (Constructive) ingår. Även om virtuella (bemannade) enheter kan realiseras i form av VR (virtuell verklighet, eng. *Virtual Reality*), så äsyftas i detta arbete bemannade flygsimulatorer.

För att LVC-träning (LVC-T³) ska kunna bli en del av Försvarmaktens ordinarie träningsverksamhet, så kallad "LVC i vardagen" (Aronsson m.fl., 2017), krävs att både flygförare i flygfarkoster (L) och flygförare i bemannade simulatorer (V) får ut ett så högt träningsvärde som möjligt. Under 2019 har projektet därför fokuserat på följande forskningsfrågor:

- Vilket träningsvärde ger LVC-T för ingående entiteter?
- Hur bör de olika LVC-entiteterna kombineras för att ge önskad träningseffekt?
- Hur bör träningsscenarier utformas för att ge L- och V- entiteter önskad träningseffekt?

I denna rapport redogörs för arbete i projektet som genomförts under verksamhetsåret 2019. I förekommande fall har referenser till verksamheter och resultat från verksamhetsåret 2018 gjorts för att förankra och tydliggöra progressionen i projektet.

Under 2018 genomfördes en experimentell studie, "Wizard-of-Oz" (WoZ), där flygförare flög i ett fingerat och iscensatt LVC-scenari (för vidare beskrivning av Wizard-of-Oz studier och genomförd WoZ-studie vid FLSC, se Artman m.fl. 2018). Deltagarna som trodde att de flög mot verkliga bemannade flygfarkoster uppgav att de trodde det var ett riktigt LVC-test och agerade därefter. I debriefing uppgav deltagarna att flygförare i simulatorer inte kan få ut mer av LVC-T, än av reguljär simulatorträning. Resultaten pekar på vikten och relevansen av design av träningsscenarier som säkerställer att både flygförare i verkliga flygfarkoster och simulatorer kan få ut god träningseffekt. Med utgångspunkt i dessa resultat har under 2019 workshops med flygförare genomförts för att (1) fortsatt utforska träningsvärde vid LVC-T samt (2) designa träningsscenarier för LVC-T som fokuserar på gott träningsvärde för flygförare i verkliga (L) och simulerade (V) flygfarkoster. Workshopresultaten har legat till grund för utformningen av scenariot i en planerad experimentell studie och utvärdering av träningsvärde - som i denna rapport kallas för "White-Wizard-of-Oz" (en LVC-simulering "med öppna kort", se kapitel 5). I "White-Wizard-of-Oz"-scenariot agerar V-entiteter som skarpa (Live) flygfarkoster och flyger därmed scenariot med de restriktioner som skulle ha varit gällande om de vore skarpa

¹ FOI-R--3958--SE.

² FOI-R--4520--SE.

³ LVC-T används vid behov i denna rapport till skillnad från andra användningsområde av LVC, såsom experimentering med och utvärdering av framtida teknik- och taktikkoncept, som också använder sig allt mer av experimentella upplägg med olika blandningar LVC-entiteter.

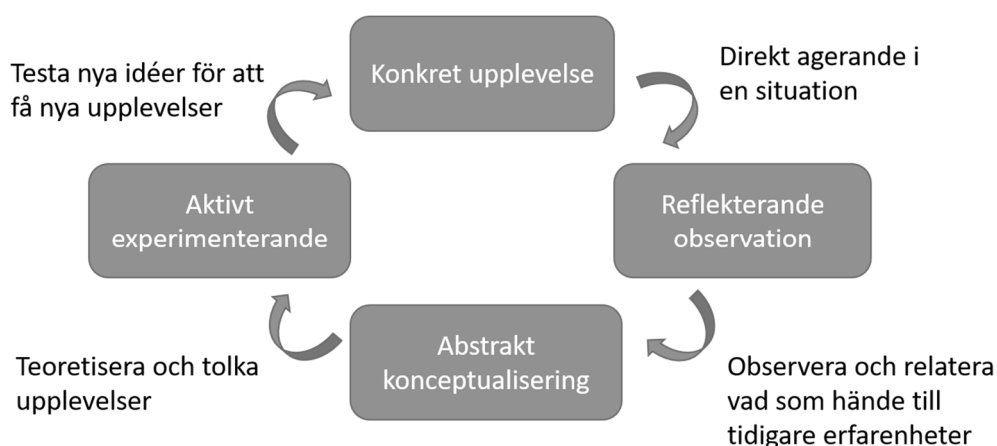
flygfarkoster. I skrivande stund har detta experiment nyss genomförts. Analys och detaljerade utkomster från denna studie redogörs för i senare rapportering.

En ansats till en konceptualisering av LVC-T grundad i litteraturen som beaktar gott träningsvärde för L- och V-entiteter diskuteras och presenteras i denna rapport. Konceptualiseringen bygger dels på de olika förutsättningar som L- och V-entiteter har, dels ett antal förutsättningar som behöver vara uppfyllda för att uppnå ett bra träningsvärde. Denna konceptualisering kommer fortsatt att utvecklas i projektet under år 2020.

Nedan presenteras perspektiv på träning som illustrerar träning som en process. Dessa perspektiv fungerar i texten som illustrationer för hur man kan tänka kring träning, träningsvärde och design av träning.

1.1 Perspektiv på och design av träning

Träning kan genomföras på ett flertal sätt och med olika typer av stöd. Beroende på vad som tränas kan stöd för träning utgöras av böcker, skrivna instruktioner, samt verkliga och simulerade artefakter. Träning bygger ofta på någon antagen (uttalad eller outtalad) teori för hur vi i träning tar till oss information och omvandlar detta till kunskap. Ett perspektiv som ofta förekommer i litteraturen om träning är en modell om upplevelsebaserat lärande (Kolb, 1984). Denna modell har haft och har fortsatt ett stort inflytande på hur träning kan betraktas och beskrivas (Figur 1).

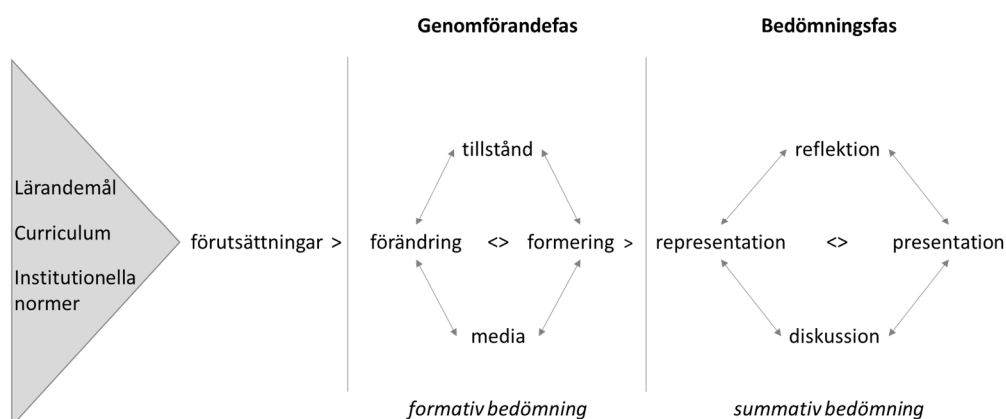


Figur 1. Kolbs modell om upplevelsebaserat lärande (Kolb, 1984).

Träning ses som en iterativ process och modellen bygger på ett operativt agerande i en situation som ger en konkret upplevelse. Denna upplevelse ligger sedan till grund för en reflekterande observation kring det som upplevts. Detta tolkas i sin tur för att kunna komma på nya idéer kring t.ex. utförandet av en manöver, vilket sedan kan testas och ge upphov till nya konkreta upplevelser. Det är centralt för träning i allmänhet, och därmed också för LVC-T, att utgå från konkreta upplevelser, att reflektera kring dessa som en utgångspunkt för att testa nya idéer. Modellen kan emellertid sägas vara generisk och generell för träning i allmänhet och därmed inte anpassad för mer specifika träningsmiljöer, som t.ex. LVC-T. Träning kan bedrivas i olika kontexter och med olika typer av stöd och modellen tydliggör inte de specifika förutsättningar som råder för en viss träningsmiljö. Jämförelsevis råder olika omständigheter för att flyga i en verklig flygfarkost och att flyga i en simulator. Modellen är vidare 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. Ett antal viktiga aspekter för LVC-T är därför inte representerade i denna modell. Modellen saknar ett tydligt analytiskt element som klargör förhållandet mellan aktörens kunskapsställstånd (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) (Aronsson m.fl., 2017).

En modell som tydligt separerar förutsättningar för träning, genomförande av träning och genomgång efter träning är modellen “Learning Design Sequences - LDS” (Selander & Kress, 2010). Varje lärandesituation har olika förutsättningar och består av olika saker, t.ex. mål som ska uppnås, rådande regelverk och verktyg som ställs till förfogande för lärandet. Dessa förutsättningar utgör det material som den lärande har till sitt förfogande i sitt lärande (Figur 2).



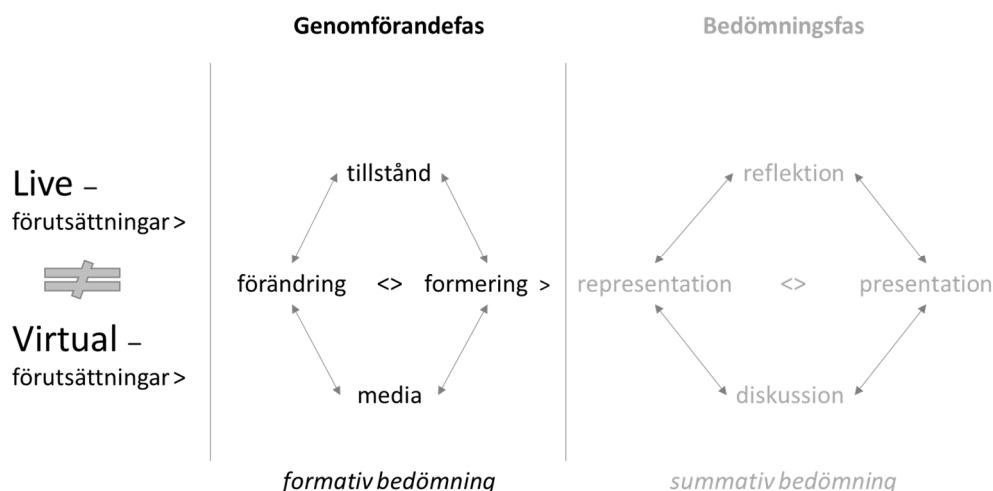
Figur 2. Modellen Learning Design Sequences (LDS), anpassad efter Selander & Kress (2010). Modellen presenterar ett sätt att tänka kring organisation-, genomförande- och analys av träning.

Inom flygdomänen utgörs förutsättningarna av olika regelverk och träningsmål. Tillgång till verkliga flygfarkoster, simulatorer och dessas egenskaper utgör ytterligare resurser som ligger till grund för planering och genomförande av träning. I exemplet flygträning ingår också den instrumentering (t.ex. med olika grader av typlikhet och funktionalitet) och fysiska egenskaper hos flygfarkosten (t.ex. fast-jet trainer eller stridsflygplan) eller flygsimulatorn (t.ex. rörelsebas eller fixerad). Dessa resurser står den tränande till buds i genomförandefasen, t.ex. ett träningspass i en flygsimulator. I genomförandefasen förändras tillstånd dynamiskt, detta gäller både mentala tillstånd likväl som tillstånd och förändringar i scenariot som uppstår som resultat av utförda handlingar. Modellen innehåller också en bedömningsfas som i kontexten flygträning kan motsvaras av den debrief/after action review (AAR) som genomförs efter träning. Just denna fas av modellen, och olika typer av stöd för reflektion vid genomförande av debrief/AAR beskrivs närmare i Aronsson m.fl. (2017, 2019). Jämfört med dessa tidigare arbeten (Aronsson m.fl. 2017, 2019), fokuserar detta arbete på faserna “förutsättningar” för träning och “genomförande” av träning. Detta eftersom förutsättningarna för verkliga och simulerade flygfarkoster skiljer sig signifikant åt och därmed skiljer sig också genomförande av träning åt, vilket diskuteras vidare nedan.

1.2 Förutsättningar för L- och för V-träning

Förutsättningarna för flygträning i verkliga flygfarkoster och i flygsimulatorer är självfallet väldigt olika. Av det skälet används t.ex. simulatorer ofta för att träna mer repetitiva moment såsom hantering av instrumentering, medan annan träning av kunskaper och färdigheter behöver genomföras i verkliga flygfarkoster. Av säkerhets- och andra skäl kan t.ex. taktik och kommunikation med fördel tränas i simulatorer eftersom konsekvenserna vid misstag blir mindre kostsamma och allvarliga, och inga avslöjanden görs kring taktik och förmåga. Med utgångspunkt i egenskaper hos de olika träningsplattformarna och vad som avses och behöver tränas, designas träningsupplägg där viss träning sker i simulator och annan träning i verkliga flygfarkoster. I sammanhanget LVC-T så ingår både verkliga flygfarkoster och simulerade flygfarkoster i samma träningsscenario. Givet dessa olika förutsättningar är det

en utmaning att designa träningsscenarier där flygförare i båda kontexterna i genomförandet av det gemensamma träningsscenariot får bra träning (Figur 3).



Figur 3. Verkliga flygfarkoster och simulerade flygfarkoster med sina olika karaktäristiker ger olika förutsättningar för genomförande av LVC-T. Båda dessa med sina olika förutsättningar ingår i genomförande av samma LVC-T-scenariot, d.v.s. genomförandefas i modellen. Bedömningsfas som i sammanhanget innebär AAR/debrief har skuggats i modellen då denna fas inte är i fokus i denna rapport.

Givet de olika förutsättningar som finns för L och V så blir genomförandet och upplevelser som görs i genomförandefasen väldigt olika. Uppenbara skillnader är att framförande av verklig flygfarkost utsätter flygföraren för fysiska och fysiologiska påfrestningar som inte kan upplevas i samma utsträckning i en flygsimulator (upplevelse av hastighet, G-krafter vid manöver, etc.). En annan skillnad är att konsekvenser av misstag som kan begås i en verklig flygfarkost kan vara livshotande. Samtidigt som avsaknaden av dessa upplevelser i simulatorträning kan ses som en allvarlig begränsning, så utgör det också en styrka. Träning i simulatorer medger ett i detta avseende riskfritt experimenterande, testande och utvecklande av förmågor i en säker miljö. I en flygsimulator agerar flygföraren i en nästan sluten miljö och den mesta information flygföraren får av omvärlden är direkt kopplad till det som presenteras av instrumenten.

I en sådan kontext kan det emellertid vara svårt att särskilja vad som är *medium* och vad som är *tillstånd* eftersom information som förmedlas via medium ständigt uppdateras och förändras – d.v.s. det utgör ett föränderligt dynamiskt system. Förändringar i detta system, och handlingar som en orsak till, eller konsekvens därav, kan innebära olika saker för L och V. I en skarp situation behöver flygföraren t.ex. beakta separationer mellan flygplan, vilket i en simulatormiljö inte är lika centralt (jämför en verklig kollision med en kollision i simulator). På samma sätt kan det vara svårt att särskilja vad som kan anses vara *formering* (att planera en handling) respektive *förändring* (att tillstånd i ett händelseförlopp har förändrats) i dynamiska immersiva (eng. *immersive*) miljöer. För att säkerställa ett gott träningsvärde för L- och V-entiteter behövs därför en mer artikulerad förståelse och beskrivning av hur färdigheter och kompetenser, samt olika träningsmål för de olika entiteterna kan uppnås när de tränar i ett och samma LVC-scenariot. Modellen LDS (se figur 2 och 3), medger i jämförelse med Kolb's modell en högre nivå av detaljering för att kunna beskriva förutsättningar för LVC-T, samt genomförande av LVC-T.

Modellen LDS beskriver och illustrerar relationen mellan förutsättningar och genomförande av en aktivitet. Arbetet i projektet strävar efter att klargöra dessa förutsättningar för L- och V-entiteter och göra dessa explicita och inspekterbara. Detta innebär att klargöra vilka fördelar och nackdelar som finns med L respektive V. Detta är särskilt viktigt eftersom båda entiteterna ingår i samma "genomförande" i LVC-T. Vidare, vi vill i det komplexa genomförande som LVC-T innebär, säkerställa att genomförandet i LVC-T ger så bra

träningsvärde för L- och V-entiteter som möjligt. Projektet strävar därmed efter att bidra till en artikulerad förståelse som ett stöd för design av LVC-T scenarier. Detta resonemang utvecklas vidare i avsnittet “Teoretisk förankring och antaganden om LVC-träning”. Den i Figur 3 skuggade delen “bedömningsfas”, motsvaras av AAR/debriefing, och är centralt för LVC-T. Men, som tidigare påpekats, har denna del av LDS i sammanhanget LVC-T varit i fokus i en tidigare rapport (Aronsson m.fl., 2017).

1.3 Varför LVC-T?

Generellt är intrycket från den sammanlagda LVC-omvärldsbevakningen (se kapitel 2) att det finns en stor tilltro hos industrin och ett stort forskningsintresse förknippat med potentialen med LVC-T. Tekniska lösningar i stor skala tas fram med mer och mer mogna teknikdemonstrationer. Tillkommer gör också de första rapporterna om faktisk tillämpning av teknik och ny LVC-pedagogik i träningsverksamheten hos flertalet flygvapen internationellt. Även offentlig diskussion av kostnadsbesparingar och andra träningsfördelar kan nämnas, som också lyfts fram i tidigare rapport (Aronsson m.fl., 2017). Sammanfattningsvis har följande möjliga fördelar med nya koncept inom Live Virtual Constructive Training (LVC-T) hittats i diskussioner inom akademi och industri:

- Miljöskäl
- Ekonomiska skäl
- Flygsäkerhetsskäl
- Flexibilitet och dynamik
- Säkerhetspolitiska skäl
- Flera egna flygfarkoster/motståndare V/C
- Hypotetiska/framtida motståndare
- Teknik- och taktikutveckling
- Anpassning till individuella träningsbehov
- Ökad tillgänglighet av träningsmiljö
- **Träningsvärde**

Notera att flertalet av dessa aspekter är relaterade med positiv eller negativ korrelation. Om nödvändigheten av L-flygning för träning av visst typ av uppdrag eller färdighet minskar, eftersom träningsvärdet inte bedöms vara tillräckligt högt och därmed kan ersättas med V- eller C-entitet, så uppstår miljö- och ekonomiska fördelar genom minskad bränsleförbrukning, underhåll, m.m. En preliminär bedömning av positiva och negativa korrelationer mellan dessa träningsmål återfinns i Figur 4. Denna bedömning går inte in på vikten av de olika aspekterna, som olika personer och roller sannolikt graderar olika i olika sammanhang.

	Miljöskäl	Ekonomiska skäl	Flygsäkerhetsskäl	Flexibilitet och dynamik	Säkerhetspolitiska skäl	Flera egna flygplan/motståndare V/C	Hypotetiska/framtida motståndare	Teknik- och taktikutveckling	Anpassning till individuella träningsbehov	Ökad tillgänglighet av träningsmiljö	Träningsvärde L	Träningsvärde V
Ekonomiska skäl	+											
Flygsäkerhetsskäl	+	+										
Flexibilitet och dynamik	+	+	+									
Säkerhetspolitiska skäl				+								
Flera egna flygplan/motståndare V/C	+	+	+	+	+							
Hypotetiska/framtida motståndare				+	+							
Teknik- och taktikutveckling	+	+		+	+	+	+	+	+	+		
Anpassning till individuella träningsbehov			+	+		+	+	+	+	+		
Ökad tillgänglighet av träningsmiljö		+		+		+	+	+	+	+		
Träningsvärde L	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+		
Träningsvärde V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Deltagande av C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Figur 4. Aspekter som presenteras i sammanhanget LVC och positiva/negativa korrelationer dem emellan (preliminär bedömning).

Notera att de korrelationer som presenteras *inte* betyder att LVC-T kommer att *ersätta* L-luftstridsträning, helt i enlighet med många förespråkare av LVC-T, utan att träningsvärdet ökar för resurser lagda på L. Resultatet blir sannolikt ett högre träningsvärde för pengarna. Dessutom återstår det för realisering av LVC-T en hel del utmaningar, beslut och investeringar. Det handlar snarare om att olika kombinationer av LVC-entiteter i olika träningsupplägg och scenarier förväntas ge bättre träningsvärde för de inblandade relativt resursåtgång. Detta rimmar därför väl med att detta projekt fokuserar på att utforska träningsvärde inom LVC-T, för att bidra till att dessa fördelar i framtida luftstridsträning kan realiseras genomtänkt, avvägt och kostnadseffektivt inom Flygvapnet.

De ovan presenterade aspekterna har sammantaget med resultat som uppnåtts i tidigare workshoppar och studier som genomförts inom ramarna för projektet, använts som hypoteser i workshoppar som presenteras i denna rapport. Dessa aspekter och dessas korrelationer har också influerat formulerandet av grundläggande förutsättningar och antaganden om LVC-T, som redogörs för i kapitel 3. I nästa avsnitt presenteras de litteratursökningar och övrig omvärldsbevakning som gjorts inom projektet.

2 Litteraturöversikt och omvärldsbevakning

Nedan beskrivs de litteratursökningar som genomförts i projektet med fokus på pedagogiska aspekter av LVC-T. En initial litteratursökning utfördes år 2018 och därefter utfördes en utökad sökning år 2019 för att bredda sökningen till ytterligare databaser och sökord. Dessutom har övrig omvärldsbevakning genomförts i form av konferens- och mässbesök.

2.1 Initial litteratursökning

En initial litteratursökning genomfördes under 2018 (Artman m.fl., 2018). Resultatet av sökningen fann inte någon rapportering av forskning och artiklar som diskuterar eller påvisar ett förhöjt träningsvärde vid LVC-T. Än mindre hittades resultat och diskussioner om vilka färdigheter som bäst tränas vid LVC-T, vilka upplägg, scenarier och kombinationer av L, V och C-entiteter som bäst stödjer träning av specifika färdigheter. Sökningen visade på ett fåtal artiklar där effekter av LVC-T samt träningsvärde diskuteras. Fokus i dessa artiklar är emellertid på att få teknik och standarder på plats för att möjliggöra LVC-T, t.ex. Elele & Turner (2011), som uttrycker vikten av validering och verifiering av ett LVC-system med alla de ingående simuleringsverktygen för att LVC-T ska kunna bedrivas på ett realistiskt sätt.

2.2 Utökad litteratursökning

En förnyad litteratursökning genomfördes för att utvidga och komplettera den sökning som utfördes under 2018 (Artman m.fl., 2018), med SCOPUS som sökverktyg, som är en av de största källorna för böcker, journaler och magasin inom en stor mängd områden (allmänt, tvärvetenskapligt, naturvetenskap och teknik). Sökningen fokuserade på att hitta tidigare forskning som gjorts kring LVC-konceptet med fokus på pedagogiska aspekter av LVC-T, t.ex. vilket träningsvärde flygförare som agerar L och V kan få ut av LVC-T. Till skillnad från den föregående sökningen lades "Embedded training" till som alternativ till termen "LVC". Sökningen begränsades till åren 2009-2019 och resulterade i 108 dokument genom söksträngen nedan.

("LVC" OR "embedded training") AND ("simulation" OR "simulator") AND ("training" OR "training effect" OR "evaluation" OR "performance measures" OR "assessment")

Resultaten kategoriserades sedan i fyra kategorier: *Training*, *Applications*, *Visionary* och *Technology* och har sammanställts i Tabell 1. Kategorin *Technology* innefattar de resultat som endast fokuserar på tekniska aspekter av LVC-T (arkitektur, tekniska standarder), *Applications* innefattar de resultat som fokuserat på tillämpningar av LVC-teknologin (proof-of-concept), *Visionary* innefattar resultat som diskuterar framtida tillämpningar av LVC (hur det skulle kunna fungera i framtiden). Kategorin *Training* syftar på träningseffekt av LVC-T samt design/upplägg av LVC-T och är den kategori som ur projektets inriktning och perspektiv är den mest intressanta. Vid kategorisering har en del resultat blivit tilldelade fler än en kategori då artikeln t.ex. behandlat en proof-of-concept-studie i syfte att visa möjligheterna med LVC-T (t.ex. Vickhouse m.fl., 2018). Inför sammanställningen i tabellen nedan tilldelades de artiklar som hade fler än en kategori en huvudkategori, d.v.s. den kategori som artikeln ansågs höra mest hemma i.

Tabell 1. Sökresultat och träffar presenterat i kategorierna "Training", "Applications", "Visionary" och "Technology".

Kategori	Antal resultat
Training	7
Applications	53
Visionary	7
Technology	41

Resultaten från sökningen visar på liknande tendenser som i den tidigare genomförda litteratursökningen 2018, där resultaten mestadels var inriktade på tekniska aspekter av LVC-T (att få tekniska standarder och arkitektur på plats) samt proof-of-concept-studier. Däremot hittades denna gång några för projektet särskilt intressanta forskningsresultat som fokuserar på träningsvärde och upplägg av LVC-T, med fokus på att skapa LVC-T som ger nytta för den övade, både som L- och V-flygförare (resultat i kategorin *Training* i tabellen ovan).

Sherwood m.fl. (2014) genomförde en intervjustudie med flygförare inom amerikanska flottan för att utforska potentialen med LVC-T och skapade ett antal typfall som beskriver olika scenarion som är särskilt lämpade för LVC-T. Exempelvis kan instruktörer vara en virtuell wingman i komplexa scenarier, LVC kan användas för att uppnå träning mot realistiska motståndare och en större (virtuell) träningsyta kan utnyttjas. Baserat på detta utfördes en intervjustudie (Sherwood m.fl., 2015) där flyginstruktörer fick fylla i en enkät om hur de upplever att realism och effektivitet vid flygning påverkas vid införandet av LVC-teknologi. Några deltagare upplevde att det var viktigt för realismen att radarn är imperfekt (såsom den är vid L-flygning), trots att LVC-teknologi kan medföra mer korrekta radarspår. Deltagarna uttryckte också vikten av att de symboler som representerar V- och C-entiteter på displayer inte ska gå att särskilja från L-entiteter då detta inte ansågs realistiskt. En efterföljande studie (Sherwood m.fl., 2016) undersökte de risker som kan uppstå vid införandet av LVC-T, bl.a. vid WVR-scenarion (*Within Visual Range*) då flygförare riskerar att bli förvirrade om de närmar sig motståndare som är V eller C men inte kan se dem genom rutan i sin L-farkost. En annan säkerhetsaspekt rör överbelastning för den person som hanterar alla entiteter (L, V och C) på röd sida (motståndarsidan) som kan innebära att säkerhetsaspekter inte upptäcks i tid under scenariots gång. Förslagsvis behöver denna roll definieras och få tillräckliga resurser för att hantera väldigt komplexa LVC-scenarion. Förutom forskning kring LVC-konceptet i den amerikanska flottan visade resultaten från sökningen även på exempel där LVC-teknologi tillämpas för övningar med exempelvis FAC:er (Forward Air Controller) i CAS-uppdrag (Close Air Support) inom den franska militären i syfte att visa på värdet med LVC-T (Khimeche m.fl., 2013).

Ett antal artiklar fokuserar på intelligenta adaptiva system och dess potential för att kunna optimera individ- och gruppträning. Freeman & Zachary (2018) har undersökt olika system för träning av team i den militära domänen, bl.a. system som fokuserar på adaptivt lärande utifrån individ- eller gruppbehov, men identifierar svårigheten i att analysera kommunikationsdata som en barriär till att framgångsrikt implementera sådana system. Även Benjamin m.fl. (2018) pekar på vikten av att använda intelligenta adaptiva system för att hitta den bästa balansen av olika typer av träning (t.ex. LVC, *game-based learning*, *simulation-based learning*) för att på så sätt optimera träning av individer och grupper. Däremot pekar de på resursbrist i form av tid och pengar som en anledning till svårigheten med att få ett sådant adaptivt system i bruk.

I kategorin *Visionary* återfinns resultat som diskuterar mer generella aspekter av potentialen med LVC-T (McVeigh & Sackett, 2011; Zalcmann & Blacklock, 2011) och *embedded training* (Chang m.fl., 2010; Li m.fl., 2009). Padilla m.fl. (2018) förespråkar införande av

LVC-T inom sjukvårdsdomänen och att ett första steg behöver undersöka vilka träningsmål som ska uppnås med olika kombinationer av LVC-entiteter (ex. L/V, V/C, L/C).

2.2.1 Ytterligare LVC-T litteratur

Några övriga publikationer hittades genom olika LVC-T-relaterade sökningar och genom att följa upp referenser från tidigare sökning på bl.a. Google Scholar. Cruit m.fl. (2016) studerade olika risker/tillbud som tidigare uppstått vid luftstridsträning inom den amerikanska flottan och hur dessa risker kan påverkas negativt vid införande av LVC-T, d.v.s. att LVC-T skulle kunna öka risken för sådana tillbud. Författarna synliggör även vilka fördelar LVC-T har med utgångspunkt från dessa risker. En flygförare kan t.ex. uppleva det som stressigt (minskad situational awareness) att agera i ett LVC-T scenario med en (alltför) stor komplexitet som flygföraren inte är van att hantera. Lösningen beskrivs som att försöka hitta rätt nivå av komplexitet på scenariot, samtidigt som en stor fördel med LVC-T är att komplexa LVC-T scenarier kan bidra till ökad förberedelse för krigslika scenarier som inte går att träna på i verkligheten.

Kirby m.fl. (2011) skriver om vikten av att hitta en metod för att optimera blandningen av L, V och C ("The LVC balance"). Framförallt är det viktigt att katalogisera befintliga "training assets" för att kunna se vilka tillgångar som behövs i LVC-T för att uppnå ett specifikt träningsmål och även se till att entiteter på olika plats i striden (fast-jet vs ship t.ex.) får värdefull träning baserat på deras roll i scenariot.

2.2.2 Sammanfattning av litteraturöversikt

De träningsorienterade studier som redovisats belyser vikten av att designa LVC-T och specifika scenarier så att både L- och V-flygförare får ut ett bra träningsvärde. Samtidigt lyfts möjliga risker med introducerandet av alltför komplexa LVC-T scenarier – där komplexa scenarier är något som LVC-T möjliggör och strävar efter. Detta förhållande pekar på vikten av (balanserad) design av träningsupplägg där komplexitet successivt kan skalas upp. Träningsupplägg som inbegriper "ren" träning i L och V, samt LVC-T. I en jämförelse mellan de studier som redovisats och det projekt som redogörs för i denna rapport kan rent metodologiska skillnader noteras. Projektet har jämförelsevis antagit ett mer uttalat designperspektiv där vi tillsammans med flygförare utforskar träningsvärde för L- och V-flygförare, samt design av LVC-T scenarier för att säkerställa bra träningsvärde för L- och V-flygförare (se kapitel 4). Vi kan konstatera att studier som presenterats ovan fokuserar på liknande aspekter av LVC-T som detta projekt, men förutsättningarna (ekonomiska, materiella, etc.) mellan tex. USA och Sverige är olika, vilket ytterligare betonar vikten av att anpassa träningskonceptet LVC efter svenska förhållanden.

2.3 Övrig omvärldsbevakning

Under 2019 besöktes även mässan/konferensen ITEC (International Training Exhibition & Conference) i Stockholm och NATO-konferensen CA2X2 Forum (Computer Aided Analysis, Exercise, Experimentation) i Paris där också en NATO-workshop ingick (MSG-175 16th Workshop on Commercial Technologies and Games for Use in NATO and Nations).

Under ITEC samlades fler än tvåtusen deltagare⁴ där mer än hälften av deltagarna var från industrin, men även militära och statliga organisationer var representerade. Deltagarna hade bakgrund inom olika (militära) arenor, främst utgjordes deltagarna av representanter från markarenan, därefter flyg och marin. ITEC är en av Europas ledande tränings-, utbildnings- och simuleringsevenemang för militär och civilt försvar. ITEC är en kombination av en

⁴ ITEC:s organisationskommitté har publicerat en rapport om ITEC-2019 som återfinns på https://www.itec.co.uk/_media/ITEC2019_ShowReport.pdf.

mässa och en konferens. Utifrån ett LVC-perspektiv var det många utställare på mässan som visade upp kommersiell teknologi för att underlätta LVC-T genom bl.a. systemarkitektur och säkra kommunikationslösningar, varav en del visade på praktiska tillämpningar i samarbete med olika nationers försvarsmakter. Det kan därför noteras att tekniken för LVC börjar nå en högre TRL (Technology Readiness Level) och att flertalet större försvarsföretag och försvarsmakter utvecklar mogna LVC-lösningar och utvärderar teknologierna i realistiska uppgifts- och uppdragsmiljöer. Förutom mässan bjöds på konferensdelen av ITEC ett antal, ur ett LVC-perspektiv, intressanta föredrag.

Italienska koncernen Leonardo berättade om LVC-implementeringen i det tvåmotoriga transsoniska träningsflygplanet Alenia Aermacchi M-346 Master som bl.a. italienska flygvapnet sedan 2015 använder.⁵ Till M-346⁶ finns en Embedded Tactical Training Simulation (ETTS) som gör det möjligt för M-346 att ombord emulera sensorer, motmedel, vapen, datorgenererade styrkor (eng. *Computer Generated Forces*, CGF) och därmed låta flygförare interagera i realtid med ett interaktivt virtuellt taktiskt scenario som simulerar luft-, sjö- och landstyrkor (egna och motståndarens) i en LVC-miljö. Enligt Leonardo bidrar detta till ökad flexibilitet och kostnadsminskningar inom träning. M-346 Integrated Training System (ITS) innehåller, tillsammans med flygfarkosten, ett Ground Based Training System (GBTS), vilket enligt Leonardo gör det möjligt för eleven att lära sig och öva hela flygfarkostens kursplan och alla träningsmål på marken, innan de replikerar dem under flygning. M-346 ITS design och utveckling har byggts kring ett nytt träningsparadigm där flygfarkoster, markbaserade träningsystem och interoperabilitetsfunktion är tätt kopplade (Pietroniro, 2019). Även italienska flygvapnets flyg-/luftstridsträningssystems pedagogik och upplägg har därmed enligt Leonardo vidareutvecklats för att anpassas till denna nya LVC-förmåga. Detta LVC-koncept gör det enligt Leonardo möjligt att lägga till komplexitet i träningsövningar, samtidigt som man minskar riskerna och kostnaderna i samband med kravet på att flyga flera flygfarkoster under träningsuppdrag.

Den virtuella komponenten i LVC skulle även kunna utgöras av mindre system än avancerade flygsimulatorer, såsom ett hjämburet system eller glasögon som (1) visar både cockpit och simulerad omvärld (virtuell verklighet, eng. *Virtual Reality*, VR), eller (2) ett system som med hjälm eller glasögon lägger en datorgenererad bild över bilden som flygföraren ser i omvärlden (förstärkt verklighet, eng. *Augmented Reality*, AR), eller (3) skapande av en träningsmiljö där verkliga och datorgenererade virtuella objekt blandas (blandad verklighet, eng. *Mixed Reality*, MR). ITEC arrangerade en paneldebatt om xR (en samlingsförkortning för VR, AR och MR) där framtiden av dessa starkt uppkommande teknologier (beforskat inom akademien under längre tid) diskuterades.

Lockheed-Martin demonstrerade en simulator av F-35-Lightning II med VR-glasögon på ITEC-mässan. Inte demonstrerad på ITEC men värd att nämna är att M-346 inte är ensam om tankar på ett inbyggt s.k. *embedded training* system i flygfarkoster. Bills m.fl. (2009) rapporterade i detalj om den tilltänkta F-35 Embedded Training (ET) i ett tidigt konceptutvecklingsskede, bestående av både en Virtual Training (VT)-funktion och en P5 Combat Training System (P5CTS)-funktion. VT utökar det inbyggda stridsflygsträningsystemet (ECATS)⁷, utvecklat av Netherlands Aerospace Laboratory (NLR) och Dutch Space (DS). P5CTS integreras för att utbilda flygförare för att effektivt framföra flygfarkosten i en stridsmiljö. ECATS bidrar enligt NLR med L och C-komponenterna i F-35 träning. Både VT och P5CTS inkluderar uppdragsplanerings- och debriefingfunktioner. Från pilotperspektivet utgör VT en överlagring av simulering av den verkliga världen. VT-uppdragsplaneringsdata infogas i flygfarkosten via en förinstallerad minnesmodul. En samordnad datalänkfördelning av VT tillhandahåller synkronisering mellan en fyrgrupp av F-35-flygfarkoster. Flygförare kan träna samordnad attack mot

⁵ Flygplanet M-346 är i tjänst hos flygvapnen i Italien, Singapore, Israel och Polen. 2016 blev tillverkaren Leonardo-Finmeccanica efter att Alenia Aermacchi uppgick i Finmeccanica, sedan 2017 kallad Leonardo.

⁶ Se t.ex. beskrivning på <https://www.leonardocompany.com/en/products/m-346> och <https://www.leonardocompany.com/en/news-and-stories-detail/-/detail/addestrare-per-il-futuro-training-for-the-future> även använda som källor till denna beskrivning (hämtade 191101).

⁷ <https://www.nlr.nl/downloads/f261-nlr-dutchspace.pdf>.

virtuella mål med lämpliga motmedel och vapen som delas mellan deltagarna. Alla deltagande flygfarkoster följer samma realistiska, virtuella förplanerade träningsscenario, som sparas och kan i efterhand, enligt Bills m.fl. (2009), användas för debriefing.

År 2009 uppskattades även kostnadsbesparingarna som F-35 ET-aktivitetsmodellen skulle medföra (Bills m.fl., 2009). Även om det utgör en tidig uppskattning i konceptstadiet så är exemplet illustrativt för de förväntade ekonomiska fördelarna med LVC-T. Tänkbara vinster är minskade behov av flygningar med Live-motståndarfarkoster à hundratusen USD per flygtimme och kostnader för SAM/EW⁸ ranges à 25.5 tusen USD per timme. 2009 beräknades för kalenderår 2015 till 2017, en kostnadsbesparing på 411,5 miljoner USD. När F-35 skulle nå stabilt läge vid kalenderåret 2030 förväntades 2009 den beräknade kostnadsbesparingen uppgå till 1046 miljoner USD, samt under livscykeln 2013 till 2057 till 2976 miljoner USD (varav 80% inom *air-to-air* och 20% inom *air-to-ground* kostnader). Dessa uppskattningar ger en inblick i de förväntade möjligheterna och stora besparingarna som LVC-T tros kunna bidra till, även om driftskostnader för F-35 jämfört med JAS39 Gripen ser annorlunda ut, samt att alla antaganden och detaljer i uträkningen och upplägget för framtida LVC-T daterad 2009 inte redovisas av Bills m.fl., 2009.

Flera länder har fått sina första F-35 levererade men det är oklart från offentliga källor till vilken grad denna planerade LVC-T förmåga är operationell, även om Lockheed Martin efter proof-of-concept-LVC-studier med F-16 fortsatt satsar på LVC-T: "Our next challenge is applying live, virtual and constructive to new platforms, scaling for large force exercises and extending the environment across air, land and sea."⁹ (Dave Scott, VP Training and Logistics Solutions Business Development hos Lockheed Martin).

Ett annat nämnvärt amerikanskt LVC-projekt som genomfördes vid Air Force Research Laboratory (AFRL) har genom demonstrationsprojektet *The Secure Live Virtual Constructive, Advanced Training Environment (SLATE¹⁰)* påvisat att det går att skapa ett tillförlitligt och säkert kommunikationssystem mellan Live, Virtual and Constructive-entiteter. Det demonstrerades hur Live F-15E och F/A-18 flygplan, Virtuella F-16 och F/A-18 simulatorer och datorgenererade enheter kunde samverka inom en säker virtuell miljö. Denna avancerade teknikdemonstration påbörjades i mars 2015 och pågick under 40 månader, med den specifika inriktningen att utvärdera de kritiska tekniker som krävs för en LVC-kapabel systemarkitektur. Projektet påvisade också hur LVC utan markbunden kommunikation kunde skapas genom att flygfarkosterna skapar ett kommunikationsnätverk dem emellan. Detta medför att flera samarbetande L-entiteter kan träna i LVC övningar även på platser där det inte finns ett markbundet kommunikationsnätverk. Detta görs genom så kallad *embedded training* där C-entiteter genereras lokalt i en värdfarkost och sedan kan delas mellan flera farkoster.

Vlasblom, Van der Pal & Sewnath (2019) från nederländska flygforskningsinstitutet NLR, som vann ITEC-konferensens *Best Paper Award*, beskriver utvecklingen och utvärderingen av ett övervakningssystem för skanningsmönster med hjälp av förstärkt verklighet. Systemet är tänkt att göra det möjligt för instruktörer att övervaka skanningsmönster för flygförare genom att spåra flygförarens ögonrörelser och visar skanningsmönstren till instruktören genom förstärkt verklighet. Pilotinstruktörer utvärderade denna tillämpning som ett stöd för debriefing med resultatet att de tyckte att tillämpningen kunde tillföra värde till deras träningsutvärderingar. NLR visade på ITEC-mässan upp en prototyp¹¹ 3D-skriven cockpit med enkla knappar och reglage med VR-headset där flygföraren kunde se både simulerad helikopter-cockpit och simulerad omvärld. Flygföraren kunde också se sina egna händer som spårades med hjälp av en kamera medan piloten flög. Flygföraren kunde därmed med

⁸ Surface-to-Air-Missile (SAM), Electronic Warfare (EW).

⁹ Hämtad 191101 från <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/2016/the-future-of-training-blends-real-and-virtual-worlds.html> . Se även <https://www.f35.com/about/life-cycle/training> och <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/f-35-lightning-ii-training-systems.html> .

¹⁰ Hämtad 191115 från <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/1658324/slate-demo-highlights-live-virtual-constructive-environment-for-pilot-training/> .

¹¹ NLR:s prototyp "Virtual Cockpit" har sedan ITEC vidareutvecklats, se <https://www.youtube.com/watch?v=uUprpS7YtIQ> .

sin hand hantera knappar på den 3D-skrivna panelen. I och med detta kan både cockpit och omvärld relativt enkelt och mestadels i mjukvara anpassas för olika tränings- och utvärderingssyften.

NLR:s studie och Virtual Cockpit demonstrator, Lockheed Martins F-35-VR-demo, xR-paneldebatten, samt en mängd övriga xR-relaterade utställningar och presentationer på ITEC (ibland storskaliga, med hundratals användare) är exempel på att denna teknologi med raska steg närmar sig tillämpning i träning av flygförare inom flygvapen världen över.

Även NATO-konferensen CA2X2 Forum (Computer Aided Analysis, Exercise, Experimentation) i Paris där också en NATO-workshop ingick (MSG-175 16th Workshop on Commercial Technologies and Games for Use in NATO and Nations) besöktes där ett flertal länder diskuterade och demonstrerade LVC-relaterade teknologier och till viss grad träningskoncept. Sammanfattningsvis kan rapporteras att flertalet NATO-länder investerar i LVC-teknologi i stor utsträckning och uppvisar hög utvecklingstakt¹², att vissa länder redan använder LVC i större övningar, samt att användningen och nyttan med LVC även diskuteras, ofta i positiva ordalag. Konferensens organisatör, NATO Modelling & Simulation Centre of Excellence (MSCOE), stödjer flertalet LVC-satsningar och -övningar med teknisk och operativ kompetens.

¹² Se även Military Simulation & Training Magazine, <https://militarysimulation.training/articles/lvc-holy-grail-military-industry-interoperability/> daterat 190430.

3 Teoretisk förankring och antaganden om LVC-träning

I projektet eftersträvas att teoretiskt förankra träningskonceptet LVC, som inkluderar olika entiteter med olika förutsättningar. För att utforma effektiv träning finns det ett behov av ett lämpligt program för träning och lärande. Detta innebär i detta fall den träning som genomförs i simulatorer och i verkliga flygfarkoster. Programmet måste redovisa både praktiska och teoretiska aspekter av träning. Självfallet är det mer praktiska intresset att den träning som genomförs verkligen förbättrar färdigheter av större relevans, än ett utvecklat teoretiskt perspektiv som beaktar samtliga och relevanta aspekter för hur träning och lärande kan förklaras. Detta motsäger inte att teoretiska perspektiv på träning och lärande, om vad lärande är och hur det bäst realiserar, är viktigt. Träning handlar inte bara om att veta vad man ska göra. Ännu viktigare är att kunna agera dynamiskt för att uppnå ett visst stabilt tillstånd definierat över tid och handlingsutrymme. På en grundläggande nivå kan man definiera träning (i simulatorer och i verkligheten) som mönster av stabila handlingar som förändras givet vissa förutsättningar för att uppnå ett önskat och specifikt tillstånd. Denna definition har ett fokus på (1) förändringar av beteende men också att beteendemönster ska vara stabila för att betraktas som inlärd - man går därigenom från ett mönster av handlingar till ett annat mönster av handlingar (2) handlingsmönster är vettiga och lämpliga givet vissa förutsättningar, och (3) en ultimata målsättning med träning är att nå ett kontrollerat tillstånd givet målet med ett utbildningsuppdrag.

Simulatorer, d.v.s. V-enheter i LVC-T, kan användas för att introducera komplexa uppgifter för mindre erfarna flygförare, och på ett systematiskt och kontrollerat sätt öka på graden av komplexitet. Sammantaget och uttryckt i termer av modellen LDS (se avsnitt 1.1) så introducerar LVC-T möjligheten att olika ingående entiteter kan utföra olika träningsuppgifter, givet olika förutsättningar (L, V) i genomförande av scenario och uppdrag.

3.1 Konceptuellt ramverk för LVC-träning

Detta avsnitt presenterar ett ramverk för LVC-T, som utgör ett steg i strävan att teoretiskt förankra LVC-T som träningskoncept. Ramverket består av (1) ett antal grundförutsättningar för träning som en teori om träning och lärande måste kunna hantera, samt (2) grundläggande antaganden som kan sägas ligga bakom LVC-T. Delar av de aspekter som presenterades i avsnitt 1.3 "Varför LVC-T?", ovan utgör en utgångspunkt för dessa grundläggande antaganden.

3.1.1 Grundförutsättningar för träning (GF-T)

I detta avsnitt beskrivs sju identifierade grundförutsättningar för träning och lärande:

1) *Lärande som en avvägning*

L och V utgör olika kontextuella miljöer, vilket introducerar möjligheten att fokusera på träning av vissa färdigheter i de olika miljöerna. L-entiteter kan t.ex. inte pressa systemet eller spelet till sådana gränser att det skulle äventyra flygföraren eller flygfarkosten, medan flygförare i V-entiteter kan utföra manövrer som skulle vara mycket riskabelt att utföra i verkligheten. Att öva och förfina samarbete och taktik i en säker V-miljö är också bättre än i L-miljöer. I båda fallen, som i de flesta, kommer träningsmiljöerna att introducera avvägningar och träningsmöjligheter. Dessutom kommer träningsupplägget och uppdragen samt detaljerna i scenarion att vara en avvägning av olika träningsmål och träningsvärden. Avvägningarna och träningsmöjligheterna behöver kombineras på ett sätt som stödjer träningsmålet i specifika träningsmoment.

En konceptuell skiss av hur olika träningsmål och träningsvärden realiserar i olika träningsupplägg och scenarier återges i Figur 5. Denna skiss ska betraktas som en tankemodell som illustrerar systemiska relationer och beroenden. Denna skiss kommer likt

de grundantaganden som presenteras, fortsatt utvecklas. De kommer utgöra en resurs för projektet för diskussioner kring avvägningar som görs relativt lärande, träningsbehov och grundantaganden.



Figur 5. Grundantaganden och träningsvärde relativt tre olika hypotetiska kategorier av scenarier. Blått scenario innehåller endast L-entiteter (jfr. ACE¹³), orange scenario utgör begränsat LVC-scenario och grönt utgör stort LVC-scenario.

Tre hypotetiska generiska typer av scenarier skissas mot de träningsmål som identifierades tidigare i detta kapitel. I ett scenario likt den internationella flygövningen Arctic Challenge Exercise (ACE) till exempel, där ett hundratal Live-flygplan ingår och tiotals Live-flygplan från olika länder samtidigt är i luften och deltar på både blå och röd sida så får man relativt höga Live-träningsvärden men på bekostnad av t.ex. ekonomiska resurser och miljöpåverkan. I en övning i ett tidigt utvecklingsskede av LVC-T med ett begränsat LVC-scenario där relativt få L-flygfarkoster och V-simulatorer och med presentation av Constructives kopplas ihop, får deltagarna fördelar som diskuterats i detta kapitel tidigare, medan träningsvärdet för Live ökar genom presentation av Virtuals och Constructives. Denna effekt förstärks sannolikt ytterligare när storskaligt LVC-T införs t.ex. med samma skala av Live-flygning som ACE men förstärkt med tiotals simulatorplatser (V) och datorgenererade styrkor (C) på båda sidor och med ett genomtänkt träningsupplägg och scenario där stridsflygare i både L och V får gott träningsvärde.

2) Lärande som en kontextuell process

På samma sätt som att olika miljöer introducerar avvägningar och möjligheter är träning starkt kontextuellt betingad vad avser vad som lärs och mycket är därför kopplat till en specifik miljö. I mer abstrakt yrkesutövning som t.ex. inbegriper problemlösning och beslutsfattande (så kallat högre ordningens kognition) kommer vad som lärs i en miljö inte lätt överförs till andra miljöer och sammanhang (Lave & Chaiklin, 1993). För träning i simulatorer är emellertid överföring (eng. *transfer*) av kunskap och färdigheter avgörande - om det inte finns någon överföring av vad man lär sig i simulatorer till den operativa

¹³ Arctic Challenge Exercise, läs mer här: <https://www.forsvarsmakten.se/sv/var-verksamhet/ovningar/avslutade-ovningar/arctic-challenge-exercise-2019/>.

verksamheten skulle träningen helt enkelt vara meningslös. Detta innebär emellertid inte att simulatorer måste vara helt verklighetstroga eller en direkt kopia av L-miljön. Simulatorsystemet måste vara tillräckligt likt för att förbättra de aspekter som det är avsett för att träna, t.ex. en flygförare i en verklig flygfarkost borde inte behöva fundera över operationer för att manövrera vid träning av taktik i simulator. Instrumentering, funktionalitet etc. behöver alltså vara densamma i simulatören som i den verkliga flygfarkosten, annars kan negativ *transfer* uppstå. Många samarbetsuppgifter, d.v.s. när två eller flera flygfarkoster arbetar mot en och samma uppgift som inte skulle vara möjlig att hantera av en enda flygfarkost, handlar mer om kommunikation, planering och förtroende. I sådana sammanhang är medlen för att utföra dessa uppgifter viktigare än simulatorns faktiska verklighetstrogenhet. Simulatören behöver därför inte i alla avseenden vara en exakt kopia av den verkliga flygfarkosten.

3) *Lärande som en kontinuerlig process*

Lärande som en kontinuerlig process är centralt för träning och lärande som ska hantera ett dynamiskt system som inte bygger på regelföljande. Lärande är naturligtvis en kontinuerlig process, men träning för komplexa, dynamiska system innebär att man inte följer enkla regler, utan lär sig hur man ska agera i enlighet med dynamiken i det system man vill styra (Brehmer, 1992). Vanligtvis innebär detta att i realtid fatta flera beslut med knapphändig information. Hur man individuellt agerar mot en dynamisk motståndare, eller att man agerar tillsammans med flera flygförare med kanske lite annorlunda information eller perceptuellt utrymme, är en kontinuerlig process som aldrig kan läras i sin helhet, men man kan bli bättre på det. En aspekt att lära sig är att utvärdera systemets dynamik såväl som att bedöma om fattade beslut och genomförda åtgärder leder närmare ett måltillstånd som kan utgöras av målet med ett uppdrag, eller att uppnå jämvikt i det aktuella systemet.

4) *Lärande som ett sätt att identifiera och förstå gränser ("brittleness")*

Nära förknippat med att betrakta lärande som en kontinuerlig process är att lära sig när och på vilket sätt ett system kan vara bräckligt (Woods, 2018). Det är därför viktigt att förstå systemet och dess begränsningar, d.v.s. de ingående entiteterna och beroenden dem emellan, t.ex. beroenden mellan olika anfallsvågor, deltagande styrkor och flygplan med olika bestyckning i ett COMAO¹⁴. De olika miljöerna medger utforskande av dessa aspekter på olika sätt och i olika grad. Ett system kan kollapsa i de fall gränserna överträds och en kollaps i ett virtuellt system orsakar ingen skada. Att utforska och utveckla taktik där delar av genomförande och utkomst är okänt och beroende av begränsningar i systemet, lämpar sig därför bäst i simulatorer.

5) *Lärande som en process att identifiera behov*

Nära förknippat med "lärande som ett sätt att identifiera och förstå gränser" är att se var kunskap och färdighet saknas. Att identifiera detta åskådliggör vilka träningsbehov en individuell flygförare har och/eller de behov en grupp av flygförare har. Detta möjliggör i sin tur upprättande av individuella träningsmål att sträva mot likaväl som träningsmål för grupper av flygförare. Beroende på vilka träningsbehov som identifierats, lämpar sig de olika miljöerna olika bra för träning av dessa.

6) *Lärande som en individuell process*

Individuella färdigheter är just individuella färdigheter och utvecklas kontinuerligt. Punkterna 2–5 ovan utgör samtliga grund för individens fortsatta lärande och utveckling. För detta står olika resurser och processer till buds. Individens förutsättningar, behov etc. varierar och ställer därför olika krav på träning. Exempel på lärande som är mer individuellt orienterat är hantering av instrument, fatta snabba beslut givet tillgänglig information, etc. God kännedom om individuella färdigheter (och begränsningar) är av största vikt för att ett team ska fungera väl.

¹⁴ Combined Air Operations.

7) *Lärande som en kollektiv process*

Lärande tillsammans handlar i hög grad om att teamet lär sig tillsammans om hur det fungerar som ett team. Exempel där kollektiva processer är centrala är vid träning av taktik och kommunikation. Det handlar också om att lära sig om varandras egenskaper och färdigheter och hur dessa passar in i, samt behöver anpassas och utvecklas för att teamet ska fungera.

Ovanstående grundförutsättningar för träning står i direkt relation till ett antal grundläggande antaganden som kan sägas ligga bakom LVC-T. Dessa antaganden har iterativt genererats som en utkomst av workshopar, litteratursökningar och analyser som hitintills genomförts inom projektet (Artman m.fl., 2018). Detta arbete kommer att fortskrida, varför dessa antaganden inte ska ses som något definitivt. Målsättningen är att i fortsatt arbete synliggöra, detaljera och definiera antaganden och förutsättningar för effektiv LVC-T.

3.1.2 Grundläggande antaganden om LVC som träningskoncept (GA-LVC-T)

Nedanstående antaganden presenteras i undergrupper som beskriver centrala teman för LVC-T. De presenteras i stigande ordning av komplexitet med beroenden mellan antaganden och undergrupper. Undergrupp A har noterats med minustecken (-) då dessa utgör förutsättningar för LVC. En målsättning är att dessa antaganden kan informera och fungera vägledande i diskussioner om, planering för samt genomförande av LVC-T där en målsättning är att både L- och V ska erhålla ett bra träningsvärde. Ett flertal av dessa antaganden kan sägas vara implicita, men för att kunna betrakta och diskutera dessa aspekter så måste de göras explicita.

Undergrupp A: Drivkrafter och tekniska förutsättningar (# -2-0)

-2: Fysiska material, teknik och kommunikation mellan olika entiteter, liksom simuleringssystem, måste vara tillförlitliga, robusta, användbara och säkra.

-1a: LVC drivs av argument för nationell och internationell säkerhet.

- LVC möjliggör utbildning av flygförare, som inte avslöjar egen taktik eller antaganden om motståndare och deras förmåga offentligt.

-1b: LVC drivs av ekonomiska argument.

- Träning/övningar med LVC kan genomföras med färre verkliga flygfarkoster för samma träningsvärde eller med utökat träningsvärde med samma antal verkliga flygfarkoster än utan LVC.

-1c: LVC drivs av miljöargument.

- Färre verkliga flygfarkoster i träning/övningar ger mindre utsläpp och avtryck på miljön.

Undergrupp B: Enheter och beroenden (# 1-4)

1: Unika och inneboende egenskaper hos varje enhet måste beaktas.

- De olika entiteterna L, V och C i LVC, samt olika typer inom L, V och C (typer av flygfarkoster, simulatorer, och AI-agenter), har olika egenskaper och olika förutsättningar för att uppfatta och agera i den delade miljön. Exempelvis kan inte en flygfarkost "återuppstå" i en annan form än den var ursprungligen d.v.s. en fysisk flygfarkost kan inte bli en virtuell farkost. Ett annat exempel är att en fast simulatorplattform med en enkel bildskärm ger andra förutsättningar än en simulator med presentationsdom och rörelsebas. Olika AI-tekniker för olika för- och nackdelar med sig, såsom även olika flygplanstyper beter sig olika.

2: Det måste finnas ett beroende vad avser sömlös hantering av information mellan L, V och C.

- LVC kräver att de olika entiteterna kan hantera information i den delade miljön.
- LVC kräver att de olika entiteterna kan dela information i den delade miljön.

3: Den miljö där entiteterna agerar, är lika avgörande för erbjudanden att agera som entiteternas inneboende egenskaper.

- Miljön, stridsfältet är en förutsättning för att utforma träning av olika entiteter.
- Designen av miljön skapar såväl möjligheter som begränsningar för varje entitets agerande.
- Livs- och materiella resurser / flygfarkoster bör alltid prioriteras.
- Verkliga flygfarkoster har materiella och andra begränsningar.
- Flygförare har fysiologiska / biologiska begränsningar.
- Simulerade flygfarkoster skapar möjlighet till riskfritt experimenterande.

4: Karaktären på ett uppdrag påverkar fördelningen av uppgifter till L-, V- och / eller C-entiteter.

- Huvudmålet för ett uppdrag och fördelningen av uppgifter till varje entitet påverkar balansen mellan de olika entiteternas möjligheter att agera.
- Vissa uppgifter i ett uppdrag kan anses vara för enkla för mänskliga aktörer att utföra, andra uppgifter kan anses kräva specifika fysiska förutsättningar.

Undergrupp C: Träningskontext och scenario (# 5-6)

5: Förutsättningar vad avser resurser och underrättelser om fientliga krafter påverkar utformningen av scenarier och tilldelning av träningsmål för L- och V-entiteterna.

- Ett scenario för att träna ett specifikt uppdrag med presenterade resurser påverkar tilldelningen av specifika uppgifter till de olika entiteterna. Exempelvis att låta V-entiteter flyga som motståndare.

6: Effektiv/ändamålsenlig träning innebär att alla entiteter ska bidra till att nå ett övergripande träningsmål.

- Träning med flera aktörer innebär genomförande av ett uppdrag med ett högre mål än vad som kan uppnås av enskilda aktörer.
- För att åstadkomma resurseffektiv såväl som ändamålsenlig träning så måste alla inblandade entiteter bidra till att nå det övergripande träningsmålet.

Undergrupp D: Effektiv träning (# 7-9)

7: Träningsbehov och träningsvärde (kompetenser och färdigheter) hos involverade mänskliga aktörer ska styra designen av LVC-T.

- Träningsscenario som är utformat för att nå ett övergripande uppdrag ska baseras på träningsbehov och färdigheter som är avsedda att tränas.

8: Målet för effektiv LVC-T är att #6 och #7 uppfylls samt att tilldelade individuella träningsmål uppnås.

- Beslut i förväg om vilka färdigheter som ska tränas och vilket träningsbehov som råder, design av träningscenarier och tilldelning av uppgifter ska utformas så att varje mänsklig aktör kan nå avsedd färdighet.

9: Resurseffektiv träning innebär att #8 är uppfyllt och att det inte finns någon alternativ träningsform eller kombination av LVC-entiteter som är mindre kostsamt.

- Detta innebär att olika kombinationer av LVC-entiteter relativt ett träningsmål kan vara mer eller mindre effektiva. Uppgifter som bedöms vara mindre utmanande för mänskliga aktörer ska så långt som möjligt utföras av C-entiteter.

- Användningen av L-entiteter ska styras av de särskilda förutsättningar som gäller för L-entiteter. Uppdrag eller träningsmål som kan uppnås utan märkbar försämring genom användning av simulatorer ska uppfyllas med användning av simulatorer.

Undergrupp E: Träning för framtiden och det okända (# 10)

10: LVC medger säkert experimenterande i geografiska regioner och med mäktiga motståndare som inte är möjligt idag med befintliga flygplan.

- C-entiteter kan ha egenskaper som är icke-existerande (hastighet, höjd, manövrerbarhet, vapen, radar, etc.).
- V-entiteter kan användas med egenskaper som inte begränsas av befintliga fysiska och materiella egenskaper, men manövreras med människans möjligheter och begränsningar.

Det ovan presenterade konceptuella ramverket för LVC-T är avsett som ett stöd att förhålla sig till och använda i diskussioner om och planering av LVC-T och scenarier. Ramverket och vissa aspekter som beskrivs kan ses som självklara. Om det som betraktas som självklart däremot inte explicit uttrycks och dokumenteras så försvåras kommunikation och diskussion kring vad som antas vara självklart. I resultatbeskrivningen i avsnitt 4.3 framkommer att det som kan betraktas som självklart och implicit inte är så självklart. Att tydligt uttrycka dessa aspekter öppnar upp för diskussion och värdering av aspekter som bedöms vara centrala för LVC-T. Ramverket kommer under projektiden fortsatt utvecklas och förfinas i takt med genomförda empiriska studier och analyser. Nedan presenteras och diskuteras de empiriska studier som genomförts under 2019.

4 LVC-Allocator workshopar

En uppföljande studie genomfördes baserat på resultat från en genomförd Wizard of Oz-studie (Artman m.fl. 2018). Resultaten från Wizard-of-Oz studien påvisade dels vikten av väl avvägda scenarier som beaktar de olika medverkande entiteternas luftrumsbegränsningar, dels att träningsvärdet för de virtuella entiteterna särskilt bör beaktas. Den uppföljande studien genomfördes i workshopformat tillsammans med flygförare på F21 samt F7. Syftet var att skapa LVC-T-scenarier, samt utforska hur man resonerar om träningsvärde när man tilldelar uppgifter och uppdrag till ingående entiteter. Vid respektive flygflottilj deltog åtta flygförare i två olika workshopar (fyra deltagare i respektive workshop), totalt deltog alltså 16 flygförare. Flygförarna arbetade i par (förutom vid ett tillfälle där de arbetade i tretal p.g.a. sent avhopp) vid respektive flygflottilj och totalt utvecklades således sju LVC-T scenarier baserade på två grundscenarier. Scenarierna byggde på ett utarbetat uppdrag som deltagarna fick till uppgift att utveckla och tilldela resurser för att uppnå önskvärt träningsvärde för L- och V-entiteter och uppsatta mål med uppdraget.

I följande avsnitt beskrivs metoden för workshopstudien samt resultat i form av diskussion kring träningsutmaningar, träningsvärde och scenariodesign för LVC-T. Resultatet är främst riktat till läsare som idag jobbar eller i framtiden kommer att jobba med att utveckla LVC-T i Sverige och förutsätter därmed viss domänkunskap inom luftstrid. I avsnitten 4.4 och 4.5 sammanfattas resultaten.

4.1 Metod och procedur

Workshopen inleddes med att beskriva mål för forskningsprojektet, att beskriva och förklara forskningsetiska aspekter inför ifyllande av samtyckesformulär, samt presentation av ett LVC-exempel från annan domän för att illustrera på vilket sätt LVC kan användas för att hantera träningsutmaningar. Exemplet byggde på ett tänkt LVC-scenario att lära sig att köra bil (trafikskola) samt exempel på svårigheter med olika träningsaktiviteter/moment vid bilkörning och hur dessa kan lösas med hjälp av simulatorer eller kombinationer av L-, V- och C-entiteter. Exemplet utgjorde en bas för att få deltagarna att tänka kring problem och LVC-lösningar till dessa. Deltagarna förväntades beskriva problem och lösningar enligt samma struktur som i exemplet som presenterades (Figur 6).

1. Träningsutmaningar						2. LVC-Lösningar				
Aktivitet	Aspekt	Svårighet	L	V	C	L	V	C	Lösningsbeskrivning	Träningsvärde
Köra om	Döda vinkeln	Live A och Live B: Risk för kroppsskada för A och B när man vill testa konsekvenserna	x				X		Virtuell A och Virtuell B kör omkörning i en simulator, V-LB	V-A får riskfritt uppleva döda vinkel effekten och konsekvenser, V-B lär sig att hålla avstånd, parera, förstå A's döda vinkel
							X	X	V-A och C-B	
						X	X	X	L-A, C-LB, V-B	L-A lär sig blinka, döda vinkeln hålla avstånd, V-B lär sig hålla avstånd och parera
	Sikt									
	Väglag									
Hålla avstånd eller veja för att undvika förestående krock	Uppmärksam ma fara och reagera i tid	L-A och L-B testkrock inte acceptabelt	x				X	X	Virtuell C, Constructive A, B, LB	C: Uppmärksamhet, inbromsning, parering, vejning
										C (övervaka+parera+veja): Uppmärksamhet, inbromsning, parering, vejning + fysiska dynamiska händelseförlopp
									Live C, Virtuell A och B, Constructive LB	A+B (köra om): L-A lär sig blinka, döda vinkeln, hålla avstånd, V-B lär sig hålla avstånd och parera

Figur 6. Exempel på hur deltagarna förväntades resonera kring träningsvärigheter samt lösningar med avseende på tilldelning av uppgifter för Live (L), Virtual (V) och Constructive (C) i ett körskoleexempel med bilarna A, B, samt lastbil LB.

Workshopdeltagarnas uppgift var att i tre faser (1) påtala träningsutmaningar/svårigheter i termer av aktiviteter, (2) finna LVC-T lösningar för att överkomma dessa utmaningar/svårigheter - där antaganden var att alla nödvändiga tekniska förutsättningar finns, att säkerhetsproblematik (*security*) hanterats samt att C-entiteter kan uppvisa närmänskligt beteende, och (3) uttrycka träningsvärde för ingående entiteter. Fas 1 genomfördes först individuellt i varje par av flygförare. Syftet med att börja med individuellt arbete var att få varje deltagares tankar kring träningsutmaningar.. Efter detta presenterades och diskuterades i paren de individuella definitionerna på träningsutmaningar. Denna presentation och diskussion syftade dels till att låta deltagarna informera varandra om vad de individuellt angett som träningsutmaningar samt att gemensamt ytterligare detaljera träningsutmaningar. Fas 2 inleddes med att deltagarna parvis skulle diskutera och föreslå LVC-T-lösningar till de träningsutmaningar de tidigare gemensamt definierat. Deltagarna ombads sedan i Fas 3 att ange träningsvärden för L- och V-entiteter för varje föreslagen lösning.

Efter fas 1-3 fick deltagarna, i samma parkonstellation, till uppgift att utveckla träningsscenarier utifrån på förhand definierade grundscenarier som innehöll resurser, given hotbild, specifika mål samt befälhavares avsikt (scenario Nord och Syd). Grundscenarierna presenteras i sin helhet i avsnitt 4.3. I grundscenarierna bestod alla flygfarkoster av L-entiteter och uppgiften bestod av att byta ut åtta av dessa till V-entiteter, varav maximalt 4 st. på röd sida. I detta arbete skulle man särskilt beakta det träningsvärde för L och V man utvecklat i den tidigare fas 3. Deltagarna hade också möjlighet att under hand ställa frågor till workshopledarna och be om förtydligande eller begära eventuella ytterligare resurser, t.ex. att addera ytterligare V-entiteter. En viktig del bestod i att avgöra vilka av de olika entiteterna som skulle utgöra L, V eller C utifrån det träningsvärde som eftersöktes och formulerats tidigare (fas 3 ovan). De presenterade därefter sina scenarier för varandra och fick också möjlighet att kommentera varandras scenarier.

Slutligen blev grupperna ombad att ersätta fyra L-entiteter på blå sida med C-entiteter och detta diskuterades utifrån träningsvärde. Detta avslutande inspel gjordes för att vi önskade

undersöka på vilka grunder man finner att C-entiteter tillför något i ett träningsscenario. De två workshoparna tog ca. 3 timmar vardera. Sammanlagt utarbetades sju LVC-scenarier utifrån förutsättningarna för scenario Nord och Syd.

4.1.1 Deltagare

Sammantaget deltog 16 flygförare i workshoparna, åtta från F21 i åldrarna 27–35, och åtta från F7 i åldrarna 25–52. Vid respektive flygflottilj utgjorde fyra av deltagarna mer erfarna flygförare och fyra mindre erfarna. Med erfaren flygförare menas här piloter som flugit JAS39 i minst fyra år och är färdiga eller snart färdiga gruppchefer (eng. *fourship leads*). Med mindre erfaren flygförare menas här piloter som flugit JAS39 i cirka ett och ett halvt år eller mindre och ännu inte är färdiga med sin Grundläggande Flygslagsutbildning (GFSU).

Vid F21 under workshop 1 var deltagarna lite mer rutinerade flygförare, alla utom en har även rollen som flygtjänstledare och förväntas kunna åtminstone en del om scenariobyggande. Vid workshop 2 var deltagarna elever under slutskedet av sin Grundläggande Flygslagsutbildning JAS39 som ännu inte förväntas kunna något om scenariobyggande. Vid F7 var deltagarna under workshop 3 mindre erfarna flygförare som nyligen påbörjat sin Grundläggande Flygslagsutbildning. En var fortfarande i Typinflygningsskedet (TIS), d.v.s. hade nyligen börjat flyga in sig på JAS39. Deltagarna under workshop 4 var erfarna flygförare och hade alla kunskap om scenariobyggande.

Gruppen flygförare kan sägas utgöra en homogen grupp med hänsyn till yrkesroll och för att kunna fånga upp variation i perspektiv genomfördes variation i grad av erfarenhet samt flottilj- och divisionstillhörighet.

4.2 Resultat: Träningsutmaningar, lösningsförslag och träningsvärde

Alla åtta grupper oavsett grad av erfarenhet fokuserade i första hand på träningsutmaningar för L-entiteten. Identifierade utmaningar spänner från aspekter som har att göra med fysiska påfrestningar på flygfarkoster och flygförare, samt antal flygfarkoster som kan ingå i en övning, till aspekter som mänsklig bedömningsproblematik vid exempelvis träff på mål och verkan. LVC, där L-entiteterna sömlöst integreras i simulatoren, ses ur dessa perspektiv som en lösning där såväl V-entiteter som C-entiteter kan ingå och lösa problematik som finns med nuvarande L-träning. Många aspekter på angivna träningsutmaningar grundar sig på problematik som spänner över säkerhetspolitik och resurser vad avser antal flygfarkoster och flygförare, med andra ord mycket grundläggande argument för LVC-T (som också återfinns i tidigare presenterade "GA-LVC-T"). Dessa utmaningar och problematiker kan uttryckas i termer av det konceptuella ramverket som presenterats tidigare, mer specifikt som "GF-T" nr 1 och 2 (*lärande som en avvägning* samt *lärande som en kontextuell process*), samt "GA-LVC-T" undergrupp A, #-1a (*LVC drivs av argument för nationell och internationell säkerhet*) och #-1b (*LVC drivs av ekonomiska argument*). Lösningarna betonade särskilt V-entiteter där V-entiteter möjliggör för L-entiteten att möta ett mer trovärdigt motstånd i termer av prestanda och numerär.

Träningsvärdet fokuserade överlag på verklighetsnära prestanda av motståndare, volym på ingående aktörer inom scenariot, tillförlitlighet och exakthet i verkan genom att simulatoren utför beräkningar, samt att V- och C-entiteter kan utföra aktioner som inte är möjliga, tillgängliga eller säkra att göra som flygförare i en L-entitet. Deltagarna hade omedvetenhet att särskilt fokusera träningsvärdet för V-entiteter eftersom det i tidigare studie (Artman m.fl., 2018) framkommit tveksamhet kring träningsvärde för V-entiteter vid LVC-T. Övergripande resonerade deltagarna kring att V-entiteter genom att kopplas till L-entiteter får ett förstärkt träningsvärde genom att kunna ingå i krigslika scenarier och därmed erhålla en inblick i aspekter från verkliga förhållanden som sällan återskapas i träning och övning i simulatorer. I Tabell 2 följer en sammanställning av de fyra workshopgruppernas

definierade träningsutmaningar, förslag på lösningar samt angett träningsvärde. Träningsutmaningen är satt i ett aktivitetssammanhang, d.v.s. aktiviteten är ett föremål för träningen.

Tabell 2. Sammanställning av definierade träningsutmaningar och LVC-lösningar på dessa.

	Träningsutmaning	Lösningsbeskrivning	Träningsvärde	Antal grupper (1-7) som påpekade samma utmaning
1	Träning av större uppdrag än vad som är möjligt idag p.g.a. antal L-flygplan och flygförare	V och C entiteter kan utöka flygfarkostflottan	L: Träna stora scenarier i luften V: Får träna under, samt anpassa flygning till, verkliga flygförhållanden	7
2	Utfall av vapenleverans	Länka vapenleverans till simulator som tillsammans med stridsdomare kan göra bedömning, Inbegriper V och C som markmål.	Robot som V möjliggör omedelbara och verklighetstroga bedömningar V: Kan utgå direkt L: Får direkt återkoppling om träff C: Robot träffar tids- och platsenligt	6
3	Flygsäkerhetsrisk a) Lågflygning innebär en flygsäkerhetsrisk b) Separation c) Överljud i låg höjd d) Bekämpa fientlig robot e) Manövrerande av flygplan i flerplansscenarier	a) Möjlighet att träna BVR på låg höjd genom V b) L kan agera mot V utan att riskera kollision c) Utförs i V d) Robot V e) V agerar röd	a) Öva utan flygsäkerhetsrisk i L b) L: Träna med större tillgänglig luftvolym c) Agera i hög hastighet d) L: Träna med simulerade robotskott e) L: Kan träna korrekta manövrar (undanmanöver, kurvstrid) utan risk	6
4	Motståndarprestanda vid BVR-strid kan ej uppnås vid L-träning	V-entiteter kan agera motståndare utifrån olika plattformsprestanda	L: Träna mot verklighetstroga motståndare och värdera taktik V: Förståelse för prestanda hos motståndare samt förståelse av Svenska systems prestanda L&V: Utvärdering av taktik relativt motstånd	5
5	Väder	V kan agera oberoende av väder	V kan agera under "alla" väder L kan lasra in mål	3

	Träningsutmaning	Lösningsbeskrivning	Träningsvärde	Antal grupper (1-7) som påpekade samma utmaning
6	Undanmanöver vid BVR	Blanda L och V	L får övning i realistisk undanmanöver	2
7	Markhot och markmål/sjömål	V och C kan agera markhot	L och V: Trovärdigt scenario, öva identifiering, öva BDA (Battle Damage Assessment).	1
8	Träning BVR attack	Blanda L och V	Elev kan vara i luften Rotechef flyger V	1
9	Ej avslöja taktik/förmåga	L kan flyga mot V och C	Öva taktik mot realistiska och större antal motståndare	1
10	Avsaknad av adaptiv lärmiljö	Spelledning agerar dynamisk med stöd av inspel	Agera under oförutsägbara förhållanden	1
11	Geografi och luftrum	L kan flyga på en verklig geografisk plats men ha en annan geografisk kartbild	Medger att man kan flyga inom övningsområde utan restriktioner samtidigt som man deltar i en övning på annan geografisk plats	1
12	Fiendeuppträdande	Använd C för förutbestämda beteenden	Mängdträning mot förutsägbara uppträdanden	1
13	Öva stadsmiljö p.g.a. buller etc.	L: Forward Air Controller leder V: tränar i simulerad stadsmiljö	Ledning i realistisk miljö, V får agera i stadsmiljö	1

4.2.1 Koppling till grundantaganden

Flera av de träningsutmaningar och lösningsförslag som workshopdeltagarna föreslagit behandlar säkerhetspolitiska grundantaganden (GA-LVC-T undergrupp A, # -1A) i termer av att man kan träna i stora scenarier och mot antagen motståndarprestanda (GA-LVC-T undergrupp D, #9, samt undergrupp E, # 10) eftersom detta inte vore möjligt utan att också avslöja svensk taktik (GA-LVC-T undergrupp A #, -1A), kunskap om motståndare (GA-LVC-T, undergrupp A, # -1a) eller för den delen införskaffa flygfarkoster som är av samma typ som den motståndaren har. Sammantaget lyfter detta förstås även, om än implicit, ekonomiska antaganden (GA-LVC-T, undergrupp A, #-1b). Andra träningsutmaningar lyfter upp den sömlösa kommunikationen mellan enheter och att kunna dela och hantera gemensam information (GA-LVC-T undergrupp B, #2) för att på så sätt undvika ett temporalt avstånd mellan handling och återkoppling. Deltagarna poängterade också vikten av flygsäkerhetsrisker där LVC-T skulle möjliggöra träning av aspekter som är behäftade

med hög risk för kollision eller dylikt (GA-LVC-T, undergrupp B, #3). Utifrån denna sammanställning kan noteras att GA-LVC-T undergrupp C (träningsscenariot och scenario) inte direkt berörs. Denna undergrupp utgörs av resurser (typer av flygfarkoster och dessas förmåga, samt underrättelser om fiendliga krafter). Kännedom om dessa aspekter i ett träningsscenariot påverkar stort tilldelning av uppgifter och träningsmål i ett givet scenario - vilket var i särskilt fokus under workshopen genom design av LVC-T scenarier. Vid design av LVC-T scenarier (som vi kallat LVC-allokering) krävs för att *effektivt* utnyttja resurserna att man tänker i ett flertal successiva händelseförlopp (tex. anfallsvågor och eventuella utkomster av dessa). LVC-T möjliggör saker som i verkligheten är omöjliga, t.ex. att en flygfarkost som blir nedskjuten kan "återupplivas" ett för scenariot definierat antal gånger (*regen*, från eng. *regeneration*). Denna aspekt är något som starkt inverkar på scenariodesign och LVC-T allokering av L-, V- och C-entiteter.

4.2.2 Ytterligare aspekter som berördes

Många deltagare poängterade vikten av att utveckla mer "människliga" C-entiteter (datorgenererade entiteter), utveckla Virtual Reality för utökad upplevelse vid flygning, och att utveckla flygsimulatorerna för ökad verklighetsupplevelse. Resonemang fördes också kring att de olika flygträningssituationerna L och V har olika förutsättningar, uttryckt som fördelar och nackdelar (vilket i sig kopplar till GA-LVC-T i stort). I de fall detta inte handlade om att kombinera L-, V- och C-entiteter, så har sådana träningsvårigheter och utmaningar utgått från ovanstående beskrivning. Det är dock viktigt att notera att flygförarna poängterar vikten av mängdträning i simulatorer.

Många av de träningsvärden som utvecklats under workshoparna återspeglas i de grundantaganden som utvecklats och diskuterats i avsnitt 3.1. Några av dessa träningsvärden handlar om de fördelar LVC-T leder till genom att koppla samman L-, V- och C-entiteter. Exempel på detta är att undvika avslöjande av taktik, att utveckla större scenarier med fler flygfarkoster och markmål, att kunna öva lågflygning över tätorter och låta motståndarsidan ha en realistisk prestanda. Det finns också exempel på grundantaganden som inte direkt har lyfts, exempelvis att kunna individualisera träningsbehov inom ramen för ett scenario. Konceptet LVC-T möjliggör att man inom ramen för ett större scenario kan låta enskilda flygförare träna specifika moment, d.v.s. att fokusera på individuella träningsbehov. Även om inte detta direkt har uttryckts som en träningsutmaning eller som en lösning som möjliggörs med hjälp av LVC-T, så kan sådana uttryck implicit ha kommit med i workshopsmaterialet. Detta inte minst eftersom vi i möjligaste mån försökt få en spridning av expertis bland workshopdeltagarna och därav kan olika individuella träningsbehov komma till uttryck.

Det sist nämnda påvisas särskilt i det nästkommande avsnittet där man utifrån de träningsvärden som artikulerats och ett givet grundscenario, skulle designa ett LVC-T scenario med uppgift att allokera L- och V-entiteter så att dessa får ett bra träningsvärde. Det blir i denna fas av workshoparna tydligt att graden av expertis inverkar på vilka träningsbehov och träningsvärden som fokuseras.

4.3 Scenarioutveckling och LVC-allokering

Utifrån workshopdeltagarnas parvisa beskrivningar av träningsutmaningar, lösningsförslag samt träningsvärde för L- och V-entiteter, fick de till uppgift att utifrån ett av de två nedanstående grundscenarierna (där alla flygfarkoster på blå sida initialt var L-entiteter) allokera vilka resurser som skulle vara L-, V- respektive C-entiteter. Mer specifikt skulle tilldelas 8 V-entiteter varav max 4st på röd sida. Instruktionen var att särskilt beakta det träningsvärde för L- och V-entiteter som utvecklats i fas 3. Efter att de hade tilldelat resurserna och motiverat sina val för övriga deltagare fick de ytterligare en uppgift som innebar att byta ut fyra entiteter (L/V) på blå sida mot C-entiteter, fortfarande med träningsvärde i fokus. Detta för att utforska på vilka grunder deltagarna finner att C-entiteter tillför något, och vad detta i sådant fall utgörs av.

I båda scenarierna fanns det geografiskt utsatta ytor för flygfarkoster att “återfödas”, s.k. *regen*-fält (från eng. *regenerate*) som var avsedda att spegla den uppsättning av entiteter som placerats som L-, V- och C-entiteter, d.v.s. i det fall en entitet ska återuppstå måste den återuppstå som samma entitetstyp. Detta betyder att en L-entitet inte kan återfödas som en V-entitet. Detta innebar att om en L-entitet blev nedskjuten så kunde denna återuppstå efter ett beräknat tidsförlopp som en L-entitet från *regen*-fältet. Observera att vi under workshopen lät förutsätta att länkning och koppling mellan flygplan, virtuella entiteter och simulerade entiteter var oproblematisk (m.a.o. att exempelvis träningsutmaning nummer 2 i Tabell 2, utfall av vapenleverans, antas fungera felfritt). Nedan presenteras de två grundscenarierna “Södra scenariot” och “Norra scenariot”.

4.3.1 Uppgift: Södra scenariot

I detta scenario var förutsättningarna (Tabell 3) att fienden (röd sida) hade erövrat Visby flygplats och bemannade två CAP:ar (Combat Air Patrol, beredskapslägen) över Gotland. Fienden hade landsatt kvalificerat luftvärn (S-300) på Gotland och en fartygsgrupp var på väg mot Gotland med omfattande förstärkningar. Blå sidas uppgift var att slå ut luftvärnet med långräckviddiga GPS-bomber och sedan skapa lokalt luftherravälde över Gotland. Detta för att möjliggöra ett uppdrag med sjömålsrobot som skulle sänka de fientliga fartygen cirka 40NM öster om Hoburgen.

Röd sidas uppgift var luftförsvar av Gotland samt fartygsgruppen. Röd sida hade 2x2 flygfarkoster i luften över Gotland samt även fyra startklara flygfarkoster på Visbybasen. Utöver detta hade röd sida flygfarkoster i 5-15 minuters beredskap i ett *regen*-fält mellan Gotland och Baltikum (*Regen East*).

Tabell 3. Förutsättningar södra scenariot.

Blå sida	Röd sida
4xJAS39 med sjömålsrobot Rb15 (Såtenäs). 4xJAS39 med jaktlast 4(2)02+ (d.v.s. två METEOR, två AMRAAM ¹⁵ , två IRIS-T ¹⁶ samt fullast AKA ¹⁷ per flygplan) (Ronneby). 4xJAS39, två med långräckviddiga GPS-bomber (8xGBU39), två med 4(2)02+ (Malmen). 6xF/A-18 med 602+ (sex AMRAAM, två IR-Rb samt AKA) (Hagshult).	4xSu-30 i CAP, Visby samt Hoburgen, en rote i varje 8xSu-27 i ett Regen East. 4xSu-30 Visbybasen. Luftvärn S-300 på Visbybasen.

Figur 7 visar en illustration av de geografiska förutsättningarna för det södra scenariot med blå och röd sida.

I det följande redogörs för de allokeringar som grupperna gjorde baserat på angivna grundförutsättningar i Tabell 3 samt de argument som grupperna använde för att motivera uppnått träningsvärde för L- och V-entiteter.

¹⁵ Advanced Medium-Range, Air-to-Air Missile.

¹⁶ Infra-Red Imaging System - Tail/Thrust Vector Controlled.

¹⁷ Automatkanon.



Figur 7. Kartbild med geografiska förutsättningar för det södra scenariot, blå och röd sida.
Kartunderlag: Google Maps (Google).

4.3.2 Resultat Södra scenariot: Allokering av L och V

Givet grundförutsättningarna för det södra scenariot tog grupperna av flygförare sig an uppgiften att allokera åtta av de givna L-farkosterna till V-entiteter, varav högst fyra på röd sida. De olika benämningarna av grupper av flygförare i det följande hänvisar till:

- Grupp 1: F21 (mer rutinerade flygförare)
- Grupp 2: F21 (mindre rutinerade flygförare)
- Grupp 3: F7 (mindre rutinerade flygförare)
- Grupp 4: F7 (mer rutinerade flygförare)

Tabell 4. Allokering av L- och V-entiteter södra scenariot.

	SÅT			RON			MAL			HAG			VIS			HOB			REGEN E			QRA		
	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C
Grp 1	2	2		4			2	2		6			2			2			8			4		
Grp 2	4				4		4			6			2			2			8			4		
Grp 3	4			4			2	2		4	2		2			2			4	4		4		
Grp 4		4		4			4			6			2			2			4	4		4		

Grupp 1 valde att byta ut alla fyra Su-30 som låg i CAP över Visby och Hoburgen till V-entiteter. Motivet var att blå sida därmed kunde öva mot realistiska fart- och höjdprenstanda och därmed få ökat träningsvärde. Det uttrycktes också att om dessa flygfarkoster blev

nedskjutna så skulle de återgenereras som de Su-30 som stod startklara i QRA¹⁸-basen (Visby). På blå sida valde grupp 1 att byta ut de två JAS39 (Malmen) som skulle fälla långräckviddiga GPS-bomber eftersom det bedömdes som mindre givande för L – detta uttrycktes som ”flyga till en punkt och trycka på en knapp”. Vidare bytte grupp 1 ut två av flygfarkosterna i JAS39 Rb15-gruppen i Såtenäs mot V-entiteter. Grupp 1 ville behålla gruppchef och rotechef och sätta in V-entiteter som 2 och 4 i grupperna. Motivet var att en stor del av arbetet och därmed också träningsvärdet med Rb15, sker i planeringsfasen.

Grupp 2 valde precis som grupp 1 att låta de fyra röda Su-30 som låg i CAP över Gotland utgöras av V-entiteter. Motiveringen för grupp 2 var densamma som för grupp 1. På blå sida valdes att sätta hela fyrgruppen JAS39, som startade i Ronneby, som V-entiteter. Motivet var att hålla ihop grupperna som antingen L- (Malmen) eller V-entiteter (Ronneby). Detta för att grupp 2 såg ett stort träningsvärde i själva gruppssamarbetet, både i planeringsfasen och under själva utförandet av uppdraget. Utöver detta såg grupp 2 ett värde för V-entiteterna i att kunna flyga med överljuds fart utan hänsyn till buller och andra regler som finns för L-entiteter.

Grupp 3 presenterade en något annorlunda lösningsidé. På röd sida placerades QRA i Visby som L-entiteter eftersom detta sågs som ett viktigt lärmoment att träna hela kedjan av att invänta klartecken för att gå i luften, d.v.s. att vara stridsberedd. I likhet med de övriga grupperna valdes att allokera de fyra Su-30 som låg i CAP som V-entiteter med motiveringen att om det blir fördröjningar i övningen (vilket det ofta blir) så kan dessa vara i luften länge och därmed anpassa scenariot efter uppkommande händelser. Detta innebar också att Su-27 i *regen*-fält E kunde agera antingen som L- eller V-entiteter. På blå sida valde grupp 3 att låta hela fyrgruppen JAS39 med Rb15 (Såtenäs) agera L-entiteter med motiveringen att det är centralt att öva lågflygning och att det är *deras* (Såtenäs) huvuduppgift. Grupp 3 resonerade kort om att låta 2:an och 4:an i fyrgruppen utgöras av V-entiteter – men menade att detta inte skulle ge ett tillräckligt träningsvärde eftersom det skulle innebära att bara följa rotechefen. I samklang med grupp 1 valde grupp 3 att låta två av Malmens JAS39 med långräckviddiga GPS-bomber utgöras av V-entiteter, och detta med samma motivering att planering i sammanhanget utgör det mest centrala träningsvärdet. Vidare menades att det skulle vara intressant med samarbete mellan V- och L-entiteter om genomförandet av uppgiften att fälla bomber, skulle medföra att hamna i strid mot andra i luften. F/A-18 fyrgruppen delades också upp så att två utgjordes av V- och 4 av L-entiteter. Motiveringen var att prestandan på denna grupp kunde öka och att det skulle innebära att få ingå i en grupp med en annan nation (F/A-18), vilket skulle vara givande. Grupp 3 valde att behålla hela JAS39 från Ronneby som L-entiteter med motiveringen att få öva *Fightersweep* (jaktstvep, Offensive Counter Air, OCA) samt övning av undanmanöver (uman). Det är tydligt att grupp 3, som består av mindre rutinerade flygförare, fokuserar på träningsvärden som de själva ännu inte upplevt i en L-flygfarkost. Vidare beaktade grupp 3 i sin lösning inte flygrestriktioner för lågflygning över civilt område.

Grupp 4 valde att låta hela JAS39 med Rb15 från Såtenäs utgöra V-entiteter. Huvudargumentet för detta var att låta flygfarkoster där lågt träningsvärde riskerades, utgöras av V-entiteter. I detta specifika fall identifierades risken att ovanstående JAS39 inte ens skulle kunna komma fram för att kunna fälla sina sjömålsrobotar. Ett annat viktigt argument var, i motsats till grupp 3, buller och luftrum. Lågflygning som L-entitet såg grupp 4 inte som görbart över landskapet. Gruppen hade dock ett resonemang om att fyrgruppen skulle kunna vara på en annan verklig geografisk position men ha kartor från södra scenariot laddade i flygfarkosten.

Vad avsåg röd sida så resonerade grupp 4 om att låta fyra Su-27 som låg i *regen*-fält E utgöra V-entiteter eftersom de som är L-entiteter på röd sida (de två CAP:arna och QRA) får minst träningsförlust på så sätt. Gruppen resonerar alltså att L-entiteter alltid har ett överskridande, viktigare och högre träningsvärde än andra entiteter. Vidare menades att V-entiteter möjliggör överljudsflygning, undanmanöver i höjdled och att agera på ett sätt som inte kan

¹⁸ Quick Reaction Alert.

göras i fredstid vilket motiverade att ha V-entiteter i *regen*-fält E. Detta var ett resonemang som var mycket olik de andra gruppernas resonemang. Grupp 4 fokuserade i hög grad på att motståndet utgjordes av L-entiteter trots att det inte är möjligt att låta ett JAS39 ha samma motståndarprestanda som Su-30 eller Su-27. Träningsvärdet med att flyga som L-entitet även på röd sida var i detta fall övervägande.

4.3.3 Resultat Södra scenariot: Byte av fyra entiteter som C

När grupperna designat och presenterat sina scenarier tilldelades de en ytterligare uppgift. Den nya uppgiften var att i det designade scenariot välja ut och ersätta fyra av entiteterna (L/V) med C-entiteter.

Både grupp 1 och 2 valde att byta ut tre JAS39 i Såtenäs, och endast låta en utgöra L-entitet, vilken var gruppchefen. Motiven var att ha en "man in the loop" eftersom mycket av träningsvärdet ligger i planeringen och att de tre "bara ska haka på" gruppchefen.

Både grupp 1 och 2 valde också att byta ut rotetvåan i roten med långgräckviddiga GPS-bomber (Malmen). Motivet var att uppdraget som rotetvåa var väldigt enkelspårigt och detaljplanerat och därför hade lågt träningsvärde.

Grupp 3 valde att ersätta två JAS39 (Såtenäs) med C-entiteter. Motivet för detta var dels ett önskemål om att kunna träna lågflygning, samt att grupp 3 i likhet med grupp 1 och 2 ansåg att rote två och fyra mest behövde hänga med rotechefen. Vidare valde grupp 3 att ersätta två F-16 med C-entiteter för att även deras uppgift ansågs relativt enkel och förplanerad. Ett genomgående argument var att det fanns med en verklig person inom varje grupp. Grupp 3 hade också ett flertal olika resonemang innan ovanstående förslag presenterades. Grupp 3 resonerade om att byta ut andra delar (rotetvåor från Malmen, Såtenäs och Ronneby) men de förslagen övergavs eftersom det var okänt hur "bra AI" C-entiteterna kunde utgöra.

Grupp 4 frångick instruktionerna genom att argumentera för att röd sida kunde agera som C-entiteter (vilket i stunden medgavs av workshopledarna). Båda CAP:arna VIS och HOB ersattes med C-entiteter (och som konsekvens blev även fyra *regen* E, C-entiteter eftersom de endast kan återskapas som samma typ av entitet). Resonemangen var att CAP-flygning är relativt enkelt och utgör mycket väntan vilket ger minst träningsvärde, samt att grupp 4 fokuserade på att C-entiteter i framtiden borde vara mer mänskliga (realistiska) än dagens AI-baserade system. Grupp 4 skiftade alltså från att allokera motståndet som huvudsakligen var L-entiteter till att vara huvudsakligen C-entiteter.

Tabell 5. Allokering av C-entiteter södra scenariot.

	SÅT			RON			MAL			HAG			VIS			HOB			REGEN E			QRA		
	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C
Grp 1	1		3	4			3		1	6			2			2			8			4		
Grp 2	1		3		4		3		1	6			2			2			8			4		
Grp 3	2		2	4			2	2		2	2	2	2			2			4	4		4		
Grp 4		4		4			4			6				2			2		4	4		4		

4.3.4 Uppgift: Norra scenariot

Detta scenario hade likheter med uppdrag som flygs under övningar som Arctic Challenge Exercise (ACE). ACE är Europas största internationella flygövning som äger rum vartannat år i området kring Vidsel där bland annat skarpa bomber kan fällas.

Blå sida skulle samlas i ett område mellan Vilhelmina och Lycksele för att sedan genomföra ett samordnat anfall mot Vidsel, Jokkmokk och Porjus. Blå sidas uppgift var att skapa lokalt luftherravälde för att kunna bekämpa tre olika markmål: (1) En fiktiv luftvärnsställning S-300 vid Jokkmokk som ska bekämpas med fiktiva långgräckviddiga GPS-bomber för att

andra flygfarkoster ska kunna nå området, (2) en sjöflygbas vid Porjus som ska bekämpas med fiktiva laserstyrda bomber samt (3) riktiga mål i Vidsel skjutområde som ska bekämpas med två stycken skarpa laserstyrda bomber.

Röd sidas uppgift var att luftförsvara området norr om Skellefteälven. Röd sida bemannade kontinuerligt två beredskapslägen (CAP:ar), en över Vidsel, den andra 40NM västnordväst om Vidsel. Röd sida hade även två stycken *regen*-fält. En vid Kvikkjokk i väster och en 10NM väster om Överkalix i öster. Utöver detta hade man kvalificerat luftvärn S-300 5NM norr om Jokkmokksbasen. Tabell 6 redovisar en sammanställning av den formella uppställningen för blå respektive röd sida.

Tabell 6. Grundförutsättningar för blå och röd sida.

Blå sida	Röd sida
2xJAS39, två bestyckade med långräckviddiga GPS-bomber (8xGBU39) och två med jaktlast 4(2)02+ (d.v.s. två METEOR, två AMRAAM, två IRIS-T samt fullast AKA per flygplan) 4xJAS39, två med blandlast, varsin skarp laserstyrd bomb samt 3 laserstyrda robotar 3(2)02+, de andra två med jaktlast 4(2)02+ 4xF-16 (Norge), alla med blandlast, två laserstyrda bomber GBU var samt 202+ (två AMRAAM, två IR-Rb samt AKA) 4xF/A-18 (Finland), alla med jaktlast, 602+ (sex AMRAAM, två IR-Rb samt AKA)	4xSu-30 i CAP, en rote i varje 8xSu-27 på Regen West-basen 6xSu-30 på Regen East-basen Luftvärn S-300 norr om Jokkmokk

Eftersom det finns två flygplan med skarpa bomber att fällas på Vidsel övningsområde är det på förhand givet att dessa två flygplan måste vara L. Figur 8 illustrerar geografiskt förutsättningarna för det norra scenariot med blå och röd sida.



Figur 8. Kartbild med geografiska förutsättningar för det norra scenariot, blå och röd sida.
Kartunderlag: Google Maps (Google).

4.3.5 Resultat Norra scenariot: Allokering av L och V

Givet grundförutsättningarna för det norra scenariot tog sig grupperna av flygförare an uppgiften att allokera åtta av de givna L-farkosterna till V-entiteter, varav högst fyra på röd sida. De olika benämningarna av grupper av flygförare i det följande hänvisar till:

- Grupp 5: F21 (mer rutinerade flygförare)
- Grupp 6: F21 (mindre rutinerade flygförare)
- Grupp 7: F7 (mer rutinerade flygförare)

Tabell 7. Allokering av L- och V-entiteter Norra scenariot.

	JAS39			JAS39 (LGB LIVE)			F/A-18			F-16			CAP W			CAP E			REGEN W			REGEN E		
	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C
Grp 5	2	2		4			4			2	2		2			2			8			6		
Grp 6	4			2	2		4			2	2		1	1		1	1		6	2		6		
Grp 7	2	2		2			2	2		4			1	1		1	1		7	1		5	1	

Grupp 5 valde att dela upp fyrgruppen JAS39. De två som skulle fälla långräckviddiga GPS-bomber skulle vara V-entiteter med motiveringen att uppdraget är tydligt fördefinierat och planerat i detalj, samt att det bara bestod av att flyga till en punkt och ”trycka på en knapp”, d.v.s. samma argument som framförts tidigare i det Södra scenariot. De andra två JAS39 med jaktlast behölls som L-entiteter för att de skulle kunna strida mot ett mer realistiskt motstånd. I detta fall nedprioriterades alltså träningsvärdet för V-entiteter till förmån för att höja detsamma för L-entiteter. Detta genom att L-entiteter därmed fick möjlighet att utföra uppdrag med högre träningsvärde. För att skapa ett mer realistiskt motstånd lät grupp 5 i första hand byta ut Su-30 som ligger i CAP till V-entitet. Detta bedömdes vara något som är svårt, för att inte säga omöjligt att öva med L-entiteter eftersom Sverige saknar flygfarkoster som har dessa fart- och höjdpredanda. Av detta skäl får flygförarna aldrig möta flygfarkoster med dessa prestanda som L-entitet. Med denna lösning skulle flygförarna som flyger L-entiteter kunna strida mot motståndare med realistiska prestanda vilket bedömdes skulle öka träningsvärdet avsevärt. Träningsvärdet ökas även genom att de flygförare som flyger Su-30 i simulator lär sig förstå motståndaren och vad hen kan göra med sin plattform. Dessa skulle också gå att ”återanvända” som de sex Su-30 som skulle komma från *regen*-fältet East, motiveringen var densamma som den ovanstående.

Grupp 5 valde också att dela upp F-16 med två L- och två V-entiteter med motiveringen att uppdraget är ett planlagt uppdrag. Grupp 5 önskade rotechefer som L-entitet och rotetvåor som V-entitet. Detta möjliggör även att uppdraget blir oberoende av väderförhållanden eftersom V-entiteter skulle kunna identifiera mål och L-entiteter därmed får ett högt träningsvärde oberoende av väderförhållanden. Med argumentet att få öva mot en realistisk motståndarprestanda, valde grupp 5 att alla röda skulle utgöras av V-entiteter. Gruppen lyfte också uttryckligen vikten av att enkelt kunna återuppstå som V-entiteter från *regen*-fälten.

Grupp 6 resonerade något annorlunda i jämförelse med grupp 5 och valde i högre grad att även röd sida skulle ha L-entiteter. Gruppen valde att behålla fyrgruppen JAS39 med två långräckviddiga GPS-bomber och två med jaktlast som L-entiteter. På blå sida byttes också de två air-to-air JAS39 ut mot V-entiteter, där de två andra i fyrgruppen måste utgöras av L-entiteter eftersom de ska fälla skarpa laserstyrda bomber. Gruppen tyckte att air-to-air JAS39 uppgiften att lasra in bomber lämpade sig lika bra för V-entiteter samt att det skulle ge intressanta träningseffekter med tätt samarbete inom gruppen mellan L- och V-entiteter. Träningsvärdet bestod här av att utsättas för en ny och ovan situation och att snabbt kunna anpassa sig till denna och lösa uppdraget.

Grupp 6 valde vidare att byta ut två i 4-gruppen F-16 med laserstyrda bomber till V-entiteter. Motivet till detta var detsamma som för grupp 5 ovan, d.v.s. uppdraget är inte särskilt dynamiskt samt okänslighet för verkliga väderförhållanden i målområdet.

På röd sida valde grupp 6 att byta ut två Su-30, en i varje rote och två Su-27 mot V-entiteter. Motivet till detta var detsamma som framfördes av grupp 5, d.v.s. att kunna utnyttja mer realistiska fart- och höjdpredanda och därigenom öka träningsvärdet för blå sida. Denna grupp väljer alltså explicit att låta två flygfarkoster i *regen*-fältet W utgöras av två V-entiteter.

Grupp 7 resonerade på samma sätt som grupp 5 om att de JAS39 som skulle fälla långräckviddiga GPS-bomber skulle utgöras av V-entiteter. Detta med motiveringen att uppdraget är tydligt fördefinierat och planerat i detalj. För den fyrgrupp som skulle fälla

bomber föll det tyvärr bort instruktioner om att det var en fyrgrupp och inte en rote, med resultatet att dessa två flygfarkoster måste utgöras av L-entiteter - eftersom endast L-entiteter kan släppa L-bomber. Grupp 7 lät F/A-18 flygfarkosterna vara uppdelade i två L- och två V-entiteter med motiveringen att två höjder oftast tilldelas. Detta förenklas med två L-entiteter med två tilldelade höjder, man kan agera som om man var i grupp och samverka taktiskt. Grupp 7 räknade alltså med att inte behöva separera L-entiteterna.

På röd sida valde grupp 7 också liksom grupp 6, att dela upp CAP:arna med en L -och en V-entitet i vardera CAP. Gruppen valde att placera en av V-entiteterna i CAP så att de kunde återuppstå 1 gång från *regen*-fälten. Detta innebar ett tydligt fokus på att L-entiteterna som är i luften får så mycket flygtid som möjligt medan V-entiteterna då endast kunde medverka i två anfallsvågor. Vidare, precis som i grupp 6 lösning, kunde två "fräscha" flygsimulatorer användas som stöttade de flygfarkoster som är i CAP, d.v.s. att det kunde finnas två L-och fyra V-entiteter som utgjorde den röda gruppens styrka.

Utifrån uppgiften kan vi se att deltagarna i studien har resonerat relativt likadant vad gäller blå sida och särskilt att det poängteras att minst en rotechef bör vara L-entitet medan rotetvåan kan vara V-entitet. Detta görs av två skäl, dels för att behålla "man in the loop", dels att enklare uppdrag med fördel kan utföras i simulator som V-entitet. På röd sida kan vi se att möjligheten att tilldela olika farkoster som V-entiteter använts, men på lite olika sätt. Två grupper har explicit lyft att använda V-entiteter som särskilda flygfarkoster som vi antar kan agera med andra entiteter. På det sätt som grupp 5 planerade röd sida, finns det alltid fyra flygfarkoster i luften och de kan återuppstå 14 gånger. Detta medger ett effektivt användande av resurser men samtidigt medger det inte lika stora möjligheter till dynamik i motståndet (jfr. avsaknad av adaptiv lärmiljö som träningsutmaning, Tabell 2).

4.3.6 Resultat Norra scenariot: Byte av fyra entiteter som C

När grupperna designat och presenterat sina scenarier tilldelades de ytterligare en uppgift. Den nya uppgiften bestod i att i det designade scenariot välja ut och ersätta fyra av entiteterna (L/V) med C-entiteter.

Tabell 8. Allokering av C-entiteter norra scenariot.

	JAS39			JAS39 (LGB LIVE)			F/A-18			F-16			CAP W			CAP E			REGEN W			REGEN E		
	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C	L	V	C
Grp 5	2	2		4			4					4	2			2			8			6		
Grp 6	2		2	2	2		2	2	2	2			1	1		1	1		6	2		6		
Grp 7	2	2		2			2	2		2		2	1	1		1	1		7	1		5	1	

Grupp 5 valde att ersätta hela F-16-gruppen med C-entiteter och därmed frigjorde de två V-entiteter och valde därför att låta hela 4-gruppen JAS39 (GBU39/4(2)02+) utgöras av V-entiteter. Motivet var att hålla ihop grupperna, grupp 5 ville som helhet hålla ihop gruppen JAS39 som V-entiteter. Gruppen tyckte att de centrala träningsvärdena bestod i att genomföra hela uppdragsplaneringen med en fyrgrupp med förutbestämda roller samt att träna samarbete under uppdraget.

Grupp 6 valde att byta ut de två JAS39 som hade långräckviddiga GPS-bomber mot C-entiteter. Motiveringen var återigen densamma som för grupp 5, d.v.s. att uppdraget till stor del var förplanerat i detalj och det bara bestod av att flyga till en punkt på kartan och trycka på en knapp. Även här nedprioriterades alltså träningsvärdet för V-entiteter till förmån för att höja detsamma för L-entiteter. Detta genom att L-entiteter fick utföra uppdrag med högre träningsvärde. Gruppen bytte också ut två i 4-gruppen F/A-18 till C-entiteter. Motivet till att behålla två som V-entiteter var en förväntan om BVR-strid vilket lämpar sig väl att träna som V-entitet. I simulatorer kan hela prestandan utnyttjas och flyga med överljudsfart på

alla höjder vilket skulle ha gjorts om det hade varit ett skarpt uppdrag i krig. Därför blir träningsvärdet större om detta kan öva på samma sätt i fred.

Grupp 7 frångick instruktionerna och argumenterade för att ha 2 C-entiteter i *regen*-fält W eftersom denna lösning skulle innebära att det blir fler mål. Detta frånges från instruktionerna godkändes av workshopsledningen. På blå sida beslöts F-16-gruppen ha två C-entiteter för att möjliggöra *swing-role* (d.v.s. planerad eller oförutsedd uppdragsförändring). Meningen var att gruppchef styr C-entiteter som hänger med i uppdraget. Det var särskilt viktigt för grupp 7 att kunna behålla en människa i varje fyrgrupp för att kunna säkerställa man-in-the-loop.

4.4 Sammanfattande analys av de fyra scenarierna relativt träningsvärde

Workshopdeltagarna lyckades i sin scenariodesign för LVC-T att resonera kring och tilldela uppgifter till L- och V-entiteter så att båda dessa skulle få ett bra träningsvärde. Det kan dock noteras att det är i ett fåtal fall där grupperna i sin scenariodesign på ett tydligt vis byggt vidare på sina resonemang och analyser om svårigheter med träning idag, och där LVC-T kan bidra till att komma tillrätta med detta och därmed ge eftersökt träningsvärde. Detta kan bero på att deltagarna inte på ett tydligt sätt plockade upp denna instruktion och möjlighet, samt att de grundförutsättningar och uppdrag som presenterades inför scenariodesignen upptog för mycket uppmärksamhet. Något som också kan noteras är att somliga av de identifierade svårigheterna med träning och LVC-lösningar till dessa kan sägas vara uppfyllda dels genom de grundförutsättningar och instruktioner som gavs inför scenariodesignen (d.v.s. att "det finns inga tekniska problem", "säkerhetsrisker är omhändertagna" och "Constructives/AI:s uppvisar mänskligt beteende" som berör träningsutmaning 2, Tabell 2), dels att scenariot i sig utgjorde ett större scenario och uppdrag som definierats som en träningsutmaning (träningsutmaning 1, Tabell 2). I somliga fall berörs en träningsutmaning, som t.ex. manövrerande av flygfarkost i flerfarkostscenarier - men då inte i sammanhanget flygsäkerhetsrisk (träningsutmaning 3, träna undanmanöver utan risk för kollision, Tabell 2). I det följande presenteras en sammanställning av de aspekter som grupperna lyfte som mest centrala:

- **Motståndarprestanda är en viktig aspekt**

I alla scenarier så har grupperna låtit motståndaren agera V-entiteter. Detta av den enkla anledningen att i en simulator kan flygförare flyga motståndare med den prestanda på flygfarkosten som motståndarna antas ha i verkligheten. Det är naturligtvis centralt att blå-piloter tränas med ett motstånd som är trovärdigt. Därutöver diskuterades fördelen att våra svenska flygförare får uppleva prestandan för andra länders flygplansflotta när de flyger som röd-V-entitet, samtidigt som de då upplever hur blå sida (d.v.s. stridspiloter som agerar likt dem själva) upplevs agera från motståndarens perspektiv.

- **Undvika enkla, förplanerade uppdrag för L**

Grupperna prioriterar L-entiteter för de avancerade och dynamiska uppdragen. Enklare uppdrag låter man V-entiteter eller C-entiteter utföra. Vid flygning som L-entitet finner deltagarna att man tydligt ska få utföra avancerade uppgifter.

- **Gruppchef/rotechef prioriteras som L**

I de fall grupperna har delat upp en fyrgrupp eller rote i L- och V-flygfarkoster har fokuserats på att grupp-/rotechefen är L-entitet. Motivationen har varit att rotetvåan mest hakar på och att detta mycket väl kan utföras av V-entitet eftersom det inte är lika avancerat. I uppföljningsuppgiften lät grupperna också alla utom gruppchefen vara C-entitet. Ett argument för att inte helt låta en hel fyrgrupp gå som C-entiteter, även vid detaljplanerade uppdrag, var att behålla "man in the loop" d.v.s. att det bedöms som

viktigt att planeringen i högsta grad utförs av en person som även kan koordinera med aktörer över hela övningen.

- **Väderberoende vid laserbelysning av mål**

Laserstyrda bomber, och själva laserbelysningen av mål, påverkas av väder. I scenarierna har grupperna resonerat att i möjligaste mån göra sig oberoende av väder för att kunna utföra övningen enligt plan. Med detta som motivation har grupperna föreslagit att de flygfarkoster som ska laserbelysa ett mål agerar som V-entiteter.

- **Överljuds- och lågflygning för V**

Regler för överljuds- och lågflygning p.g.a. buller samt flygsäkerhetsrisker gör att grupperna lyfter dylika uppdrag till V-entiteter. Motiven är dels reglerna, dels ett önskemål om att i större scenarion kunna öva överljuds- och lågflygning.

- **Manövrering av flygfarkost**

Under scenarioutvecklingen resonerade grupperna i hög grad om olika manövreringsfrågor. Under övningen med att uttrycka träningsvärde var det framförallt undanmanöver som lyftes som ett viktigt träningsvärde, och under scenarioutvecklingen återkommer behovet av att träna ett flertal undanmanövrerutiner som L-entitet, vilket viktades högt relativt andra träningsvärden.

- **Constructives**

Constructives bör göra de enklare uppgifterna eller uppgifter där C-entiteten enkelt följer en L- eller V-entitet. C-entiteter användes i resonemanget som en hävstång för att stärka i synnerhet L-entiteters träningsvärde. I ett avseende kan sägas att C agerar utfyllnad i scenariot med väl definierade aktiviteter.

4.5 Träningsutmaningar och koppling till grundantaganden för LVC-T

De aspekter som särskilt lyftes under scenariobyggandet mappar delvis mot de aspekter som tidigare definierats som träningsutmaningar och LVC-T lösningar på dessa. Detta framgår i Tabell 9 nedan där en sammanställning över definierade träningsutmaningar, den utsträckning som dessa lyfts i scenariodesign samt hur dessa mappar mot tidigare definierade grundantaganden för LVC-T presenteras.

Under scenarioutvecklingen lyfte grupperna av flygförare träningsutmaningar som inte framkom under definierandet av träningsutmaningar och LVC-T lösningar till dessa. Utöver detta framkom aspekter som är centrala för design av LVC-T, som att noga beakta återgenerering för att säkerställa genomförbarhet av, samt bra träningsvärde för L- och V-entiteter i LVC-T-scenarier. I Tabell 9 återfinns dessa i vänstermarginalen som "Under scenarioutveckling".

Tabell 9. Under workshop angivna träningsutmaningar, utsträckning dessa beaktats under scenariodesign, samt vilka grundantaganden för LVC-T som berörs.

Träningsutmaning		Scenarioutveckling, argumentation	Grundantaganden LVC-T
Aspekter som framkom under workshopen	Antal grupper som lyft	Antal grupper som lyft	Relaterar till grundantaganden om LVC-T #
Framkom under brainstorming			
Stora uppdrag	7	Utgör grundförutsättning (scenariot var stort)	#6, #7
Utfall vapenleverans	6	Utgör grundförutsättning (tekniken antogs fungera)	#-2, #2
Flygsäkerhetsrisker	6	1	-
Motståndarprestanda	5	4	#1
Väder	3	2	#1
Undanmanöver vid BVR	2	1	
Markhot och markmål/sjömål	1	Utgör grundförutsättning (ingick i scenariot)	Utgör grundförutsättning
Träning BVR attack	1	1	-
Ej avslöja taktik	1		#-1a
Avsaknad av adaptiv lärmiljö	1		-
Geografi och lufterum	1	1	#3
Framkom under Scenarioutveckling			
Återgenerering	-	4	Utgör grundförutsättning
Enkla, förplanerade uppdrag	-	6	#4, #7, #9
”Man-in-the-loop”		3	#3, #7
Gruppsamarbete	-	3	ej bara LVC-T

Träningsutmaning		Scenarioutveckling, argumentation	Grundantaganden LVC-T
Hela kedjan	-	1	#6
Övningsfördröjning/ övningstekniska problem	-	2	ej bara LVC-T
Obekant situation	-	1	#9

Tabellen avser visa kopplingar mellan vad flygförarna som medverkade i workshoparna beaktade vid motiverandet av sina val vid allokering av L- och V-entiteter, och de grundantaganden om LVC-T som presenterats i texten. Kopplingen visar en viktning av/mellan motiv, argument och grundantaganden.

Baserat på detta kan vi notera att flygförare då de utgår från effektmål av träning (träningsvärdet) inte beaktar sådana aspekter som ofta lyfts fram som viktiga fördelar med LVC-T, såsom säkerhetspolitik, miljö och ekonomi. Förmodligen är detta implicita aspekter, men träningsvärden och träningseffektivitet kommer fram som mer centrala för att designa effektiva träningsscenarier. Sett ur ett politiskt- och miljöperspektiv, så har möjligtvis aspekter som att flyga med färre L-flygfarkoster stor vikt för den fortsatta LVC-T utvecklingen, medan det för flygförarna är mervärdena för träning såsom motståndarprestanda som är betydligt viktigare. På samma sätt kan konstateras att storlek på uppdrag och det temporala och tillförlitliga utfallet av vapenleverans är mer av en implicit grundpelare för att LVC-T ska bedömas som relevant för framtiden. Under workshoparna framfördes tydligt att deltagarna skulle anta detta som grundförutsättningar för att diskussioner inte skulle fokusera på i dagsläget bristfälliga tekniska lösningar.

Flygsäkerhetsrisker (separation, lågflygning, branta undanmanövrar etc.) lyftes av de flesta grupperna som utmaningar under workshopen (med tillhörande lösningar). Under scenarioutvecklingen användes flygsäkerhetsrisker vid ett tillfälle som huvudargument för att tilldela en flygfarkost som L- respektive V-entitet. Det framkom dock som en grundförutsättning att vad avser V-entiteter så kan vissa flygsäkerhetsrisker bortses från. Å andra sidan kan kollisionsrisk tänkas öka som ny flygsäkerhetsrisk i LVC-T om inte tydligt visas i cockpit vilka flygfarkoster som är L-, V-, och C-entitet och en L-flygfarkost misstas av annan L-flygfarkost för V- eller C-entitet.

Sammantaget identifierades genom litteratursökning och workshopar ett stort antal LVC-träningsaspekter. Dessa är sannolikt delvis överlappande och kan relateras till varandra med positiv eller negativ korrelation som tidigare diskuterats i avsnitt 1.3 och Figur 4. En preliminär teoretisk bedömning av positiva och negativa korrelationer med träningsvärde för L-entitet, träningsvärde för V-entitet, samt deltagande av C-entitet återfinns i Figur 9, baserad på tankessättet som används i Figur 4. Denna bedömning går återigen inte in på vikten av de olika aspekterna, som olika personer och roller sannolikt graderar olika i olika sammanhang. Vissa korrelationer verkar tydligt positiva eller negativa, medan ett flertal samband är tvetydiga. Dessa aspekter ska däremot anses som preliminära hypoteser och bör vara föremål för vidare forskning.

	Miljöskäl	Ekonomiska skäl	Flygsäkerhetsskäl	Flexibilitet och dynamik	Säkerhetspolitiska skäl	Flera egna flygplan/motståndare V/C	Hypotetiska/framtida motståndare	Teknik- och taktikutveckling	Anpassning till individuella träningsbehov	Ökad tillgänglighet av träningsmiljö	Uppleva G-krafter, fysisk ansträngning	Uppleva och hantera väder	Uppleva och hantera geografi	Uppleva och hantera lufttrumsbegränsningar	Utföra krigslika undanmanövrar	Automatisera utfall vapenleverans	Återgenerering	Uppleva strid-i-samverkan land-/sjö-mål/hot	Träning BVR-attack	Utföra enkla förplanerade uppdrag	Människa-i-loop	Öva gruppssamarbete	Öva hela kedjan	Uppleva timingaspekter	Uppleva obekanta situationer
Träningsvärde L	-	-	-	-	-	-	-		+	-	+	+	+	-	-	?	-	?	?	-	+	+	?	+	?
Träningsvärde V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	?	?	+	+	+	+	+	+	-	+	+	?	+	+
Deltagande av C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	?	?	+
		+	positiv korrelation, underlättar, går bra ihop																inget uppenbart samband						
		-	negativ korrelation, försvåras, går inte ihop																?	oklart om/hur det kan realiseras					

Figur 9. Aspekter som sammanlagt har dokumenterats i sammanhanget LVC och preliminärt teoretiskt bedömda positiva/negativa korrelationer med träningsvärde för L och V, samt deltagande av C.

Utifrån workshoparna och dess resultat är det ett rimligt antagande att det i framtiden, då LVC-T är ett verkligt träningskoncept, kommer att behövas en särskild roll som vi i denna text kallat LVC-Allocator. Vi finner att detta behövs för att på ett tidigt stadiet av scenarioutveckling kunna ha en god förståelse för hur man mest effektivt utnyttjar de olika egenskaperna som L-, V- respektive C-entiteter medger, samt att det kräver att kunna tänka i flera mer eller mindre beroende steg för att mest effektivt utnyttja regeneration av resurser. Att kunna återuppstå i scenarier under en annan identitet (exempelvis i en annan typ av flygfarkost) eller annan verklig geografisk position är inte realistiskt och tar tid med L-entiteter men är fullt genomförbart och trovärdigt med V-entiteter. Detta kräver sin expertis i att kunna visualisera ett antal händelseförlopp inom ramen för ett givet scenario och hur detta påverkar återgenerering av flygfarkoster. Detta gäller också för att kunna blanda verklig geografisk position och den position som förmedlas via digitala system i cockpit. Detta ger i sin tur en koppling till hur adaptiva lärmiljöer kan utvecklas – där spelare eller andra aktörer aktivt kan styra, leda eller skapa situationer som handlar mer om att nå högsta möjliga träningseffekt än att vinna spelet.

Som påpekats tidigare så har LVC-forskningen huvudsakligen fokuserat på att få tekniken att fungera medan detta projekt fokuserat på en användarcentrerad process för att utvärdera träningsvärde. Den designorienterade metodologiska ansats som anammats i workshoparna har fungerat väl i det avseendet att ur praktikens perspektiv fånga upp förväntningar och synsätt på LVC-T och hur LVC-T kan avhjälpa träningsutmaningar. De resultat som genererats bidrar dels till att utforska design av LVC-T scenarier som söker säkerställa bra träningsvärde för både L- och V-entiteter, och dels till att fortsatt utveckla den konceptualisering av LVC-T som påbörjats.

En reflektion kring valet av metodologisk ansats handlar om graden av tillgänglighet till flygförare. Tillgängligheten kan sägas vara låg, vilket ställer krav på den metodologiska ansats som antas p.g.a. den begränsade tillgängliga tiden att genomföra workshops. Vi har därför behövt anpassa de krav vi ställt på att workshopdeltagarna artikulerar och använder utvecklade träningsvärden i sin argumentation vid allokering av farkoster som L- eller V-entiteter. Resultaten och tolkningar påverkas inte av detta, utan är en reflektion och lärdom för fortsatt utveckling av den metodologiska ansatsen. Vidare har vi modifierat antaganden för scenarierna under workshop-processen för att låta deltagarna lyfta perspektiv som inte kunnat förutses. Utöver detta har vi givit deltagarna möjlighet att utveckla, att göra tillägg samt revidera träningsvärden utifrån behov som uppmärksammats under utvecklingen av LVC-T scenarier. Alla dessa anpassningar utgör själva grundstommen för ett

användarcentrerat perspektiv där deltagarnas perspektiv tas på allvar. Anekdotiskt kan här tillföras att merparten av de deltagande stridsflygare var positiva till införande av LVC-T när de som sista fråga i workshopen tillfrågades hur de ställde sig till detta nya koncept när de hade utforskat det i några timmar.

För Försvarsmakten som ännu inte har teknisk LVC-T-förmåga för flygdomänen är det centralt att skapa beslutsunderlag och en implementeringsprocess som beaktar de värden som är väl förankrade inom praktiken. Beslut gällande LVC-T kapacitet inom flygdomänen kan inte enbart bygga på att det är tekniskt möjligt utan i första hand handla om att kunna utnyttja den träningskapacitet som LVC-T möjliggör på bästa och mest effektiva sätt. Denna forskningsrapport kan i hög grad sägas utgöra ett sådant underlag som kan ligga till grund för beslut för, fortsatt utveckling av, samt implementering av LVC-T-förmåga, anpassat utifrån svenska behov, förhållanden och resurser.

5 White-Wizard-of-Oz

År 2018 genomfördes en experimentell studie (Wizard-of-Oz) vid FLSC där flygförare i simulatorer i ett fingerat LVC-test flög mot vad de trodde var flygförare i verkliga flygplan (Artman m.fl., 2018). Deltagarna i studien menade att flygförare i simulatorer inte kan få ut mer av LVC-träning än vad de kan få ut av reguljär simulatorträning. Deltagarna pekade också på att verkliga flygfarkoster flyger under restriktioner under fredstid vilket påverkar utrymmet för hur de kan agera. Detta är resultat som ytterligare betonar vikten av design av träningsscenarier för LVC-T. Designen av träningsscenarier bör beakta (1) vilka entiteter som tilldelas som L, V respektive C entiteter samt (2) deras respektive uppgifter som ska utföras i scenariot för att (3) säkerställa ett så bra och effektivt träningsvärde för L- och V-entiteter som möjligt. Dessa resultat har också utgjort en grund för utformandet av de workshoppar som redogjorts för ovan där träningsvärde för både L- och V-entiteter var i fokus.

Baserat på de scenarier som designats under workshoparna med flygförare har det Södra LVC-T-scenariot anpassats för att genomföra en studie vid FLSC (generisk bild i Figur 10) som vi kallar en White-Wizard-of-Oz-studie. Med White-Wizard-of-Oz menar vi att alla parter är medvetna om att de olika entiteterna, L och V, har fått olika restriktioner. Syftet är alltså inte att föra någon bakom ljuset utan snarare att tvinga scenariot och deltagarna att agera som om ett fullödigt LVC-T scenario tränas. I studien utvärderar vi därmed ett scenario som designats specifikt för LVC-T och undersöker om scenariot och övningen ger både L- och V-flygförare bra träningsvärde. De flygförare som agerar som verklig flygfarkost flyger under gällande restriktioner för verkliga flygfarkoster.

Övergripande forskningsfrågor som fokuseras på i studien är:

- Vilket träningsvärde uppfylls för L- och V-piloter?
- Hur fungerar samspel och koordination mellan en pilot som agerar som V och en pilot som agerar som L?



Figur 10. Del av träningsmiljön vid FLSC.

Simuleringen genomfördes under vecka 48 2019, samtidigt som denna rapport färdigställs. Därför kan resultaten först redogöras för i kommande rapportering efter sammanställning och analys. Initiala observationer pekar på att det designade LVC-T scenariot verkar ha uppfyllt syftet att ge både de som flög som L-entiteter och de som flög som V-entiteter bra träningsvärde.

6 Kunskapsspridning

Under 2019 har två vetenskapliga artiklar publicerats som bygger på tidigare studier som genomförts vid FLSC. Dessa redogörs kortfattat för nedan.

1. Titel: Design of simulator training: A comparative study of Swedish dynamic decision-making training facilities.

Författare: Sanna Aronsson, Henrik Artman, Joel Brynielsson, Sinna Lindquist, Robert Ramberg.

Sammanfattning:

Simulatorträning blir allt viktigare för träning av tidskritiska och dynamiska situationer. Det blir därför avgörande hur simulatorträning i sådana domäner planeras, genomförs och följs upp. Baserat på en modell som föreskriver sådana avgörande aspekter, har tio träningssimulatoranläggningar analyserats utifrån ett aktivitetsteoretiskt perspektiv. Analysen avslöjar flera konflikter som finns mellan den träning som genomförs och definierade träningsmål. Även om begränsningar i teknik och organisation ofta kan bemötas av skickliga instruktörer dras slutsatsen att det finns ett behov av en strukturerad strategi för utformning av simulatorträning för att kunna definiera de kompetenser och färdigheter som borde tränas, tillsammans med relevanta mätbara träningsmål. Vidare finns ett behov av en pedagogisk modell som tydligt beaktar detaljerna i simulatorträning. En sådan pedagogisk modell behövs för att kunna utvärdera träning och skulle göra det möjligt att dela erfarenheter och göra jämförelser mellan anläggningar på ett strukturerat sätt.

Artikel publicerad i *Cognition, Technology & Work*. Springer. DOI: 10.1007/s10111-019-00605-z.

2. Titel: Supporting After Action Review in Simulator Mission Training: Co-creating visualization concepts for training of professional fast-jet fighter pilots.

Författare: Sanna Aronsson, Henrik Artman, Sinna Lindquist, Mikael Mitchell, Tomas Persson, Robert Ramberg, Mario Romero, Pontus ter Vehn.

Sammanfattning:

Den här artikeln presenterar design och utvärdering av visualiseringskoncept som stöder After Action Review (AAR) i simulatorträning av flygförare. Visualiseringskoncepten utformades utifrån tre huvudsakliga egenskaper hos representationer: åter-representation (re-representation), grafisk avgränsning och kognitiv avlastning. Visualiseringskoncepten representerar kombinerade parametrar för robotskott (Missile Launch) och hotavstånd (Threat Range), det förra tänkt att framkalla diskussioner om förutsättningarna för att avfira robotar och den senare för att presentera detaljer om vilka hot en viss flygfarkost står inför vid ett specifikt ögonblick. Visualiseringskoncepten utformades för att: 1) perceptuellt och kognitivt avlasta mental arbetsbelastning från deltagare i AAR för att fastställa relevanta situationer att diskutera; 2) re-representera parametrar i ett format som underlättar avläsning av avgörande information; och 3) grafiskt avgränsa rimliga tolkningar. Genom en serie workshop-iterationer utvecklades och utvärderades två visualiseringskoncept med elva flygförare och instruktörer. Alla flygförare var enhälliga i sin åsikt att visualiseringskoncepten bör implementeras som en del av AAR. Mental avlastning, vad avser att hitta relevanta händelser i de dynamiska och unika träningspassen, var det viktigaste vägledande konceptet, medan re-representation och grafisk avgränsning möjliggjorde ett mer strukturerat och grundat samarbete under AAR.

Artikel publicerad i *Journal of Defense Modeling and Simulation, JDMS*. SAGE. DOI: 10.1177/1548512918823296.

7 Slutsatser och rekommendationer

Studien gör följande slutsatser:

1. Den konceptuella modellen LDS lämpar sig väl för att karaktärisera och beskriva de olika grundförutsättningar som gäller för L- och V-entiteter i LVC-T.
2. Att säkerställa bra träningsvärde för L-entiteter och V-entiteter ställer höga krav på scenariodesign.
3. En ny roll för planering och genomförande av LVC-T behövs – vad vi i texten kallat LVC-Allocator.
4. Att designa LVC-T-scenarier innebär att göra systemiska avvägningar mellan grundantaganden för LVC-T och det träningsvärde som eftersöks (Figur 4).
5. Systemiska avvägningar för LVC-T behöver fortsatt tydliggöras (Figur 4).
6. Workshopmetodiken som använts har fungerat väl för identifierandet av träningsutmaningar och hur LVC-T kan lösa dessa.
7. Workshopmetodiken kan ligga till grund för mer storskalig planering av LVC-T-scenarier där träningsvärde för L- och V-entiteter är vägledande.

Mer generellt kan konstateras att en förhållandevis låg andel forskning internationellt fokuserar på träningsvärde vid LVC-T. Projektet kan mot bakgrund av detta betraktas ligga i forskningsfronten.

Under 2020 kommer följande frågeställningar fortsatt att utredas inom detta projekt:

1. Med utgångspunkt i empiriska studier/workshops där scenarier för LVC-träning som ger ett gott träningsvärde för samtliga ingående entiteter har identifierats, fokuseras under 2020 på att identifiera registrerad data från simulatorkörningar för att kunna definiera och utvärdera mått på träningsvärde och prestation.
2. Utforska träningsvärde för de ingående komponenterna i LVC, bl.a. genom en tillämpad studie i FLSC, förutsatt att tillgång till FLSC och stridspiloter medges.
3. Observationer i anslutning till flygövning, förutsatt att tillgång till övning medges.
4. Undersöka möjligheter till LVC-relaterade studier i Open FLSC¹⁹ med hjälp av olika COTS-mjuk- och hårdvaror, förutsatt att tillgång till tekniskt stöd medges.
5. Fortsatt utveckling av teoretiskt/konceptuellt ramverk för LVC-T (grundantaganden och systemiska avvägningar vid LVC-T).

Följande rekommendationer till Försvarsmakten föreslås utifrån projektresultaten hittills:

1. Fortsatt och fördjupad forskning om att designa för och utvärdera träningsvärde relativt L-, V- & C-entiteter.
2. Utred möjligheterna till integrering av LVC-T i framtida luftstridsutbildning, -övning och -träning, genom att se över utbildningsplaner, övningsverksamhet och för LVC-T nödvändiga roller och funktioner inom flygvapnet, t.ex. LVC-Allocator.
3. Specifikt bör möjligheten utredas att integrera LVC-T-aspekten i FBS Gruppchefskurs eller Flygtjänstledning steg 3, främst med avseende på scenariodesign (LVC-Allocator).
4. Utred utvecklingen av teknisk LVC-förmåga för kommande versioner av JAS39 Gripen och nödvändiga modifieringar av simulatoruppkoppling och övningsnätverk i Sverige.
5. Kartlägg vilka egenskaper och beteenden datorgenerade styrkor i LVC-T-sammanhang behöver besitta från träningsvärde-perspektivet och hur dessa tekniskt kan uppnås.
6. Utred möjligheterna för MR, AR, VR som del i LVC-T och i koppling till FLSC specifikt.

¹⁹ Open FLSC är en nyupprättad öppen version av FLSC simulatoranläggning, som tillåter forskningsprojekt, examensarbeten och studier att utföras i en tillgänglig miljö.

Referenser

- Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2019). Design of simulator training: A comparative study of Swedish dynamic decision-making training facilities. *Cognition, Technology and Work*. DOI: 10.1007/s10111-019-00605-z.
- Aronsson, S., Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., Persson, T., Ramberg, R., Romero, M. & ter Vehn, P. (2019). Supporting after action review in simulator mission training: Co-creating visualization concepts for training of fast-jet fighter pilots. *Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, 2019, Vol. 16(3) 219–231. DOI: 10.1177/1548512918823296
- Aronsson, S., Artman, H., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2017). Effektiv simulatorträning – Slutrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2015–2017. FOI-R--4520--SE.
- Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., & Ramberg, R. (2018). Utforskande av träningsvärde för Live och Virtual – Avrapportering projekt ”LVC för effektiv flygträning” år 2018. FOI-R--4669--SE.
- Benjamin, P., Stephenson, A., Wu, C.-N., Fernandes, R., Li, B., & Long, R. (2018). An ontology-driven framework for enabling adaptive training application integration. *Winter Simulation Innovation Workshop*. Orlando, FL, USA.
- Bills, C. G., Flachsbart, B., Kern, S., & Olson, D. (2009). F-35 Embedded Training. *NATO RTO-MP-HFM-169 Workshop*. Hämtad från <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a567738.pdf>.
- Brehmer, B. (1992). Dynamic decision making: Human control of complex systems. *Acta psychologica*, 81(3), 211-241.
- Chang, T.-Q., Zhang, B., Zhao, P., & Hao, N. (2010). Survey of embedded training technology. *Xitong Fangzhen Xuebao/Journal of System Simulation*, Volume 22(11), 2694–2697.
- Cruit, J., Blickensderfer, B., Thom McLean, A. L.M., Sherwood, S., Martin, T., Neville, K., Walwanis, M., & Bolton, A. (2016). Analyzing past mishaps to explore safety considerations within a Live-Virtual-Constructive environment. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2016 Annual Meeting*. Washington, DC, USA.
- Elele, J. N., & Turner, D. J. (2011). Lessons learned in the process of conducting the verification and validation of live virtual and constructive distributed environment. *Proceedings of SPIE – Conference on modelling and simulation for defense systems and applications*. Orlando, FL, USA.
- Freeman, J., Zachary, W. (2018). Intelligent tutoring for team training: Lessons learned from us military research. *Research on Managing Groups and Teams*, Volume 19, 215–245.
- Khimeche, L., Prignac, L., & Expert, L. (2013). Use of live, virtual and constructive simulation to support French forces readiness. *Fall Simulation Interoperability Workshop*. Orlando, FL, USA.
- Kirby, B., Fletcher, G., & Dudfield, H. (2011). Live Virtual Constructive Training Blend Optimisation Study. *NATO Modeling and Simulation Group Symposium*, pp. 18. Bern, Switzerland.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as The Source of Learning and Development*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Lave, J., & Chaiklin, S. (Eds.). (1993). *Understanding practice: Perspectives on activity and context*. Cambridge University Press.

Li, W., Li, Z.-Y., & Zhai, Z.-M. (2009). Embedded simulation and its application in military. *Xitong Fangzhen Xuebao/Journal of System Simulation*, Volume 21(21), 6968–6971.

McVeigh, I., & Sackett, J. (2011). Is lvc a pandora for all training needs ...? *International Defense and Homeland Security Simulation Workshop, DHSS 2011, Held at the International Mediterranean and Latin American Modeling Multiconference*. Rome, Italy.

Padilla, J.J., Diallo, S.Y., & Armstrong, R.K. (2018). Toward Live Virtual Constructive Simulations in Healthcare Learning. *Simulation in healthcare: journal of the Society for Simulation in Healthcare*, Volume 13(3), 35–40.

Pietroniro, G. (2019). M-346 ITS Interoperability by Design. *Proceedings of the International Training Exhibition & Conference (ITEC)*. Stockholm, Sweden.

Selander, S., & Kress, G. (2010). *Design för lärande - ett multimodalt perspektiv*. Studentlitteratur. ISBN: 9789144119762

Sherwood, S., Neville, K., Ashlock, D., Mooney, J., Walwanis, M., Bolton, A. & Martin, T. (2014). Envisioned World Research: Guiding The Design of Live-Virtual-Constructive Training Technology and its Integration into Navy Air Combat Training. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting*. Chicago, IL, USA.

Sherwood, S., Neville, K., Mooney, J., Ashlock, D., Thom McLean, A. L.M., Walwanis, M., & Bolton, A. (2016). A Multi-Year Assessment of the Safety of Introducing Computer-Generated Aircraft into Live Air Combat Training. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 60th Annual Meeting*. Washington, DC, USA.

Sherwood, S., Neville, K., Sonnenfield, N., Mooney, J., Walwanis, M., & Bolton, A. (2015). Fidelity Requirements for Effective Live-Virtual-Constructive Training of Navy F/A-18 Pilots: An Exploratory Survey Study. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 59th Annual Meeting*. Los Angeles, CA, USA.

Vickhouse, R., Bennett, W., & Rowe, L. J. (2018). Multi-National and Joint Forces Live, Virtual and Constructive Demonstration. *Winter Simulation Innovation Workshop, SIW 2018*. Orlando, FL, USA.

Vlasblom, J. I. D., Pal, J. van der, & Sewnath, G. K. (2019). Making the invisible visible - increasing pilot training effectiveness by visualizing scan patterns of trainees through AR. *Proceedings of the International Training Exhibition & Conference (ITEC)*. Stockholm, Sweden.

Woods, D. D. (2018). The theory of graceful extensibility: basic rules that govern adaptive systems. *Environment Systems and Decisions*, 38(4), 433–457.

Zalcman, L., & Blacklock, J. (2011). A USAF DMO compliant, air battle management, Mission Training Center for the Royal Australian Air Force. *Summer Simulation Multiconference, SummerSim'11, Co-located with the 2011 SISO European Simulation Interoperability Workshop, Euro SIW*. The Hague, Netherlands.

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