

Träningsvärde av Live-Virtual-Constructive luftstridsträning i simuleringar och internationell luftförsvarsövning

Möjligheter och utmaningar i teori och praktik

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



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

Träningsvärde av Live-Virtual-Constructive luftstridsträning i simuleringar och internationell luftförsvarsövning

Möjligheter och utmaningar i teori och praktik

Titel	Träningsvärde av Live-Virtual-Constructive luftstridsträning i simuleringar och internationell luftförsvarsövning – Möjligheter och utmaningar i teori och praktik
Title	Training value of Live Virtual Constructive air combat training in simulations and international air combat exercise – Opportunities and challenges in theory and practice
Rapportnr/Report no	FOI-R--5210--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2021
Antal sidor/Pages	48
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Flygsystem och rymdfrågor
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E85003
Godkänd av/Approved by	Lars Höstbeck
Ansvarig avdelning	Försvarsteknik

Bild/Cover: övre: Louise Levin/Försvarsmakten; nedre: 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

Träningskonceptet *Live-Virtual-Constructive* (LVC) där stridsflygare i verkliga flygfarkoster tränar tillsammans med stridsflygare i simulatorer och datorgenererade entiteter utgör en möjlig framtida form av flygstridsträning. Forskning om vilket träningsvärde LVC-T erbjuder stridsflygare i verkliga och simulerade flygfarkoster är sällsynt. Denna forskning studerar därför LVC som träningskoncept tillsammans med stridsflygare. Rapporten studerar och redovisar risker, utmaningar, möjligheter med och förutsättning för införandet av LVC-Träning (LVC-T). Data som ligger till grund för denna rapport härstammar från a) utvärderingar som genomförts i simulatormiljö (kallade White Wizard) av LVC-T-scenarier som designades av stridsflygare med fokus på träningsvärde för stridsflygare i verkliga och simulerade flygfarkoster, samt b) en enkät som besvarades av flygförare vid Arctic Challenge Exercise 2021 (ACE21) med fokus på träningsvärde och LVC-T. Data från utvärderingarna har analyserats utifrån två teoretiska perspektiv, *Learning Design Sequences* (LDS) och Aktivitetsteori, för att identifiera möjligheter och utmaningar med LVC-T. En identifierad utmaning handlar om tvetydighet om vilka regler som ska gälla för verkliga respektive virtuella flygfarkoster då de agerar i samma träningsscenario. Data från ACE21-enkäten presenteras i denna rapport med deskriptiv statistik. Flygförarna var generellt positiva till övningen ACE21 ur ett träningsvärdesperspektiv och ger uttryck för att nyttjandet av LVC i stora övningar kan stärka träningsvärdet ytterligare.

Nyckelord: Live Virtual Constructive (LVC), Aktivitetsteori, Learning Design Sequences (LDS), Träningsvärde, Lärandemål, Arctic Challenge Exercise (ACE).

Summary

The Live Virtual Constructive training (LVC-T) concept, where fighter pilots in real aircraft train together with fighter pilots in simulators and computer-generated entities, is a plausible concept for air combat training. Research on training value of LVC-T for pilots in real and simulated aircraft is largely lacking. This research explores LVC-T in collaboration with fighter pilots. This report investigates and presents risks, challenges, opportunities and preconditions for introducing LVC-T. Data analysed in this report originate from a) evaluations carried out in simulators (called White Wizard) of LVC-T scenarios designed by pilots focusing on training value for real and simulated aircraft pilots, and b) a survey at Arctic Challenge Exercise 2021 (ACE21) on training value and LVC-T. The evaluations have been analysed from two complementary theoretical perspectives, Learning Design Sequences (LDS) and Activity theory, to identify opportunities and problems with LVC-T as a training concept. An identified challenge is ambiguity of the rules for real and virtual aircraft as they act in the same scenario. Descriptive statistics of the ACE21 survey are presented. The pilots were generally positive about ACE21 from a training value perspective and express that the use of LVC-T in large exercises can further strengthen training value.

Keywords: Live Virtual Constructive (LVC), Activity Theory, Learning Design Sequences (LDS), Training Value, Learning Objectives, Arctic Challenge Exercise (ACE).

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Teoretiska modeller för LVC-träningsvärde.....	9
2.1	Learning Design Sequences (LDS).....	9
2.1.1	Analysmetod	11
2.1.2	Resultat	11
2.1.2.1	Faktiska förutsättningar	11
2.1.2.2	Upplevelse av förutsättningar, genomförande och reflektion.....	12
2.1.3	Diskussion och slutsats.....	14
2.2	Aktivitetsteori.....	15
2.2.1	Resultatexempel	17
2.2.2	Diskussion och slutsats.....	19
3	Arctic Challenge Exercise LVC-enkätstudie	20
3.1	Inledning	20
3.1.1	Syfte och frågeställningar	20
3.1.2	Metod	20
3.2	Resultat.....	21
3.2.1	Träningsvärde flygna pass	21
3.2.2	Virtuals och Constructives betydelse för träningsvärde	25
3.2.3	LVC och förhöjt träningsvärde i stora övningar	29
3.2.4	Övergripande frågor om LVC och träningsvärde.....	34
3.3	Diskussion och slutsats	39
4	Diskussion och framtida forskning.....	41
5	Slutsatser och rekommendationer.....	43
6	Referenser.....	45
	Bilaga: Arctic Challenge Exercise 2021 LVC-enkät.....	47

1 Inledning

Träningskonceptet *Live-Virtual-Constructive* (LVC), fortsättningsvis refererat till som LVC-T, innebär att kombinera verkliga flygfarkoster (eng. *Live*) med virtuella (eng. *Virtual* - bemannade flygsimulatorer) och datorgenererade entiteter (eng. *Constructives* - CGF, *Computer Generated Forces*) i ett och samma träningsscenario. Detta har länge ansetts vara ett lovande koncept för att utveckla och förbättra framtida luftstridsträning (bl.a. Best & Rice, 2018). Genom att kombinera både virtuella bemannade entiteter och datorgenererade entiteter i ett scenario med bemannade riktiga flygfarkoster kan piloter träna på scenarier som inte är möjliga med endast Live-träning.

Flera demonstrationer av LVC-konceptet har genomförts som visar på fördelar och möjligheter med LVC som tränings- och övningskoncept (Hudgins m.fl., 2011; FOI, 2017; Giardina, 2018). Forskning om hur stridspiloter bedömer och förstår LVC som träningsmiljö har publicerats, bl.a. undersökte Sherwood m.fl. (2015) hur flygförare genom ett frågeformulär skattar olika funktioner i en LVC-träningsmiljö utifrån dess realism och effekt på träningens kvalitet. Ytterligare studier (Mansikka m.fl. 2019a, 2019b) kopplade specifika TTP-regler (eng. *Tactics, Techniques, Procedures*) till tre experimentella luftstrider i ett scenario med hjälp av instruktörers betyg av piloters prestation. Wedzinga (2006) undersökte hur flygförare upplevde realism, effektivitet och träningsvärde i förhållande till olika färdigheter som ska tränas, generellt och jämfört med Live- respektive simulatorträning. Resultaten av dessa studier pekar bland annat på uppkomsten av flygsäkerhetsrisker vid LVC-träning p.g.a. oklarhet och osäkerhet som kan uppstå kring huruvida entiteter på radarn är riktiga, virtuella eller datorgenererade flygfarkoster. Även andra potentiella risker med införande av LVC-träning har rapporterats, t.ex. minskad situationsmedvetenhet, otillräckligt stöd för övningsledning och ökat risktagande (Sherwood m.fl., 2020).

Det saknas dock i stor utsträckning forskning om träningskonceptet LVC och dess träningseffekt (Hodson & Hill, 2014; Best & Rice, 2018). Därför är det fortfarande en fråga om, och i så fall hur, LVC-konceptet *faktiskt* förbättrar träning och vilket träningsvärde flygförare som flyger riktiga flygfarkoster respektive flygförare som flyger i simulatorer får ut av LVC-T (Diallo, Padilla & Papelis, 2016). Sammantaget finns det således ett behov av att utreda lärandemål (eng. *learning objectives*) och hur dessa förhåller sig till scenariots förutsättningar, samtidigt som det behövs åtgärder för att säkerställa att lärandemålen är uppfyllda (Stacey & Freeman, 2016). Vidare finns det behov av effektiva verktyg och metoder för övningsledning i komplexa system med höga insatser som LVC-T (Sherwood m.fl., 2020).

I en tidigare Wizard of Oz-studie¹ genomförd vid Flygvapnets Luftstridssimuleringscentrum (FLSC) vid FOI flög stridspiloter i simulatorer med föreställningen att de var en del av ett skarpt LVC-test och att de därför flög och tränade mot stridspiloter i verkliga flygfarkoster (Aronsson m.fl., 2018). Resultaten från denna studie pekade på ett behov av att designa LVC-T-scenarier som ger önskat träningsvärde för stridspiloter i riktiga flygfarkoster såväl som i simulatorer (ibid.). För att möta detta behov genomfördes ett antal LVC workshoppar (som i projektet benämns LVC-Allocator workshoppar) som undersökte LVC-konceptet och hur introduktionen av LVC-T kan bidra till att avhjälpa de svårigheter som finns vid vanlig Live- respektive simulatorträning. Utöver detta fick de deltagande stridspiloterna utforma LVC-T-scenarier och avgöra vilka entiteter som skulle vara L-, V- och C-entiteter och vilka uppgifter/uppdrag dessa skulle genomföra, med målet att säkerställa att flygförare i både Live- och Virtual-flygfarkoster får ett bra träningsvärde

¹ Metodiken för denna typ av studie utvecklades under åttiotalet för användning bl.a. inom forskning om AI, (Artificiell Intelligens). Principen för metoden bygger på att deltagare i en studie inlemmas i tron att en interaktionspartner i ett digitalt gränssnitt är en artificiell agent, när det i själva verket är en människa, eller tvärtom att deltagaren tror att det är en människa när det i själva verket är en artificiell agent. Med stöd i denna metod kan frågor ställas om exempelvis trovärdighet till artificiella agenter och om testpersonen upplever skillnader mellan interaktion med människor och artificiella agenter i någon given kontext och uppgift.

(Aronsson m.fl., 2020a, 2020b). Träningsvärde definieras som det mervärde (ökade färdigheter, erfarenheter och/eller kunskap) en elev får av att delta i den aktuella träningen. Ett av de scenarier som designades under LVC Allocator-workshops anpassades och utvärderades i sin helhet i simulatorer vid FLSC (utvärderingarna kallades White Wizard då samtliga deltagande flygförare var medvetna om att inga verkliga flygfarkoster ingick). Utvärderingen skedde således helt i en simulatormiljö och stridsflygare som tilldelats egenskapen verklig flygfarkost (Live) fick då också flyga under vissa restriktioner som gäller för verkliga flygfarkoster under fredstid (Aronsson m.fl., 2020b). En mer detaljerad beskrivning av metod vid genomförande av studierna samt initiala resultat från studierna återfinns i tidigare rapport (ibid.).

I denna rapport fokuseras dels på att utifrån tidigare insamlad empiri (LVC-Allocator samt White Wizards) teoretiskt belysa LVC-T ur två olika och kompletterande teoretiska perspektiv, samt att redogöra för resultaten från en enkätundersökning som genomfördes vid den internationella övningen Arctic Challenge Exercise (ACE) 2021. Genomförd enkät vid ACE bygger på en enkät som konstruerades i samband med genomförda utvärderingar av designade LVC-T scenarier (White Wizard) och fokuserar på upplevt träningsvärde relativt definierade lärandemål, samt frågor om LVC-T som framtida träningskoncept. Med ett fokus på träningsvärde och att stridsflygare i verkliga och simulerade flygfarkoster ska få ut ett bra träningsvärde, formuleras följande forskningsfråga:

- Vilka träningsvärden, risker och möjligheter kan identifieras med LVC-T?

LVC-Allocator workshoppar, genomförda utvärderingar (White Wizard) samt enkät genomförd vid ACE2021 utgör sammantaget ett rikt och värdefullt material kring LVC-T som träningskoncept, och ligger till grund för att besvara forskningsfrågan.

2 Teoretiska modeller för LVC-träningsvärde

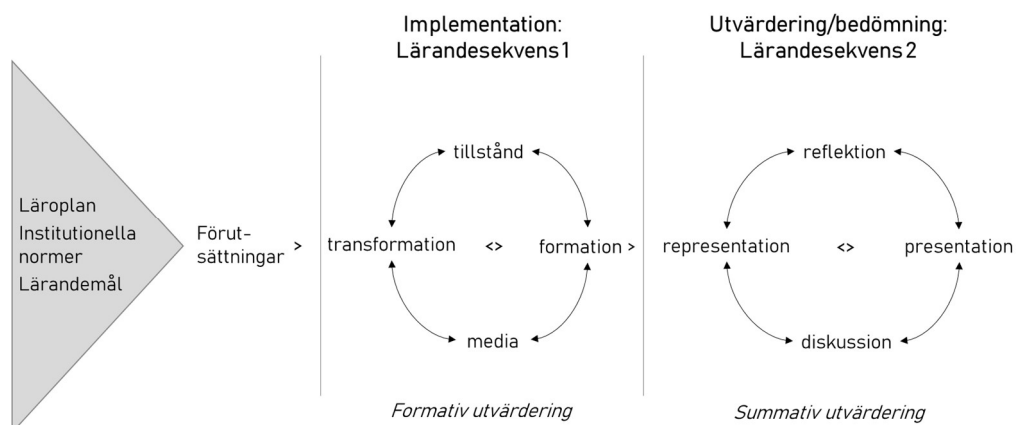
Träning kan genomföras på flera sätt och med olika typer av stöd för genomförande och reflektion. Beroende på vad som tränas kan stöd för utbildning bestå av böcker, skriftliga och muntliga instruktioner samt verkliga och simulerade artefakter och andra medier. Förutsättningarna för utbildning/träning i verkliga flygfarkoster och virtuella flygfarkoster (simulatorer) är mycket olika. En skillnad är att inte utsättas för g-krafter och andra verkliga begränsningar vid simulatorträning. Baserat på egenskaperna hos de olika träningsplattformarna och vad som är tänkt att tränas, är träningsprogram utformade så att viss kompetens- och färdighetsträning sker i simulatorer och annan kompetens- och färdighetsträning genomförs i verkliga flygfarkoster. Simulatorer används ofta för träning av repetitiva element, såsom hantering av instrumentering, medan annan träning måste utföras i verkliga flygfarkoster (Aronsson m.fl., 2019, 2020b). Taktik och kommunikation tränas också med fördel i simulatorer eftersom konsekvenserna av att begå misstag blir mindre kostsamma och allvarliga, samt att taktik och förmåga inte avslöjas för andra nationer (ibid.). Förutsättningarna för träning i verkliga flygfarkoster och i simulatorer skiljer sig åt, men inledande aktiviteter som att genomföra briefing för att förbereda ett uppdrag, dela upp uppgifter och besluta om taktik kan vara desamma beroende på vad som tränas.

I samband med LVC-T ingår både verkliga flygfarkoster och simulerade flygfarkoster i ett och samma träningsscenario, tillsammans med datorgenererade entiteter (CGF:er). Samtidigt som konceptet LVC-T kan sägas erbjuda värdefull träning, så kan LVC-T också introducera en komplexitet som inte möts vid vare sig reguljär simulatorträning eller Live-träning. För att förstå LVC-T, dess risker och möjligheter för att på bästa sätt stödja träning och goda träningsresultat, är det viktigt att empiriskt studera samt teoretiskt beskriva och analysera konceptet LVC-T.

Teoretiska och analytiska perspektiv inom lärande och träning kan fokusera på olika och i många fall kompletterande aspekter. Det teoretiska perspektivet *Learning Design Sequences* (LDS) speglar lärande och träning som en sekvens av aktiviteter vilka bygger på de förutsättningar och resurser som ges för aktiviteterna. Aktivitetsteori fokuserar istället på relationer/noder inom ett så kallat aktivitetssystem. LDS kan sägas vara en processororienterad modell, medan aktivitetsteorin är en strukturell modell. Båda modellerna har en grund i betoning av de ingående aktörernas handlingar, snarare än deras kompetens eller avsikter. I det följande beskrivs modellen LDS och hur den tillämpats i analys av LVC-T, och i avsnitt 2.2 perspektivet aktivitetsteori och hur perspektivet tillämpats i analys av LVC-T.

2.1 Learning Design Sequences (LDS)

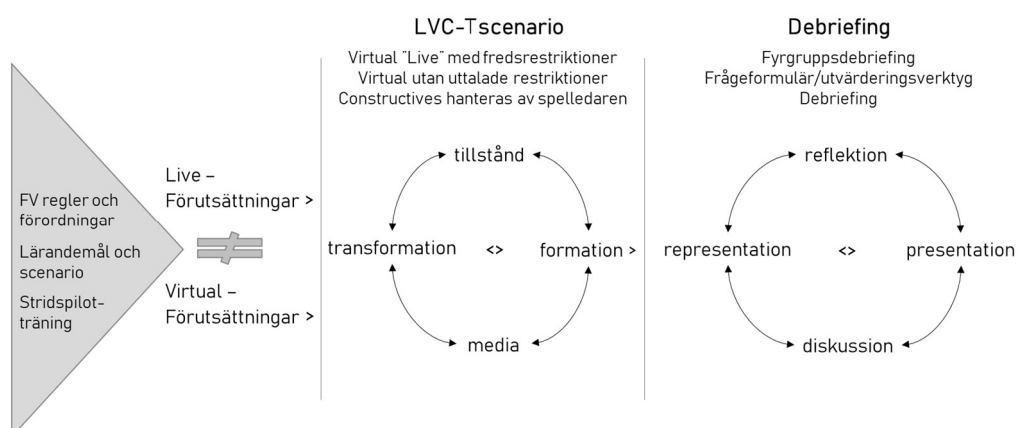
Träning bygger ofta på en accepterad teori om hur vi i träningen tar till oss information och omvandlar detta till kunskap. En modell som tydligt skiljer förutsättningarna för utbildning, genomförande av utbildning och bedömning efter utbildning är modellen Learning Design Sequences (LDS) (Selander, 2008; Selander & Kress, 2010). Varje inläringssituation har olika förutsättningar och består av olika artefakter, till exempel mål som ska uppnås, nuvarande regler och verktyg som görs tillgängliga för lärande. Dessa villkor utgör det material som eleven har till sitt förfogande i sitt lärande (Figur 1).



Figur 1: Modellen för LDS som beskriver förutsättningar för lärande och två lärandesekvenser bestående av implementering och utvärdering/bedömning (anpassad från Selander, 2008).

Inom flygdomänen och för utbildning/träning av stridsflygplaner, består förutsättningarna av till exempel olika regler och utbildningsmål. Tillgång till verkliga flygfarkoster, simulatorer och deras egenskaper utgör ytterligare resurser som ligger till grund för planering och genomförande av utbildning/träning. Detta inkluderar också instrumenteringen (t.ex. med olika grader av typlighet och funktionalitet) och fysiska egenskaper hos flygfarkosterna (t.ex. skolflygplan eller stridsflygplan) eller flygsimulator (t.ex. med eller utan rörelsebas). Dessa resurser görs tillgängliga för stridsflygplaner i implementeringsfasen/första lärandesekvensen, till exempel vid träning i en flygsimulator. I implementeringsfasen/första lärandesekvensen sker dynamiska förändringar av en pilots mentala tillstånd samt tillstånd och förändringar i scenariot som uppstår till följd av utförda handlingar. Olika kunskaper och färdigheter i luftstriden tränas i en dynamisk process bestående av tillstånd (stridsflygplanens tolkning och förståelse av händelser), media (t.ex. information som förmedlas genom radar, varnarsystem, datalänk- och röstkommunikation) och förändringar av förståelse baserad på medierad information. Tillstånd uppdateras dynamiskt under ett träningsscenario för att så småningom (efter att träningspassen har avslutats) resultera i en förståelse för vad som har hänt och i många fall också idéer om varför. Genomförd träning diskuteras och utvärderas i den andra lärandesekvensen (som motsvarar debriefing) med de medel som står till buds för att genomföra denna.

LDS-modellen har dels använts för att karaktärisera LVC-T som träningskoncept, och dels för analys av genomförda utvärderingar av ett designat LVC-T scenario (Figur 2).



Figur 2: LVC-T uttryckt i termer av LDS-modellen (anpassad från Selander, 2008). Förutsättningarna på olika abstraktionsnivåer. LVC-entiteter Live och Virtual förekommer i samma träningsscenario i lärandesekvens 1 som motsvaras av genomförande av LVC-T scenario. I lärandesekvens 2 används 3 olika debriefing-metoder; fyrgruppsdebriefing, frågeformulär/utvärderingsverktyg samt debriefing. FV: Flygvapnet.

Presentation av resultat från genomförda utvärderingar följer LDS-modellens olika faser och till grund för analysen ligger ett datamaterial bestående av frågeformulär som fylldes i av

deltagarna efter genomfört LVC-T-scenario (White Wizard), samt transkriptioner av diskussioner från grupp-debriefings och debriefing (Figur 2).

2.1.1 Analysmetod

Insamlad data från de tre debriefing-metoderna (Figur 2; Utvärdering/Bedömning lärandesekvens 2) utgjorde grunden för en tematisk analys (Braun & Clarke, 2006). Den tematiska analysen bestod av en kombination av en induktiv (driven av datats innehåll, såsom ofta förekommande begrepp och uttalanden) och en deduktiv ansats (driven av befintliga nyckelbegrepp inom domänen). Alla begrepp riktades till hur dessa förbättrade, berikade eller på annat sätt relaterade till träningsvärde. Forskargruppen utförde analysen gemensamt och iterativt. I de fall där oenighet rådde över ett identifierat tema, fördes diskussioner till dess överenskommelse uppnåddes, vilket ur ett reliabilitetsperspektiv har visat sig vara lika bra som en hög statistisk interbedömarreliabilitet (ibid.). För att säkerställa förankring i domänen och intern och innehållslig reliabilitet i tolkningar, ingick i forskargruppen en erfaren stridsflygare med mer än 3600 flygtimmar. Samma stridsflygare hade också rollen som uppdragschef vid utvärderingarna.

2.1.2 Resultat

I resultatdelen redogörs inledningsvis för de förutbestämda och faktiska förutsättningarna. Detta åtföljs av de upplevelser flygförarna hade vid genomförande av LVC-T scenarierna samt reflektion dessa gjort i de tre debriefingfaserna.

2.1.2.1 Faktiska förutsättningar

All undervisning och träning bygger på en läroplan som i sammanhanget för denna LVC-T-utvärdering kan karakteriseras som träning för svenska flygvapenpiloter, det vill säga återkommande avancerade stadier av träning och övning. På en mer detaljerad abstraktionsnivå betonar träningen i LVC-T-scenariot och träning vid FLSC uppdragsplanering, taktik, lagarbete och kommunikation (snarare än handhavande av flygfarkoster). Utöver planer och direktiv av vad som ska tränas finns också institutionella normer som inkluderar att agera korrekt och i enlighet med protokoll som skulle ha följts i en verklig flygfarkost, även om deltagarna i just detta sammanhang flög i simulatorer. En annan norm handlar exempelvis om att ha ett öppet diskussionsklimat under debriefings. Detta inkluderar att erkänna misstag som har begåtts eller missförstånd som kan ha uppstått i situationen. Därmed betonas lärande och styrkorna hos simulatorträning eftersom misslyckanden eller oönskat beteende inte får några allvarliga konsekvenser. Utöver detta kan egenskaper bland stridsflygare lyftas fram, som att ha en stark drivkraft att utveckla kompetens och färdigheter, samt en strävan att vilja vinna (d.v.s. överleva och besegra fienden) (våra observationer, för äldre amerikanska studier se t.ex. Callister m.fl., 1997; Retzlaff & Gibertini, 1987). Detta kan karakteriseras som en institutionell norm, det vill säga som en del av vad som krävs för att bli och vara en stridsflygare.

Scenariospecifika lärandemål ingår också på en mer detaljerad abstraktionsnivå. De artikulerade lärandemålen för LVC-T-scenariot inkluderar uppdragsplanering, taktik i fyrgrupp/rote, radarhantering, *emission control* (signalhantering), taktik för att undvika långgräckviddigt luftvärn, vapenhantering, *deconfliction/separation*, hantering av motmedel, BVR-taktik, samt målfördelning och taktiskt ledarskap. Några av dessa är specifika lärandemål för specifika fyrgrupper. För att uppnå dessa lärandemål är scenariot utformat så att målsättning, tillgängliga resurser, inställning av parametrar i utrustning, positionering i scenariot, begränsningar etc. möjliggör uppnående av de specifika målen för varje grupp. I många fall syftar scenario-designen till att sammanfläta olika gruppers möjligheter till måluppfyllelse, det vill säga att en grupp måste uppfylla sitt mål för att öppna möjligheten för en annan grupp att göra detsamma. Detta kräver inte bara en erfaren flygförare för att kunna designa och implementera detaljerade element för varje grupp och flygfarkost, utan det kräver också att scenario-designern överväger och vid behov utvärderar beroenden mellan uppgifter och tidpunkter mellan flygfarkoster och grupper, för att skapa bästa möjliga

förutsättningar för att lärandemål ska kunna uppnås för både individ och grupp. Scenariot, liksom fördelningen av L-, V- och C-entiteter för att säkerställa ett bra träningsvärde för flygförare i L- och V-entiteter utgör därför också en förutsättning för genomförandet.

I genomfört LVC-T scenario var förutsättningarna att fienden hade erövrat Visby flygplats och bemannade två CAP:ar över Gotland (beredskapslägen, *Combat Air Patrol*). Fienden hade landsatt kvalificerat luftvärn 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 40 nautiska mil öster om Hoburgen. Röd sidas uppgift var att luftförsvara Gotland samt fartygsgruppen. Röd sida hade 2 × 2 jaktflygplan i luften över Gotland samt även fyra startklara jaktflygplan på Visbybasen. Utöver detta hade röd sida jaktflygplan i 5-15 minuters beredskap i ett regenfält (en dedikerad zon där bekämpade virtuella flygfarkoster kan regenereras och därmed återvända till striden) mellan Gotland och Baltikum. För en mer utförlig beskrivning av scenario, beväpning etc. hänvisas till Aronsson m.fl. (2020b).

2.1.2.2 Upplevelse av förutsättningar, genomförande och reflektion

Identifierade teman från den tematiska analysen presenteras i Tabell 1. Teman presenteras i relation till vilken LDS-sekvens de i huvudsak hänvisar till, d.v.s.: förutsättningar; agerande i LVC-T-scenariot (implementering/första lärandesekvensen, LDS1); och reflektioner om LVC-T och vad som krävs för framtida implementering av LVC-T (debriefing/andra lärandesekvensen, LDS2).

Tabell 1. Identifierade teman organiserade enligt de tre faserna i LDS-modellen.

Förutsättningar	LDS1: Implementation/första lärandesekvensen	LDS2: Debriefing/andra lärandesekvensen
mix av förutsättningar för L och V, komplexitet, dynamik, osäkerhet	fokus och uppmärksamhet, realism, <i>presence</i> /närvaro, flygsäkerhet inkluderande separation/deconfliction, koordination	reflektioner om träningsregler, framtida flygoperationell manual (FOM)

Dominerande teman vad beträffar förutsättningar för, och därmed också inverkan på LVC-T är: en blandning av L- och V-förutsättningar, komplexitet, dynamik och osäkerhet. Vid genomförandet av LVC-T-scenariot delas många förutsättningar mellan deltagarna men vissa inte. Eftersom LVC-T är ett koncept som avses användas under fredstid och L-entiteter därför kommer att flyga under begränsningar som gäller under fredstid, samtidigt som ett träningsscenario uppvisar en situation som kan motsvara verklig strid, uppstår ett mellantillstånd mellan krig och fred. Jämfört med L-entiteter så kan V- och C-entiteter agera som om det vore en krigssituation. Detta innebär att deltagande stridspiloter kan uppleva en blandning av två situationer och osäkerhet kan uppstå om vilka regler de ska agera utifrån. Utöver detta kan det också skapa ett ojämnt motstånd eftersom fienden (V- och/eller C - entiteter) kan agera baserat på en annan uppsättning regler, jämfört med L-entiteter som måste agera efter de regler som gäller under fredstid.

De olika förutsättningarna kan sägas utgöra en artefakt av vår ambition att skapa träningsvärde för alla, det vill säga att V-entiteter inte bör begränsas i sitt agerande på grund av restriktioner som gäller för L-entiteter. I framtida LVC-T med verkliga flygfarkoster så

kommer detta att accentueras ytterligare eftersom verkliga civila (individer), civila flygfarkoster eller till och med djur eller fastigheter kan påverkas på grund av buller. Det kan konstateras att vid implementering av LVC-T-scenariot så skapar blandningen av verkliga, virtuella och datorgenererade flygfarkoster osäkerheter som påverkar de handlingar som utförs i scenariot. Eftersom poängen är att "*train as you fight*", så bör L-entiteter också hålla avstånd till V-entiteter även om det skulle vara ofarligt att "kollidera" med en V- eller C-entitet. Det finns därför för stridsflygare i verkliga flygfarkoster potentiella faror med att blanda verkliga, virtuella och datorgenererade flygfarkoster (Sherwood m.fl., 2020).

En ytterligare aspekt som skapades vid implementeringen av LVC-T-scenariot var att en artificiell situation skapades för de stridsflygare som agerade som verkliga flygfarkoster (Tabell 1, kolumn LDS1). Träning under dessa förhållanden kräver att stridsflygarna lever sig in i och hänger sig i att agera som om det vore på riktigt och i detta sammanhang att det faktiskt fanns verkliga Live-flygfarkoster i LVC-T-scenariot. Deltagare som levde sig in i att simulerade fyrgrupper var verkliga fyrgrupper tvingades samordna sina uppgifter för att göra det övergripande uppdraget framgångsrikt. Intressant är att grupper som inte flög under restriktioner som gäller under fredstid också rapporterade liknande agerande. De restriktioner som infördes för de grupper som agerade som verkliga flygfarkoster kan därför sägas ha spillt över också på andra grupper som inte hade sådana restriktioner. Jämförelser gjordes med att flyga en verklig flygövning (jfr. Arctic Challenge Exercise, ACE) och att LVC-T-scenariot som flögs jämförelsevis gav ett bättre träningsvärde än ordinarie simulatorträning. En hög känsla av närvaro (eng. *presence*) i kombination med en känsla av trovärdighet har tidigare rapporterats öka sannolikheten för att deltagare i en simulering reagerar och agerar mer realistiskt i ett träningsscenario (Slater, 2009). En preliminär slutsats är därför att inlevelse leder till en högre känsla av närvaro och mer autentiskt beteende, också hos de som inte flög under de restriktioner som gäller under fredstid. Förutsättningarna kan därför sägas ha gett en förstärkt realism som piloterna upplevde, både när det gäller taktik, beslutsfattande och samordning som ökar träningsvärdet på flera sätt. Detta, i kombination med en stark vilja att agera med hög närvaro, förbättrade träningsvärdet. Det har vidare påvisats att en hög grad av närvarokänsla leder till ett mer realistiskt agerande som i sin tur visat sig vara nödvändigt för att uppnå positiv överföring/transfer vid träning (Harris m.fl., 2020).

En fördel och styrka med LVC-T är att träningsscenarier kan utformas med många fler entiteter, som måste agera samordnat i uppdrag och uppgifter. Antalet inkluderade entiteter gör scenarierna mer komplexa och därmed också mer realistiska, samtidigt som de introducerar fler element av osäkerhet. Osäkerhet är alltid en del av beslutsfattande. Ur ett rationalistiskt perspektiv på beslutsteori kan detta beskrivas som att välja bland lovande handlingsalternativ, medan andra perspektiv beskriver det som att försöka ta kontroll över en dynamisk och kontinuerligt föränderlig process (Orasanu & Salas, 1993; Brehmer, 1992). Ju mer dynamiskt och komplext ett scenario blir, desto mer kräver det av piloternas anpassningsförmåga, förmåga att anpassa taktik för att upprätthålla kontroll och uppnå övertag i luftstriden. I en tränings- och transformationsprocess i en dynamisk kontext måste piloterna kognitivt samordna multimodal information bestående av visuell information som presenteras på flera skärmar med ljudinformation från flygstidsledning såväl som andra stridsflygare i fyrgruppen. Detta gör uppgiften mer komplex jämfört med att utföra enstaka uppdrag utan att behöva samordna handlingar med andra fyrgrupper. Det finns ett konstant behov av att överväga olika handlingar och handlingsalternativ för att kunna fatta bra beslut i tid.

Samtliga flygförare rapporterade ett ökat fokus och uppmärksamhet vid genomförandet av LVC-T scenariot. En fyrgrupp som flög som L-entiteter med de restriktioner som gäller under fredstid, beskrev att mer fokus lades på flygsäkerhet, deconfliction/separation inom gruppen och övervakning av hastighet/höjd, med resultatet större fokus på den egna uppgiften och egna handlingar. Flygförarna uppgav vidare att mer fokus lades på dessa aspekter än vad de skulle ha gjort vid reguljär simulatorträning. Detta i sin tur fick dem också att fokusera mer på samarbete och kommunikation inom fyrgruppen för att kunna

utföra sin uppgift, snarare än på uppdraget i sin helhet (*the big picture*). Denna typ av observation relaterar till begrepp om situationsförståelse och vad detta bygger på. Att bygga upp situationsförståelsen blir mer komplext när situationen och den information som förmedlas är mer komplex och att det därför finns fler element att beakta. En följd av komplexiteten i scenariot kan vara att piloten måste agera under osäkerhet om situationen, vilket i sin tur mycket sannolikt bättre återspeglar en verklig krigssituation och därför också utgör grund för ett mer anpassat realistiskt träningsvärde. Vidare kan argumenteras att det är viktigt för piloten att under sådana förhållanden bygga upp en repertoar av fungerande handlingsalternativ (Klein, 2008; Phillips, Klein & Sieck, 2004). Ur ett sådant perspektiv informerar detta å ena sidan traditionell simulatorträning om att inte utforma scenarier som inte utgör en tillräckligt stor utmaning (för att säkerställa att repertoaren av bra handlingsalternativ kan utökas), och å andra sidan att LVC-T kan möjliggöra träning som liknar mer realistiska situationer där piloter kan bygga upp och utveckla en mer relevant och lämplig repertoar av upplevelser och handlingsmönster.

En central aspekt som uppmärksammades och utgör en potentiell risk för flygsäkerhet är om entiteter på radarn/displayerna i cockpit grafiskt identifieras som Live-, Virtual- eller Constructive-entiteter, som också rapporterats i tidigare forskning (Sherwood m.fl., 2015, 2020). I det nuvarande LVC-T-scenariot presenterades alla flygfarkoster som de vanligtvis görs vid FLSC, det vill säga det fanns inte några visuella signaler som tydliggjorde vilken entitet som var vad. Argument som framfördes till fördel för att på radarn visa vilka entiteter som är Live, Virtual och Constructive handlade om flygsäkerhet och att en pilot aldrig ska behöva tvivla om vilken identitet (L, V eller C) en ingående entitet tillhör. I det fall sådan information inte skall visas var ett förslag att alla entiteter bör betraktas som Live, och/eller att olika entiteter får flyga på olika höjd (block). En konsekvens av detta skulle t.ex. vara att virtuella entiteter kan få ett sämre träningsvärde då de inte kan träna på komplexa och potentiellt farliga manövrar. Givet att både fördelar och nackdelar identifierades i sammanhanget, diskuterades att sådana aspekter behöver hanteras i en framtida flygoperationell manual (FOM).

2.1.3 Diskussion och slutsats

Sammantaget var flygförarna positiva till LVC-T-scenariot och att träna i ett komplext scenario. Deltagarna uppskattade komplexiteten och dynamiken i scenariot och att de var tvungna att överväga och hantera flera beslut och taktik. Dessa aspekter sammantaget innebär att de olika grupperna var tvungna att samordna sina handlingar och uppdrag i högre grad än vad som är vanligt vid reguljär simulatorträning (Hermelin m.fl., 2020). Samordning är en viktig färdighet för att lyckas kontrollera dynamiska system och därmed vara framgångsrik i att utföra ett uppdrag. LVC-T-scenariot kan därför sägas vara lovande utifrån ett träningsperspektiv med de allokeringar som gjorts av L-, V- och C-entiteter och deras tilldelade uppgifter för att erhålla bra träningsvärde för flygförare i både L- och V-entiteter (Aronsson m.fl., 2020a, 2020b). LDS-modellen i kombination med LVC Allocator-funktionen och processen (Aronsson m.fl., 2020b) presenterar en struktur för planering och hantering av luftstridsträning, samt utgör också ett strukturerat sätt att presentera och separera olika faser av träningen. Den beskriver och illustrerar vikten av förutsättningar för träning (inklusive scenario), den faktiska genomförda träningen och efterföljande debriefing. LVC-allokering utgör en del av att detaljera och förbereda förutsättningar, men utgör också en separat och konstruktiv designövning som möjliggör för flygförare att tänka igenom och definiera önskade lärandemål för varje inkluderad entitet, som i sig kan utgöra ett värdefullt lärande (Aronsson m.fl., 2020b).

Denna studie och analys visar att det är möjligt att iscensätta ett LVC-T-scenario genom att enbart använda simulatorer, och ännu viktigare att ett sådant tillvägagångssätt genererar viktig information för att kunna bedöma scenariot relativt upplevt träningsvärde, möjliga förbättringar av scenariot (t.ex. när det gäller allokering av L-, V- och C-enheter och uppgifter) samt identifiera potentiellt farliga situationer och egenskaper med LVC-T. Utan någon form av utvärdering kan ett LVC-T-scenario och dess anpassning till önskade lärandemål, liksom säkerhetsaspekter innan det faktiskt genomförs på riktigt, resultera i ett

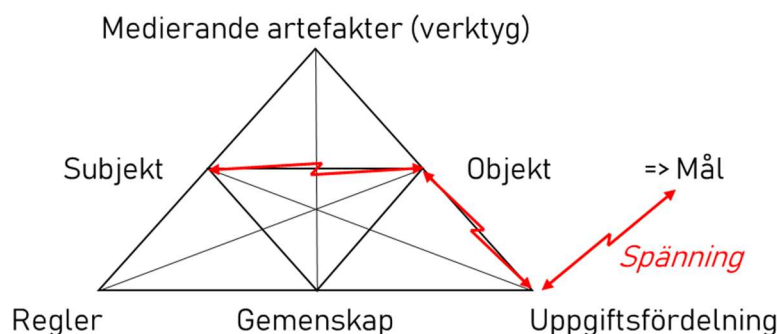
stort misslyckande. Vid framtida bedömningar av LVC-T-scenarier avses i detta forskningsprojekt ett strukturerat och mer detaljerat utvärderingsformulär inkluderas som fylls i av deltagande flygförare efter genomfört LVC-T-scenario. Utvärderingsformuläret ska fokusera på scenariot med dess egenskaper, önskade lärandemål och om dessa uppfylls, allokering av liksom fördelning av uppgifter till Live-, Virtual- och Constructive entiteter. Baserat på sådan mer detaljerad information avser projektet utforma principer för tilldelning av entiteter i LVC-T-scenariot för att säkerställa träningsvärdet för flygförare i Live- och Virtual-entiteter, samt anpassning till önskade lärandemål. Ett viktigt steg i denna forskning är att identifiera vilka aspekter av ett LVC-T-scenario (allokering, fördelning av uppgifter, uppdrag och entiteter) som skapar utmanande situationer som stödjer piloterna att vidareutveckla en repertoar av situationer och framgångsrika handlingsalternativ för beslutsfattande (Phillips, Klein & Sieck, 2004).

Analysen utifrån ett LDS-perspektiv har identifierat möjligheter, styrkor och brister relativt LVC-T som träningskoncept. I nästkommande avsnitt introduceras LVC-T utifrån perspektivet aktivitetsteori, för att ytterligare belysa centrala aspekter ur ett kompletterande teoretiskt perspektiv.

2.2 Aktivitetsteori

Aktivitetsteori är ett teoretiskt och analytiskt ramverk som möjliggör strukturering och analys av lärande och träning på olika abstraktionsnivåer. En nivå kan exempelvis beakta en individ och dess relation till andra aktörer, medan en annan nivå kan beakta en grupp eller organisation och dess relation till andra samverkande grupper och organisationer. Aktivitetsteori lägger, liksom LDS, stor vikt på de verktyg som används för att uppnå aktivitetssystemets förväntade resultat. Teorin beskrivs av Kuutti (1996) som ett filosofiskt och tvärvetenskapligt ramverk för studier av mänsklig praktik i verkliga situationer i vilka kontexten för aktiviteten inbegriper både individuella och sociala aspekter. En central aspekt inom aktivitetsteorin är att uppmärksamma spänningar mellan ingående noder i ett aktivitetssystem eftersom sådana spänningar utgör utvecklingspotential för aktivitetssystemet eller sådant som måste beaktas eller undvikas för att systemet ska kunna uppnå sitt mål. Ur perspektivet LVC-T fokuseras därför spänningar inom och mellan aktivitetssystem som ingår i LVC-T. Detta för att bidra till identifierandet av problematiska aspekter hos LVC-T som underlag för utveckling och vad som behöver hanteras vid införande av LVC-T som träningskoncept.

Aktivitetsteori bygger på relationer/noder inom ett aktivitetssystem där grunden för aktivitetssystemet utgörs av ett subjekt (som kan vara en individ och/eller en organisation) som agerar på ett objekt för att uppnå ett mål (Figur 3). Subjektet kan agera på objektet med hjälp av olika verktyg (så kallade medierande artefakter) som kan vara både fysiska såväl som psykologiska (som kunskap, idéer, etc.), men också andra medierande verktyg som t.ex. en radardisplay i ett stridsflygplan. Dessutom verkar subjektet också som en del av en större helhet, en gemenskap (eng. *community*), som i kontexten av denna rapport utgörs av gemenskapen stridspiloter. Denna relation styrs vidare av vissa regler och normer (till exempel vad det innebär att vara stridspilot, kommunikationsprotokoll mellan stridspiloter, regler för träning och krig etc.). Eftersom de flesta uppdrag är för komplexa för att en individ ska kunna utföra dessa på egen hand, så finns det vissa fördelningar av uppgifter i förhållande till genomförandet av aktiviteten (t.ex. samordnade handlingar i ett uppdrag för att utföra en gemensam uppgift) och slutligen målet (vilket motsvarar t.ex. uppdragets slutförande och/eller att bli "*combat ready*"). Aktivitetsteori har som andra teoretiska perspektiv utvecklats genom åren och karaktäriseras som olika generationer av aktivitetsteori. Ur ett första generationens aktivitetsteoretiskt perspektiv ligger fokus på det enskilda subjektets (i vårt fall på de enskilda stridspiloternas) träning och utveckling av färdigheter och kompetenser (Engeström & Sannino, 2021).



Figur 3. Representation av ett aktivitetssystem enligt aktivitetsteori (anpassad efter Engeström, 1987), med exempel på den spänning som kan uppstå i ett aktivitetssystem och därmed försvåra eller helt omöjliggöra uppnåendet av uppsatt mål. I exemplet uppstår spänning mellan subjektet och objektet (kan ej utföra tilldelad uppgift), mellan uppgiftsfördelning och objekt (annan teammedlem utför uppgiften) och därmed mellan uppgiftsfördelning och mål.

Alla noder i aktivitetssystemet är relativt flexibla avseende vad de kan inkludera. Möjligheter för lärande manifesteras som gap, spänningar eller till och med motsättningar mellan noder inom ett aktivitetssystem. Dessa spänningar, som vi föredrar att kalla dem, måste hanteras på något sätt genom att subjektet (individen och/eller organisationen beroende på systemets abstraktionsnivå) måste agera medlare för att systemet ska klara sin uppgift, t.ex. om en teammedlem är för upptagen för att utföra en viss uppgift i tid så kan detta leda till en spänning, som illustreras i Figur 3. För att hantera och komma över denna spänning kan en annan teammedlem behöva utföra den tilldelade uppgiften istället.

Den andra- och tredje generationens aktivitetsteoretiska eller så kallade CHAT-studier (eng. *Cultural Historical Activity Theory*) syftar till att studera manifestationer av motsättningar inom respektive mellan aktivitetssystem (Engeström & Sannino, 2021). Spänningar (och liknande termer som konflikter, dilemman, paradoxer, inkonsekvenser) kan förstås som manifestationer av motsättningar, eftersom motsättningar inte är direkt observerbara (Sannino & Engeström, 2018). Aktivitetssystem drivs och utvecklas kontinuerligt genom att identifiera och på något sätt hantera sådana spänningar. I vissa fall kan detta leda till utveckling av nya former av arbetsfördelning, eller till utveckling av nya verktyg (tekniska och/eller psykologiska), förfining av befintliga eller definition av nya regler, eller mer drastiskt att ändra målet för ett specifikt aktivitetssystem.

Eftersom LVC-T utgör en möjlighet för träning där aktörer i ett träningsscenario agerar på olika plattformar (aktivitetssystemen verkliga flygfarkoster och simulerade flygfarkoster), vilket i sin tur medger olika förutsättningar för träning (som illustrerats i LDS analys i avsnitt 2.1), är vår avsikt att från en andra och ett tredje generationens aktivitetsteoretiskt perspektiv (Engeström & Sannino, 2021) identifiera, analysera och formulera möjliga spänningar i aktivitetssystemet LVC-T. Ur ett andra generationens aktivitetsteoretiskt -perspektiv har utbildning och träning av stridsflygare till stor del gått från träning på fysiska plattformar till att i hög grad även inkludera virtuella simulerade plattformar. Begreppet LVC-T där fysiska och virtuella plattformar möts i träning presenterar en möjlig framtid för träning av stridsflygare, en framtid som återstår att upptäcka. Det är i denna blandning av plattformar för träning, eller uttryckt med andra ord, blandning av aktivitetssystem, som den tredje generationens aktivitetsteoretiska -perspektiv finner sin roll som analytiskt verktyg. Eftersom LVC-T som ett träningskoncept fortfarande är relativt outforskat är det viktigt att identifiera spänningar inom aktivitetssystemen verklig flygfarkost och simulerad flygfarkost, samt mellan dessa aktivitetssystem för att kunna hantera dem. Detta med målsättningen att stödja en framtida meningsfull och effektiv LVC-T med fokus på träningsvärde för stridsflygare i verkliga och simulerade flygfarkoster. Denna analys genomförs i skrivande stund, och i följande avsnitt presenteras ett exempel på hur aktivitetsteori tillämpas i analys av LVC-T som träningskoncept.

2.2.1 Resultatexempel

Genom att kombinera verkliga flygfarkoster och simulatorer som agerar under olika förutsättningar och kontexter i samma träningsscenario kan spänningar mellan de två aktivitetssystemen identifieras. Skillnaderna i kontext öppnar upp för flera potentiella olikheter i förutsättningar, till exempel säkerhetskritiska aspekter samt kognitiva och fysiska/fysiologiska effekter (g-krafter) i verkliga flygfarkoster. Givet att stridsflygplanerna agerar i olika kontexter så manifesteras också dessa grundläggande skillnader i samarbetet mellan stridsflygplaner i verkliga och simulerade flygfarkoster. En verklig och simulerad flygfarkost kan skilja sig åt i sin instrumentering (som mellan verklig JAS39 och simulatorer vid FLSC) och sensorer och vapen som alla simuleras i cockpiten i simulatorn. Med tanke på denna skillnad kommer det alltid att finnas ett gap dem emellan - ändå agerar stridsflygplanerna utifrån ett gemensamt träningsområde och scenario. Varje form av digital eftersläpning (lagg) eller andra skillnader som manifesteras på olika sätt mellan de två olika förutsättningarna kan ge upphov till spänningar vad avser t.ex. vilken information varje stridsflygplan agerar på och vid vilken tidpunkt. Eftersom ett uppdrag utgör ett samarbete så måste stridsflygplanerna kommunicera och samordna sina handlingar. Mot bakgrund av aktivitetssystemens skilda förutsättningar och flygsäkerhetsaspekter (stridsflygplan i simulator är inte utsatt för direkt risk/fara), så kan olikheterna i kontext ge upphov till spänningar i handlingsmöjligheter och lärandeförutsättning, teamorientering och vad som räknas som gemensam förståelse (eng. *common ground*).

I ett samarbete kan till exempel en stridsflygplan i simulator (V-flygplan) som i en luftstrid gör en kritisk manöver och behöver understöd från en stridsflygplan i verklig flygfarkost (L-flygplan) tänkas uppleva att de agerar under så olika förhållanden att V-flygplanen förstår att L-flygplanen inte kan utföra en nödvändig manöver ifall det kräver att L-flygplanen bryter mot säkerhetsregler som hen lyder under. På samma sätt vet en L-flygplan att en V-flygplan faktiskt inte agerar under samma förutsättningar som L-flygplanen gör. Med tanke på att det också kan finnas skillnader mellan vad en L-flygfarkost och en V-flygfarkost i cockpit visualiserar och visar om vad som händer i scenariot, såväl som vad som direkt kan uppfattas genom cockpitfönstret, så kan stridsflygplanerna förlora grund till en gemensam förståelse för uppdragets genomförande. I Figur 4 illustreras identifierade möjliga spänningar i lärandeförutsättningar för stridsflygplaner i verklig (Blå L-flygplan) och virtuell flygfarkost (Blå V-flygplan). Spänningar inom aktivitetssystemen berör noderna Blå L-flygplan och Blå V-flygplan samt den nedre vänstra noden (regler) i båda aktivitetssystemen, d.v.s. en spänning som kan uppstå kring vilket regelverk som respektive stridsflygplan ska följa. En spänning som i sin tur kan propagera vidare mellan de två aktivitetssystemen.

Teamorientering och gemensam förståelse är särskilt viktigt att rikta uppmärksamhet på under debriefing, eftersom olika kontexter kan användas som förbehåll för att agera på ett visst sätt. En fördjupad analys av LVC-T ur ett aktivitetsteoretiskt perspektiv är i skrivande stund pågående. I dessa analyser fokuseras på olika abstraktionsnivåer, som samarbete mellan aktivitetssystem som i Figur 4, där även andra spänningar inom och mellan noder i aktivitetssystemen illustreras. Ytterligare framtida analyser avser belysa LVC-T som helhet där också CGF:er och fiendestyrkor ingår.

2.2.2 Diskussion och slutsats

För att skapa en empiriskt och teoretiskt förankrad förståelse för styrkor och brister i LVC-T i sammanhanget träningsvärde, så behöver studier om LVC-T genomföras och data från dessa analyseras utifrån etablerade teoretiska perspektiv. Aktivitetsteori är ett väl etablerat perspektiv med fokus på lärande där analyser med stöd i teorin bidrar till att identifiera spänningar inom och mellan aktivitetssystem. Identifierandet av sådana spänningar kan i sig betraktas som ett lärande, ett lärande om aktivitetssystemen och hur de bör utvecklas för att överkomma de identifierade spänningarna. I sammanhanget LVC-T kan detta översättas till hur identifierade spänningar bör hanteras för att ytterligare möjliggöra och stärka lärande vid LVC-T.

Analysen som är pågående, utöver de som illustrerats ovan, lyfter fram, analyserar och identifierar spänningar i och mellan olika konstellationer av aktivitetssystem inom LVC-T, bland dessa kan nämnas:

- Blå L- och Blå V-flygfarkost i samarbete, tränar mot Röd V och Röd CGF (computer generated force, d.v.s. en datorgenererad fiende-entitet),
- Blå L och Blå CGF i samarbete, tränar mot Röd V och Röd CGF,
- Blå L-, Blå V-flygfarkost och Blå CGF i samarbete, tränar mot Röd L- Röd V och Röd CGF (d.v.s. ett storskaligt scenario likt vad som skulle kunna genomföras i stora övningar, likt ACE).

Resultat från genomförda analyser ur ett aktivitetsteoretiskt perspektiv måste sättas i relation till erhållna resultat från LDS-analysen. Aktivitetsteori fokuserar på identifierandet av spänningar i aktivitetssystem som en grund för att söka vägar för att hantera dessa. LDS-analysen lyfte fram både styrkor och identifierade problem, t.ex. att LVC-T erbjuder scenarier med ett flertal entiteter som förhöjer graden av komplexitet och beslutspunkter vilket förhöjer träningsvärde, likaväl som potentiella problem för flygförarna med att identifiera vilka entiteter som är L-, V- och C-entiteter. Vi har i tidigare rapporter, och i publicerade vetenskapliga artiklar, argumenterat för inrättandet av en roll, "LVC-Allocator" (Aronsson m.fl. 2020a, 2020b) som designar LVC-T scenarier med fokus på träningsvärdet för stridsflygare i verkliga- och simulerade flygfarkoster. Analyser av LVC-T (Aronsson m.fl., 2020a, 2020b; Sherwood m.fl., 2015, 2020; Mansikka m.fl., 2019a, 2019b) utgör viktiga bidrag till etablerande och införande av en sådan funktion för att kunna designa LVC-T scenarier som hanterar identifierade svårigheter och uppnår önskvärt träningsvärde för stridsflygare i verkliga och simulerade flygfarkoster. Ett centralt komplement till en sådan process är att utföra utvärdering av designade LVC-T scenarier, vilket har genomförts i simulatorer i detta forskningsprojekt och som har rapporterats tidigare (Aronsson m.fl., 2020b).

3 Arctic Challenge Exercise LVC-enkätstudie

Arctic Challenge Exercise (ACE) är en internationell övning som genomförs i gemensamt övningsområde i norra Sverige, Norge och Finland, vartannat år. 2021 deltog över 70 flygplan inklusive tankerflygplan och ledningsflygplan från åtta olika länder, samt cirka 3000 personer (Försvarsmakten, 2021) (övningen brukar ha ett ännu större internationellt deltagande i icke-pandemiska tider). Målsättningen med ACE 21 var att piloter från flera nationer får samöva med olika flygplanstyper i stora sammansatta flygstyrkor där taktik och procedurer övas i en realistisk hotmiljö med simulerade luftvärnssystem (ibid.). Deltagande stridsflygplan (från sex olika länder) var: Sverige med JAS39 Gripen, Finland med F-18 Hornet, Norge med F-16 Fighting Falcon och F-35, Danmark med F-16 Fighting Falcon, Tyskland med Eurofighter Typhoon och USA med F-16 CJ (Försvarsmakten, 2021).

ACE genomfördes för femte gången, och årets övning var en vidareutveckling av tidigare års genomförda flygövningar. Forskare vid FOI har varit observatörer på ACE 2019 och 2017.

3.1 Inledning

Till övningen ACE 2021 fanns det inte möjlighet för forskare vid FOI att genomföra observationer p.g.a. rådande Covid-pandemi. Istället bidrog forskare vid FOI med en enkät med syftet att undersöka hur flygförarna som deltog i ACE ser på hur LVC som koncept skulle kunna stödja framtida ACE-övningar eller liknande stora övningar. Projektet anpassade med hjälp av flera erfarna flygförare en enkät som har sitt ursprung i en utvärdering av genomförda LVC-T scenarier (White Wizard, Aronsson m.fl., 2020b). Enkäten itererades med ACE-sekretariatet (arrangör av övningen) som slutligen godkände den som en officiell del i debriefingen efter de mer komplexa sammansatta flygpassen (COMAO, *COMBined Air Operations*).

3.1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med enkäten var att undersöka flygförarnas attityder till LVC som träningskoncept. Frågeställningarna i enkäten berörde fem huvudområden och fokuserade på flygförarnas upplevelser och åsikter om: (1) flygpassen på ACE gav ett träningsvärde för specifika definierade lärandemål (DLO:er, eng. *Desired Learning Objectives*), (2) övningen i sin helhet gav ett bra träningsvärde, (3) introducerandet av Virtual- och Constructive-entiteter i ACE- och liknande träning, skulle bidra till träningsvärde, (4) att introducerandet av Virtual- och Constructive-entiteter skulle bidra till ökat träningsvärde för definierade lärandemål, samt (5) LVC-T som övergripande träningskoncept. Enkäten i sin helhet återfinns i bilaga 1.

Definierade lärandemål som ingick i och fokuserades i enkäten var: (1) uppdragsplanering/mission planning, (2) taktik för fyrgrupp och rote/fourship and twoship tactics, (3) radarhantering/radar handling, (4) vapensystemhantering/weapon systems handling, (5) separation/deconfliction, (6) målfördelning/targeting, (7) robotekonomi/missile management, (8) BVR-taktik, (9) taktik mot långräckviddigt luftvärn, (10) taktiskt ledarskap, samt (11) flygning av komplext uppdrag. Flygförarnas upplevda träningsvärde ska därför ses relativt dessa lärandemål.

3.1.2 Metod

Flygföraren/uppdragschefen som deltagit i enkätutformningen genomförde vid starten av ACE-övningen (eng. *inbrief*) en inledande presentation av LVC och introducerade samtidigt enkäten. Deltagande stridspiloter vid ACE instruerades att fylla i enkäten efter varje genomfört övningspass som lämpade sig för att fylla i enkäten, d.v.s. större COMAO.

Enkäten distribuerades i anslutning till debriefing som genomfördes efter varje genomfört övningspass. Flygförarna ombads att fylla i enkäten under/efter genomförd debriefing och lägga den ifyllda enkäten i en dedikerad låda.

Det fanns ingen möjlighet att kontrollera för att samtliga flygförare som genomfört ett övningspass också närvarade vid debriefing. Likaledes fanns det inte möjlighet att kontrollera att alla flygförare som närvarade vid debriefing också fyllde i och lämnade in enkäten. Eftersom enkäten distribuerades efter varje genomfört övningspass har flygförare sannolikt deltagit i enkäten flera gånger och under olika uppdrags- och rollbeteckningar samt pilotkategorier. Enkäten fylldes i av flygförare som ingick i både egna styrkor (blå sida) och i motståndarstyrkan (röd sida). I skrivande stund finns inte underlag för att beräkna bortfall i enkät deltagande eftersom det för oss är okänt hur många piloter som totalt deltog under de olika övningspassen som genomfördes vid ACE. Datamaterialet som presenteras i denna rapport redovisas i huvudsak som deskriptiv statistik. Mer ingående statistiska analyser kommer att utföras i projektet vid senare tillfälle.

3.2 Resultat

Resultaten från enkäten redovisas i den ordning som frågor på de olika definierade temana presenterades i enkäten. Utöver detta presenteras också korrelationsanalyser med syfte att finna samband mellan teman, likaväl som samband mellan svar på ingående frågor i enkäten. Vid ifyllandet av enkäten fick flygförarna ange:

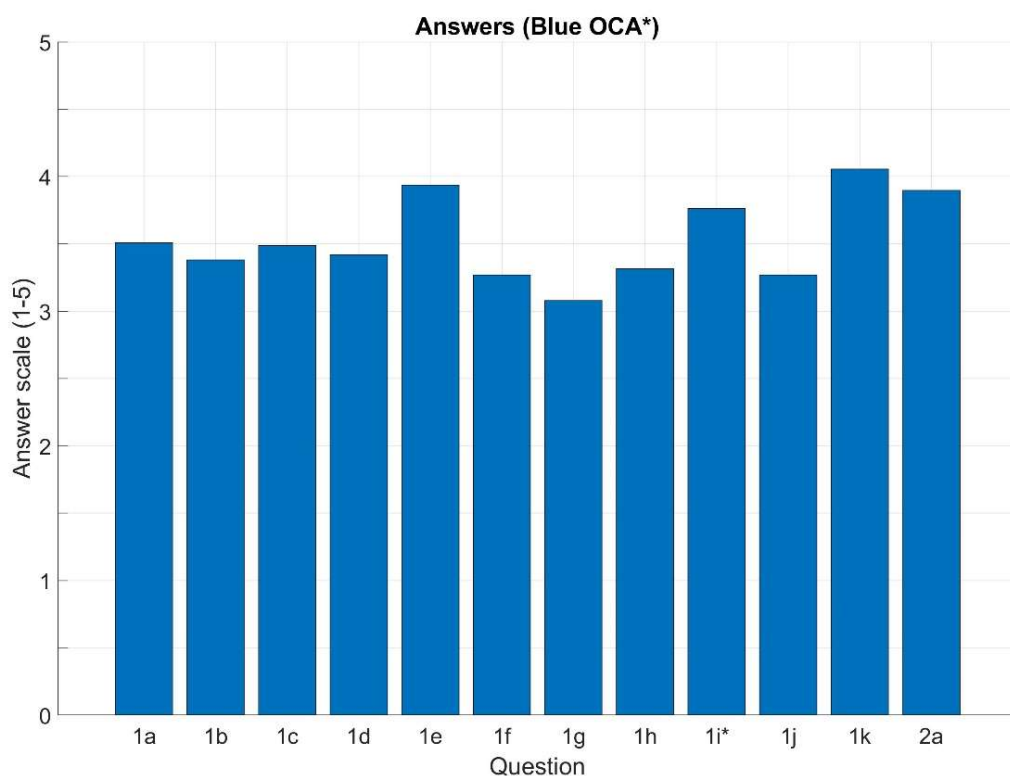
- vilken roll i uppdraget som flögs (på blå sida "Air to Air" (A/A) eller "Air to Ground" (A/G), eller motståndarsidan (röd sida));
- vilken pilotkategori flygföraren hade i sin grupp (wingman, rotechef, fyrgruppschef).

Vid ACE alternerades uppdragstyper. Varannan dag flögs defensiv luftstrid (DCA, *Defensive Counter Air*) och varannan dag offensiv luftstrid kombinerat med anfall mot markmål (OCA, *Offensive Counter Air*). Defensiv luftstrid handlar om att försvara en landmassa från angripande flyganfall. Offensiv luftstrid handlar om att överta luftherraväldet i en motståndares territorium och därigenom möjliggöra anfall mot markmål. Defensiv luftstrid berör i högre grad uppdragsrollen "Air to Air" som huvudsakligen innebär luftstrid. Offensiv luftstrid innebär att flygföraren i högre grad också måste beakta och slå ut motståndarens luftvärn. Detta gör att olika skärningar kan göras i enkätdata. Det betyder också att olika antal svar kunde ges för de olika kategorierna beroende på hur många pass som flögs för respektive kategori.

3.2.1 Träningsvärde flugna pass

Efter varje pass fick flygförarna besvara frågor om i vilken grad de höll med om påståenden om huruvida det genomförda träningspasset uppfyllde uttryckta lärandemål, samt en övergripande fråga om huruvida de höll med om att träningspasset i sin helhet gav ett bra träningsvärde. I Figur 5 kan utläsas att de överlag fann att ACE som helhet gav ett tillfredställande träningsvärde för alla lärandemål. Den övergripande bedömningen, stapeln längst till höger (stapel 2a), visar att flygförarna bedömer att övningspassen överlag gav ett högt träningsvärde (3.9 på 5-gradig skala). Lärandemålen "Separation/Deconfliction" (1e) och Komplexitet (1k) är särskilt utmärkande, d.v.s. skattades högst. Fråga 1i "Taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM-awareness/avoidance" är endast relevant för uppdragstypen OCA på blå sida ("Air to Air" och Air to Ground") och därför ingår ej de respondenter som flög uppdragstypen DCA, vilket innebar ett lägre antal svar.

Att skattningarna av den övergripande träningen var hög och dessutom högre än för enskilda DLO:er tyder på att helheten av övningen upplevdes som mer värdefull än alla dess ingående delar var för sig. Det finns dock en möjlighet att enkäten inte täckte in alla tänkbara träningsvärden som stridspiloterna kan ha upplevt.



Figur 5. Medelvärde för i vilken grad som flygförarna höll med om påståenden om att lärandemålen uppfylldes under det nyss flugna passet (se tabell 2 för påstående och numeriska medelvärde, standardavvikelse och antal svarande per fråga). Fråga 1i "taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM awareness/avoidance" var endast relevant för blå sida under OCA-pass, övriga data har därför exkluderats.

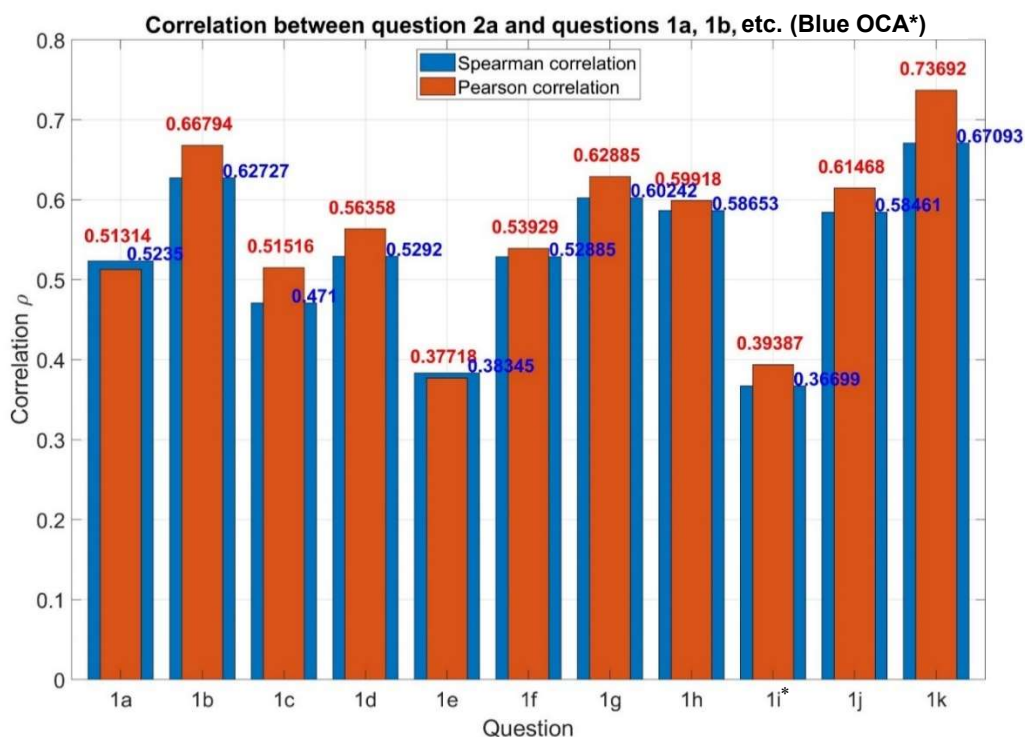
I Tabell 2 presenteras utöver medelvärden också standardavvikelse och antal svar för respektive fråga. Då standardavvikelse anger grad av samstämmighet och då standardavvikelsen är relativt låg kan konstateras att flygförarna var rimligt överens om bedömningarna.

Tabell 2. Medelvärde (1=Håller inte med alls, 5=håller med till fullo) för till vilken grad flygförarna höll med om att flygpasset gav dem bra träningsvärde för de specifika lärandemålen, samt i vilken grad de ansåg att flygpasset i sin helhet gav bra träningsvärde. Standardavvikelsen anger hur samstämmiga respondenterna var – ju lägre siffra desto högre grad av samstämmighet.

1. This mission gave me good training value in:	Medelvärde	Standard-avvikelse	Antal svar
a. Mission planning	3,51	0,99	126
b. 4-ship/2-ship tactics	3,38	1,03	126
c. Radar handling	3,49	0,89	127
d. Weapon systems handling	3,42	1,08	126
e. Deconfliction	3,94	0,79	127
f. Targeting	3,27	1,12	123
g. Missile management	3,08	1,13	125
h. BVR-tactics	3,31	1,05	124
i. SAM-awareness/avoidance	3,76	1,05	39
j. Tactical leadership	3,27	1,02	123
k. Flying a complex mission	4,06	0,92	126
2a. Overall, this mission gave me good training value.	3,9	0,92	127

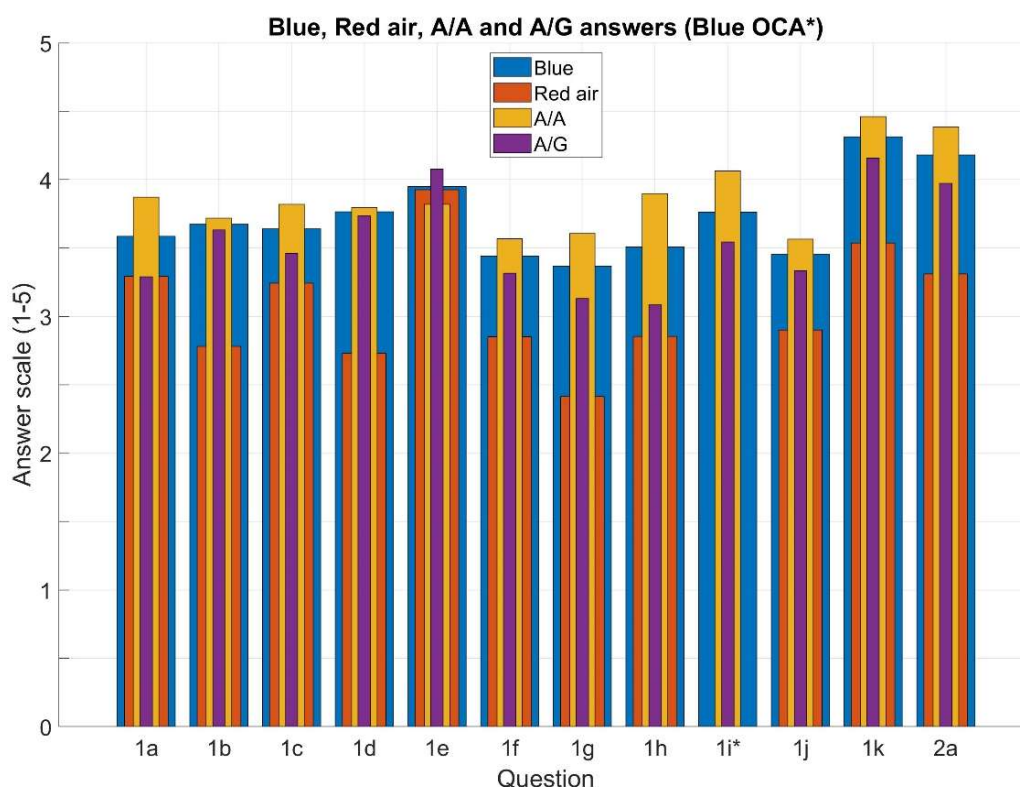
Det som inte framgår i Figur 5 och Tabell 2 är att de flygförare som agerade i uppdragstypen defensivt luftförsvar (DCA) i högre grad instämde med att träningsvärdet för BVR-taktik uppfylldes (fråga 1h medelvärde 3,6), än de som agerade i uppdragstypen offensivt luftförsvar (OCA, fråga 1h, medelvärde 3,0). En rimlig tolkning är att BVR-taktik är mer relevant och uttalad i uppdragstypen DCA. I övrigt var det ingen tydlig skillnad mellan dessa uppdragstyper.

En korrelationsanalys genomfördes mellan sambandet mellan respektive pilots skattningar av graden av upplevt träningsvärde i det flygna övningspasset (fråga 2a) och deras skattningar av det upplevda träningsvärdet i förhållande till lärandemålen (DLO:er, frågor 1a-k i tabell 2). I Figur 6 nedan framgår att det föreligger en hög korrelation emellan dessa, förutom lärandemål 1e (Separation/Deconfliction) och 1i (Taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM-awareness/avoidance). Det kan därmed konstateras att flygförare som varit nöjda med flygpas också upplevde att de erhållit bra träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er).



Figur 6. Korrelationsanalys mellan fråga 2a och frågebatteri 1. Eftersom inte alla svar på frågorna var normalfördelade har vi valt att använda både korrelationsanalysen Pearson och Spearman. Fråga 1i "taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM awareness/avoidance" var endast relevant för blå sida under OCA-pass.

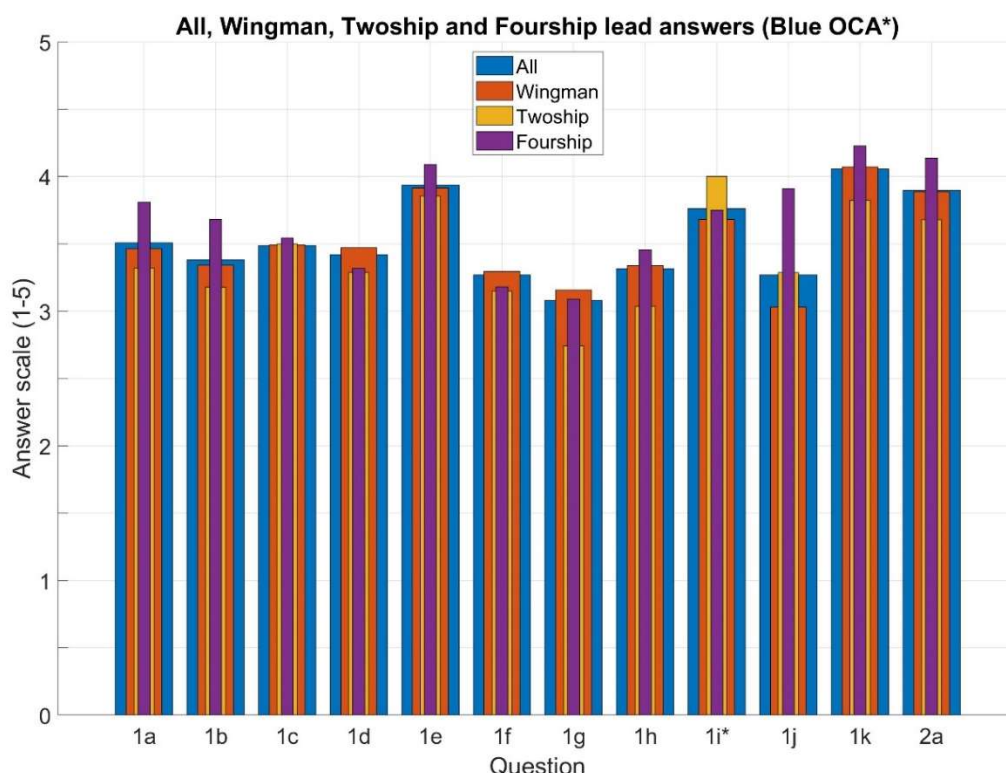
I Figur 7 nedan presenteras en jämförelse mellan blå sida (blå) respektive röd sida (orange) samt delmängderna av blå sida "Air to Air" (gul) och "Air to Ground" (lila). Som kan utläsas i figuren så angav blå sida överlag att deras lärandemål uppnåts i högre grad än vad som angavs av röd sida. Detta är rimligt med tanke på att blå sida tränar utifrån sin ordinarie taktik och flygsystemsprestanda medan röd sida måste "simulera" en tänkt motståndares taktik och flygsystemsprestanda. En reflektion är också till vilken grad definierade DLO:er är tillämpliga för röd sida.



Figur 7. Stapeldiagrammet visar medelvärden för blå sida (blå), röd sida (röd) samt delmängderna av blå sida i termer av uppdragroll "Air to Air" (gul) och "Air to Ground" (lila). Fråga 1i "taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM awareness/avoidance" var endast relevant för blå sida under OCA-pass.

De flygförare som flög "Air to Air" angav i högre grad att lärandemålen uppnåts jämfört med de flygförare som flög "Air to Ground". Båda dessa roller innehåller "Air to Air" men rollen "Air to Air" har uteslutande denna roll. Rollen "Air to Ground" däremot innehåller också element av "Air to Air" eftersom flygfarkoster med "Air to Ground" -uppdrag kan behöva engagera sig i "Air to Air"-strid för att nå fram till sina markmål. Möjliga förklaringar till att "Air to Air" till högre grad upplevde ett bättre träningsvärde behöver emellertid utforskas i planerade workshops med flygförare som deltog vid ACE.

Figur 8 nedan presenterar en jämförelse mellan olika kategorier av piloter (Fyrgruppschef (lila), Rotechef (gul), Wingman (röd), alla sammantagna (blå)) och till vilken grad de upplever att de fått ut träningsvärde relativt definierade lärandemål (DLO:er). Som kan ses i Figur 8 ansåg fyrgruppscheferna överlag att lärandemålen (DLO:er) uppfyllts i högre grad än övriga grupper. Noterbart är, enligt förväntan, att "uppdragsplanering/mission planning" (1a) och "taktiskt ledarskap/tactical leadership" (1j) skattas högt av fyrgruppscheferna eftersom de i uppdraget ansvarade för dylika uppgifter. Rotecheferna skattade högt inom "taktik mot långgräckviddigt luftvärn/SAM-awareness/avoidance" (1i) men svarsfrekvensen på denna fråga är som nämnts ovan betydligt lägre eftersom den frågan är relevant endast för blå OCA.

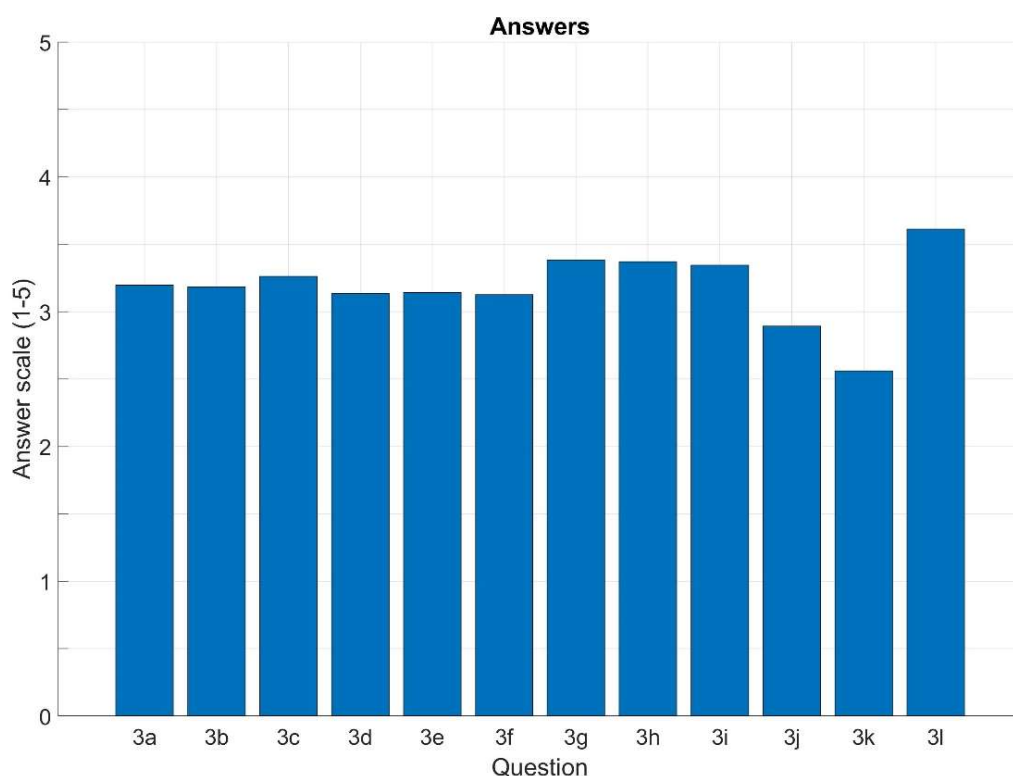


Figur 8. Stapeldiagrammet visar alla respondenternas svar (blå) och delmängderna Wingman (röd), rotechef (gul) och fyrgruppschef (lila). Fråga 1i "taktik långgräckviddigt luftvärn/SAM awareness/avoidance" var endast relevant för blå sida under OCA-pass.

I det följande avsnittet redogörs för flygförarnas uppfattning om att inkludera V- och C-entiteter i ett motsvarande flygpass som flygförarna genomfört.

3.2.2 Virtuals och Constructives betydelse för träningsvärde

Detta frågetema behandlade huvudsakligen huruvida inkludering av Virtuella eller Datorgenererade entiteter/Constructives skulle förstärka träningsvärdet i den typ av uppdrag som flygförarna flög och vilka entiteter som skulle kunna ersättas med V- eller C-entiteter. Figur 9 visar överlag att flygförarna tenderade att hålla sig neutrala (nära mittenvärdet 3) vad det gäller frågor om att inkludera V- och C-entiteter i scenariot som ett sätt att förstärka träningsvärdet (se frågorna i Tabell 3). Detsamma gäller frågor om V- och C-entiteter skulle vara lämpliga att använda i de olika uppdragsrollerna "Air to Air" och "Air to Ground". Det är tydligt att flygförarna inte önskade att flygförare i egen grupp skulle ersättas med V-entiteter och detta gäller i ännu högre grad med C-entiteter (Figur 9; fråga 3j respektive 3k). Det fanns ingen märkbar skillnad mellan respondenter som flög i de två uppdragstyperna (DCA/OCA).



Figur 9. Medelvärde för alla flygförare angående i vilken grad de höll med om påståenden om V- och C-entiteter (se tabell 3 för påståenden, numeriska medelvärde, standardavvikelse och antal respondenter som besvarat frågan).

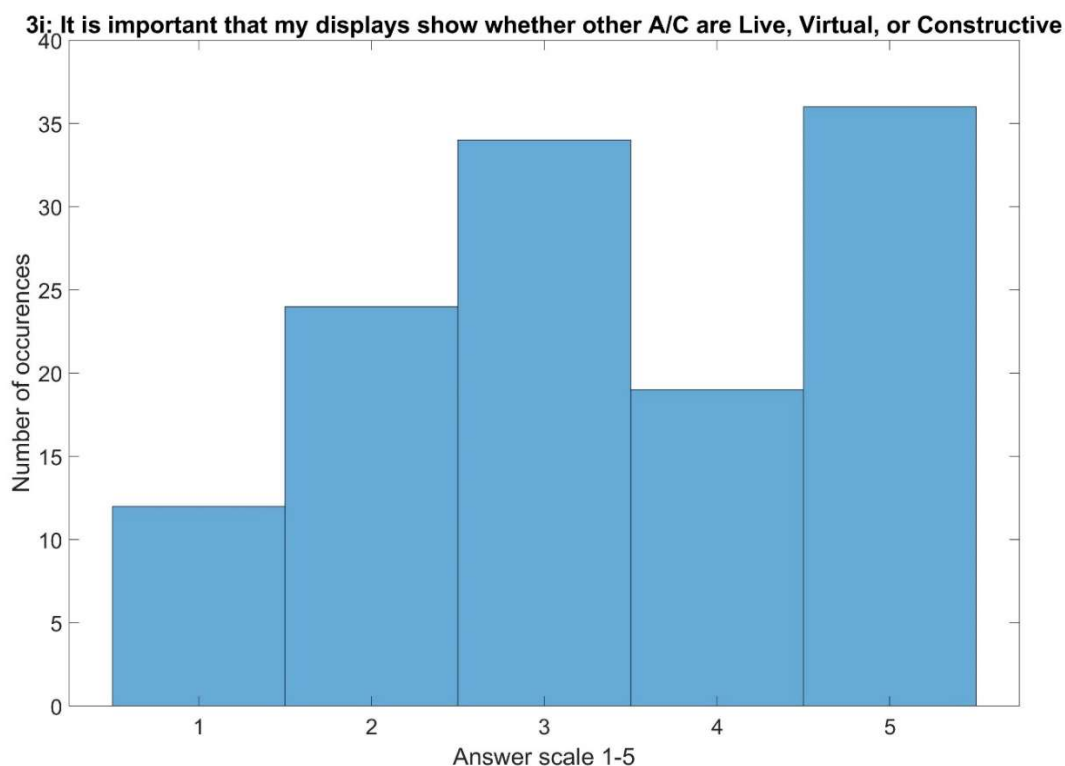
I tabell 3, redovisas utöver medelvärden också standardavvikelse och antal svar för respektive fråga. Att standardavvikelserna är relativt låga visar att flygförarna överlag var överens om bedömningarna. Det kan dock konstateras att standardavvikelserna för detta tema är något högre än för föregående tema.

Tabell 3. Medelvärden (1=Håller inte med alls, 5=håller med till fullo) för i vilken grad flygförarna höll med påståenden om vilka uppgifter som skulle passa V-respektive C-entiteter. Standardavvikelsen anger hur samstämmiga respondenterna var – ju lägre siffra desto högre grad av samstämmighet.

3. To what extent do you agree with the following statements regarding the mission you just flew:	Medelvärde	Standard-avvikelse	Antal svar
a. To have Virtuals in the scenario would increase the training value.	3,20	1,02	127
b. To have Constructives in the scenario would increase the training value.	3,18	1,06	125
c. The Air-to-air part of this mission would be suitable for Virtuals.	3,26	1,16	127
d. The Air-to-air part of this mission would be suitable for Constructives.	3,13	1,08	126
e. The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Virtuals.	3,14	1,15	120
f. The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Constructives.	3,13	1,00	118
g. The opposing force (Red Air) part of this mission would be suitable for Virtuals.	3,38	1,18	123

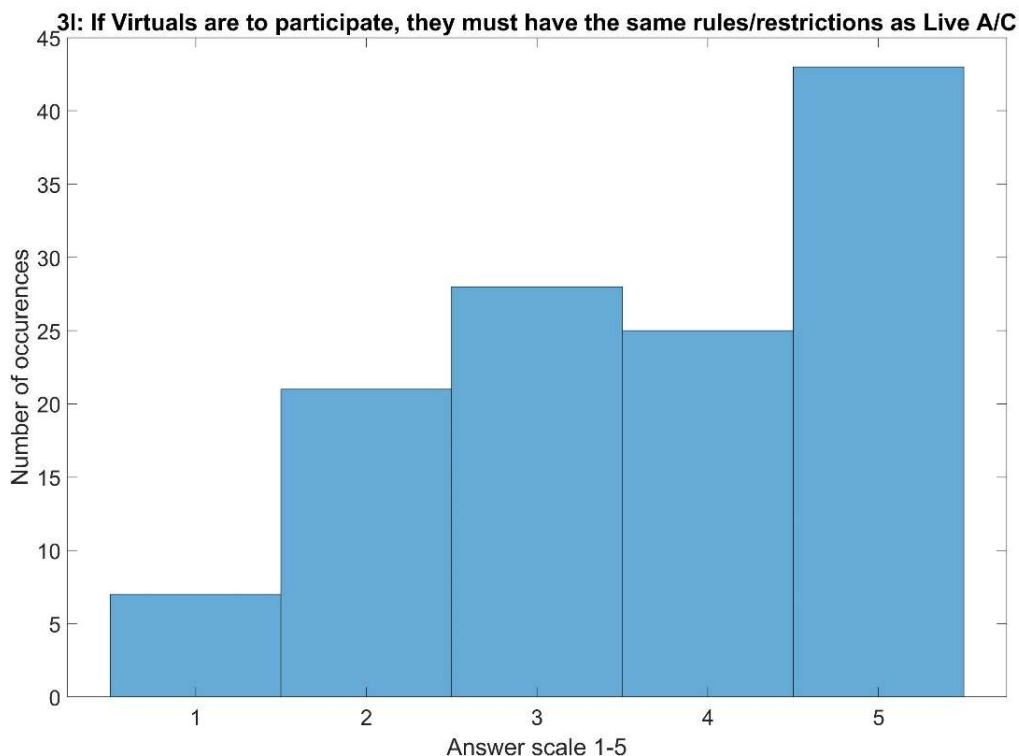
3. To what extent do you agree with the following statements regarding the mission you just flew:	Medelvärde	Standard- avvikelse	Antal svar
h. The opposing force (Red Air) part of this mission would be suitable for Constructives.	3,37	1,11	122
i. It is important that my displays show whether other A/C are Live, Virtual, or Constructive.	3,34	1,33	125
j. If any of my Live flight members would be flying as Virtual(s), I would still get good training value.	2,89	1,15	122
k. If any of my Live flight members would be exchanged for Constructive(s), I would still get good training value.	2,56	1,12	125
l. If Virtuals are to participate, they must have the same rules/restrictions as Live A/C.	3,61	1,27	124

Som noterats ovan var standardavvikelsen för detta tema något högre än för föregående tema. Fråga 3i "It is important that my displays show whether other A/C are Live, Virtual, or Constructive" som presenteras i Figur 9, uppvisar högre standardavvikelse och pekar därmed på att respondenterna inte är helt överens. Detta resultat speglar också vad som framkommit i analyser av utvärdering av LVC-T scenarier (avsnitt 2.1.2). Stapeldiagrammet (Figur 10) för fråga 3i visar att det fanns relativt stor spridning över hela svarsskalan och två toppar i svaren runt neutralt (3) och håller med till fullo (5) där merparten lutar åt att flygföraren ska kunna se entitetens status på skärmen.



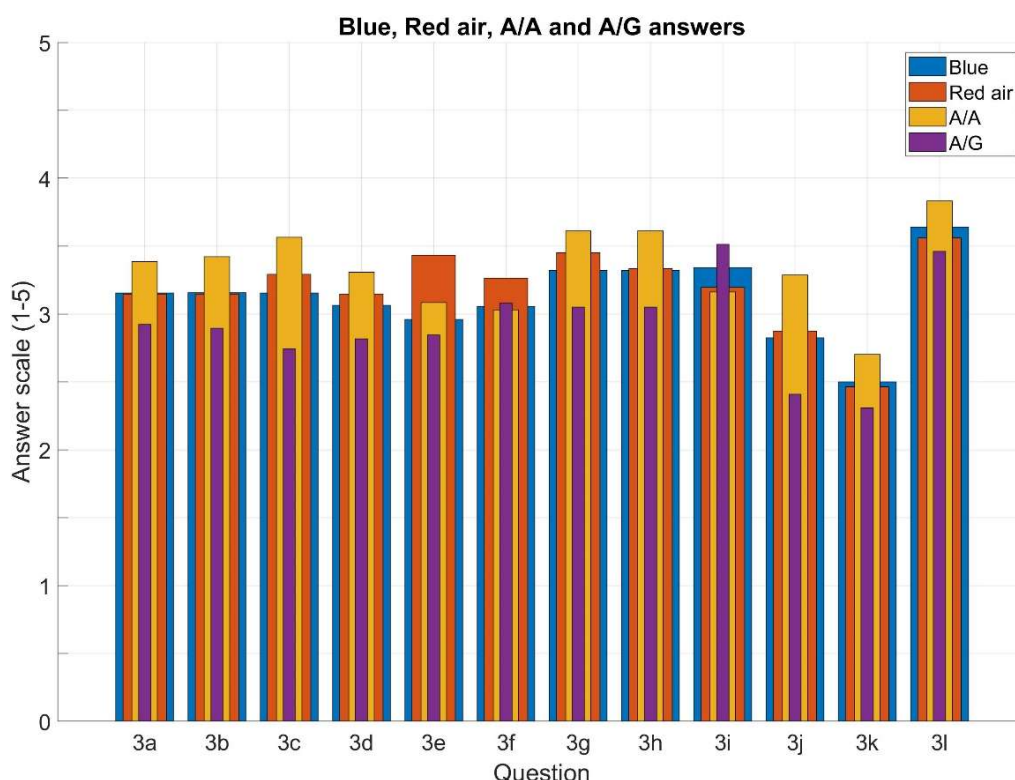
Figur 10. Skev normalfördelning i svar på frågan 3i "It is important that my displays show whether other A/C are Live, Virtual, or Constructive."

Svaren på fråga 3I "If Virtuals are to participate, they must have the same rules/restrictions as Live A/C" visar på att merparten av respondenterna instämmer i att V-entiteter ska ha samma restriktioner som L-entiteter (Figur 11).



Figur 11. Skev normalfördelning av svar på fråga 3I "If Virtuals are to participate, they must have the same rules/restrictions as Live A/C".

Dessa olika perspektiv och möjliga konsekvenser av dessa behöver utredas i planerade workshoppar med flygförare som deltog vid ACE. En konsekvens skulle kunna vara att om alla entiteter i LVC-T skulle agera utifrån samma regler så skulle begränsad nytta erhållas av de värden och egenskaper som simulatorer erbjuder. T.ex. att V-entiteter kan flyga i överljudshastighet, samt att utföra avancerade flygmanövrar utan att riskera att kollidera med annan flygfarkost.



Figur 12. Frågebatteri 3 (för "Air to Air" och "Air to Ground", som tillsammans utgör blå sida , samt för röd sida) som i huvudsak behandlade inkludering av Virtuella eller Datorgenererade entiteter/Constructives skulle förstärka träningsvärde i den typ av uppdrag flygförarna flög och vilka entiteter som skulle kunna ersättas med V- eller C-entiteter.

Möjliga förklaringar till att "Air to Air" ställer sig mer positiva till att involvera Virtuals och Constructives, samt att röd sida ställer sig mer positiva till att "Air to Ground" kan utföras av Virtuals avses utforskas i planerade workshops med flygförare som deltog vid ACE.

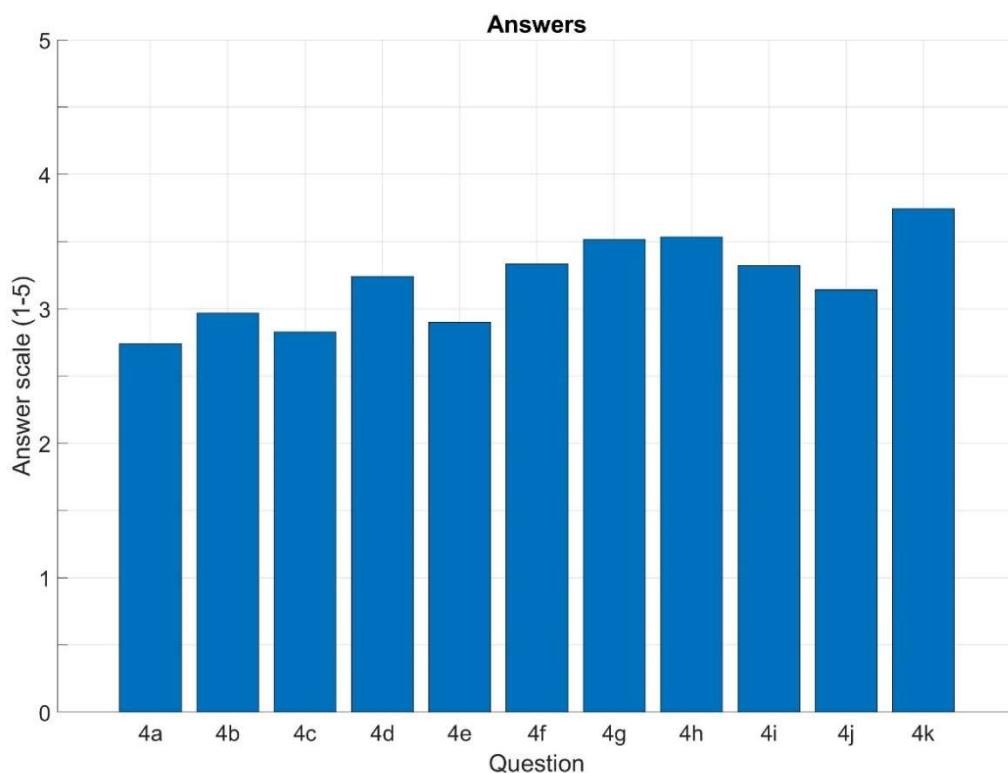
Det kan noteras i ovanstående figur att uppdragsrollen "Air to Air" ställer sig mer positiva till att involvera Virtuals och Constructives i den typ av uppdrag som flögs under ACE. Utmärkande är frågorna 3j "If any of my live flight members would be flying as Virtual(s), I would still get good training value" och 3c "The air-to-air part of this mission would be suitable for Virtuals", samt frågan 3e "The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Virtuals". Undantagen är 3i och 3f. Möjliga förklaringar till att "Air to Air" ställer sig generellt mer positiva till att involvera Virtuals och Constructives, samt att röd sida ställer sig mer positiva till att "Air to Ground" kan utföras av Virtuals avses utforskas i planerade workshops med flygförare som deltog vid ACE.

3.2.3 LVC och förhöjt träningsvärde i stora övningar

Detta frågetema behandlade respondenternas inställning till påståenden om att LVC skulle öka träningsvärdet för de lärandemål som var uppsatta för det nyss genomförda scenariot. Utifrån Figur 13 kan utläsas att respondenterna ansåg att det skulle öka träningsvärdet för lärandemålet "flyga ett komplext scenario/flying a complex mission" (4k). Detta bekräftar förväntningen att LVC skulle kunna erbjuda fler flygfarkoster i scenariot och därmed också bidra till hög komplexitet, något som bekräftas av och framkom i analyser och utvärdering av LVC-T (avsnitt 2.1.2).

I något lägre grad men med ett genomsnitt på 3,5 ansåg respondenterna att vapenhantering (4g) och BVR-taktik (4h) skulle kunna ge ökat träningsvärdet vid införande av LVC-T.

Återigen kan detta ha att göra med att antalet flygfarkoster i ett scenario vid införande av LVC-T blir större och därmed skapar uppgifter som är svårare att hantera.



Figur 13. Medelvärde frågebatteri 4 "Om LVC skulle öka träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er)".

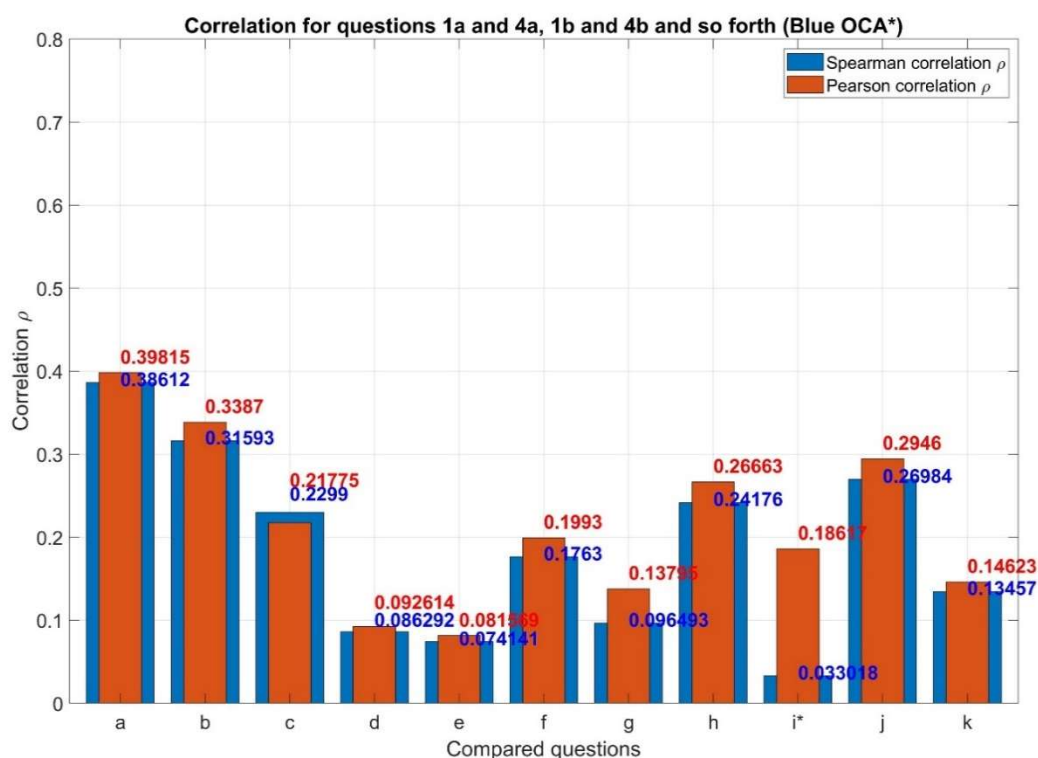
För övriga lärandemål var respondenterna mer neutrala (nära 3). En försiktig tolkning skulle kunna vara att LVC, enligt respondenterna, även skulle kunna försvåra eller komplicera vissa aspekter av "Uppdragsplanering/Mission planning" (4a), "Radar hantering/Radar handling" (4c) och "Separation/Deconfliction" vilket då kan påverka det förväntade träningsvärdet på oklart sätt.

De som agerade under uppdragstypen defensivt luftförsvar (DCA) instämde generellt, d.v.s. över alla frågor, i något högre grad med att LVC skulle kunna förstärka träningsvärdet än de som agerat under uppdragstypen offensivt luftförsvar (OCA). En möjlig tolkning är att uppdragstypen defensivt luftförsvar innehåller mer "Air to Air" och att fler Virtuals och Constructives på röd sida skulle öka komplexiteten i scenariot. Detta kommer lyftas i planerade framtida workshoppar där flygförare som flög ACE kommer att få bidra att tolka dessa resultat. I tabell 4 framgår från standardavvikelse att piloterna i stort var relativt eniga i sina skattningar.

Tabell 4. Medelvärde (1=Håller inte med alls, 5=håller med till fullo) flygförarna höll med om påståenden om att LVC skulle ge dem högre träningsvärde för de specifika lärandemålen. Standardavvikelsen från medelvärdet anger variationen för populationen.

4. LVC could increase the training value for the following learning objectives in the type of mission I just flew:	Medelvärde	Standard- avvikelse	Antal svar
a. Mission planning	2,74	1,05	122
b. 4-ship/2-ship tactics	2,97	0,98	122
c. Radar handling	2,83	1,06	122
d. Weapon systems handling	3,24	0,92	121
e. Deconfliction	2,90	1,08	121
f. Targeting	3,33	0,90	120
g. Missile management	3,52	0,94	122
h. BVR-tactics	3,53	0,94	122
i. SAM-awareness/avoidance	3,32	1,08	122
j. Tactical leadership	3,14	0,88	121
k. Flying a complex mission	3,74	1,00	121

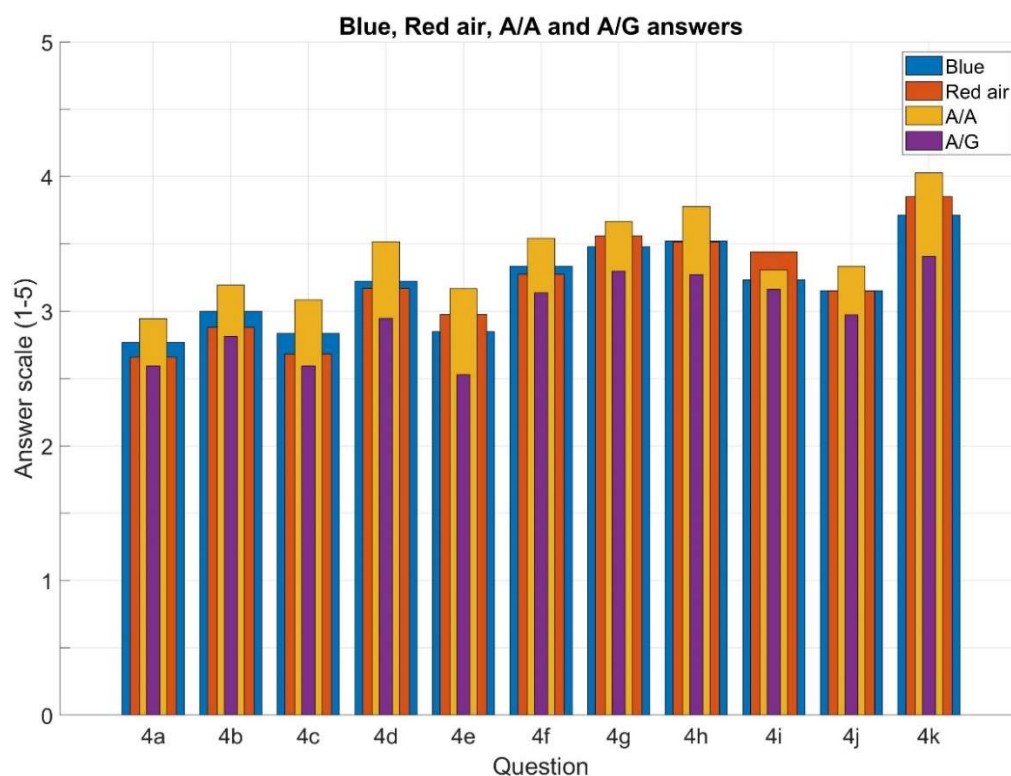
En korrelationsanalys genomfördes mellan sambandet mellan respektive pilots skattningar av graden av upplevt träningsvärde i det flygna övningspasset (frågor 1a-k) och deras skattningar av hur flygförarna tror att introducerandet av LVC skulle bidra till ökat träningsvärde i förhållande till lärandemålen (frågor 4a-k). Analysen visar svaga samband mellan graden av upplevt träningsvärde för fluget pass och huruvida flygförarna anser att införandet av LVC skulle ge ökat träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er), se Figur 14 nedan. Noterbart är att frågorna om "Uppdragsplanering/Mission planning" och "Fyrgrupp/rote-taktik, Fourship/twoship tactics" jämförelsevis visar något högre samband än övriga frågor.



Figur 14. Korrelation mellan frågebatteri 1 (grad av träningsvärde frågorna 1a-k relativt definierade lärandemål (DLO:er)) och frågebatteri 4 (om LVC skulle ge ökat träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er)). Eftersom inte alla svar på frågorna var normalfördelade har vi valt att använda både korrelationsanalysen Pearson och Spearman.

De svaga sambanden kan möjligtvis tolkas som att om flygförarna var nöjda med flygpassen i termer av träningsvärdet, och att de kanske inte ville förändra detta genom införandet av LVC. En alternativ tolkning kan vara att om de inte var nöjda med flygpassen i termer av träningsvärdet, så trodde de inte att LVC skulle kunna förhöja detta.

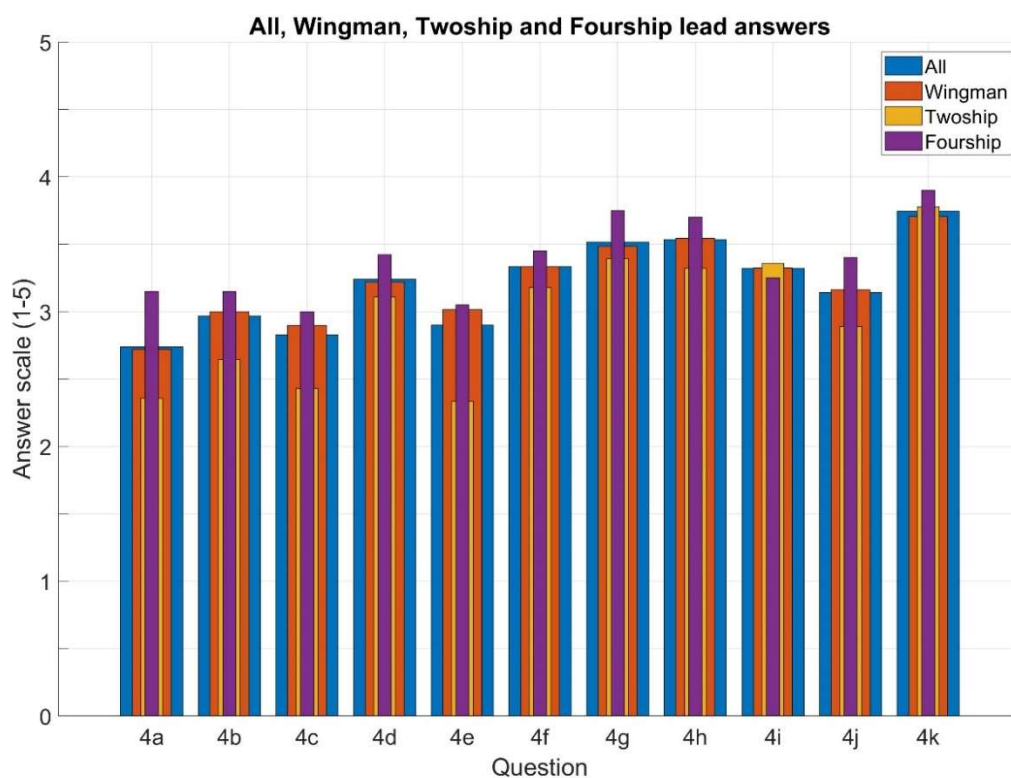
Figur 15 nedan redovisar en jämförelse mellan blå sida (blå) och röd sida (orange), samt delmängderna av blå sida som uppdragsrollerna "Air to Air" (gul) och "Air to Ground" (lila). På de flesta frågor är blå sida marginellt mer positiva till att LVC skulle öka träningsvärdet jämfört med röd sida. Detta kan, liksom tidigare påpekats, möjligtvis förklaras av att blå sida har mer att tjäna på om röd sida innehåller flera Virtuals och Constructives, samt att egenskapen Virtual kan agera mer enligt fiendens flygsystemprestanda. Ytterligare jämförelser mellan uppdragsrollerna kommer att diskuteras under planerade workshoppar med deltagande piloter.



Figur 15. Frågebatteri 4, jämförelse mellan blå sida (blå) och röd sida (orange), samt delmängderna av blå sida som uppdragsrollerna "Air to Air" (gul) och "Air to Ground" (lila), relativt om LVC skulle öka träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er).

De som flög "Air to Air" är genomgående mer positiva till LVC än de som flög "Air to Ground". En möjlig förklaring till detta är att LVC skulle kunna erbjuda ett större antal flygfarkoster i luften och därmed öka komplexiteten i uppdragsrollen "Air to Air".

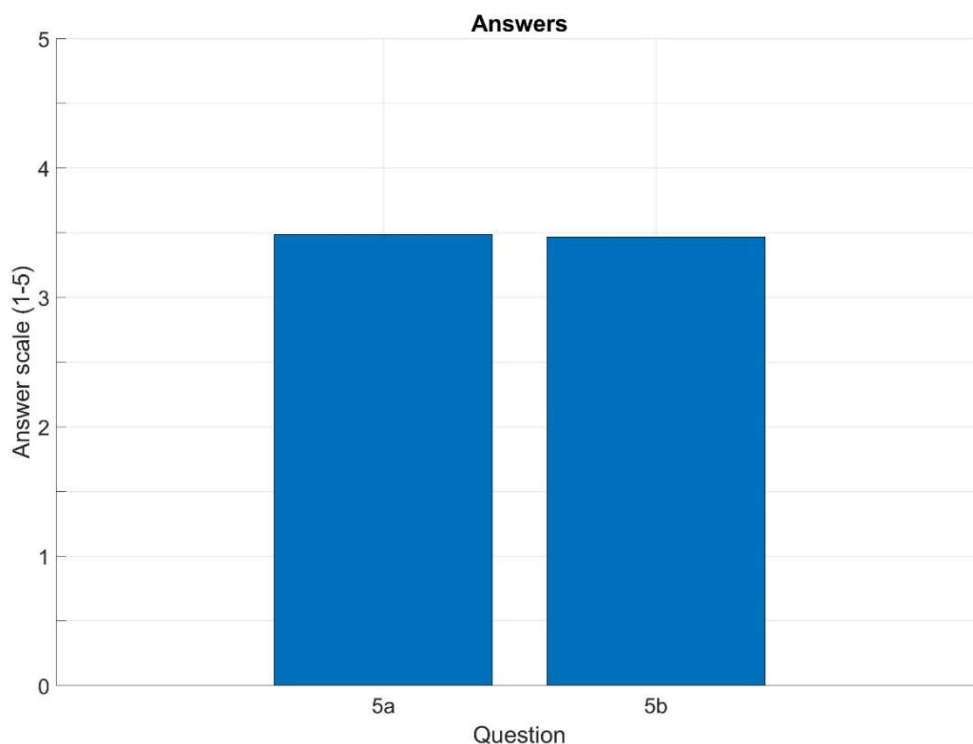
Figur 16 nedan visar att fyrgruppscheferna generellt var mer positiva till LVC som ett sätt att förstärka träningsvärdet relativt lärandemålen. Rotecheferna var märkbart mindre positiva på de flesta frågorna. De relativt stora skillnaderna mellan fyrgruppschefer och rotechefer är något som behöver undersökas närmare i en planerad framtida workshop med deltagare från ACE. Wingmen tangerar medelvärde för totalmedelvärde blå – alla svar, vilket inte är så konstigt eftersom de utgör hälften av alla respondenter.



Figur 16. Frågebatteri 4, jämförelse mellan pilotkategorierna Wingmen (Röd), rotechef/twoship lead (gul), fyrgruppschef/fourship lead (lila) och alla svar (blå), relativt om LVC skulle öka träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er).

3.2.4 Övergripande frågor om LVC och träningsvärde

Enkäten avslutades med frågor om flygförarna på ett övergripande plan höll med om att Virtual-, respektive Constructive-entiteter skulle öka träningsvärdet om de inkluderades i övningar som ACE. I båda fallen var respondenterna måttligt positiva till ett sådant påstående, se Figur 17.



Figur 17. Medelvärde från alla flygförare. Frågebatteri 5 som fokuserar om inkluderandet av Virtual och Constructive skulle öka träningsvärdet för övningar liknande ACE. Fråga 5a åsyftar Virtuals och fråga 5b Constructives.

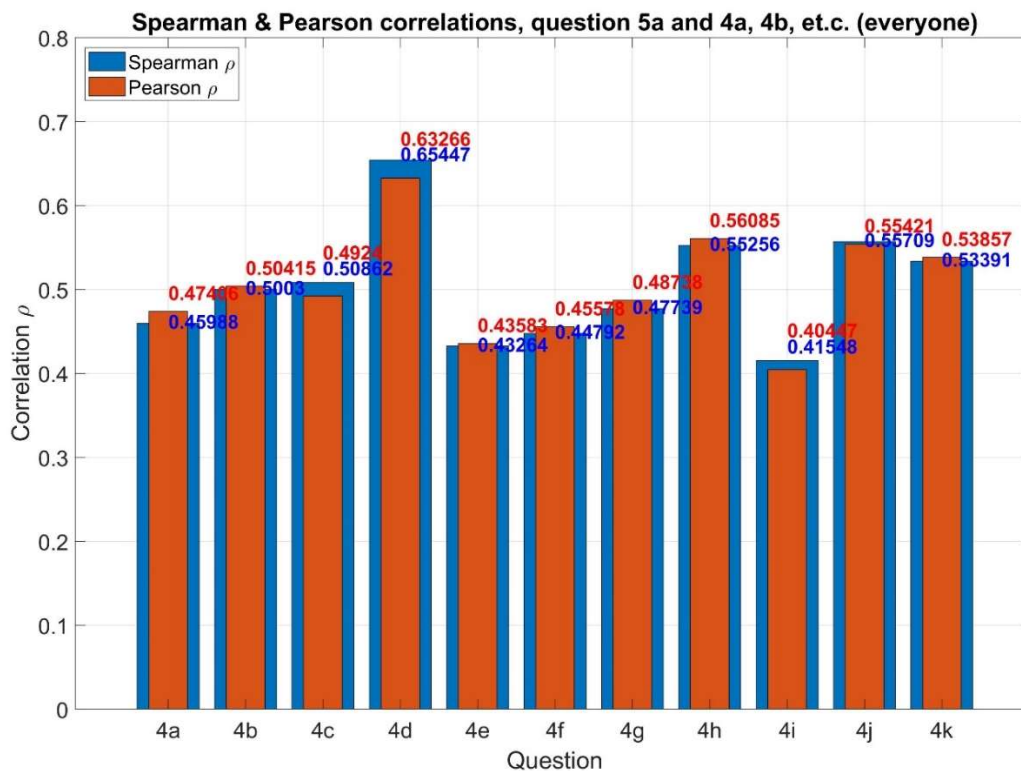
I tabell 5 framgår av standardavvikelsen att flygförarna var eniga i sina skattningar om värdet av att inkludera Virtual och Constructive som ett sätt att förhöja träningsvärde.

Tabell 5. Fråga 5a och 5b som utgör övergripande frågor om införandet av Virtual och Constructive och förhöjt träningsvärde.

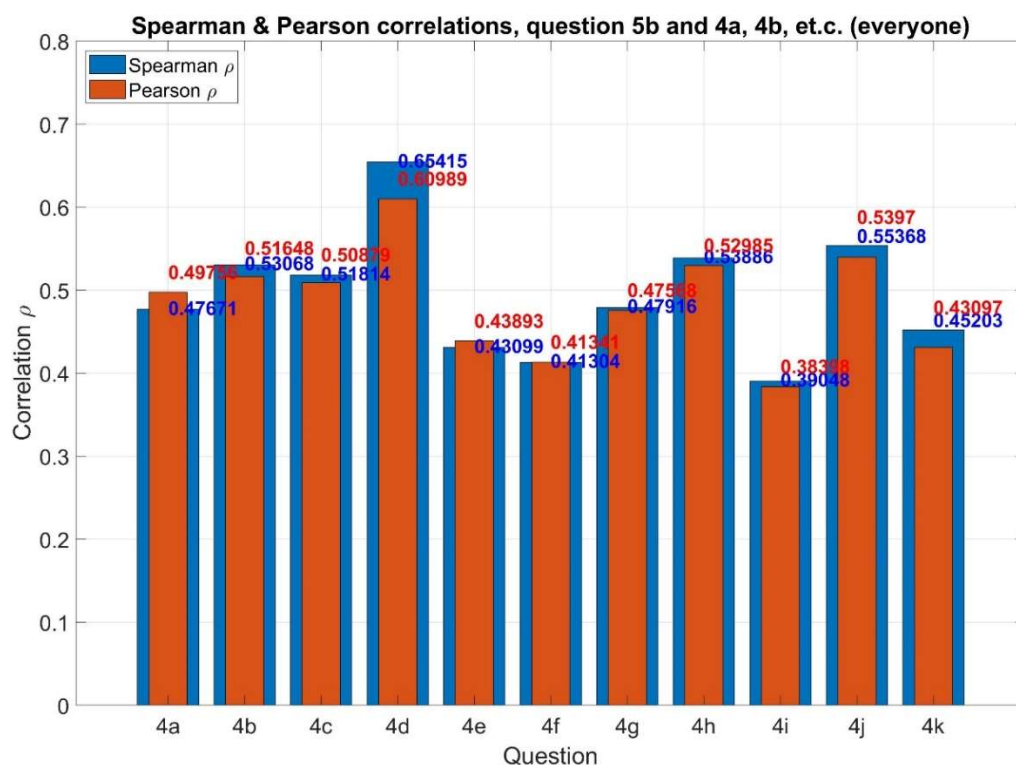
5. To what extent do you agree with the following statements regarding LVC as a training concept	Medelvärde	Standard-avvikelse	Antal svar
a. Including Virtuals in LFEs like ACE, as part of LVC/blended training, would increase training value.	3,48	0,98	120
b. Including Constructives in LFEs like ACE, as part of LVC/blended training, would increase training value.	3,47	1,00	120

I Figurerna 18 och 19 nedan presenteras korrelationsanalyser mellan flygförarnas skattningar om introducerandet av Virtuals (fråga 5a, Figur 18) respektive Constructives (fråga 5b, Figur 19) i ACE, och flygförarnas skattningar om LVC skulle öka träningsvärdet för definierade lärandemål (DLO:er, frågebatteri 4a-k i tabell 4). Sambandet skulle kunna tolkas som att flygförarna anser att introducerandet av både Virtuals och Constructives skulle kunna öka träningsvärdet. Det framgår dock inte vilken roll dessa skulle ha. Det kan möjligtvis återspegla en inställning att Virtuals och Constructives skulle adderas till röd sida, och därmed öka på komplexitet i träningsscenarier och ge blå sida bättre träning. Det kan

också tyckas förvånande att flygförarna lägger lika stort värde till Virtuals och Constructives i ett sådant sammanhang.

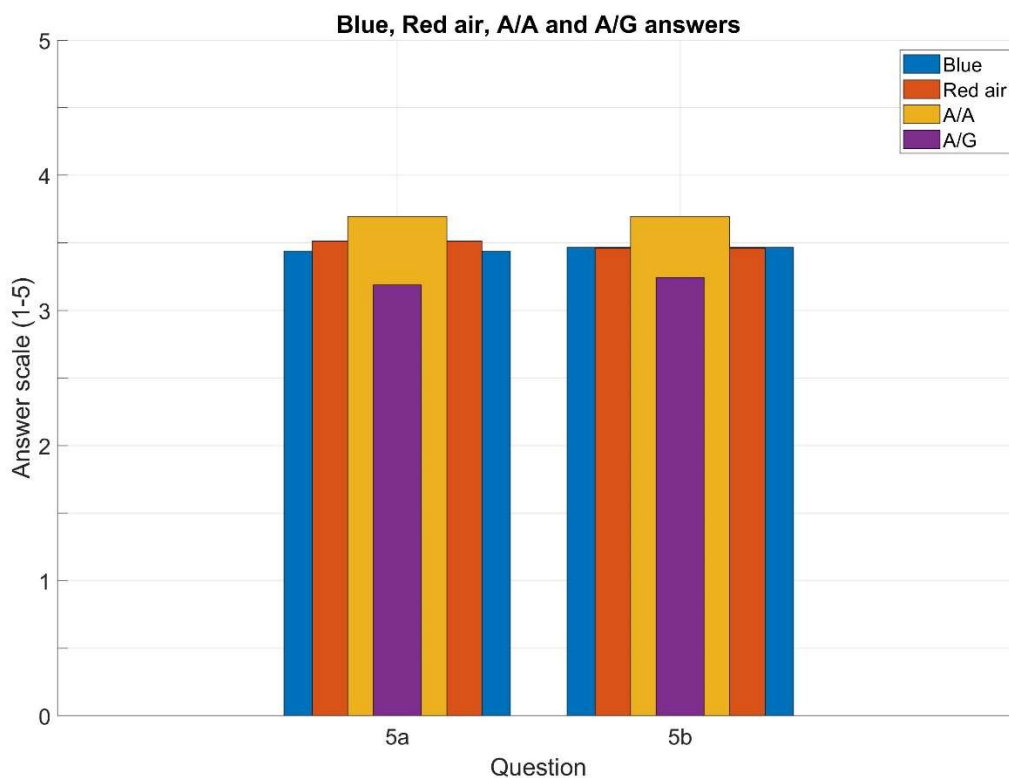


Figur 18. Korrelationsanalys mellan flygförarnas skattningar om introducerandet av Virtual (fråga 5a, Figur 18) i ACE, och flygförarnas skattningar om LVC skulle öka träningsvärdet för definierade lärandemål (DLO:er, frågetema 4a-k). Eftersom inte alla svar på frågorna var normalfördelade har vi valt att använda både korrelationsanalysen Pearson och Spearman.



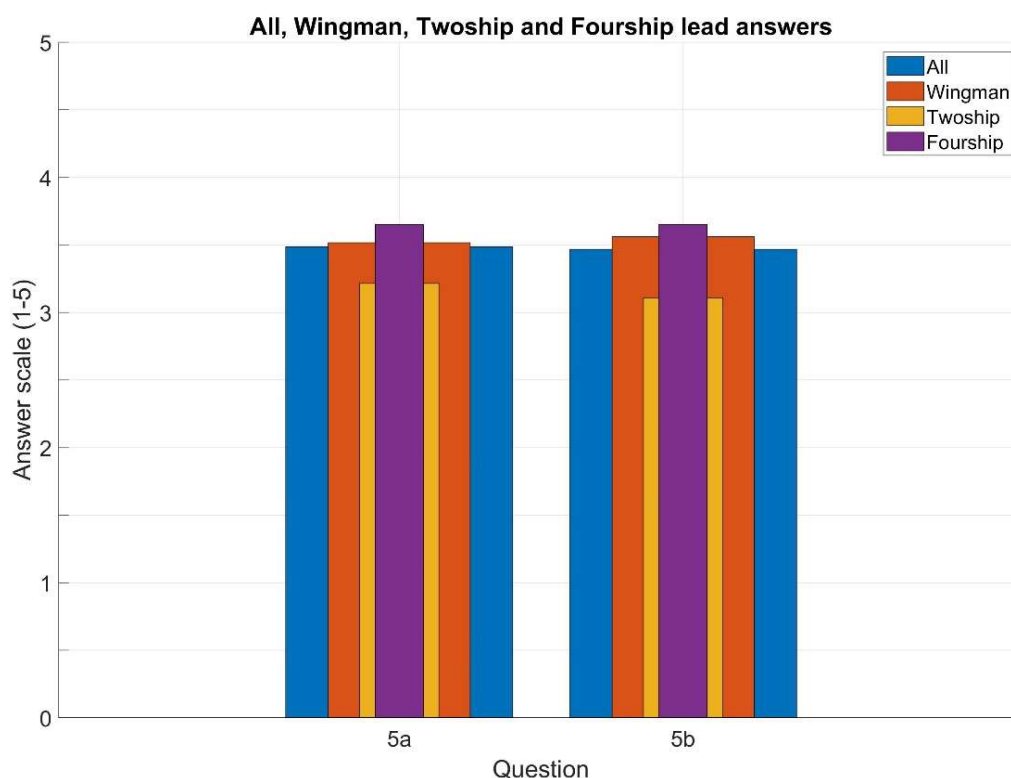
Figur 19. Korrelationsanalys mellan flygförarnas skattningar om introducerandet av Constructive (fråga 5b, Figur 17) i ACE, och flygförarnas skattningar om LVC skulle öka träningsvärdet för definierade lärandemål (DLO:er, frågetema 4a-k). Eftersom inte alla svar på frågorna var normalfördelade har vi valt att använda både korrelationsanalysen Pearson och Spearman.

Figur 20 visar återigen att respondenter som agerat i "Air to Air"-uppdragsrollen är något mer positiva till LVC i övningar som ACE än respondenter som agerat i "Air to Ground"-uppdragsrollen. Skillnaderna mellan blå respektive röd sida är i princip obefintliga.



Figur 20. Frågebatteri 5 som fokuserar om inkluderandet av Virtual och Constructive skulle öka träningsvärdet för övningar liknande ACE. Fråga 5a åsyftar Virtuals och fråga 5b Constructives för uppdragsrollerna blå sida (blå) och röd sida (orange), samt delmängderna av blå sida som uppdragsrollerna "Air to Air" (gul) och "Air to Ground" (lila).

I Figur 21 presenteras flygförarnas svar på frågorna 5a och 5b uppdelat på de olika pilotkategorierna. Också i detta fall (jämför frågetema 4 ovan) så skattade fyrgruppscheferna högst och rotecheferna jämförelsevis lägst. Förklaringar till detta sökas svar på i planerad workshop med flygförare som deltog vid ACE.



Figur 21. Frågetema 5 om inkluderandet av Virtual och Constructive skulle öka träningsvärdet för övningar liknande ACE. Fråga 5a åsyftar Virtuals och fråga 5b Constructives, relativt pilotkategorierna Wingmen (Röd), rotechef (gul), fyrgruppschef (lila) och alla svar (blå).

Generellt sett (Blå – alla flygförare) kan konstateras att det fanns ett visst stöd från flygförarna till att inkluderandet av Virtuals och Constructives skulle kunna bidra till ett förbättrat träningsvärde. En central fråga i detta sammanhang handlar om att planera en övning så att den beaktar vilka träningsvärden som särskilt bör beaktas för respektive entitet och hur detta bestäms (Aronsson m.fl., 2019).

3.3 Diskussion och slutsats

Överlag kan konstateras att flygförarna fick ut ett bra träningsvärde för definierade lärandemål (DLO:er) under flygövningen ACE. LVC-T som träningskoncept är för flygförarna fortfarande något framtida och hypotetiskt och därmed ej implementerat och upplevt. Flygförare har emellertid erfarenhet av både Virtuals och Constructives genom ordinarie simulatorträning och s.k. *embedded training* (Live med Constructives) och kan därför föreställa sig vad träningskonceptet LVC-T skulle innebära, och värdera det i termer av träningsvärde.

Överlag var flygförarna neutralt till något positivt inställda till införandet av både Virtuals och Constructives i större övningar (liknande ACE). En rimlig tolkning är att flygförarna ansåg att Virtuals och Constructives kan användas för att öka antalet motståndare, d.v.s. att dessa ska ingå i röd sida. Detta skulle öka på komplexiteten i träningsscenarier, som vi konstaterat i tidigare analyser och rapporter (Aronsson m.fl., 2019, 2020a), samt i analyser presenterade i denna rapport. Vi kan se tendenser i materialet som relaterar till pilotkategori och uttryck för upplevt träningsvärde och inställning till LVC-T. Fyrgruppschefer skattade generellt högre än rotechefer och wingmen. Det finns ingen enkel förklaring till detta utan denna observation behöver fortsatt utredas och tolkas med hjälp av erfarna flygförare som deltagit vid ACE. En workshop har därför planerats in där denna, och andra svårtolkade

kvalitativa aspekter i materialet avses utredas och förtydligas. Det som kan konstateras vara centralt är att behålla "human-in-the-loop". LVC-T får inte ersätta verkliga flygförare (Live/Virtual med Constructives) eftersom interaktionen dem emellan är central för genomförande och lärande. Detta kan vi konstatera då flygförarna i sina enkätsvar gjorde det tydligt att de inte ville byta ut en gruppmedlem mot en Constructive. Detta verkar troligt ur flera perspektiv, inte minst utifrån hur dagens Constructives återspeglar mänskligt handlande. Vi kan också i materialet notera samma tendens som i tidigare presenterade analyser, d.v.s. åsikten att Virtuals bör ha samma restriktioner som piloter i verkliga flygfarkoster. Tidigare analyser visar att en sådan lösning också kan ha negativa konsekvenser för Virtuals eftersom sådana restriktioner gör att de inte kan utnyttja samtliga egenskaper i den simulerade miljön (flygprestanda, farliga manövrer, etc.).

Enkäter bygger på att rätt saker mäts (validitet). En målsättning med enkäten var att mäta träningsvärdet som flygförarna fick ut av att flyga träningspass i ACE relativt definierade lärandemål (DLO:er). Då definition av DLO:erna och formulering av frågor relativt dessa godkänns av ACE-sekreteriatet, så kan dessa mätningar sägas ha hög validitet. Å andra sidan syftade enkäten också till att utvärdera flygförarnas inställning och åsikter till införandet av Virtuals och Constructives i flygstridsträning. Då LVC-T är ett framtida koncept och flygförarna inte har direkta erfarenheter av LVC-T i större flygövningar, så kan validiteten relativt dessa frågor och svar jämförelsevis vara lägre. Ingen kan med säkerhet sia om en ännu ej upplevd framtid och verklighet. Vad avser enkätens reliabilitet så får denna däremot anses vara hög. Detta då frågan 5a (Including Virtuals in LFEs like ACE, as part of LVC/Blended training would increase training value) och frågan 3a (To have Virtuals in the scenario would increase the training value) korrelerar högt (Pearson $r=0,75$ gemensam varians $r^2=0,56$). Även frågan 5b (Including Constructives in LFEs like ACE, as part of LVC/Blended training would increase training value) och frågan 3b (To have Constructives in the scenario would increase the training value) korrelerar högt (Pearson $r=0,68$ gemensam varians $r^2=0,46$). Dessa frågor kan i enkäten som helhet betraktas som kontrollfrågor, och en hög korrelation mellan dessa svar indikerar hög reliabilitet i svar på frågor i enkäten. Detta indikerar att flygförarna tagit enkäten på allvar och inte hastat igenom den.

Ambitionen i projektet har varit att säkerställa träningsvärde för piloter i verkliga och virtuella flygfarkoster. Med det som utgångspunkt anordnades LVC-Allocator workshoppar med flygförare där LVC-T scenarier designades. Dessa scenarier har utvärderats i simulatormiljö (White Wizard) med goda resultat vad avser träningsvärde för samtliga deltagande flygförare i olika pilotkategorier. Resultaten från genomförd enkät vid ACE pekar på att vid införande av LVC-T som träningskoncept i större övningar som ACE, så behöver en liknande process genomföras. Detta inte minst eftersom skillnaden i upplevelser mellan pilotkategorierna varierade där rotechefer överlag skattade lägre relativt träningskonceptet LVC-T.

4 Diskussion och framtida forskning

En central aspekt för LVC-T är design av träningsscenarier. En modell och ett tillvägagångssätt för att designa träningsscenarier där träningsvärde för flygförare fokuseras på är "LVC-Allocator workshoppar" (Aronsson m.fl. 2020a). Att följa ett sådant tillvägagångssätt utgör ett viktigt steg i strävan att säkerställa träningsvärde för flygförare. En ytterligare central aspekt handlar om utvärdering av designade LVC-T scenarier. I projektet har det anordnats så kallade "White Wizard" simuleringstudier där designade LVC-T scenarier utvärderats i simulatormiljö. Simulerad LVC-T kan självfallet inte direkt jämföras med verklig LVC-T (t.ex. vad avser upplevelse av G-krafter och stressen av potentiellt livshotande situationer). Sådana argument kan emellertid också läggas fram för alla former av träning av verkligt krig, det vill säga träning innehåller alltid en avvägning relativt realism och kombination av olika träningsmetoder.

I denna rapport har data från studier om LVC-T som träningskoncept (LVC-Allocator workshops samt White Wizard) analyserats och presenterats utifrån två kompletterande teoretiska perspektiv Learning Design Sequences (LDS) och aktivitetsteori. LVC-T uppvisar möjlighet och potential att stärka existerande träning och särskilt när träningsvärde för flygförare i verkliga och simulerade flygfarkoster ändamålsenligt beaktas. Samtidigt som konceptet visar potential, visar genomförda analyser också på problem och svårigheter som behöver hanteras inför implementerandet av LVC-T i ordinarie träning. Projektet avser fortsatt genomföra White Wizard simuleringar och därmed utvärdera designade LVC-T scenarier. En central aspekt i detta är att fortsätta utvecklingen av enkätverktyg som fokuserar träningsvärde relativt definierade lärandemål (DLO:er).

LDS-modellen presenterar en struktur för planering och hantering av flygstridsträning, samt utgör också ett strukturerat sätt att presentera och separera olika faser av träningen. Analysen utifrån LDS-modellen har också bidragit till att identifiera styrkor, möjligheter och problem med konceptet LVC-T. Begreppen inlevelse och realism framträder som centrala, inte minst i sammanhanget positiv transfer mellan genomförande av träning i simulatorer och i verkliga flygfarkoster (Harris m.fl., 2020).

Analysen utifrån perspektivet aktivitetsteori visar med sitt fokus på spänningar inom och mellan aktivitetssystem jämförelsevis tydligare vilka utmaningar som behöver adresseras inför implementerandet av LVC-T. Detta berör exempelvis frågor om regler som bör gälla vid LVC-T och vad avsaknaden av en gemensam grund kan innebära. Analyser av LVC-T ur ett aktivitetsteoretiskt perspektiv är pågående där samtliga ingående aktivitetssystem analyseras för att identifiera ytterligare spänningar inom och mellan aktivitetssystem. Centralt för dessa analyser är också att identifiera avvägningar som behöver göras för att säkerställa bra träningsvärde för flygförare i verkliga och simulerade flygfarkoster, samt att avsedd transfer sker mellan aktivitetssystemen Live och Virtual.

En ytterligare central aspekt värd att nämna i sammanhanget nyttjandet av olika teoretiska perspektiv handlar om att på ett tydligt och strukturerat sätt kommunicera och visualisera konceptet LVC-T, perspektiven LDS och AT kompletterar varandra väl i detta avseende.

Enkäten som genomfördes vid ACE visar på att flygförarna fick bra träningsvärde relativt definierade lärandemål (DLO:er). Resultaten pekar vidare på att flygförarna överlag är positivt inställda till införandet av Virtuals och Constructives i större övningar. En rimlig tolkning till denna inställning kan vara att flygförarna i huvudsak ser dessa entiteter som värdefulla då de kan utgöra motståndarsida och därmed bidra till en utökad komplexitet i träningsscenarier. Analys av enkäten pekar vidare på att olika flygkategorier (fyrgruppschef/rotechef och wingman) skattar olika relativt upplevt träningsvärde, något som avses utforskas vidare. Mer ingående statistiska analyser kommer genomföras för att säkerställa eventuell statistisk signifikans mellan i enkäten ingående frågor och frågeteman. Detta kan exempelvis avse om upplevelser av erhållet träningsvärde signifikant skiljer sig mellan fyrgruppschefer och rotechefer, d.v.s. att skillnaden i upplevelse är så stor att den kan säkerställas statistiskt. Fortsatt forskning består även av att tillsammans med flygförare

som deltog vid ACE tillsammans kvalitativt granska och förklara resultaten. En målsättning är, om möjlighet ges, att baserat på resultaten från enkäten och genomförda workshoppar med flygförare, ytterligare förbättra enkäten för att använda den vid ACE2023. Enkätens reliabilitet och validitet kan därigenom ytterligare stärkas.

Projektet har också en inplanerad workshop med ACE-sekretariatet där resultat från enkäten avses presenteras och diskuteras. Denna workshop utgör dels en direkt feedback till ACE-sekretariatet om övningen och flygförarnas erfarenheter och upplevelser av erhållet träningsvärde, och dels en möjlighet att presentera och diskutera införandet av Virtuals och Constructives vid större övningar.

5 Slutsatser och rekommendationer

Träningskonceptet LVC-T är lovande men fortsatt forskning behövs för att ytterligare identifiera möjligheter och utmaningar inför dess införande. Det kan konstateras att scenariodesign och allokering av Live, Virtual och Constructives relativt träningsvärde för flygförare i Live och Virtual är centralt och avgörande för ett framgångsrikt införande av konceptet. I avsaknad av storskalig utvärdering av verklig LVC-T kan det konstateras att utvärdering av LVC-T-scenarier i simulatormiljö ger värdefull information om allokering relativt träningsvärde, likaväl som att analys av genomförda utvärderingar bidrar till att identifiera problem och svårigheter. Sådana utvärderingar och analyser kan sedan ligga till grund för anpassningar och förbättringar av LVC-T scenarier.

Nyttjandet av olika, men kompletterande, analytiska perspektiv i utvärdering och analys av LVC-T scenarier ger ett mervärde då dessa delvis fokuserar på olika aspekter. Perspektivet Learning Design Sequences (LDS) presenterar och tydliggör en struktur för planering och hantering av flygstridsträning, samt ett strukturerat sätt att presentera och separera olika faser av träningen. Perspektivet aktivitetsteori med ett fokus på aktivitetssystem tydliggör och presenterar spänningar inom och mellan ingående aktivitetssystem i LVC-T, spänningar som utgör en möjlighet för aktivitetssystemens fortsatta utveckling.

Övningen ACE utgjorde en bra möjlighet till fortsatt utforskande av LVC-T, och fortsatt utveckling av en enkät för värdering av träningsvärde för flygförare i framtida LVC-T.

Följande slutsatser dras utifrån de aktiviteter som genomförts 2021:

- Utvärdering av LVC-T scenarier i simulatormiljö (White Wizard) ger värdefull information om huruvida avsedda träningsvärden uppnås, likaväl om förändringar som behöver genomföras i scenariodesignen.
- Data från genomförda utvärderingar av LVC-T scenarier kan med fördel analyseras utifrån olika och kompletterande teoretiska analytiska perspektiv.
- LVC-T erbjuder flygförare träning i stora och komplexa scenarier som förhöjer träningsvärdet. Flygförare kan i sådana scenarier utöka sin repertoar av fungerande taktik och framgångsrika handlingsalternativ.

Försvarsmakten rekommenderas utifrån de aktiviteter som utförts i projektet under 2021 att:

- Fördjupa forskning och utveckling av konceptet LVC-T och dess möjliga träningsvärden, samt utreda vilka tekniska lösningar för att realisera LVC-T som bör prioriteras för att ge störst förväntat träningsvärde, kostnadsbesparingar, förmågehöjning, vilket både våra och internationella studier (t.ex. Giardina, 2018; Hudgins m.fl., 2015; Mansikka m.fl., 2019a, 2019b; Sherwood m.fl., 2015, 2020) antyder att LVC kan ge.
- Baserat på fortsatta analyser av LVC-T, fortsätta insamling och sammanställning av riktlinjer för centrala aspekter för LVC-T med träningsvärde i fokus.
- Baserat på fortsatta analyser av LVC-T och identifierade problem (spänningar inom och mellan träningsplattformar), föreslå och prioritera lösningsförslag till dessa.
- I samband med införande av LVC-T, utveckla LVC-aspekter i, bl.a., Flygoperationell manual (FOM), Regler för militär luftfart (RML), Ledning av flygstridsledningstjänsten (SOM), samt Ledning av militär luftfart (LML).
- Upröva lösningar i regelverk med tilltänkta tekniska lösningar empiriskt i simulatormiljö (White Wizard). Detta kan med fördel genomföras med ökande grad av komplexitet och omfattning, så att eventuella spänningar i utförande av verklig LVC-T fångas upp tidigt och innan större investeringar i nya tekniklösningar dikterar och möjligtvis försvårar eller riskerar praktiskt genomförande av LVC-T och uppnåendet av avsett träningsvärde.

- Inrikta simulatorutveckling och -anskaffning mot nätverkade simulatorer, både lokalt på flottiljer och utbildningsplatser samt nationellt. I detta nätverk bör även FLSC ingå.
- Inrikta simulatorutveckling och -anskaffning så att alla simulatorer kan replikera även andra flygfarkosttyper än JAS39, d.v.s. tänkta motståndarflygfarkoster med tillhörande beväpning.
 - Parallellt med ovanstående simulatorutveckling genomföra en avvägd implementering av LVC-T.
- Fortsätt utreda vilka egenskaper och beteenden datorgenerade styrkor i LVC-T sammanhang behöver besitta från perspektivet träningsvärde och hur dessa tekniskt kan implementeras.

Omnämnande

Tack till Max Berg, FLSC, för hjälp med deskriptiv statistik och visualiseringar.

6 Referenser

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., Woltjer, R., (2020a). LVC Allocator: Aligning training value with scenario design for envisioned LVC training of fast-jet pilots. *Journal of Defense Modeling and Simulation*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512920958079> .

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., Woltjer, R., (2020b). *LVC Allocator och White Wizard: Fundament för träningsvärde i framtida Live Virtual Constructive luftstridsträning*. FOI-R--5047--SE.

Aronsson, S., Artman, H., Brynielsson, J., m.fl., (2019). Design of simulator training: a comparative study of Swedish dynamic decision-making training facilities. *Cognition, Technology & Work*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10111-019-00605-z> .

Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., Ramberg, R., (2018). *Utforskande av träningsvärde för Live och Virtual: Avrapportering project "LVC för effektiv flygträning"*. FOI-R--4669--SE. ISSN 1650-1942.

Best, C., & Rice, B. (2018). Science and technology enablers of live virtual constructive training in the air domain. *Air & Space Power Journal*. Vol. 32(4): pp. 59-73.

Braun, V., Clarke, V., (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*. Vol. 3(2): pp. 77-101.

Brehmer, B. (1992). Dynamic decision making: Human control of complex systems. *Acta psychologica*. Vol. 81(3): pp. 211-41.

Callister, J. D., King, R. E., Retzlaff, P. D., Marsh, R. W., (1997). *Using the NEO-PI-R to Assess the Personality of US Air Force Pilots*. Armstrong Lab, Brooks AFB TX, Aerospace Medicine Directorate.

Diallo, S. Y., Padilla, J. J., Papelis, Y., m.fl., (2016). Content analysis to classify and compare Live, Virtual, Constructive simulations and System of Systems. *Journal of Defense Modeling and Simulation*. Vol. 13(4): pp. 367-80.

Engeström, Y., (1987). *Learning by Expanding: An Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki, Finland: Orienta-Konsultit.

Engeström, Y., Sannino, A., (2021). From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. *Mind, Culture, and Activity* Vol. 28(1).

FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. *FOI in successful Gripen simulation demonstration at I/ITSEC*. 2017 <https://www.foi.se/en/foi/news-and-pressroom/news/2017-05-24-foi-in-successful-gripen-simulation-demonstration-at-i-itsec.html> (besökt 28 oktober 2021).

Försvarsmakten. (2021). Arctic Challenge Exercise 2021. <https://www.forsvarsmakten.se/sv/var-verksamhet/ovningar/avslutade-ovningar/ace21/> (besökt 22 oktober 2021).

Giardina, G., (2018). *SLATE demo highlights live, virtual, constructive environment for pilot training*. Air Force Research Laboratory. <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/1658324/slate-demo-highlights-live-virtual-constructive-environment-for-pilot-training/> (besökt 28 oktober 2021).

Harris, D. J., Bird, J. M., Smart, A. P., Wilson, M. R., Vine, S. J., (2020). A framework for the testing and validation of simulated environments in experimentation and training. *Frontiers in psychology*. Vol. 11: 605.

Hermelin, J., Bengtsson, K., Woltjer, R., m.fl., (2020). Operationalising resilience for disaster medicine practitioners: capability development through training, simulation and reflection. *Cognition Technology & Work*. Vol. 22: pp. 667–683.

- Hodson, D. D., Hill, R. R., (2014). The art and science of live, virtual, and constructive simulation for test and analysis. *Journal of Defense Modeling and Simulation*. Vol. 11(2): pp. 77-89.
- Hudgins, G., Poch, K., Secondine, J., (2011). TENA and JMETC, Enabling integrated testing in distributed LVC environments. In: *Proceedings of Military Communications Conference (MILCOM)*. Baltimore, MD, Piscataway, NJ: IEEE. pp. 2182-87.
- Klein, G., (2008). Naturalistic decision making. *Human factors*. Vol. 50(3): pp. 456-60.
- Kuutti, K., (1996). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. In B. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: activity theory and human-computer interaction* (pp. 17-44). Cambridge, MA: MIT Press.
- Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D., m.fl., (2019a). Live-virtual-constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques and procedures, Part I: Assessment framework. *Journal of Defense Modeling and Simulation*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512919886375> .
- Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D., m.fl., (2019a). Live-virtual-constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques and procedures, Part II: Demonstration of the framework. *Journal of Defense Modeling and Simulation*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512919886378> .
- Orasanu, J., Salas, E., (1993). Team decision making in complex environments. In: Klein GA, Orasanu J, Calderwood R, Zsombok CE (eds) *Decision making in action: Models and methods*. Ablex Publishing: pp. 327–345.
- Phillips, J. K., Klein, G., Sieck, W. R., (2004). Expertise in judgment and decision making: A case for training intuitive decision skills. *Blackwell handbook of judgment and decision making*: pp. 297-315.
- Retzlaff, P. D., Gibertini, M., (1987). Air force pilot personality: Hard data on the "right stuff". *Multivariate Behavioral Research*. Vol. 22(4): pp. 383-99.
- Sannino, A., Engeström, Y., (2018). Cultural-historical activity theory: founding insights and new challenges. *Cultural-Historical Psychology*. Vol. 14 (3): pp. 43–56.
- Selander, S., (2008). Designs for learning-A theoretical perspective. *Designs for learning*. Vol. 1(1).
- Selander, S., Kress, G., (2010). *Design för lärande-ett multimodalt perspektiv*. [Design for learning - a multimodal perspective]. Norstedts bokförlag.
- Sherwood, S., Neville, K., Sonnenfield, N., m.fl. (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, 26–30 October 2015.
- Sherwood, S., Neville, K., McLean III, A., m.fl. (2020). Integrating New Technology into the Complex System of Air Combat Training. *A Framework of Human Systems Engineering: Applications and Case Studies*: pp. 185-204.
- Slater, M., (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 364(1535): pp. 3549-57.
- Stacy, W., Freeman, J., (2016). Training objective packages: enhancing the effectiveness of experiential training. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*. Vol. 17(2): pp. 149-68.
- Wedzinga, G., (2006). E-CATS: First time demonstration of embedded training in a combat aircraft. *Aerospace science and technology*. Vol. 10(1): pp. 73-84.

Bilaga: Arctic Challenge Exercise 2021 LVC-enkät



LVC-survey ACE 2021



LVC (Live-Virtual-Constructive) is a concept that aims to incorporate simulators (Virtuals) and computer generated forces (Constructives) into live training missions. There are obvious benefits with this (economic, environmental, security etc.) but there is also the issue of achieving equal or better training value for the Live participants as well as adding training value for the pilots operating the simulators (Virtual). This survey is about training value, today and as expected with LVC in the future.

Note that the idea is not to use LVC to replace live flying but to complement it.

To implement LVC in LFEs like ACE, the behaviour of the Constructives most likely needs to be of higher quality than the ones we use in simulators today. When answering this survey, please work under the assumption that such "high-quality Constructives" already are available. The Virtuals should be understood as the high-fidelity top-of-the-line aircraft simulators used today.

Also, let's assume that all the technical issues of linking all this together are solved and it all works without lag or limitations. This way everyone answers the questions with the same underlying assumptions.

Please circle your answer: I flew as:

Role: fourship lead twoship lead wingman
Mission type: A/A A/G Red Air
Today's date: 7 / 8 / 9 / 10 / 11 / 14 / 15 / 16 / 17 / 18 June 2021

Answer to what extent you agree with the following statements by circling a number from 1 to 5:

1. This mission gave me good training value in:	Disagree completely				Agree completely
a. Mission planning	1	2	3	4	5
b. 4-ship/2-ship tactics	1	2	3	4	5
c. Radar handling	1	2	3	4	5
d. Weapon systems handling	1	2	3	4	5
e. Deconfliction	1	2	3	4	5
f. Targeting	1	2	3	4	5
g. Missile management	1	2	3	4	5
h. BVR-tactics	1	2	3	4	5
i. SAM-awareness/avoidance	1	2	3	4	5
j. Tactical leadership	1	2	3	4	5
k. Flying a complex mission	1	2	3	4	5

2. To what extent do you agree with the following statement:	Disagree completely				Agree completely
a. Overall, this mission gave me good training value.	1	2	3	4	5

3. To what extent do you agree with the following statements regarding the mission you just flew:	Disagree completely				Agree completely
a. To have Virtuals in the scenario would increase the training value.	1	2	3	4	5
b. To have Constructives in the scenario would increase the training value.	1	2	3	4	5
c. The Air-to-air part of this mission would be suitable for Virtuals.	1	2	3	4	5
d. The Air-to-air part of this mission would be suitable for Constructives.	1	2	3	4	5
e. The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Virtuals.	1	2	3	4	5

3. To what extent do you agree with the following statements regarding the mission you just flew:	Disagree completely			Agree completely		
f. The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Constructives.	1	2	3	4	5	
g. The opposing force (Red Air) part of this mission would be suitable for Virtuals.	1	2	3	4	5	
h. The opposing force (Red Air) part of this mission would be suitable for Constructives.	1	2	3	4	5	
i. It is important that my displays show whether other A/C are Live, Virtual, or Constructive.	1	2	3	4	5	
j. If any of my Live flight members would be flying as Virtual(s), I would still get good training value.	1	2	3	4	5	
k. If any of my Live flight members would be exchanged for Constructive(s), I would still get good training value.	1	2	3	4	5	
l. If Virtuals are to participate, they must have the same rules/restrictions as Live A/C.	1	2	3	4	5	
Further aspects that would increase the training value (or elaborate on answers above):						

4. LVC could increase the training value for the following learning objectives in the type of mission I just flew:	Disagree completely			Agree completely		
a. Mission planning	1	2	3	4	5	
b. 4-ship/2-ship tactics	1	2	3	4	5	
c. Radar handling	1	2	3	4	5	
d. Weapon systems handling	1	2	3	4	5	
e. Deconfliction	1	2	3	4	5	
f. Targeting	1	2	3	4	5	
g. Missile management	1	2	3	4	5	
h. BVR-tactics	1	2	3	4	5	
i. SAM-awareness/avoidance	1	2	3	4	5	
j. Tactical leadership	1	2	3	4	5	
k. Flying a complex mission	1	2	3	4	5	

5. To what extent do you agree with the following statements regarding LVC as a training concept	Disagree completely			Agree completely		
a. Including Virtuals in LFEs like ACE, as part of LVC/blended training, would increase training value.	1	2	3	4	5	
b. Including Constructives in LFEs like ACE, as part of LVC/blended training, would increase training value.	1	2	3	4	5	

Please add further comments below, or elaborate on any of your answers above:

Thank you for your participation! Please return this survey to designated OPS-personnel.

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