



Live Virtual Constructive i framtida luftstridsövningar

Enkät- och workshopstudie i samband
med Arctic Challenge Exercise 2021

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

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

Live Virtual Constructive i framtida luftstridsövningar

Enkät- och workshopstudie i samband med Arctic Challenge
Exercise 2021

| | |
|------------------------|--|
| Titel | Live Virtual Constructive i framtida luftstridsövningar – Enkät- och workshopstudie i samband med Arctic Challenge Exercise 2021 |
| Title | Live Virtual Constructive in future large force exercises – Questionnaire and workshop study at Arctic Challenge Exercise 2021 |
| Rapportnr/Report no | FOI-R--5360--SE |
| Månad/Month | December |
| Utgivningsår/Year | 2022 |
| Antal sidor/Pages | 46 |
| ISSN | 1650-1942 |
| Uppdragsgivare/Client | Försvarsmakten |
| Forskningsområde | Flygsystem och rymdfrågor |
| FoT-område | Ledning och MSI |
| Projektnr/Project no | E85042 |
| Godkänd av/Approved by | Cecilia Dahlgren |
| Ansvarig avdelning | Försvarsteknik |

Bild/Cover: 211. stridsflygdivisionen/Försvarsmakten

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

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

Sammanfattning

Denna rapport fokuserar på luftstridsträningskonceptet Live, Virtual och Constructive (LVC). Två studier med fokus på LVC som träningskoncept och dess träningsvärde genomfördes i anslutning till Arctic Challenge Exercise 2021 (ACE 21). I den första studien fyllde flygförare i en enkät med fokus på upplevt träningsvärde relativt lärandemål för genomförda flygpass, samt frågor om LVC som framtida träningskoncept. I den andra studien reflekterade flygförare som deltagit vid ACE 21 kring träningsvärde av LVC och erhållna svar från enkäten. Enkätresultaten visar att skattningar av upplevt träningsvärde varierar mellan de olika lärandemålen och mellan olika uppdragstyper med avseende på det uppdrag som just flugits. Träningsvärdet hos de olika lärandemålen samvarierar kring olika stadier av uppdragsplanering och -genomförande. Från den andra studien kan konstateras att flygförarna identifierade både styrkor och svagheter med att inkludera V- och C-entiteter i luftstridsövningar. Särskilt viktigt att poängtera är att de inte har tilltro till att C-entiteter kan ersätta flygförare på blå sida i verkliga flygfarkoster. Flygförarna är positiva till att introducera V- och C-entiteter för att kunna genomföra stora scenarier, särskilt om de agerar på motståndarsidan. Slutligen konstateras att skattning av upplevt träningsvärde relativt definierade lärandemål utgör ett tolkningsbart instrument för att undersöka träningsvärde vid stora luftstridsövningar.

Nyckelord: Arctic Challenge Exercise (ACE), Live Virtual Constructive (LVC), träningsvärde, luftstridsträning, stora luftstridsövningar, lärandemål, enkätstudie, workshopstudie

Summary

This report addresses the Live, Virtual and Constructive (LVC) air combat training concept. Two studies focusing on LVC as a training concept and its training value were conducted in connection with the Arctic Challenge Exercise 2021 (ACE 21). In the first study, pilots filled in a questionnaire focusing on perceived training value relative to learning goals for completed flight sessions and questions about LVC as a training concept. In the second study, pilots reflected on the responses received from the questionnaire. Results show that estimates of perceived training value vary between the different learning objectives and between different mission types with respect to the mission just flown. The training value of learning objectives co-varies around different stages of mission planning and stages of engagement. Pilots identified both strengths and weaknesses of including V- and C-entities in air combat exercises, and they do not believe that C-entities can replace Blue Air pilots in Live aircraft. The pilots are positive towards introducing V- and C-entities to enable large scenarios, especially if acting as Red Air. Finally, rating perceived training value relative to defined learning objectives constitutes an interpretable instrument for studying training value in large force air combat exercises.

Keywords: Arctic Challenge Exercise (ACE), Live Virtual Constructive (LVC), training value, air combat training, large force exercise, learning objectives, questionnaire study, workshop study

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inledning | 7 |
| 1.1 | Vetenskaplig publicering av studier | 9 |
| 1.1.1 | LVC Allocator i <i>Journal of Defense Modeling and Simulation</i> | 9 |
| 1.1.2 | White Wizard i <i>Journal of Defense Modeling and Simulation</i> | 10 |
| 1.1.3 | ACE 21 enkätstudie (inskickad)..... | 10 |
| 2 | LVC vid Arctic Challenge Exercise (ACE 21)..... | 12 |
| 2.1 | Inledning | 12 |
| 2.2 | Metod..... | 13 |
| 2.3 | Resultat..... | 15 |
| 2.3.1 | ACE ger bra träningsvärde! | 15 |
| 2.3.1.1 | Vad gav bäst träningsvärde? | 15 |
| 2.3.2 | Ger LVC ett bättre träningsvärde?..... | 16 |
| 2.3.3 | Bli ACE bättre med LVC? | 17 |
| 2.4 | Diskussion: Betydelsen för LVC | 19 |
| 3 | Workshop med flygförare gällande LVC vid ACE | 21 |
| 3.1 | Inledning | 21 |
| 3.2 | Metod..... | 21 |
| 3.3 | Resultat delworkshop 1: Vilka styrkor/svagheter finns med V & C relativt lärandemål..... | 24 |
| 3.3.1 | Styrkor och svagheter med V-entiteter i LVC | 24 |
| 3.3.2 | Styrkor och svagheter med C-entiteter i LVC..... | 27 |
| 3.4 | Resultat ACE delworkshop 2: Vilka argument framförs till ytterlighetssvar på ACE 21-enkäten?..... | 30 |
| 3.5 | Diskussion om delworkshoppar 1 & 2 | 38 |
| 4 | Slutsatser och rekommendationer | 40 |
| 5 | Referenser | 43 |
| | Bilaga: ACE 21 LVC-enkät..... | 45 |

1 Inledning

Denna rapport fokuserar på luftstridsträningkonceptet Live, Virtual och Constructive (LVC) där verkliga flygfarkoster (Live), simulatorer (Virtual) och datorgenererade flygfarkoster (Constructive) agerar i samma scenario. Mer specifikt fokuserar rapporten på förväntat träningsvärde vid framtida LVC-träning.

Forskning och utveckling av LVC har under många år fokuserat på tekniska aspekter och har under senare år, då tekniken successivt mognat i högre grad, börjat fokusera på om och i så fall hur LVC kan bidra till att stärka ordinarie simulator- och Live-träning (Diallo, Padilla & Papelis, 2016). Demonstrationer av LVC som tränings- och övningskoncept har genomförts och visar på fördelar och möjligheter (Hudgins m.fl., 2011; FOI, 2017; Giardina, 2018).

Forskning om simulatorträning (Aronsson m.fl., 2019a) och LVC har fokuserat på delvis olika aspekter och har nyttjat diverse metodologiska ansatser. Sherwood m.fl. (2015) har studerat hur flygförare bedömer och förstår LVC som träningsmiljö, och har vidare med enkätmetodik undersökt hur flygförare skattar olika funktioner i en LVC-träningsmiljö utifrån upplevd realism och effekt på träningens kvalitet. Mansikka m.fl. (2019a, 2019b) kopplade i sin forskning specifika TTP (eng. *Tactics, Techniques, Procedures*) till tre experimentella luftstrider i ett scenario med hjälp av instruktörers betyg av flygförarens prestation. Ytterligare forskning har undersökt hur flygförare upplevde realism, effektivitet och träningsvärde hos kombinationen Live-Constructive i förhållande till olika färdigheter som ska tränas, generellt och jämfört med Live- respektive simulatorträning (Wedzinga, 2006).

Resultaten av dessa studier pekar inte enbart på fördelar och möjligheter utan också på uppkomsten av flygsäkerhetsrisker vid LVC-träning. Identifierade flygsäkerhetsrisker är att oklarhet och osäkerhet kan uppstå kring huruvida entiteter på radarskärmen eller andra skärmar (t.ex. taktisk indikator) är verkliga, virtuella eller datorgenererade flygfarkoster. Även andra potentiella risker med införande av LVC-träning har rapporterats, t.ex. minskad situationsförståelse, otillräckligt stöd för övningsledning och ökat risktagande (Sherwood m.fl., 2020). Forskning har vidare identifierat behov av effektiva verktyg och metoder för övningsledning i komplexa system med höga insatser, som LVC-träning utgör (Sherwood m.fl., 2020).

Även om teknisk utveckling kring LVC har pågått i många år, finns inte forskning om träningskonceptet LVC och dess träningseffekt i samma utsträckning (Hodson & Hill, 2014; Best & Rice, 2018). Detta identifierade kunskapsbehov behöver därför adresseras, särskilt för att utreda vilka lärandemål (eng. *learning objectives*) LVC kan stödja och vilka åtgärder som behövs för att säkerställa dess uppfyllelse, samt hur dessa förhåller sig till förutsättningar i träningsscenarier (Stacey & Freeman, 2016). Det finns därför fortsatt ett behov av att studera LVC som

träningsskoncept, särskilt relativt det träningsvärde som LVC-träning möjliggör samt i förlängningen att uppsatta lärandemål uppnås.

Träningsvärde definieras som det mervärde (ökade färdigheter, erfarenheter och/eller kunskap) en deltagare får av att delta i den aktuella träningen (Aronsson m.fl., 2022a). Eftersom träningskonceptet i dagsläget i Sverige inte är implementerat i ordinarie träning, kan det inte studeras empiriskt i ordinarie träningsverksamhet. Forskning om konceptet ställer därför krav på innovativa ansatser. Detta avser både design av LVC-träningsscenarier där allokering av L, V och C-entiteter och dessas uppgifter görs med utgångspunkt i träningsvärde för flygförare i L- och V-entiteter (Aronsson m.fl., 2020, 2022b), samt utvärdering i simuleringsstudie av designade LVC-träningsscenarier och om avsett träningsvärde uppnås (Aronsson m.fl., 2020, 2022a).

I denna rapport redogörs för två studier som fokuserat på LVC som träningskoncept med fokus på träningsvärde. En studie genomfördes i anslutning till Arctic Challenge Exercise 2021 (ACE 21) i vilken flygförare efter genomfört flygpass fyllde i en enkät som fokuserade på upplevt träningsvärde relativt definierade lärandemål samt frågor om LVC som framtida träningskoncept. Det sistnämnda fokuserade på huruvida introducerandet av simulatorer och datorgenererade entiteter har potential att förhöja träningsvärdet i stora internationella luftförsvarsövningar som ACE. Den andra studien bestod av en uppföljande workshop med flygförare som deltagit vid ACE 21, detta för att erhålla flygförarens reflektioner och mer elaborerade förklaringar till resultat från genomförd enkät.

Enkätstudien vid ACE 21 med uppföljande workshops utgör sammantaget ett rikt material kring LVC som träningskoncept med träningsvärde i fokus, och ligger till grund för att besvara den övergripande forskningsfrågan:

- Vilka träningsvärden erbjuder LVC som träningskoncept för stora internationella luftförsvarsövningar?

Denna fråga specificeras i respektive studie som redogörs för i kapitel 2 och 3.

1.1 Vetenskaplig publicering av studier

Forskningen som sammanfattas i denna rapport har delvis (enkätstudien vid ACE 21) skickats in för granskning till en vetenskaplig tidskrift¹ (se avsnitt 1.1.3). Forskningen bygger vidare på studier genomförda vid FLSC (Flygvapnets Luftstridssimuleringscenter) om träningsvärde vid LVC som nyligen har publicerats i vetenskapliga tidskrifter. Detta gäller studien LVC Allocator, en workshopstudie i vilken totalt 16 flygförare diskuterade och reflekterade kring LVC och träningsvärde, samt deltog i LVC-scenariodesign (se avsnitt 1.1.1). Efterföljande studien White Wizard bestod av fyra simuleringar och genomfördes med tio flygförare vid respektive tillfälle. Vid dessa studerades ett av de designade LVC-scenarierna för att undersöka om avsett träningsvärde uppnåts. Detta genomfördes genom att en fyrgruppsformation tilldelades de restriktioner som skulle gälla under verkliga förhållanden (se avsnitt 1.1.2). Dessa studier har publicerats i rapporter på svenska (Aronsson m.fl., 2019b, 2020, 2021). Nedan följer fullständiga referenser och engelska sammanfattningar av dessa vetenskapliga publikationer.

1.1.1 LVC Allocator i *Journal of Defense Modeling and Simulation*

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2022). LVC Allocator: Aligning training value with scenario design for envisioned LVC training of fast-jet pilots. *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology* 19(3), 287-298.

Abstract

Live Virtual Constructive (LVC) flight simulations mix pilots flying actual aircraft, pilots flying in simulators, and computer-generated forces, in joint scenarios. Training resources invested in LVC scenarios must give a high return, and therefore pilots in both live aircraft and simulators need to experience training value for the extensive resources invested in both, an aspect not emphasized in current LVC research. Thus, there is a need for a function, in this article described as LVC Allocator, which assures that complex LVC training scenarios include aspects of training value for all participants, and, thus, purposefully align scenario design with training value. A series of workshops were carried out with 16 fast-jet pilots articulating the training challenges that LVC could contribute to solving, and allocating LVC entities in a training scenario design exercise. The training values for LVC included large scenarios, weapon delivery, flight safety, adversary performance, and weather dependence. These values guided the reasoning of how to allocate different entities to L-, V-, or C-entities. Allocations were focused on

¹ Författarna är tacksamma till Per-Anders Oskarsson, vid enheten för Människa-teknik-organisation vid FOI, som deltog i den statistiska analysen och författande av den vetenskapliga artikeln.

adversaries as V, keeping entity types together, weather dependence, low-altitude and supersonic flying requirements, and to let L entities handle and lead complex tasks to keep the human in the loop.

1.1.2 White Wizard i *Journal of Defense Modeling and Simulation*

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2022). A live mindset in Live Virtual Constructive simulations – a spin-up for future LVC-air combat training. *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, online.

Abstract

Combining Live, Virtual, and Constructive (LVC) aircraft in the same training scenario holds promise for developing and enhancing fighter pilot training. The simulator study reported here builds on joint pilot-researcher co-design work of beyond visual range LVC training (LVC-T) scenarios to provide training value to pilots in both Live and Virtual aircraft. One fourship of pilots simulated Live entities by acting under peacetime restrictions, while other pilots acted as during regular Virtual training. The objective was to investigate pilots' reflections on the implications of LVC-T and on the methodology used to provide hands-on experience of a plausible LVC-T scenario. The purpose is to inform the design and use of future LVC in air combat training from the perspective of training value. Results indicate that pilots are positive toward the LVC scenario design, especially the dynamics that a large-scale scenario brings to training of decision making. They indicate a high degree of presence, the need for specific regulations to enforce flight safety, and that restrictions put on the simulated Live entities had implications for the other pilots. In addition to regular Live (L) and simulator (V+C) training, LVC-T may enhance pilots' repertoires and decision-making patterns.

1.1.3 ACE 21 enkätstudie (inskickad)

Woltjer, R., Ramberg, R., Artman, H., Aronsson, S., Mitchell, M., Oskarsson, P.-A. (inskickad). The future of fighter pilot training? Live Virtual Constructive in Large Force Exercises: Perceived and expected training value.

Abstract

Objective: This study investigates whether and how perceived training value varies among fighter pilots participating in a large force exercise (LFE), and whether they expect Live Virtual Constructive (LVC) training to enhance training value of future LFEs.

Background: LVC technology is maturing but its expected training value is under-investigated, especially regarding future LVC in LFEs.

Method: Fighter pilots at a Live-flying LFE answered questionnaires, 120 responses were analyzed statistically. The questions focused on whether the sortie they just flew provided training value, generally and for specific Desired Learning Objectives (DLOs), on whether the inclusion of Virtual and Constructive entities in future LFEs would contribute to training value generally and to the DLOs specifically, and on specific LVC implementation issues.

Results: Ratings of experienced training value varied across DLOs, and DLO ratings varied across mission types. Fighter pilots were positive towards including Virtual and Constructive entities in LFEs for certain DLOs, mostly for flying a complex mission. DLOs co-varied around the factors of LVC-trade-off advantages and Live advantages, as well as temporal dimensions of mission planning and stages of engagement. Several LVC implementation lessons were extracted.

Conclusion: Fighter pilots are generally moderately positive about LVC in LFEs. The measurement of perceived training value per DLO seems a relevant instrument for investigating perceived training value of an LFE and expected training value of future LVC training.

2 LVC vid Arctic Challenge Exercise (ACE 21)

I detta avsnitt redogörs för resultat från enkätstudien vid Arctic Challenge Exercise 2021, ACE 21 (som utgör en s.k. *Large Force Exercise*, LFE²) samt den uppföljande workshopen med flygförare som deltagit vid ACE 21.

2.1 Inledning

Konceptet LVC kan användas i mindre övningar, såsom kurvstrid *within visual range* (Sherwood m.fl., 2015), men LVC kan vara särskilt intressant för stora flygövningar (LFEs) och s.k. *beyond visual range* träning. Anledningar till detta är bl.a. att (a) V-entiteter på röd sida kan flyga och agera med realistisk prestanda och därmed utgöra ett realistiskt motstånd, (b) taktik i fyrgrupper med olika konstellationer av L-, V- och C-entiteter kan öva utan att taktiken kan avlyssnas i luftrummet, (c) fler entiteter kan medverka trots begränsning av antal L-flygfarkoster och (d) miljöskäl eftersom simulerade och datorgenererade entiteter inte har samma miljöpåverkan som fysiska flygfarkoster. Utifrån detta har vi genomfört en enkät på ACE 21 för att få en inblick i deltagande flygförarens attityder och tilltro till LVC som träningskoncept på stora övningar. Genomförd enkät fokuserade också på om deltagande flygförare upplevde att de erhållit avsett träningsvärde relativt definierade lärandemål. Detta är utifrån vår omvärldsanalys och vetskap den första empiriska studien av attityder till och förväntningar på LVC som har genomförts vid och under en stor internationell flygövning.

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

² Ibland även kallad *Large Force Employment exercise*.

De lärandemål som ingick i och fokuserades på i enkäten (där begreppen endast nämns på engelska) var:

- a) Uppdragsplanering (eng. *mission planning*),
- b) fyrgrupps- och rote-taktik (eng. *fourship/twoship tactics*),
- c) radarhantering (eng. *radar handling*),
- d) vapensystemhantering (eng. *weapon systems handling*),
- e) separation (eng. *deconfliction*),
- f) målfördelning (eng. *targeting*),
- g) robotekonomi (eng. *missile management*),
- h) BVR-taktik (eng. *beyond visual range tactics*),
- i) taktik mot robotluftvärn (eng. *SAM-awareness/avoidance*),
- j) taktiskt ledarskap (eng. *tactical leadership*),
- k) att flyga ett komplext uppdrag (eng. *flying a complex mission*).

Flygförarnas upplevda träningsvärde ska därför ses relativt dessa lärandemål.

Forskningsfrågorna som formulerades för enkätundersökningen var:

- Vilka träningsvärden upplever flygförare som deltar i en LFE?
- Förväntar sig flygförare som deltar i en LFE att LVC ska förbättra träningsvärdet?

2.2 Metod

Enkäten skapades av författarna till denna rapport och itererades med ACE 21-sekretariatet (arrangörer av övningen) som slutligen godkände den som en officiell del i debriefingen efter de komplexa sammansatta flygpassen (COMAO, *COMBined Air Operations*). Flygföraren (eng. *airboss*) som deltagit i utformningen av enkäten genomförde vid starten av ACE 21-övningen (eng. *inbrief*) en inledande presentation av LVC och introducerade samtidigt enkäten. Deltagande flygförare vid ACE 21 instruerades att fylla i enkäten efter *varje* genomfört övningspass. Enkäten distribuerades i anslutning till debriefing som genomfördes efter varje genomfört övningspass och flygförarna instruerades att lägga den ifyllda enkäten i en dedikerad låda.

Det fanns ingen möjlighet att kontrollera att samtliga flygförare som genomfört ett övningspass också närvarade vid efterföljande debriefing. Likaledes fanns det inte möjlighet att kontrollera att alla, eller vilka, 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, nämligen *Air-to-Air A/A*, *Air-to-Ground (A/G)* och *Red Air* (röd sida) samt flygförarkategorier, nämligen gruppchef (eng. *fourship lead*), rotechef (eng. *twoship lead*) samt rotetvåa (eng.

wingman). Enkäten fylldes i av flygförare som ingick i både de egna styrkorna (blå sida) och i motståndarstyrkan (röd sida). Det deltog beräknat 216 flygförare totalt under flygpassen som därmed potentiellt skulle haft möjlighet att fylla i enkäten. 128 enkäter lämnades in. Detta ger en svarsfrekvens på 60% som betraktas som god. Datamaterialet och analyser i denna rapport kompletterar och fördjupar förra årets rapport (Aronsson m.fl., 2021) som innehöll inledande analyser och deskriptiv statistik. I denna rapport presenteras resultaten av statistiska analyser som betonar flygförarens upplevelser av träningsvärde relativt uppdragstyper och uppdrag. Enkäten i dess helhet återfinns i bilaga 1. För läsbarheten presenteras resultat som har hög tillförlitlighet rent statistiskt men utan att använda statistisk nomenklatur.

Alla deltagare hade inte svarat på alla frågor vid varje tillfälle då enkäten fylldes i, vilket resulterade i s.k. tomma celler i datamaterialet. Detta utgjorde ett problem vid statistiska analyser eftersom variansanalyser (ANOVA) med blandad design (*mixed design*) utfördes med ställda frågor som inom-gruppsvariabel samt uppdragstyp (A/A, A/G, Red Air) och flygförarkategori (gruppchef, rotechef, rotetvåa) som mellan-gruppsvariabler. Eftersom den fråga som ställdes i enkäten utgjorde en inom-gruppsvariabel skulle en deltagare som inte hade svarat på en eller flera frågor i ett frågetema ha exkluderats i den statistiska analysen. För att korrigera för detta och undvika att förlora data beslöts att om en deltagare hade svarat på mindre än hälften av frågorna i ett frågetema (t.ex. frågorna 1a-1k), så byttes tomma celler ut med medelvärdet av registrerade svar med samma uppdragstyp (A/A, A/G, eller Red Air) på den frågan. Totalt ersattes 48 obesvarade frågor med medelvärdet, men 121 obesvarade frågor ersattes inte och utslöts därmed i analyserna. Följaktligen skiljer sig antalet svar som ingick i varje analys.

Ett antal statistiska tester³ genomfördes för att undersöka om signifikanta skillnader fanns samt för att analysera samband och mönster i data, vilka inte redovisas här i detalj, utan ingår i den vetenskapliga publiceringen. Två frågepar (3a och 5a, samt 3b och 5b) formulerades avsiktligt på liknande sätt för att utgöra ett internt reliabilitetstest (tillförlitlighet), vilket indikerade⁴ hög intern reliabilitet mellan dessa frågepar, dvs. flygförarna har varit konsekventa i sina svar.

³ För de ANOVA-testerna (*Analysis of Variance*) som beräknades utfördes post hoc-testning (för att undersöka var signifikanta skillnader återfinns) av mellan-gruppseffekter med Tukey HSD-testet och för inomgruppseffekter med Bonferroni-korrigerig i statistikprogrammet SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Faktoranalyser som söker samband och mönster i data (s.k. kovarians) utfördes genom extraktion med s.k. principal axis factoring och oblique rotation (direkt oblimin). Den insamlade datans statistiska lämplighet (för genomförande av analysen) verifierades med Kaiser-Meyer-Olkin-måttet (KMO), som över gränsen på 0,5 indikerar acceptabel stickprovslämplighet.

⁴ Frågorna handlade om huruvida inkluderingen av V- och C-entiteter skulle öka träningsvärdet för LFEs, såsom ACE. Korrelationerna mellan 3a och 5a ($r = .72, p < .001, n = 119$) och mellan 3b och 5b, ($r = .69, p < .001, n = 118$) var signifikanta.

2.3 Resultat

Resultatet som redovisas i denna rapport fokuserar på signifikanta resultat av genomförda analyser (post-hoc analyser) för ökad läsbarhet. Mer detaljerade analyser ingår i en ännu inte publicerad forskningsartikel (se Avsnitt 1.1.3).

2.3.1 ACE ger bra träningsvärde!

För frågetema 1 (specifika lärandemål i genomförda uppdrag; där frågan om robotluftvärn exkluderades eftersom nyttjande av detta vapen endast berörde en begränsad del av flygförarna/uppdrag) och 2 (generellt träningsvärde av uppdraget) undersöktes för att studera flygförarnas upplevda träningsvärde.

2.3.1.1 Vad gav bäst träningsvärde?

Post hoc-testning av huvudeffekten av träningsvärden av definierade lärandemål visade att skattningarna för lärandemål (k) att flyga ett komplext uppdrag och (e) separation, och fråga (2a) generellt träningsvärde var signifikant ($p < .05$) högre än alla andra lärandemål, vilket kan förväntas i förhållande till syftet med och omfattningen av ACE 21. Att medverka i stora övningar där man måste beakta en god samordning mellan flera aktörer (komplexa uppdrag) utan att riskera säkerheten för flygförarna (separation) är alltså de i särklass viktigaste aspekterna av övningen. Det är dock viktigt att notera att skattningarna för alla lärandemål tangerade eller var över mitten av skalan (3.0) på den femgradiga skalan. Detta indikerar att deltagarna upplevde att de fick träningsvärde för alla aspekter av övningen som omfattas av lärandemålen. Detta antyder i sin tur att flygförarnas upplevda träningsvärde vid ACE var tillfredsställande.

Resultatet visade också att blå sida upplevde sig få ut ett bättre träningsvärde än röd sida, vilket är rimligt eftersom det är just blå sida som ska tränas ($p < .004$). Post hoc-testning av interaktionseffekter av uppdragstyp i relation till lärandemål visade signifikant ($p < .05$) högre skattning av flygförarna som flugit uppdragstyperna A/A och A/G än de som flugit på röd sida avseende lärandemålen: (b) fyrgrupps- och rote-taktik, (d) vapensystemhantering, (f) målfördelning, (g) robotekonomi, (j) taktiskt ledarskap, (k) att flyga ett komplext uppdrag och (2a) generellt träningsvärde.

Vidare var skattningarna för A/A signifikant högre än röd sida på lärandemålen (c) radarhantering och (h) BVR-taktik ($p \leq .01$), och skattningarna för A/A var signifikant högre än A/G på lärandemålet (h) BVR-taktik ($p = .030$). Inga andra skillnader mellan uppdragstyper var signifikanta. Det tycks därför finnas en asymmetri mellan blå och röd sida vad gäller upplevt träningsvärde - vilket kan vara en effekt av ACE 21-upplägget (dvs. att det i första hand är blå sida som tränas). Det faktum att lärandemål (h) BVR-taktik bedömdes högre i A/A än i A/G var att vänta, eftersom A/G-uppdragen innehöll BVR-strider i betydligt lägre utsträckning.

Korrelationsanalysen mellan de specifika lärandemålen (1a-k) och upplevt generellt träningsvärde (2a) visade på relativt högt upplevt generellt träningsvärde för (k) att flyga ett komplext uppdrag ($r = .74$) och (b) fyrgrupps/rotetaktik ($r = .68$). Vikten av upplevt träningsvärde var dock låg för (e) separation och (i) taktik mot robotluftvärn (båda $r = .39$). För de återstående lärandemålen varierade korrelationerna från $r = .62$ till $.51$ (alla $p \leq .014$; för korrelationen med lärandemål 1i: var $n = 38$; för de andra korrelationerna var $n = 118-120$). Sammanfattningsvis kan konstateras att om upplevelsen av generellt träningsvärde är högt, så är det upplevda träningsvärdet för de separata lärandemålen också högt.

För att utröna vilka lärandemål som statistiskt klustras nära varandra och därmed söka efter och förklara andra dimensioner i data genomfördes en faktoranalys. Analysen resulterade i två faktorer som väl speglar målen med övningen och benämndes "Genomförande av uppdrag" och "Planering av uppdrag" (se Tabell 1).

Tabell 1. Faktoranalysresultat, faktorerna Genomförande av uppdrag, samt Planering av uppdrag. * = faktorer som laddat i båda faktorerna.

| Faktor 1: "Genomförande av uppdrag" | Faktor 2: "Planering av uppdrag" |
|---|---|
| (g) robotekonomi (f) målfördelning (c) radarhantering (h) BVR-taktik (d) vapensystemhantering (b) fyrgrupps- och rote-taktik* (j) taktiskt ledarskap* | (a) uppdragsplanering (k) flyga ett komplext uppdrag (e) separation (b) fyrgrupps- och rote-taktik* (j) taktiskt ledarskap* |

ACE har som ambition att träna genomförande såväl som planering av uppdrag vilket återspeglas i enkäten och resultat från denna faktoranalys. Detta indikerar också att enkäten har en rimlig validitet, d.v.s. enkäten mäter det som den avser mäta.

2.3.2 Ger LVC ett bättre träningsvärde?

Frågetema 3 i enkäten behandlade generella frågor om och under vilka förutsättningar det scenario flygföraren just genomfört skulle förbättras genom att introducera V- och C-entiteter i scenariot.

Resultat från genomförda analyser visar att flygförarna inte tar stark ställning till huruvida V- eller C-entiteter skulle förbättra träningsvärdet (fråga 3a och 3b; båda medelvärde 3.1). Flygförarnas svar var dock tydliga i att träningsvärdet i högre grad skulle bibehållas om en L-flygförare inom fyrgruppen skulle ersättas med en V-flygförare, detta som jämfört med att L-flygföraren skulle bytas ut mot en (obemannad) C-entitet. Båda frågorna hade dock ett lägre medelvärde än 3

(medelvärde 2.8 resp. 2.4). Man kan därmed dra slutsatsen att flygförarna inte önskar ersätta sina "egna" i särskilt hög utsträckning. Det betyder också att flygförare föredrar att alla medlemmar i en fyrgrupp är mänskliga in-the-loop-aktörer i LFEs.

Inställningen hos flygförarna är vidare att det är mer lämpligt att ersätta Live-flygförare på röd sida med V- och C-entiteter, än att göra det vid blå A/A uppdrag ($p = .007$). Det fanns däremot ingen signifikant skillnad i inställning till att byta ut en Live-flygförare med V- och C-entiteter mellan röd sida och blå sidas A/G. Av uppdragen på blå sida skattar man alltså att det är mindre lämpligt att byta ut en Live-flygförare i A/A än vad det är i A/G. Resultaten visar också att flygförare som antingen flugit ett A/A-uppdrag eller på röd sida, förväntar sig få ett bättre träningsvärde om någon av deras Live-flygförare skulle bytas ut mot Virtual(s) som jämfört med de som flög A/G. Sammanfattningsvis kan konstateras att flygförare i första hand vill ha en kollega som rotetvåa (Virtual hellre än Constructive). Om man tvingas välja så är uppdragstypen A/G mer lämpat än A/A för att byta ut en Live-flygförare mot en annan entitet (V eller C). I kapitel 3 behandlas och utvecklas detta vidare med grund i workshops med flygförare som deltagit vid ACE.

Frågan huruvida man önskar att radarskärmen eller andra skärmar ska visa om en entitet är L-, V- eller C-entitet är inte normalfördelad. De flesta flygförarna har svarat antingen 3 (mellanposition) eller 5 (håller med helt och hållet) på hur starkt man håller med. Frågan är inte enkel att besvara eftersom man utifrån ett säkerhetsperspektiv behöver veta om en entitet är verklig för att undvika kollisioner. Dock kan kännedom om vilken typ av entitet det är minska upplevelsen av realism och inlevelse eftersom man då också kan särskilja verkliga från andra entiteter och agera (strids-) taktiskt utifrån detta.

Inte heller frågan (31) "Om V-entiteter ska ha samma regler och restriktioner som L-entiteter" är normalfördelad. Merparten av flygförarna anser att V-entiteter ska ha samma regler och restriktioner. Om man inte har samma regler och restriktioner så kan det uppstå obalans mellan aktörerna och flygsäkerheten kan därmed äventyras. Detta innebär samtidigt att man inte kan utnyttja och simulera flygprestanda i lika hög grad (exempelvis lågflygning, överljudsfart eller hastigheter hos röd sida). I kapitel 3 lyfter vi denna fråga och utvecklar tolkningarna med hjälp av flygförare.

2.3.3 Blir ACE bättre med LVC?

Frågor ställdes med fokus på huruvida introducerandet av V- och C-entiteter skulle öka träningsvärdet för definierade lärandemål relativt det uppdrag flygförarna just flög, och om introducerandet av V- och C-entiteter skulle öka det generella träningsvärdet i *framtida* LFEs. Datamaterialet analyserades på samma sätt som för frågorna 1a-k (se avsnitt 2.3.1.1 som behandlar frågetema 1 ovan). Inga signifikanta skillnader fanns mellan uppdragstyper (A/A, A/G och Red Air), samt

mellan flygförarkategorier (gruppchef, rotechef och rotetvåa). Signifikanta skillnader återfanns emellertid mellan frågor som berör lärandemål.

Tre lärandemål (k) att flyga ett komplex uppdrag, (g) robotekonomi och (h) BVR-taktik utmärker sig som de tre lärandemål som flygförarna anser skulle förbättras i signifikant högre grad än övriga lärandemål. De lärandemål som flygförarna bedömde ha minst förbättringspotential var (a) uppdragsplanering, (c) radarhantering, (e) separation och (b) fyrgrupps- och rote-taktik. Att flygförare anser att dessa inte kan förbättras med LVC kan betyda att de upplever att de redan har ett bra träningsvärde och/eller att LVC som koncept inte skulle förbättra förutsättningarna för att uppnå bättre träningsvärde.

På liknande sätt som tidigare genomfördes en faktoranalys av lärandemålen för att undersöka hur de klustrar sig i sammanhanget om LVC har potential att förhöja träningsvärdet. Analysen resulterade i två faktorer som kan benämnas "LVC-avvägningar" och "Live-fördelar" (Tabell 2).

Tabell 2. Faktoranalysresultat med faktorerna LVC-avvägningar samt Live-fördelar.

| Faktor 1: "LVC-avvägningar" | Faktor 2: "Live-fördelar" |
|------------------------------------|--------------------------------|
| (g) robotekonomi | (c) radarhantering |
| (h) BVR-taktik | (d) vapensystemhantering |
| (k) att flyga ett komplext uppdrag | (e) separation |
| (f) målfördelning | (a) uppdragsplanering |
| (d) taktiskt ledarskap | (b) fyrgrupps- och rote-taktik |
| (i) taktik mot robotluftvärn | |

En möjlig förklaring till de extraherade faktorerna är att den första faktorn innehåller lärandemål relaterade till avvägningen av fördelar i träningsvärde med L-, V- och C-entiteter i LVC-träning, och den andra till fördelar i träningsvärde med L-entiteter i LVC-träning. Faktor 1 kan förstås som att robotekonomi och målfördelning är lättare att bedöma eftersom robotskott simuleras i systemet, och fler motståndare kan adderas med LVC som också flexibelt kan placeras geografiskt, t.ex. för att träna BVR-taktik. Dessutom uppnås att flyga ett komplext uppdrag enklare genom att addera V- och C-entiteter som inkluderar robotluftvärn. Faktor 2 inkluderar flygsäkerhet och andra aspekter som är svåra att simulera och som bäst tränas i L-entiteter. Hantering av radar- och vapensystem tränas bäst som L-entitet på grund av svårigheter att simulera bl.a. telekrig, och frågor om separation vilket inkluderar uppdragsplanering, vilket blir mer avgörande för att undvika kollision där L-entiteter ingår. Vidare, när L-entiteter ingår kräver uppdragsplanering och fyrgrupps- och rote-taktik mycket planeringsarbete och det är mer kritiskt att den detaljerade planen fungerar på grund av resurser och risker.

Flygförarna svarade på två generella frågor angående relevansen av att inkludera V- och C-entiteter i träning. Medelvärdet för alla svar på fråga 5a (om

inkluderandet av V-entiteter i LFEs som ACE, som en del av LVC/blended training, skulle öka träningsvärdet) och 5b (om inkluderandet av C-entiteter i LFEs som ACE, som en del av LVC/blended training, skulle öka träningsvärdet) var 3.4. Flygförarna är alltså försiktigt positiva till att inkludera V- och C-entiteter i stora flygövningar.

2.4 Diskussion: Betydelsen för LVC

Denna studie syftade till att undersöka hur flygförare uppfattar LVC som träningskoncept, och mer specifikt som implementerat i LFEs. Två övergripande forskningsfrågor formulerades, "Vilka träningsvärden upplever flygförare som deltar i en LFE?" och "Förväntar sig flygförare som deltar i en LFE att LVC ska förbättra träningsvärdet?". Upplevt träningsvärde kan mätas i relation till och uttryckas i termer av definierade lärandemål i LFEs. Skattningar av upplevt träningsvärde varierar mellan de olika lärandemålen, och skattningar varierar också mellan olika uppdragstyper (högst för Blue Air), med avseende på uppdraget som just flugits. Träningsvärdet hos de olika lärandemålen samvarierar kring olika stadier av uppdragsplanering och -genomförande. Skattning av upplevt träningsvärde relativt definierade lärandemål utgör ett tolkningsbart instrument för att undersöka träningsvärde för en LFE, och är därför även relevant för att uppskatta upplevt träningsvärde av framtida LVC i LFE.

I genomsnitt upplevde alla deltagande flygförare att de fick ett bra träningsvärde (både vad avser generellt träningsvärde, samt att alla lärandemål skattades som tre eller högre på en femgradig skala). Upplevt träningsvärde varierar mellan lärandemålen, där lärandemålen att flyga ett komplext uppdrag, separation och generell träningsvärde skattas högre än alla övriga lärandemål. Det finns inget enskilt lärandemål som förklarar det generella träningsvärdet. Blue Air skattade högre än Red Air vilket kan förväntas eftersom LFE (och många andra militära övningssammanhang) har fokus på att Blue Air ska tränas. De definierade lärandemålen samvarierar och klustrar sig kring olika stadier av planering och stadier av genomförande, vilket är enligt förväntningarna, och motsvarar syftet med ACE i att tillhandahålla träning i planering och genomförande av uppdrag som involverar olika stadier av genomförande.

Resultat indikerar att flygförarna är måttligt positiva till att inkludera V- och C-entiteter i LFEs. Resultaten indikerar vidare inte en preferens till att inkludera V- eller C-entiteter i de olika uppdragstyperna eller för de olika flygförarkategorierna. Flygförarna rapporterar emellertid att de hellre skulle byta ut en verklig flygförarmedlem mot en virtuell än mot en C-entitet, vilket indikerar att de föredrar att ha en *human-in-the-loop* (dvs. verkliga flygförare) i fyrgrupp/rote. Att allokera L-, V och C-entiteter i LVC-scenarier för att säkerställa träningsvärde för flygförare är dock en mångfacetterad designprocess, som behöver fånga nyanser som inte kan identifieras genom ett frågeformulär (Aronsson m.fl., 2022a).

Att introducera V- och C-entiteter i LFE har potential att avhjälpa en del av den identifierade asymmetrin mellan Blue och Red Air vad avser upplevt träningsvärde. Genom att inkludera V-entiteter i Red Air så kan dessa simulera motståndares prestanda och därmed erbjuda träningsvärde för flygförare i både Blue och Red Air genom att flyga mot eller med mer realistiskt simulerade motståndarplattformar och prestanda. Dessa möjligheter uttrycktes i en tidigare studie (Aronsson m.fl., 2022a), och bekräftades också med skattningar gjorda i nämnda studie.

I framtida LVC-träning så kan V- och C-entiteter flyga under en annan uppsättning regler än L-entiteter. I den studie som redovisas i denna rapport anser majoriteten av flygförare att alla entiteter måste följa samma uppsättning regler och restriktioner. Flygförarna verkar emellertid ha olika åsikter om huruvida det ska anges på skärmarna vilka entiteter som är L-, V- eller C-entiteter. Att inte kunna urskilja entiteter från varandra kan leda till flygsäkerhetsrisker (Sherwood m.fl., 2020), samtidigt som det möjligen skulle minska upplevelser av realism, två argument som båda finns representerade i data från denna studie. Att ha möjlighet att, med ett knapptryck, eller helt automatiskt beroende på närhet eller något annat mått på kollisionsrisk, indikera om flygfarkosterna är L-, V- eller C-entiteter, kan utgöra en teknisk kompromiss som bör undersökas i framtida forskning.

Inkluderandet av V- och C-entiteter i framtida LFEs rapporteras i första hand att öka träningsvärdet av att flyga ett komplext uppdrag. Det bör noteras att på vilket sätt uppdraget skulle vara mer komplext inte är uttalat och kan därför ha flera betydelser i samband med uppdragets genomförande (beroenden mellan entiteter och uppgifter, samordning, antal motståndare, etc.). Vidare finns det en avvägning att göra när fler enheter inkluderas, mellan att göra scenariot mer komplext och att samtidigt göra planeringsprocessen överväldigande.

I förhållande till de definierade lärandemålen och huruvida inkludering av V- och C-entiteter skulle förbättra träningsvärdet, skattades det upplevda träningsvärdet öka i viss utsträckning för sju av de elva lärandemålen, men mest för att flyga ett komplext uppdrag. Uppfattningar om att förbättra träningsvärdet för de definierade lärandemålen genom att introducera V- och C-entiteter samvarierar och grupperar sig kring faktorerna "LVC-avvägningar" och "Live-fördelar", såväl som faktorer som tangerar tidsmässiga dimensioner av uppdragsplanering och genomförande. Intressant nog är "Live-fördelar" och "LVC-avvägningar" relaterade till frågor om att på bästa sätt använda de resurser som finns till hands vid träning i relation till att bemannade entiteter får bra träningsvärde (Aronsson m.fl., 2022a, 2022b), som pekar på vikten av ytterligare forskning om scenariodesign och LVC-allokering för detta ändamål. Variationen och samvariationen av förväntat träningsvärde med LVC för definierade lärandemål bidrar ytterligare till förtroendet till nyttjandet av lärandemål som ett mått på (förväntat) träningsvärde. Ytterligare forskning om lärandemål som ett mått på värdet av framtida LVC-träning, genom frågeformulär men också genom kvalitativa ansatser, är därför motiverade och lovande.

3 Workshop med flygförare gällande LVC vid ACE

3.1 Inledning

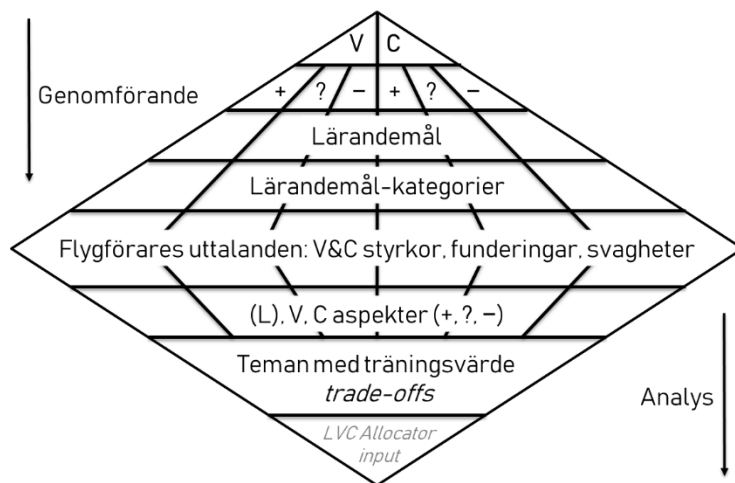
Den kvantitativa data som insamlades under ACE 21 ger en bild av hur flygförarna ser på huruvida LVC skulle förbättra en LFE, men ger ingen tydlig bild av varför flygförarna har en åsikt i den ena eller andra riktningen. För att få en bättre bild av möjliga argument och förklaringar till skattningar som gjorts, genomfördes två workshops med flygförare. Vid workshoparna fick flygförare som uppgift att uttrycka och formulera styrkor och svagheter med V- och C-entiteter relativt definierade lärandemål, samt deras tolkning av och förklaring till ytterlighetsvar i den enkät som besvarades av flygförare som deltog på ACE 21.

3.2 Metod

Två workshopstillfällen med sammanlagt åtta flygförare genomfördes. Vardera workshop tog tre timmar att genomföra. Samtliga deltagande flygförare hade deltagit vid ACE 21.

Workshoparna var uppdelade i tre avgränsade delar med specifika uppgifter, varav två redovisas i denna rapport. Den tredje delen utesluts i denna rapport eftersom denna utgjordes av en aktivitet där flygförarna ombads applicera sina resonemang och sammanfatta på en karta hur de skulle vilja se ett framtida LVC-ACE scenario, det vill säga design av ett LVC-träningsscenario anpassat för stora flygövningar (för tidigare liknande designworkshopar se Aronsson m.fl., 2019b, 2020, 2022b).

Genomförande av workshops och vad dessa fokuserade på, samt analys av insamlad data illustreras i Figur 1 nedan. I genomförandefasen bjöds flygförarna in till att uttala sig om styrkor, funderingar, och svagheter baserat på en indelning i kategorier av lärandemål. I analysen kategoriserades dessa uttalanden i aspekter av träningsvärde och abstraherades till teman. Dessa aspekter och teman kan tänkas fungera som input i resonemang inför scenariodesign och LVC-övningsplanering som en framtida LVC Allocator-funktion (Aronsson m.fl., 2022) kan tänkas ansvara för.



Figur 1. Beskrivning av hur workshopen genomfördes och hur analysen av uttalanden och anteckningar på post-it gjordes för att skapa en djupare förståelse av V och C i LVC.

Den inledande delen av workshopen handlade om styrkor och svagheter med V- och C-entiteter relativt de fördefinierade lärandemålen som gällde för ACE 21. Data samlades in med hjälp av anteckningar som flygförarna gjorde på post-it-lappar som fästes på ett av forskargruppen förberett ark (Tabell 3). På arket hade lärandemålen organiserats i tre huvudkategorier (Förberedelse och samordning, Taktik och Cockpit) samt Svagheter respektive Styrkor med V-respektive C-entiteter relativt lärandemål och huvudkategori. Ytterligare data bestod av anteckningar gjorda av forskargruppen. Uppgiften för flygförarna var att formulera begrepp eller koncept som uttryckte deras åsikter. Uppgiften formulerades som:

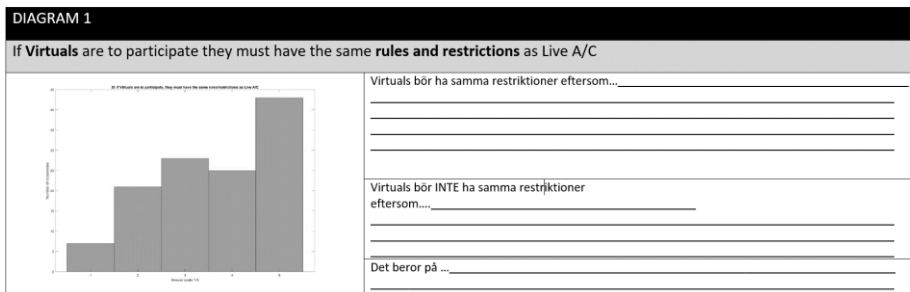
1. Formulera styrkor/svagheter i termer av träningsvärden för LVC på post-it-lappar för varje DLO [lärandemål]-kategori
 - a. Arbeta parvis 20 min - diskutera och sätt upp lapparna på de två arken (vid bordet)
 - b. Börja med Virtuals, sedan Constructives
 - c. Skriv tydligt och stort
2. Redovisa och diskutera med den andra gruppen (vid borden), 15 min

Flygförarna arbetade således inledningsvis i grupper om två med uppgiften, för att avslutningsvis i grupp om fyra flygförare diskutera de åsikter och argument som formulerats.

Tabell 3. Förberett ark som tillställdes flygförarna för att diskutera och lyfta fram styrkor (+) och svagheter (-) med V- och C-entiteter i LVC. Ett frågetecken mittemellan utgjorde en möjlighet att uttrycka det som kan utgöra både en styrka och en svaghet, eller generellt behöver vidare utredning, här kallat funderingar.

| Lärandemål per huvudkategori | Svagheter (-) | Funderingar (?) | Styrkor (+) |
|---|------------------|--------------------|----------------|
| Förberedelse & samordning 1. uppdragsplanering 2. separation 3. att flyga ett komplext uppdrag | | | |
| Taktik 4. fyrgrupps- och rote-taktik 5. BVR-taktik 6. taktiskt ledarskap 7. taktik mot robotluftvärn | | | |
| Cockpit 8. radarhantering 9. vapensystemhantering 10. målfördelning 11. robotekonomi | | | |

Den andra delen av workshoparna behandlade valda utdrag av deskriptiv statistik utifrån svar på ACE 21-enkäten som sammanställts och presenterades i ett pappershäfte. Flygförarna arbetade i par med att formulera potentiella förklaringar till de ytterlighets svar som valts ut. Resultat från den genomförda enkäten vid ACE utvecklades således för att skapa förståelse och en kvalitativ förklaring till hur flygförare *kan* resonera om de specifika svar på frågorna som ställdes. Häftet som flygförarna tillställdes hade en struktur som presenteras i Figur 2. Frågorna kompletterades även med en möjlighet till att kontextualisera svaren. Under workshopen visades diagrammen också på storbildsskärm för extra läsbarhet. Data samlades in dels genom att de tilldelade häftena fylldes i, och dels genom anteckningar som gjordes av två forskare som lyssnade på de diskussioner som fördes mellan flygförarna.



Figur 2. Exempel på fråga från ACE-enkäten som flygförarna i häftet tillställdes för att presentera resonemang och förklaringar till ytterlighetssvar.

3.3 Resultat delworkshop 1: Vilka styrkor/svagheter finns med V & C relativt lärandemål

Ett antal övergripande teman framkom i analys av datamaterialet om styrkor och svagheter. Vi presenterar i det följande dessa övergripande teman samt positiva och negativa aspekter av, samt funderingar om nyttjandet av V och C-entiteter, satt i relation till kategoriseringen av lärandemålen (Tabell 3). Varje tema innehåller ett antal aspekter som belyser olika värden och perspektiv. Sådana aspekter kan förekomma i flera identifierade teman.

3.3.1 Styrkor och svagheter med V-entiteter i LVC

Inledningsvis presenteras resultat från analysen som fokuserar på svagheter, styrkor och funderingar kring nyttjandet av V-entiteter i LVC (Tabell 4). I förekommande fall åtföljs detta av förklaringar och exempel på utsagor som flygförarna gjort.

Tabell 4. Styrkor, svagheter och funderingar vid nyttjandet av V-entiteter vid LVC, övergripande teman, relativt kategorisering av lärandemål.

| Virtual | Svagheter | Funderingar | Styrkor |
|---|--------------|--------------------------------------|---|
| Förberedelse & samordning 1. uppdragsplanering 2. separation 3. att flyga ett komplext uppdrag | Trovärdighet | Flygsäkerhet Uppgifts-tilldelning | Flygsäkerhet Simulatorartefakt Resursutnyttjande |
| Taktik 4. fyrgrupps- och rote-taktik 5. BVR-taktik 6. taktiskt ledarskap 7. taktik mot robotluftvärn | Trovärdighet | Resursutnyttjande | Simulatorartefakt Resursutnyttjande Samarbete och ledning |
| Cockpit 8. radarhantering 9. vapensystem-hantering 10. målfördelning 11. robotekonomi | Trovärdighet | Utfall | Simulatorartefakt Resursutnyttjande |

En uttryckt svaghet med användandet av V-entiteter handlar om **trovärdighet**. Trovärdighet kan i sammanhanget handla om flera aspekter. V-entiteter kan genomföra manövrar utan de effekter som skulle uppstå om de genomfördes i en verklig flygfarkost. Flygförare i simulatorer kan med andra ord utnyttja egenskaper av att inte flyga en verklig flygfarkost. Vidare kan en *game lead* placera V-entiteter var som helst på en karta i ett givet scenario med några knapptryckningar. Med sådana åtgärder kan därför temporala aspekter av förflyttning elimineras. Det kan noteras att detta tema återkommer i samtliga lärandemålskategorier, så frågan om trovärdighet tangerar att en V-entitet kan få en taktisk fördel av att t.ex. kunna genomföra manövrar som sannolikt inte skulle genomföras i verklig flygfarkost. En ytterligare negativ aspekt som lyfts fram är avsaknaden av realistisk återkoppling "Kvitto på egen verklig prestanda uteblir", som exempelvis berör elektronisk krigföring samt RR (*Radio Relay*).

I sammanhanget **trovärdighet** uttrycks sammanfattningsvis i främsta hand en farhåga att V-entiteter kan utnyttja sin egenskap av att vara simulerad, som i sin tur kan ha återverkningar på det träningsvärde som kan uppnås för flygförare i verkliga flygfarkoster.

Ett ytterligare tema som framkom handlar om **flygsäkerhet**, som också rapporterats i andra studier om LVC-träning (Aronsson m.fl., 2022a, b; Sherwood,

2015). Att introducera V-entiteter i stora övningar skulle kunna innebära att antalet verkliga flygfarkoster i luften kan reduceras väsentligt, vilket skulle leda till högre flygsäkerhet. En annan aspekt i det sammanhanget är att ingen flygförare kan komma till skada om en V-entitet skulle krascha eller krocka med en annan entitet (MAC, *Mid Air Collision*). Dessa argument skulle utgöra styrkor vid införande av V-entiteter i större övningar. Samtidigt framförs osäkerhet kring hur man kan och bör hantera frågor om flygsäkerhet vid LVC. Svårigheter kan t.ex. uppstå vid separation, som illustreras med följande citat " ... hur ska L förhålla sig till V/C om de inte förhåller sig till en deconplan?". I detta sammanhang kan också diskuteras om det ska framgå på radarskärmen eller andra skärmar vilken entitet som är vilken. Att inte kunna särskilja vilken entitet som är vilken kan leda till flygsäkerhetsrisker (Aronsson m.fl., 2020) vilket också framgår av enkäten som genomfördes på ACE 21.

En ytterligare aspekt behandlar bränsleekonomi, och detta ur flera perspektiv. Ett perspektiv som kom till uttryck var att goda bränslescenarion skulle kunna skapas på röd sida med V-entiteter för att säkerställa att blå sida får bra utbyte av övningen, som uttryckt i citatet "Möjlighet att styra "orealistiska" men bra bränslescenarion på röd sida för att se till att blå får "rätt" övningsutbyte (även "C")". Från citatet framgår också att detta även gäller för C-entiteter på röd sida. Det kan också noteras att temat flygsäkerhet med dess aspekter i huvudsak berör lärandemål under kategorin planering och samordning.

Simulatorartefakt är ett brett och frekvent förekommande tema som sammanbinder flera aspekter av effekter av att inkludera simulatorer i LVC. Temat återfinns i relation till samtliga lärandemålskategorier. Simulatorer kan både öka upplevelsen av realism genom att exempelvis simulera prestanda hos flygfarkoster som Försvarsmakten inte har till sitt förfogande, men likväl skapa artificiella situationer såsom exempelvis att man kan ha mer eller mindre obegränsat med bränsle eller att man uppenbart inte fysiskt kan krocka med verkliga flygfarkoster. Detta kan vara till lika delar positiva som negativa aspekter, såsom i temat Trovärdighet. Genom att agera i en simulator som simulerar en motståndarflygfarkost så kan flygförarna få en, om än simulerad upplevelse, av hur en okänd flygfarkost skulle kunna agera i luftstrid, samtidigt som blå sidas flygförare kan möta och träna mot flygfarkoster med realistisk prestanda, som kan ge ett förbättrat, mer realistiskt, träningsvärde.

Genom att nyttja virtuella flygfarkoster kan man också kvantitativt utöka övningar genom att introducera flera flygfarkoster och flygförare trots att tillgången till fysiska flygfarkoster kan vara begränsad. Skalbarheten gör också att det potentiellt är möjligt för flygförare på andra divisioner och fysiska platser att delta i övningar, och därmed bidra till och erhålla träning. Detta förutsätter naturligtvis att det finns säker och tillförlitlig kommunikation mellan simulatorer på divisionerna och att dessa är tillräckligt snabba och stabila för att förhindra att lagg/osynk/latens uppstår.

Temat **resursutnyttjande** återfinns och har relevans i relation till samtliga lärandemålskategorier. Relativt planering och samordning återfinns aspekten skalbarhet eftersom nyttjandet av V-entiteter möjliggör att större träningsscenarier kan planeras (lärandemålskategori Förberedelse och samordning) och genomföras och därmed också tangerar lärandemålskategorierna taktik samt cockpit. En annan aspekt med nyttjandet av V-entiteter, är att V-entiteter skulle kunna ersätta verkliga flygfarkoster i de situationer dessa av något skäl inte kan delta i en övning. Flygförarna skulle därmed kunna delta i en övning trots att en L-flygfarkost inte kan vara med.

Ytterligare aspekter på **resursutnyttjande** som belyses är möjligheten att använda V-entiteter på röd sida, vilket skulle bereda plats för fler verkliga flygfarkoster att agera på blå sida. Vidare, nyttjandet av V-entiteter "Möjliggör större uppdrag vid flygplansbrist (lika mycket personal)". Denna sistnämnda aspekt rörande resursbehov tangerar också en annan, nämligen att nyttjandet av V-entiteter i stora övningar "Belastar ej markpersonal". Det behöver dock förtydligas att det självfallet skulle behövas personal som hanterar simulatorerna i samtliga de avseenden som krävs för att V-entiteter skulle kunna delta i övningar. En aspekt som relaterar till potentialen att kunna kompensera för bortfall av verkliga flygfarkoster framkommer i materialet som en fundering, nämligen "Ska man mixa L och V inom gruppen? (eventuellt "täcka" bortfall)". En fråga, bland andra, som förtjänar fortsatt utforskande (Aronsson m.fl., 2022a).

I det avslutande temat **samarbete och ledning** i sammanhanget nyttjandet av V-entiteter i stora övningar, så framförs uteslutande positiva aspekter, och uteslutande relativt lärandemålskategorin taktik. Dessa aspekter tangerar vissa av tidigare presenterade aspekter, men har i detta fall tonvikt på samordning av luftrum och delad situationsförståelse (Team SA). Vad gäller samordning av luftrum och i det fall röd sida består helt av V- och C-entiteter så "Blå kan använda alla höjder i de fall röd är helt virtual/constructive". Detta tangerar aspekter av flygsäkerhet då blå sida med verkliga flygfarkoster skulle behöva beakta separation i högre grad än röd sida som är helt virtuell/datorgenererad.

Vad gäller aspekten delad situationsförståelse framförs fördelar och styrkor med V-entiteter som "Möjlighet att livesimulera robotskott, spikes etc." där V-entiteter har en fördel jämfört med verkliga flygfarkoster. Vidare argument som förs fram för nyttjandet av V-entiteter är att det möjliggör utprovning av taktiska och tekniska idéer utan att göra avkall på flygsäkerhet. En ytterligare aspekt i det sammanhanget är också att taktik inte avslöjas.

3.3.2 Styrkor och svagheter med C-entiteter i LVC

Fortsättningsvis presenteras resultat från analysen som fokuserar på svagheter, styrkor och funderingar kring nyttjandet av C-entiteter i LVC (Tabell 5), i förekommande fall åtföljt av förklaringar och exempel på utsagor som flygförarna gjort.

Tabell 5. Styrkor, svagheter och funderingar vid nyttjandet av C-entiteter vid LVC, övergripande teman, relativt kategorisering av lärandemålen.

| Constructive | Svagheter | Funderingar | Styrkor |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Förberedelse & samordning 1. uppdragsplanering 2. separation 3. att flyga ett komplext uppdrag | Flygsäkerhet Resursutnyttjande | Flygsäkerhet Uppgifts-tilldelning | Flygsäkerhet Simulatorartefakt Resursutnyttjande |
| Taktik 4. fyrgrupps- och rote-taktik 5. BVR-taktik 6. taktiskt ledarskap 7. taktik mot robotluftvärn | Samarbete och ledning | <i>Human-in-the-Loop</i> | Simulatorartefakt Resursutnyttjande |
| Cockpit 8. radarhantering 9. vapensystem-hantering 10. målfördelning 11. robotekonomi | | | Simulatorartefakt Resursutnyttjande |

Vad gäller temat **flygsäkerhet** framförs samma fördelar som framfördes för V-entiteter, dvs. att flygsäkerheten ökar med färre verkliga flygfarkoster i luften eftersom risken för kollisioner minimeras (separation). En annan aspekt, som också berör flygsäkerhet, är om det på radarskärmen eller andra skärmar ska gå att se vilka entiteter som är L-, V- och C-entiteter. Om det inte går att särskilja, kan det potentiellt utgöra en flygsäkerhetsrisk. Denna sistnämnda aspekt belyser vikten av att på något sätt hantera frågor om flygsäkerhet vid användning av V- och C-entiteter. Ett sådant sätt kan vara att LVC hanteras i en framtida Flygoperativ Manual (FOM), som föreslagits i tidigare studier (Aronsson m.fl., 2022a). På liknande sätt som i fallet V-entiteter så framförs dessa aspekter i relation till lärandemålskategorin förberedelse och samordning. En ytterligare aspekt i sammanhanget förberedelse handlar om **uppgiftstilldelning** och hur C-entiteter ska användas, som exemplifierat i citatet "Hur använda? Enklare uppgifter eller mer komplexa?". Detta är en central fråga som tangerar temat **Samarbete och ledning**.

Det går inte att utifrån datamaterialet utläsa vilka uppgifter som avses i citatet om vilka uppgifter som kan tilldelas C-entiteter, men kombinerat med att flygförarna uttrycker en skepsis mot att reducera mänskligt beslutsfattande och samarbete, så är det rimligt att anta att man inte har allt för hög tilltro till att C-entiteter lämpar

sig för komplexa taktiska uppgifter. En utsaga som exemplifierar detta är "Svårt/onaturligt med ledarskap/order inom formationen", vittnar om en sådan skepsis och att det behövs en *human-in-the-loop*. Utöver detta pekas på att C-entiteter inte utgör en part i planeringsfasen. Att datorgenererade C-entiteter är problematiska relativt **Samarbete och ledning** för att de just saknar mänskliga kognitiva förmågor är förståeligt. Motståndarprestanda och antalet på motståndarsidan är det vanligaste förekommande uttrycket för styrkor med C-entiteter och för att, i sin tur, skapa realism i övningen. Man kan "simulerar[a] rätt radarmålyta m.m." och "Ger bättre radar och vapenhantering än att alltid flyga mot t.ex. 39". Numerär och realism är en del av vad simulatorer kan stödja, samtidigt som de dynamiska kognitiva aspekterna kan gå förlorade vad det gäller motståndarsidans anpassningsförmåga som det uttrycks i "svårare att säkerställa bra och dynamisk målgång".

Som i fallet V-entiteter återfinns temat **Simulatorartefakt** relativt samtliga lärandemålskategorier. Det finns tydliga fördelar utifrån ett övningsperspektiv genom att man kan skala övningen relativt antal flygförare, övningsmål, luftrum, buller, prestanda etc. Antalet C-entiteter kan ökas eller minskas enkelt för att övningen kräver det och därmed anpassa och balansera svårighetsgrad för de tränade flygförarna oberoende av om de agerar som L- eller V-entiteter.

Även temat **Resursutnyttjande** återfinns i sammanhanget C-entiteter och också här i samtliga lärandemålskategorier. Vid nyttjandet av C-entiteter som robotluftvärn (SAM) så belastas inte markpersonal, vilket lyfts som en styrka. Nyttjande av resurser kan handla om att övningar kan skalas upp, som redogjorts för ovan. En annan aspekt handlar om att eftersom C-entiteter i planeringsfas inte kan representera sig själva, så behöver planeringen göras av en människa och att "MC [Mission Commander] har inte folk att fördela planeringsansvaret på", samt att "Lätt att glömma i planeringen då den [C-entiteten] inte svarar för sin egen planering". Att introducera C-entiteter skulle därför kräva en mänsklig mellanhand i både planering och genomförande. En konsekvens av nyttjandet av C-entiteter som en resurs i stora övningar blir också att flygförare inte behöver ta samma hänsyn till luftrum och buller.

Sammanfattningsvis kan konstateras att flygförarna identifierat både styrkor och svagheter med att inkludera C-entiteter i relation till olika aspekter och lärandemålskategorier. Analysen identifierar styrkor och svagheter som behöver beaktas i planering och genomförande av stora övningar där både V- och C-entiteter ingår. Ett material att nyttja och beakta i sammanhanget design av övningar och att säkerställa bra träningsvärde för flygförare i både L- och V-entiteter.

3.4 Resultat ACE delworkshop 2: Vilka argument framförs till ytterlighetssvar på ACE 21-enkäten?

I detta avsnitt redogörs för de förklaringar och resonemang som flygförarna höll om ytterlighetssvar som framkom i analys av ACE 21-enkäten. I förekommande fall görs också kopplingar tillbaka till föregående avsnitt för att karaktärisera argument och förklaringar. I Tabell 6 till 16 redovisas flygförarnas reflektioner till ytterlighetssvaren. Varje tabell följs av en summerande kommentar.

Tabell 6. Frågan "If Virtuals are to participate they must have the same rules and restrictions as Live A/C".

| Virtuals bör INTE ha samma restriktioner eftersom... | Virtuals bör ha samma restriktioner eftersom... | Det beror på... |
|---|---|------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • [man då får ett] realistiskt måluppträdande/agerande [och för att] maximera övningsutbytet. • man då kan utöka övningsutbytet för alla (överljud, övningsområde, höjdändringar). • [man då kan] anpassa utefter önskat träningsmål. | <ul style="list-style-type: none"> • deconmässigt[:] för att live ska kunna [avgöra om] höjdändring är säkert eller om kollision är förestående. • man inte vill påverka tankeprocessen hos L-piloten negativt (t.ex. om piloten ser länksymbolen på samma höjd). • [man bör ha] likvärdigt träningsvärde. [Det vore] "fusk" om man kan agera olika. | |

Som V-entiteter går det att göra saker som sannolikt inte skulle genomföras i L-flygfarkoster. Genom att inte ha samma restriktioner för V-entiteter som för L-entiteter möjliggörs att övningsutbytet kan maximeras och påverkan på civilsamhället kan undvikas. Samtidigt finns det risker med att inte ha samma regler och restriktioner eftersom det kan uppstå oklarheter relativt flygsäkerhet och skapa kognitiv börda för den som flyger en verklig flygfarkost. Detta eftersom flygföraren kontinuerligt måste avgöra om situationen inkräktar på flygsäkerheten. Som tidigare nämnts finns också risken att V-flygförare kan agera för dess egen fördel vilket förstärker frågan om att LVC-träning måste ha tydliga övningsmål och hantera avvägningar för den specifika övningen.

Tabell 7. Frågan "It is important that my displays show whether other A/C are Live Virtual or Constructive".

| Det är INTE viktigt att visa V/C på skärmarna eftersom... | Det är viktigt att visa V/C på skärmarna eftersom... | Det beror på... |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • det minskar övningsutbytet; påverkar eget agerande. • man vill öva precis som vanligt och ej bortse från eventuella flygsäkerhetsrisker. • man ska agera lika oavsett måltyp. | <ul style="list-style-type: none"> • flygsäkerheten äventyras om ens situationsmedvetenhet är falsk. • flygsäk! I de fall då V har andra restriktioner är det av stor vikt att veta vad man måste agera på. • flygsäkerheten [riskeras]. Man måste [veta] om det t.ex. går att titta ut och bli visuell. | <ul style="list-style-type: none"> • från vilken "nivå" man besvarar frågan. Pilot i ett scenario eller övningsansvarig. |

Argument och förklaringar till varför det inte är viktigt att visa på skärmarna vilka entiteter som är V- och C-entiteter beaktar aspekter om flygsäkerhet och övningsutbyte. Om det framgår vilka som är vilka så kan flygföraren välja att inte beakta regler om separation och därmed öva på ett sätt som skiljer sig från normalläget. Detta skulle i en förlängning kunna resultera i flygsäkerhetsrisker, om detta skulle bli normalläget (dvs. det tangerar möjliga problem förknippade med transfer av kunskap och färdigheter). Vidare resoneras att övningsutbytet i en sådan kontext skulle minska, och påverka agerandet, ett agerande som har potential att öka flygsäkerhetsrisker. Argument för varför det är viktigt att visa vilken entitet som är vilken handlar samtliga om flygsäkerhet, och som även formuleras som att "situationsmedvetenheten kan bli falsk". Ett ytterligare svar introducerar aspekten ur vilket perspektiv frågan besvaras, att agera likadant oavsett måltyp (med avseende på bra träningsvärde) eller med flygsäkerhet i fokus.

Tabell 8. Frågan "If any of my Live flight members would be exchanged for Constructive(s) I would still get good training value"

| Jag skulle INTE få bra träningsvärde eftersom... | Jag skulle fortfarande få bra träningsvärde eftersom... | Det beror på... |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • taktisk ledning blir lidande. • [de är] svåra att leda. • [de] ej [är] lika dynamiska som Live. | <ul style="list-style-type: none"> • vi kan öva med fler enheter samtidigt. De kan "flyga" där Live inte får. (Övningsområde/bullerbegränsningar) • [under förutsättning] om [att] de kan agera på tal m.m. | <ul style="list-style-type: none"> • hur bra man anser att en C kan vara. |

Det står ställt utan tvivel att flygförarna uppskattar de mänskliga kognitiva förmågorna och vikten av att det finns mänskliga aktörer som kan agera dynamiskt och i samklang med uppdragsmålet. Det står dock i relation till huruvida och i vilken omfattning framtida C-entiteter kan imitera mänskligt agerande och kommunikation. C-entiteter har, liksom V-entiteter, fördelen av att rent numerärt kunna vara fler och agera i miljöer där L-entiteter inte kan agera. Kvalitet och kvantitet måste sättas i relation till varandra och övervägas för att skapa högt träningsvärde för flygförare.

Tabell 9. Frågan "If any of my Live flight members would be flying as Virtual(s) I would still get good training value"

| Jag skulle INTE få bra träningsvärde eftersom... | Jag skulle fortfarande få bra träningsvärde eftersom... | Det beror på... |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • jag eventuellt skulle anpassa mina beslut beroende på förbandsmedlemmens status (L/V/C). • att V inte upplever samma som Live. Agerar inte som man skulle gjort om man är Live. | <ul style="list-style-type: none"> • taktisk ledning fungerar. • det fortfarande är en riktig person jag flyger med. | <ul style="list-style-type: none"> • typ av scenario och hur bra integreringen är. |

Argument för varför flygförare inte skulle få ett bra träningsvärde om rote/fyrgrupps-medlemmar skulle bytas ut mot en V-entitet handlar främst om risken av ett förändrat eget beteende. Flygförare i verkliga flygfarkoster skulle kunna komma att anpassa sina beslut beroende på status hos entitet (L, V, eller C), samt att flygförare i simulatorer (V-entiteter) inte har samma upplevelser som

flygförare i verkliga flygfarkoster. Argument som förs fram som potential att få ett bra träningsvärde är att taktisk ledning fortsatt skulle fungera eftersom det fortsatt finns en mänsklig förbandsmedlem. I den tematiska analysen som redogjorts för i tidigare avsnitt framkommer också vikten av att ha en *human-in-the-loop*, både i planering och genomförande. En nyansering som framförs i detta avsnitt är att det beror på, dvs. det beror på vilket typ av scenario som flygs och hur bra integreringen av V-entiteter är. Denna nyansering tangerar aspekter som är centrala i design av LVC-scenarier med målet att säkerställa att alla flygförare får ett bra träningsvärde, både flygförare i verkliga och simulerade flygfarkoster (Aronsson, m.fl., 2022b). I sådan design allokeras L-, V- och C-entiteter och dessas uppgifter i ett träningsscenario, med träningsvärde för flygförare i fokus.

Tabell 10. Frågan "The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Constructives".

| Constructives skulle INTE vara lämpliga eftersom... | Constructives skulle vara lämpliga eftersom... | Det beror på... |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • A/G i COMAO-kontext också ger bra utbyte. • A/G kan vara en stor del av planeringsfasen. • A/G uppgiften är komplex, dynamisk och anpassas under uppdraget. | <ul style="list-style-type: none"> • bullerhänsyn inte behöver tas. • fokus är air to air och man kan lägga mer resurser på det om C löser A/G. • [om] det varit enkel A/A uppgift och då hade man kunnat låta C göra dem. | <ul style="list-style-type: none"> • övningsmål-sättningen. • vilket uppdrag som flugits. Enkel målgång vs. dynamisk targeting. |

A/G-uppdrag kräver hög grad av planering och under genomförandet krävs det anpassningsförmåga utifrån ej planerbara omständigheter. I dagsläget kan inte datorsystem och C-entiteter riktigt leva upp till de krav som krävs, och frågan är om detta någonsin kan uppnås. Intressant nog rapporteras helt olika perspektiv på i vilken del av A/G-uppdraget som C-entiteter vore lämpliga att använda (A/G-delen respektive A/A-delen). Återigen finner vi att C-entitetens fördel är att kunna agera i situationer där hänsyn inte behöver tas till bulleraspekter, eller annan miljöhänsyn.

Tabell 11. Frågan "The Air-to-ground part of this mission would be suitable for Virtuals".

| Virtuals skulle INTE vara lämpliga eftersom... | Virtuals skulle vara lämpliga eftersom... | Det beror på... |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • alla normala aspekter/contingencies i flygning som väder, målspaning inte övas verklighetstroget. • man kan inte flyga lågt på samma sätt som i verkligheten. Ger inte samma tränings effekt. • "jag får sämre träning i en simulator än i luften". | <ul style="list-style-type: none"> • A/G eller swing-uppdrag i COMAO/LFE-kontext är komplicerat med risk för felprioriteringar som går ut över flygsäkerheten. • de kan agera, vara dynamiska och ta/ge order. • V på höjd/röd sida agerar bra. Resurser frigörs så att fler piloter kan träna i luften. | <ul style="list-style-type: none"> • övningsmål-sättningen. • skulle nog vara ok för "övriga" spelare men att enskild A/G-pilot kanske får mindre utbyte. |

Argumenten emot att V-entiteter skulle vara lämpliga för A/G-uppdrag centrerar kring faktumet att V-entiteter är virtuella, och därför inte berörs av de förhållanden som verkligheten utgör, t.ex. hur väder inverkar på målspaning och att lågflygning inte kan utföras som i verkligheten. En sammanfattande kommentar är att träningsvärdet skulle vara sämre. Argument till varför V-entiteter skulle vara lämpliga belyser aspekter av komplexitet i uppdrag och risker som finns i dessa som skulle kunna gå ut över flygsäkerhet. En annan fördel är att V-entiteter kan vara helt dynamiska (likt hanteringen av C-entiteter så kan en *game lead* placera/flytta en V-entitet dynamiskt i kartan i genomförande av scenario), samt att V-entiteter på röd sida skulle frigöra resurser och därmed möjliggöra att fler (blå) flygförare kan träna i verkliga flygfarkoster. Argument som nyanserar användningen av V-entiteter lyfter vad målet är med en övning (berör också träningsvärde) och att den enskilde A/G-flygföraren som V-entitet skulle få mindre utbyte (träningsvärde).

Tabell 12. Frågan "The Air-to-air part of this mission would be suitable for Constructives".

| Constructives skulle INTE vara lämpliga eftersom... | Constructives skulle vara lämpliga eftersom... | Det beror på... |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • ett dynamiskt uppträdande styrt av FL/MC [Flight Lead/Mission Commander] blir begränsat. • man tror att en pilot i beslutsloopen ger mer realistisk träning. • [de är] svåra att få med i komplexa scenarion. Kan ej styras med tal. • de är sämre/mindre realistiska. | <ul style="list-style-type: none"> • prestanda och manövrering skulle kunna simuleras mer realistiskt. • mer enheter i luften, relativt okomplicerat att programmera för just det uppdraget. • enkel målgång, göra scenariot större. • man kan skapa stora och bra scenarion med små resurser. C är "tillräckligt bra" i stora scenarion (ACE). | <ul style="list-style-type: none"> • hur svårt passet varit. • att man utgår från att C är som de är i FLSC. |

A/A-uppdrag är generellt dynamiska och kräver ett flertal snabba beslut för att skapa luftherravälde. C-entiteter, menar flygförarna, har sämre förutsättningar för att kunna agera dynamiskt och baserat på information från såväl gruppchef som uppdragschef (*Mission Commander*), likaväl som utifrån egna avsikter eller situation. Man bör förstå detta utifrån perspektivet av att dagens datorgenererade C-entiteter inte lever upp till att vara tillräckligt bra eller realistiska relativt en verklig flygförare. Numerär och simulering av prestanda för enklare delar av målgång behöver utvecklas för att C-entiteter ska kunna agera trovärdigt. Frågan är ursprungligen ställd utifrån ett specifikt flygpass som flygförarna på ACE 21 upplevt, och under workshopen diskuterades att man måste betrakta svaren utifrån de enskilda passens svårighetsgrad.

Tabell 13. Frågan "The Air-to-air part of this mission would be suitable for Virtuals"

| Virtuals skulle INTE vara lämpliga eftersom... | Virtuals skulle vara lämpliga eftersom... | Det beror på... |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • att en del av övningsutbytet ligger i att man upplever stressen från att sitta i flygplanet. • man vill hellre flyga live än V. • det blir ett sämre träningsvärde för den pilot som sitter i simulatorer istället för flygplan. | <ul style="list-style-type: none"> • kommunikationen möjliggör dynamiskt uppträdande. • att de kan representera en fullvärdig spelare till låg resurskostnad och ev. med färre begränsningar. • enkel målgång, göra scenariot större. • virtuals blir bra och realistiska flygplan i scenariot. | <ul style="list-style-type: none"> • att verkligheten blir mer komplex. |

Aspekter som lyfts till nackdel med att använda V-entiteter i A/A-uppdrag bygger i huvudsak på att flygförare får ut bäst träningsvärde av att flyga verkliga flygfarkoster. Det kan ses som en truism, och en fråga är om detta gäller för alla typer av uppdrag, typer av lärandemål och för flygförare med olika grad av expertis/flygtimmar. Aspekter som lyfts till fördel med att använda V-entiteter speglar möjligheter att skala upp träningsscenarier till låg kostnad och därmed också öka komplexitet i ett scenario (jämför resursutnyttjande i föregående avsnitt) och att V-entiteter inte har de begränsningar som verkliga flygfarkoster har (väder, regler, etc.) som kan utgöra en styrka eller svaghet beroende på perspektiv (jämför simulatorartefakt i föregående avsnitt).

Tabell 14. A/A, A/G och röd sidas svar angående ökat träningsvärde med LVC (se frågeformulär tema 4).

| A/G ställer sig MINDRE positiva eftersom... | A/A ställer sig MER positiva eftersom... | Det beror på... |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • att man är mer fokuserad på sin egen uppgift och mindre på övriga spelare. • vi tror inte att de är negativt inställda. Man jobbar mer "i cockpit" och det spelar ingen roll. | <ul style="list-style-type: none"> • övningsutbytet hänger till större del på att det är många [flygplan] i luften. • de skulle få fler mål på röd sida. • det känns igen (FLSC). Bra i komplexa scenarion. | <ul style="list-style-type: none"> • att A/A möjligtvis skapar större möjligheter till övningsutbyte som inte kan simuleras Live. |

Data visar på att flygförare med A/G-uppdrag ställer sig mindre positiva till LVC än flygförare i A/A-uppdrag utifrån ett fokus på träningsvärde. Förklaringarna till detta skiljer sig åt men pekar möjligtvis på en egenskap hos A/G-uppdrag att fokusera på sin egen uppgift och att det i praktiken inte spelar så stor roll om övriga medlemmar är V- eller C-entiteter, och detta med utgångspunkten att det egna uppdraget genomförs i verklig flygfarkost. Argument som framförs till fördel med LVC i A/A känns igen från den tematiska analysen i avsnitt 3.3., dvs. att LVC skulle möjliggöra större scenarier (fler flygfarkoster) och att V- och C-entiteter skulle kunna agera mål på röd sida och bidra till att skapa komplexa scenarier - scenarier som känns igen från simulatorträning vid FLSC (Aronsson m.fl., 2019a).

Tabell 15. Rotevåors, rotechefers och gruppchefers svar angående ökat träningsvärde med LVC (se frågeformulär tema 4).

| Rotechefer ställer sig MINDRE positiva eftersom... | Fyrgruppschefer ställer sig MER positiva eftersom... | Det beror på... |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • en del av övningsutbytet för nyblivna rotechefer är att komma upp i luften och öva och oftast är en RC mer oerfaren än en GC. • de tänker på sin lilla bubbla och ser ingen effekt av mer/större. • mer fokus på stridsteknik. | <ul style="list-style-type: none"> • att det krävs fler enheter för att öva 4-ship tactics. • de tittar på det större scenariot/perspektivet. • de tänker sig "big picture". | <ul style="list-style-type: none"> • rotechef har inte "hela bilden". LVC gör sig bättre i stora scenarion. De utgör viktiga pusselbitar. |

Data visar på viss skillnad mellan rotechefer och fyrgruppschefer i inställning till LVC och förklaringar till denna skillnad bygger i huvudsak på varierad grad av expertis/erfarenhet. Rotechefer är jämförelsevis mindre erfarna och beskrivs därför ha ett större behov av att öva "på riktigt" och utveckla sin egen expertis. Fyrgruppschefer som redan besitter denna expertis kan (och förväntas) se träningsscenariot och träning ur ett större perspektiv. Vad som återspeglas i data kan därför tolkas som fokus och behov av träning vid olika grader av expertis. Givet detta ser flygförare olika möjligheter med LVC för att förbättra träningsvärde.

Tabell 16. OCA och DCA⁵ och ökat träningsvärde med LVC (se frågeformulär tema 4).

| OCA ställer sig MINDRE positiva eftersom... | DCA ställer sig MER positiva eftersom... | Det beror på... |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • mycket handlar om planering och blå sida, och man ser problem kopplat till implementering av V+C. • [det] krävs inte lika många motståndare för att göra det svårt. • planering och samordning blir viktigare, och svårare, med V & C i scenariot. | <ul style="list-style-type: none"> • A/A-kriget har större vinning av LVC än A/G-kriget. • man vill ha mer resurser på röd sida, och V+ C gör mest nytta som röd. • [man] kan/vill möta fler och då kan fler vara blå. • [det är] lättare att planera. Enklare målgång på röd sida. | <ul style="list-style-type: none"> • "worst case" = C & V borde fungera bättre. |

DCA-uppdrag får generellt högre medelvärde på frågan om LVC skulle öka träningsvärdet än OCA-uppdrag - även om skillnaderna⁶ inte är stora. OCA-uppdrag menar flygförarna kräver mer planering och samordning, och det krävs inte lika många motståndare för att göra det svårt. Återigen kan man se, implicit, att flygförarna ser att motståndarsidan är mest lämpad för V- och C-entiteter, och att man ser outtalade problem med att inkludera V- och C-entiteter i OCA-uppdrag. DCA å den andra sidan handlar om att få luftherravälde mot en inkräktande fiende och i sådana scenarier är numerär och prestanda på motståndarsidan central. Att introducera V- och C-entiteter på röd sida löser både numerär och prestanda, och samtidigt kan fler L-flygfarkoster agera på blå sida genom att frigöra fysiska, verkliga flygfarkoster. Allt beror dock i slutändan på hur väl V- och C-entiteter kan integreras i scenariot och LVC-systemet, och förmodligen är detta extra centralt för hur väl C-entiteter kan agera som en "verklig" flygförare.

3.5 Diskussion om delworkshoppar 1 & 2

Avsikten med att möta flygförare och låta dem tolka datamaterialet som insamlats på ACE var att få mer kvalitativt underlag till hur man ser på LVC i stora övningar som ACE, vilka styrkor och svagheter som de kan förutse, samt att be dem utifrån sina erfarenheter tolka ytterlighetssvar på enkäten. Workshopen i sin helhet ger en bild som i stora drag sammanfaller med tidigare experimentella studier (Aronsson

⁵ *Offensive Counter Air (OCA), Defensive Counter Air (DCA).*

⁶ Signifikansprövning gjordes inte eftersom *n* (antalet flygförare) var olika.

m.fl., 2022a, 2022b). Flygförarna har inte fullständig tilltro till att C-entiteter kan ersätta verkliga flygförare och verkliga flygfarkoster. Detta kan vara en effekt av statusen på idag existerande C-entiteter, dvs. att de är långt ifrån att kunna jämföras med mänskligt beslutsfattande och kommunikation. Samtidigt framkommer att flygförare inte vill byta ut L-entiteter ur den egna fyrgruppen mot vare sig C- eller V-entiteter, som inte låter sig förklaras i termer av brist på mänskligt beslutsfattande och kommunikation i fallet V-entiteter. I detta fall handlar det sannolikt om att flygförare i första hand vill flyga verkliga flygfarkoster. Detta till trots är flygförarna försiktigt positiva till LVC som träningskoncept.

4 Slutsatser och rekommendationer

Tekniken är numera mogen för att introducera LVC i träning av flygförare, vilket aktualiserar frågor om träningsvärde vid LVC-träning. Denna rapport har särskilt fokuserat på LVC vid stora övningar med ACE 21 som utgångspunkt och referens. Den övergripande forskningsfrågan “Vilka träningsvärden erbjuder LVC som träningskoncept för stora internationella luftförsvarsövningar, och ordinarie träning?” kan besvaras som att flygförarna är överlag positiva, om än inte överväldigande positiva, till att introducera LVC vid stora flygövningar. En central aspekt i det sammanhanget är att man ser det mänskliga beslutsfattandet som det centrala i träningen och att man inte önskar ersätta egna flygförare (blå sida) med C-entiteter. Detta står helt klart i linje med tidigare forskning på området. Vidare ser flygförare värde i introducerandet av V- och C-entiteter för att kunna genomföra stora komplexa scenarier. En central aspekt i det sammanhanget, som också är i linje med att inte vilja ersätta egna flygförare (blå sida), är att V- och C-entiteter har en stor roll att spela på motståndarsidan.

En uppenbar risk och potentiell nackdel med V-entiteter är att, som det framkom i resultaten, flygförare i V-entiteter kan utnyttja de egenskaper som V-entiteter har och därmed kunna “gena” och exempelvis utföra manövrar i simulatorn som sannolikt inte skulle utföras i verklig flygfarkost. En ytterligare aspekt i detta är att en verklig flygfarkost från Försvarsmakten inte fullständigt kan simulera verklig motståndarprestanda. Denna problematik skulle därmed i en förlängning (*transfer* till verkliga flygfarkoster) kunna skapa ett ökat risktagande, som också framförts i tidigare forskning (Sherwood m.fl., 2020). En annan aspekt är att en asymmetri kan skapas mellan V- och L-entiteter som gör det enklare eller svårare för endera entiteten att uppnå ett träningsmål. Fördelar och nackdelar kan därför skapas som gör att det övergripande övningsmålet med en LFE riskerar att inte uppnås. Sådana avvägningar behöver beaktas och hanteras för att skapa träningsvärde för flygförare i verkliga och simulerade flygfarkoster (Aronsson m.fl., 2022b).

I de delstudier som rapporteras i denna text framkommer delvis motstridiga resultat. Å ena sidan framkommer i den statistiska analysen av enkäten att flygförare som utför A/G-uppdrag anser att denna roll kan tänkas bytas ut mot V- eller C-entiteter. Å andra sidan framkommer i det kvalitativa materialet från workshopparna att flygförare inte vill bytas ut mot endera entiteten. En möjlig förklaring till denna diskrepans mellan delstudierna är att enkäten inte fångar den semantik som framkommer i den kvalitativa studien. Vidare kan inte uteslutas att mindre erfarna flygförare som t.ex. ännu inte fällt en verklig bomb mot ett verkligt mål, inte vill missa en sådan möjlighet. Ur ett forskningsmetodologiskt perspektiv pekar detta, bland annat, på vikten av att triangulera användning av metoder och närma sig samma forskningsfråga på olika sätt.

Det står klart att den roll som introducerandet av V- och C-entiteter kan ha i stora flygövningar ska ställas i relation till vilka lärandemål som finns definierade för övningen, samt de roller och uppgifter entiteterna därför bör tilldelas. Centralt blir därför att flygförare i både L- och V-entiteter ska tilldelas roller och uppgifter där avsett träningsvärde kan uppnås. Det står vidare klart utifrån materialet att flygförare inte vill ersätta egna flygförare (blå sida), vilket kan ses som ett förväntat resultat, men en fråga för framtida LVC i stora luftstridsövningar är om vissa tilldelade uppgifter kan ge ett tillfredsställande träningsvärde också om det genomförs som V-entitet? Det är inte samma sak att flyga i en simulator som det är att flyga en verklig flygfarkost, men detta satt åsido, så aktualiserar det frågan om och vikten av allokering av uppgifter och roller till flygförare i L- och V-entiteter så att avsett träningsvärde kan uppnås. Det finns därför i planering och design av LVC- träningsscenarier ett behov av en tilldelad funktion som fokuserar på och söker säkerställa detta (Aronsson m.fl., 2022b). Att empiriskt studera och utvärdera ett träningskoncept som ännu inte finns implementerat i praktiken, ställer krav på innovativa metoder och ansatser. En sådan ansats är att i sin helhet studera och utvärdera LVC-träningsscenarier i simulatormiljö (Aronsson m.fl., 2022a). Det kan vidare konstateras att skattning av upplevt träningsvärde relativt definierade lärandemål utgör ett tolkningsbart instrument för att undersöka träningsvärde, och är därför även relevant för att uppskatta upplevt träningsvärde av framtida LVC i LFEs.

Följande slutsatser dras utifrån de aktiviteter som genomförts 2021-22:

- ACE 21 gav flygförare ett bra träningsvärde.
- Flygförarna vid ACE 21 är försiktigt positiva till LVC.
- Flygförarna menar att V- och C-entiteter lämpar sig bäst på röd sida och/eller för enklare uppdrag på blå sida.
- Flygförarna vill öva samarbete med andra flygförare under LFEs och betonar vikten av mänskliga aspekter av beslutsfattande, samordning, och taktik under LFEs.
- Flygförarna vill helst agera i homogena fyrgrupper dvs. att alla är av samma LVC-entitetstyp.
- Det behöver inrättas en dedikerad roll för design av LVC-träningsscenarier med träningsvärde för flygförare i verkliga och simulerade flygfarkoster i åtanke.
- Metoder och ansatser för att designa och utvärdera LVC-träningsscenarier behöver fortsatt utforskas.

Försvarsmakten och/eller Försvarets materielverk rekommenderas utifrån de aktiviteter som utförts i projektet att:

- Genomföra en uppföljningsstudie om LVC vid ACE 23:
 - Enkät med uppföljande workshops som fokuserar på L-, V-, och C-entiteters allokering för att säkerställa träningsvärde för

flygförare i L- och V-entiteter. Fördjupa frågor kring möjligheten till blandade fyrgrupper (L, V och C) samt dessas uppdrag och uppgifter.

- Att utforska framtida LVC genom att etablera överföring av viss Live-övningsdata till simulatormiljö under/efter ACE för att inkludera Live-entiteter i Virtual-träning, som ett första steg mot att koppla upp simulatorer i LFEs.
- Fördjupa frågor om hur V- och C-entiteter bör representeras på cockpit-instrumenteringen för flygförare som deltar som L- och V-entiteter:
 - Undersöka konceptet med att entiteter automatiskt eller manuellt indikeras som L- eller V- när de kommer nära L-entiteter för att säkerställa flygsäkerhet (risk för *Mid-Air Collision*). Detta inbegriper både frågor om gränssnittsdesign och proximitet, såväl som utvärdering av olika lösningar.
- Fördjupa frågor om regler och restriktioner för V -och C-entiteter för att informera framtida LVC-anpassade regelverk:
 - Förankrat i genomförd forskning, utreda och utveckla LVC-aspekter i lämpliga regelverk, bl.a. Flygoperationell manual (FOM), Regler för militär luftfart (RML), Ledning av flygstridsledningstjänsten (SOM), samt Ledning av militär luftfart (LML).
- Fördjupa forskning och utveckling av konceptet LVC-luftstridsträning och dess möjliga träningsvärden, samt utreda vilka tekniska lösningar som bör prioriteras för att realisera LVC-träning så att störst förväntat träningsvärde, kostnadsbesparingar och förmågehöjning uppnås.
- Fortsatt empiriskt undersöka för- och nackdelar med att blanda fyrgrupper med L-, V- och C-entiteter i luftstridsträning, bl.a. i simulatormiljö (FLSC) där "L" simuleras genom att ge dem Live-restriktioner (se Aronsson m.fl., 2022a).
- Utprova lösningar i regelverk med tilltänkta tekniska lösningar empiriskt i simulatormiljö (Aronsson m.fl., 2022a) samt i workshopstudier (Aronsson m.fl., 2022b), innan större investeringar i nya tekniklösningar dikterar och möjligtvis försvårar eller riskerar praktiskt genomförande av LVC-träning och uppnåendet av potentiellt träningsvärde.

5 Referenser

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

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2019b). Träningsvärde för alla! Live-Virtual-Constructive för effektiv luftstridsträning. FOI-R--4860--SE. FOI, Stockholm.

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

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2021). *Träningsvärde av Live-Virtual-Constructive luftstridsträning i simuleringar och internationell luftförsvarsövning – Möjligheter och utmaningar i teori och praktik*. FOI-R--5210--SE. FOI, Stockholm.

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2022a). A live mindset in Live Virtual Constructive simulations – a spin-up for future LVC-air combat training. *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, online.

Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2022b). LVC Allocator: Aligning training value with scenario design for envisioned LVC training of fast-jet pilots. *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology* 19(3), 287-298.

Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., Ramberg, R. (2018). *Utforskande av träningsvärde för Live och Virtual: Avrapportering projekt "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.

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.

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).

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.

FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. *FOI in successful Gripen simulation demonstration at IITSEC*. 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).

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: 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: 10.1177/1548512919886378 .

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.

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.

Woltjer, R., Ramberg, R., Artman, H., Aronsson, S., Mitchell, M., Oskarsson, P.-A. (inskickad). The future of fighter pilot training? Live Virtual Constructive in Large Force Exercises: Perceived and expected training value.

Bilaga: ACE 21 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.



ISSN 1650-1942

www.foi.se