

Live Virtual Constructive i framtida luftstridsträning

Projekt LVC-STEPS årsrapport 2024

ZACKARIAS ALENLJUNG, ALVA LINDHAGEN,
HENRIK ARTMAN, ROBERT RAMBERG



Zackarias Alenljung, Alva Lindhagen, Henrik
Artman, Robert Ramberg

Live Virtual Constructive i framtida luftstridsträning

Projekt LVC-STEPS årsrapport 2024

Titel	Live Virtual Constructive i framtida luftstridsträning – Projekt LVC-STEPS årsrapport 2024
Title	Live Virtual Constructive in future large force exercises – Annual report 2024
Rapportnr/Report no	FOI-R--5729--SE
Månad/Month	Januari
Utgivningsår/Year	2025
Antal sidor/Pages	31
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Mark-, sjö- och flygsystem
FoT-område	Flygsystem
Projektnr/Project no	E85122
Godkänd av/Approved by	Lars Höstbeck
Ansvarig avdelning	Försvarsteknik

Bild/Cover: Skapad av författarna. Bild på Gripen-planen kommer från Försvarsmaktens öppna bildbibliotek.

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

I denna rapport redogörs för olika aktiviteter som genomförts i projektet LVC-STEPS (Live Virtual Constructive - Simulering, Träningsvärde, Effektivitet och Prestation för Stridsflyg) inom FoT Flygsystem. LVC är ett träningskoncept som sammanfogar verkliga (L) och digitala system (V & C) i ett och samma träningsscenario. Resultat från en fördjupad analys av enkätdata insamlad vid Arctic Challenge Exercise 2023 (ACE23) presenteras. Enkäten omfattade aspekter av komplexitet för flygdomänen och luftstridsträning, samt hur dessa upplevs bidra till träningsvärde. Vidare undersöktes stridspiloters förväntningar på hur V- och C-entiteter kan användas på motståndarsidan för att bidra till träningsvärde. Resultat från analysen belyser att det är kombinationer av aspekter av komplexitet och hur starkt dessa är kopplade till varandra som bidrar till upplevt träningsvärde. Förväntningar på nyttjande av V- och C-entiteter på motståndarsidan centrerar kring de digitala egenskaper som entiteterna besitter och erbjuder i träning. Resultat från en genomförd workshop presenteras där stridspiloter designade stora LVC-träningsscenarier med utgångspunkt i utmanande situationer med fokus på lärandemål och aspekter av komplexitet. I scenariodesignen ingick att allokera V- och C-entiteter utifrån på förhand föreskrivna tillgängliga resurser. Workshopen resulterade i ett flertal konkreta LVC-träningsscenarier med potential att implementeras vid ACE, men också vid träning i Försvarets Luftstridssimuleringscentrum (FLSC). I rapporten redogörs även för erfarenheter från genomförda samarbeten och besök, såsom den distribuerade Natoövningen Cobra Warrior, stridsledningsövning vid Upplands flygflottilj, samarbete med Flygbefälsskolan samt deltagande under konferensen I/ITSEC 2024. Avslutningsvis presenteras framtida forskning som planeras inom projektet LVC-STEPS.

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

Summary

This report describes activities carried out within the LVC-STEPS (Live Virtual Constructive – Simulation Training Effectivity Performance for fighter airplanes) project. LVC is a training concept where real (L) and digital (V & C) features are connected in the same training scenario. Results from an in-depth analysis of data collected at the Arctic Challenge Exercise 2023 (ACE23) are presented. The analysis focuses on aspects of complexity in the flight domain and air combat training and how these are perceived to contribute to training value. Further, fighter pilots' expectations of how V- and C-entities can be used on the adversary side to contribute to training value was investigated. Results highlight the combinations of aspects and how strongly these are coupled in contributing to perceived training value. Expectations of the use of V- and C-entities on the adversary side centre around digital properties and what these offer training. Results from a workshop are presented where pilots, based on experiences of challenging situations in training, desired learning objectives and aspects of complexity, designed large LVC-training scenarios. The scenario design involved allocating V- and C-entities based on pre-determined resources. The workshop resulted in concrete LVC-training scenarios with the potential to be implemented at ACE, but also at the Swedish Air Combat Simulation Centre (FLSC). In addition, experiences from collaborations and visits are reported, such as the distributed exercise Cobra Warrior, air combat command exercise at Uppland Wing, collaboration with the air combat school and a visit to I/ITSEC 2024. In conclusion, future research within the LVC-STEPS project is presented.

Keywords: Arctic Challenge Exercise (ACE), Live Virtual Constructive (LVC), Live Virtual Constructive-Training (LVC-T), training value, air combat training, large air force exercises, desired learning objectives, survey study, workshop study.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Projektets syfte och övergripande frågeställning	6
1.2	Tidigare LVC-forskning vid FOI	7
1.3	Tilltänkt målgrupp	7
1.4	Rapportens disposition	7
2	Bakgrund till empiriska studier	8
2.1	Arctic Challenge Exercise.....	8
2.2	Aspekter av komplexitet vid luftstridsträning	9
2.3	Förväntningar på V- och C-entiteter på motståndarsidan	10
3	Fördjupad analys enkätstudie ACE23	12
3.1	Korrelationsanalys mellan definierade lärandemål och upplevt totalt träningsvärde	12
3.2	Aspekter av komplexitet.....	13
3.3	V- och C-entiteter på Röd sida	14
3.4	Träningsvärde vid framtida LVC i stora luftstridsövningar	15
3.5	Slutsats	16
4	LVC Allocator - Workshop om träningsscenarier	18
4.1	Metod	18
4.2	Resultat och diskussion	19
4.3	Slutsats	20
5	Omvärldsbevakning och övrig genomförd verksamhet	22
5.1	Studiebesök vid ABTC under Cobra Warrior 2024	22
5.2	Observation av övning vid Stridsledning och Luftbevakningsskolan (StriLS)	23
5.3	Samverkan med Flygbefälsskolan.....	23
5.4	Deltagande under I/ITSEC 2024	23
6	Verksamheter och framtida forskning	26
6.1	Enkätstudie vid ACE25.....	26
6.2	Träningsscenarier för LVC – Återkoppling och utvärdering vid ACE	26
6.3	"LVC i vardagen"	27
6.4	Flygutbildning utomlands	27
	Referenser	28
	Bilaga 1 – Enkät ACE23	30

1 Inledning

Live, Virtual och Constructive (LVC) är ett träningskoncept som innefattar en kombination av verkliga (L), bemannade simulerade (V) och datorgenererade (C) flygfarkoster, system eller plattformar som skapar nya möjligheter för luftstridsträning. En av de stora utmaningarna med LVC som träningskoncept har varit att göra det tekniskt möjligt att genomföra en sammankopplad och sömlös träning innehållande L, V och C, även om det finns exempel på genomförd LVC-träning (Hudgins m.fl., 2011; Hannay m.fl., 2014; Bennet m.fl., 2019; Lemmers m.fl., 2024). Det är också en metodologisk utmaning att skapa träningsvärde för stridsflygare i både L och V på grund av deras olika förutsättningar i genomförandet.

Träningsvärde kan definieras som ”det mervärde, ökade färdigheter, erfarenheter och/eller kunskap en deltagare tillägnar sig av att delta i den aktuella träningen” (Woltjer m.fl., 2023, s. 3). Träningsvärde som ges av LVC-Träning (LVC-T) kan beskrivas som det mervärde stridsflygare får genom träningsscenarier som kombinerar både bemannade flygfarkoster (L) och bemannade simulatorer (V) där även datorgenererade agenter (C) ingår. På det följer en fråga, nämligen vilka erfarenheter, färdigheter och lärdomar möjliggör LVC-T som inte kan erhållas genom flygövningar (L) eller flygsimulatorövningar (V)? Att studera träningsvärdet av LVC-T är empiriskt utmanande eftersom det inte finns LVC-lösningar för luftstridsträning i Sverige. Ett ökat träningsvärde är ett centralt argument för ett införande av LVC som träningskoncept men även ekonomiska, miljö- och säkerhetspolitiska skäl har lyfts upp i diskussionen (Best & Rice, 2018; Aronsson m.fl., 2019). Dynamiken över var och hur träningen kan genomföras förändras vid införande av LVC-T i ett verkligt träningsscenario där stridsflygare kan träna på säkerhetspolitiskt känsliga scenarier med tillhörande geografi, telekrig eller andra militärt säkerhets känsliga vapensystem. Även flexibilitet är en viktig aspekt eftersom LVC-T kan anpassas utifrån behov och tillgänglighet av resurser för att bibehålla en högkvalitativ träning (Best & Rice, 2018).

Det finns ett behov av att studera hur LVC som träningskoncept kan införas vid träning på flygdivisioner och vid större luftstridsövningar för att skapa ett förhöjt träningsvärde för luftdomänen. Inför att tekniska lösningar realiseras behövs det skapas förståelse för:

- Hur LVC-T kan integreras i träning på flygförbanden för att ge gott träningsvärde.
- Hur L-, V- och C-entiteter kan fördelas i ett träningsscenario för att förhöja träningsvärde för stridsflygare i L och V.
- Hur utförandet av träningen behöver anpassas vid L- och V-träning så att ett gott träningsvärde kan säkerställas för stridsflygarna.
- I vilka kontexter LVC-T är ett lämpligt substitut eller komplement till ordinarie tränings- och övningsverksamhet.
- Hur LVC-T kan nyttjas för att stödja stridsflygare att uppnå lärandemål i större och mindre tränings- och övningsverksamhet.

1.1 Projektets syfte och övergripande frågeställning

Syftet med projektet LVC-STEPS (Simulering, Träningsvärde, Effektivitet och Prestation för Stridsflyg) är att undersöka hur träningskoncept baserat på LVC kan stärka det svenska flygvapnets träningsförmåga vid verkliga och simulerade luftstridsövningar för att bidra till ett förhöjt träningsvärde för svenska stridsflygare. Den övergripande frågeställningen i projektet ämnar besvara är:

- Hur kan träningskoncept baserat på LVC utformas för att bibehålla och förstärka träningsvärdet av flygstridsträning för det svenska flygvapnet?

1.2 Tidigare LVC-forskning vid FOI

Tidigare arbete inom LVC-T på FOI har fokuserat på att undersöka hur träningsvärde kan skapas för piloter i verkliga och simulerade flygfarkoster i samma träningsscenario (Artman m.fl., 2018; Aronsson m.fl., 2019, 2020, 2021). Resultaten från tidigare forskning på FOI pekar på att stridspiloter helst vill flyga L och att V- och C-entiteter lämpar sig bäst som fiender, benämnt Röd sida, vid LVC-T. Vid LVC-T blir utformningen av träningsscenariot centralt för att säkerställa ett gott träningsvärde för stridspiloter i både L- och V-entiteter. Utformning av träningsscenario för LVC-T har utforskats genom en kombination av scenarioskapande och tilldelande av L-, V- och C-entiteter i ett träningsscenario (LVC Allocator, Aronsson m.fl., 2022a). Skapade LVC-T scenarier har sedan utvärderats i simulatormiljö i så kallade White Wizard of Oz studier (Aronsson m.fl., 2023).

FOI har även genomfört forskningsstudier i samband med två stora internationella luftstridsövningar (Arctic Challenge Exercise; ACE) 2021 och 2023. Under dessa undersöktes stridspiloters attityder och förväntningar på ett framtida införande av LVC-T vid stora luftstridsövningar och hur det skulle kunna påverka träningsvärdet utifrån deras perspektiv. Resultat från dessa två studier visade att stridspiloterna var försiktigt positiva till ett införande av LVC-T vid större övningar (Aronsson m.fl. 2021) och att LVC-T erbjuder nya möjligheter till att utforma och genomföra komplexa luftstridsövningar (Artman m.fl. 2023).

1.3 Tilltänkt målgrupp

Den primära målgruppen för denna rapport är personal från Flygvapnet som intresserar sig för LVC-frågor och andra delar av Försvarsmakten som är intresserade av LVC som träningskoncept. Den sekundära målgruppen är forskare och projekt som studerar LVC-frågor eller bedriver närliggande forskning.

1.4 Rapportens disposition

Rapporten presenterar årets genomförda verksamhet i sin helhet. I tabell 1 presenteras rapportens övergripande disposition.

Tabell 1. Rapportens disposition.

Kapitel	Innehåll
1	Inledning och bakgrund ges till projektet LVC-STEPS inklusive syfte och frågeställningar.
2	Central bakgrundsinformation för projektets genomförda studier under året. Rekommenderas att läsa för att förstå innehållet i kapitel 3 och 4.
3	Beskriver resultat och tolkningar från fördjupade analyser av genomförd enkätstudie vid ACE23. Kapitlet innehåller analyser av hur aspekter av komplexitet bidrar till upplevt träningsvärde samt hur V- och C-entiteter kan nyttjas på Röd sida.
4	Sammanfattning av genomförd workshop på F21 med stridspiloter som designade LVC-träningsscenarier. Deltagarnas resonemang och slutgiltiga scenarier diskuteras.
5	Beskriver övrig genomförd verksamhet och omvärldsbevakning inom projektet.
6	Utblick och diskussion kring LVC-STEPS planerade och framtida forskningsarbeten.

2 Bakgrund till empiriska studier

Detta kapitel utgör bakgrundsinformation för de analyser och resultat som presenteras i kapitlen 3 och 4. Presenterade analyser och resultat har sin grund i genomförd enkätstudie vid ACE 2023 och genomförd workshop med stridsflygplaner. Inledningsvis presenteras i kapitel 2.1 luftstridsövningen ACE som innehåller definierade lärandemål för övningen. Kapitel 2.2 presenterar aspekter av komplexitet relevanta för luftstridsövning som en del av genomförd enkätstudie. Avslutningsvis i kapitel 2.3 presenteras förväntningar som stridsflygplaner har på att använda V- och C-entiteter på Röd sida vid stora luftstridsövningar, som också ingick i genomförd enkätstudie.

2.1 Arctic Challenge Exercise

Arctic Challenge Exercise är en internationell luftstridsövning som genomförs vartannat år som en gemensam övning i ett stort geografiskt område i norra Sverige, Norge och Finland. År 2023 deltog 14 olika länder i ACE med totalt cirka 120 flygfarkoster, inklusive stridsflygplan, helikoptrar och stödflygplan (Försvarsmakten, 2023).

Målsättningen med ACE 2023 var att stridsflygplaner från flera nationer fick samöva med flera olika flygplanstyper i stora sammansatta flygstyrkor (eng. Combined Air Operations; COMAOs). Taktik och procedurer övades i en realistisk hotmiljö med simulerade luftvärnssystem (Försvarsmakten, 2023). ACE genomfördes för sjätte gången och övningen 2023 var en vidareutveckling av de senaste årens övningar.

Vid ACE studerade forskningsprojektet konceptet LVC-T genom att i enkätform undersöka hur deltagande stridsflygplaner ställde sig till att introducera V- och C-entiteter i stora luftstridsövningar för att ytterligare stärka träningsvärdet. Eftersom LVC-T inte finns implementerat fick deltagande stridsflygplaner föreställa sig att nödvändig teknik och materiel som möjliggör LVC-T fanns implementerat, det vill säga att L-, V- och C-entiteter kunde ingå i ett och samma träningsscenario. Vidare studerades i vilken utsträckning deltagande stridsflygplaner upplevde sig erhålla träningsvärde relativt för övningens definierade lärandemål, se tabell 2. Lärandemålen är tidigare redovisade i (Artman m.fl., 2023) och återupprepas här för kontext.

Tabell 2. Definierade lärandemål för ACE 2023 (bilaga 1).

Tema 1	Definierade lärandemål	Engelsk översättning
a	Uppdragsplanering	Mission planning
b	Fyrgrupp- och rote-taktik	Fourship/twoship tactics
c	Radar- och sensorhantering	Radar/sensor handling
d	Vapensystemhantering	Weapon systems handling
e	Separation	Deconfliction
f	Målfördelning	Targeting
g	Robotekonomi	Missile management
h	BVR-taktik	Beyond visual range tactics
i	Taktik mot robotluftvärn	SAM-awareness/avoidance
j	Taktiskt ledarskap	Tactical leadership
k	Att flyga ett komplext uppdrag	Flying a complex mission

Enkäten delades ut till stridsflygplaner från de olika deltagande nationerna, varvid enkäten formulerades på engelska. Vid ACE flög stridsflygplanerna under befattningarna fyrgruppschef, rotechef och rotetvå, samt med tre uppdragstyper där två utgjorde egen stridande sida (Blå sida) och en utgjorde motståndarsidan (Röd sida). Uppdragstyperna på Blå sida bestod av stridande mot luftmål (eng. Air-to-Air; A/A) och stridande mot mark- och sjömål (eng. Air-to-Ground; A/G).

Med grund i resultat från tidigare genomförd enkätstudie vid ACE21 (Aronsson m.fl., 2021), fokuserade enkätstudien vid ACE23 på aspekter av komplexitet för flygdomänen och mer specifikt för luftstridsträning och hur dessa upplevdes bidra till erhållet träningsvärde. Förankrat i resultat från genomförd enkätstudie vid ACE21, studerades även hur V- och C-entiteter kan och bör användas på Röd sida för att stärka deltagande stridspiloters upplevda träningsvärde (Artman m.fl., 2023). Aspekter av komplexitet vid luftstridsträning samt beskrivning av förväntningar på V- och C-entiteter på motståndarsidan upprepas, med viss omskrivning, i kapitel 2.2 och 2.3 från Artman m.fl. (2023, s.12-14).

2.2 Aspekter av komplexitet vid luftstridsträning

Ett system anses vara komplext om komponenterna inom systemet är tätt sammankopplade och interagerar på oväntade sätt (Perrow, 1984). Förståelse för och hantering av komplexitet inom luftstrid är avgörande för att planerare av luftstridsövningar och stridspiloter ska kunna utveckla effektiva strategier, taktiker och träningsprogram. Det handlar om att analysera och integrera olika faktorer och förmågor för att få ett övertag över fienden. Uppdraget ska vara framgångsrikt samtidigt som riskerna ska minimeras. Perrows beskrivningar av komplexitet handlar om processer där tid och flexibla handlingsmönster är centrala. Det innebär att det finns flera tillvägagångssätt att uppnå önskade målsättningar men att valda tillvägagångssätt påverkar graden av beroende mellan entiteter inom systemet och att tillgängliga resurser (exempelvis personal, material, verktyg) att fördela är begränsade. Interaktionen mellan komponenterna i systemet utgör processer som kan ske i mer eller mindre förväntade sekvenser och påverkas av ett antal variabler och kopplingar (Perrow, 1984). Baserat på Perrows beskrivning av komplexitet presenteras och preciseras nedan aspekter av komplexitet tillämpat inom luftstridsträning, som inkluderades i enkätstudien vid ACE23 (bilaga 1, tema 3).

3a) Totalt antal inkluderade entiteter. Denna aspekt motsvarar potentialen för interaktion med andra entiteter. Om det finns många entiteter involverade i ett uppdrag ger detta upphov till ett stort antal variabler som spelar en roll i uppdraget. Entiteter är vidare sannolikt beroende av varandra eftersom de gemensamt strävar mot att uppnå framgång i uppdraget, detta med ett ömsesidigt beroende mellan uppgifter. Exempelvis, vid ACE kan ett antal A/A-formationer som innehåller många flygfarkoster och A/G-formationer agera tillsammans i ett uppdrag.

3b) Mångfald av inkluderade entiteter. Denna aspekt är också relaterad till potentialen för interaktioner med andra entiteter. Stor mångfald av inkluderade entiteter ger ett potentiellt högre antal variabler, högre ömsesidigt beroende mellan processer och potential för oväntade och mindre välförstådda handlingar och sekvenser av handlingar. Till exempel, JAS 39, F-16, F-18 och F-35 i ACE som samarbetar i olika uppdrag och formationer med olika kombinationer av beväpning, skapar ömsesidiga beroenden för att de ska kunna användas på ett effektivt sätt i genomförande av ett uppdrag.

3c) Grad av ömsesidigt beroende mellan uppgifter. Ömsesidigt beroende mellan uppgifter utgör en delmängd av det som ger upphov till komplexa interaktioner. Till exempel kan en A/A-formation behöva nå framgång innan en A/G-formation kan avancera och genomföra sitt uppdrag som kan vara undertryckande av fiendens luftförsvar (eng. Suppression of Enemy Air Defenses; SEAD).

3d) Grad av ömsesidigt beroende av tidskoordination mellan entiteter. Ömsesidigt beroende av tidskoordination utgör ett exempel på koppling mellan aspekter av komplexitet, som kopplingen mellan tid och uppgift. Till exempel kan en entitet behöva anlända till en viss geografisk position vid en viss tidpunkt för att understödja en annan entitet i deras uppdrag.

3e) Grad av osäkerhet i uppdraget. Denna aspekt utgör en del av komplexa interaktioner. Till exempel kan identitet, position, beväpning, beteende och avsikt med hot,

mål och motståndare till olika grad vara okända innan uppdraget ska genomföras eller framkomma under uppdragets genomförande.

3f) Den takt i vilken beslut måste fattas. Detta relaterar till uppgiften som ska genomföras och det ömsesidiga beroendet av tidpunkter mellan stridspiloter, entiteter och formationer. Ett högt tempo i stridspiloternas beslutsfattande beror sannolikt på en hög takt av förändringar och dynamik i uppdraget. Tempot i beslutsfattandet består sannolikt av en kombination av täta kopplingar mellan entiteter som i sin tur leder till många interaktioner dem emellan (Rico m.fl., 2018). Ett högt tempo i beslutsfattandet interagerar med till exempel oförutsedda händelser under uppdraget som är tätt kopplat till graden av osäkerhet.

3g) Graden av oförutsägbarhet av händelser i genomförandet av uppdraget. Syftar till saker eller händelser som inte kunde förutses i planeringen. Detta utgör en aspekt av komplexa interaktioner. Ett exempel kan vara i vilken grad ett sensorsystem på Blå sida kan lokalisera och identifiera motståndare, vilket påverkar förutsägbarhet i termer av tidpunkt och typen av vapen som avfyras mot flygfarkoster på Blå sida.

3h) Antalet roller som en stridspilot måste anta. Detta avser till exempel att en stridspilot under ett uppdrag behöver byta uppdragstyp och det ansvar som medföljer. Att ha flera uppdragstyper och att behöva växla mellan dessa ökar potentialen för ömsesidigt beroende med andra entiteter, och därför också komplexiteten i interaktioner. Till exempel förändras beroenden mellan entiteter under ett uppdrag om en JAS 39 växlar mellan uppdragstyperna A/A-strid, spaning eller A/G. Detta i förhållande till hot, vilka entiteter som uppgifter bör delas med, vilka entiteter som ska förses med data och vem som ska skicka data.

3i) Restriktioner till följd av insatsregler (eng. Rules of Engagement). Restriktioner till följd av insatsregler kan kräva att flera villkor uppfylls och att mer information ska inhämtas från andra aktörer, för att luftstriden ska tillåtas genomföras. Uppfyllelse av flera villkor tillsammans med behovet av mer information kan också innebära att potentiellt fler interaktioner med andra entiteter är nödvändiga för att kunna genomföra uppgifter, detta jämfört med begränsade restriktioner av insatsregler. Till exempel, beroende på insatsregler, så kan användning av vapen kräva identifiering om det är en fiende eller inte, som kan ske genom värmeavbildning, elektrooptisk information, elektronisk underrättelseinformation eller datalänksinformation som samlas in från andra källor (Cole m.fl., 2009). Hårda restriktioner av insatsregler kan emellertid också medföra minskad komplexitet och förenkla stridspilotens genomförande av ett uppdrag.

2.3 Förväntningar på V- och C-entiteter på motståndarsidan

V- och C-entiteter är i egenskap av digitala entiteter inte begränsade av fysiska lagar och egenskaper som verkliga flygfarkoster är. Det skapar möjligheter och förväntningar på hur V- och C-entiteter kan användas i ett tränings- och övningsscenario. I projektet ställs frågan vilka förväntningar stridspiloter har på hur V- och C-entiteter kan nyttjas på Röd sida för att stärka träningsvärdet för stridspiloter på både Blå och Röd sida. Nedan framförs potentiella argument för varför nyttjandet av V- och C-entiteter på Röd sida kan förväntas bidra till att stärka träningsvärdet, som utgjorde en del av enkätstudien vid ACE23 (bilaga 1, beskrivningarna kan motsvara ett eller flera påståenden i tema 5). Nedan presenteras slutsatser och teman som baserar sig på diskussioner och workshops med stridspiloter (Aronsson m.fl., 2020, 2021, 2022a, 2022b, 2023; Ramberg m.fl., 2023).

Motståndarprestanda. Vid användning av verkliga flygfarkoster som motståndare är prestandan (exempelvis hastighet och manövreringsförmåga) alltid begränsad av den verkliga flygfarkostens prestanda. Med V- och C-entiteter kan motståndarprestandan simuleras så att den matchar de kända egenskaperna för den flygfarkost som efterliknas med tillhörande förväntat taktiskt och doktrinärt uppträdande. Detta kan därmed öka

träningsvärdet för Blå sida genom att Blå sida får möta entiteter med sådan prestanda och uppträdande. För Röd sida får bemannade V-entiteter en direkt upplevelse och erfarenhet av flygfarkostens prestanda.

Minskat behov av planerad separation. Separationsplanering är ett centralt lärandemål för att kunna hantera flygsäkerhet vid stora luftstridsövningar. Samtidigt så kan denna uppgift bli överväldigande då det finns ett stort antal flygfarkoster i luften. Genom att begränsa antalet L-flygfarkoster på motståndarsidan och använda fler V- och C-entiteter på motståndarsidan kan planeringen av separation i huvudsak begränsas till Blå sida. Det ska därmed tilläggas att användning av V- och C-entiteter på motståndarsidan kan innebära att antalet flygfarkoster på Blå sida kan öka, vilket skulle kräva ytterligare planering för Blå sida som i hög grad skulle motsvara planering i skarpt läge.

Borttagande av entitet vid nedskjutning (eng. kill removal). Med V- och C-entiteter kan en entitet enkelt tas bort från träningsområdet. L-flygfarkoster kan av naturliga skäl inte enkelt lyftas ur träningen utan måste återvända till bas eller till en på förhand bestämd geografisk plats innan L-flygfarkosten kan regenereras och återgå i övningen.

Regenerering av flygfarkoster. Som nämnts i föregående stycke, så finns det en möjlighet för nedskjutna flygfarkoster att "återuppstå" genom att tillfälligt återvända till en på förhand bestämd geografisk plats i utkanten av luftstridsområdet för att sedan återgå till en del i träningen. Med V- och C-entiteter kan detta göras omedelbart utan att entiteten behöver beakta tiden det tar att flyga till denna definierade plats och sedan tillbaka till luftstriden. Detta i sin tur gör att övningen och motståndet kan balanseras i realtid för att ge avsett träningsvärde.

Antal motståndare. Eftersom det faktiska antalet flygfarkoster är begränsat kan användning av V- och C-entiteter utöka antalet flygfarkoster som totalt agerar i träningen. I det fall V- och C-entiteter används på motståndarsidan så kan L-flygfarkoster i högre utsträckning användas på Blå sida, det vill säga den sida som träningen fokuserar på. Möjligheten finns naturligtvis också att motståndarsidan består enbart av V- och C-entiteter.

Utöka övningsområdet. V- och C-entiteter är inte begränsade till ett fysiskt geografiskt landområde vilket gör att hela övningsområdet kan nyttjas för Blå-sidas L-flygfarkoster i det fall L-entiteter inte används på motståndarsidan. Detta kan ha flera fördelar eftersom fler uppdrag kan genomföras inom övningsområdet och därmed stärka träningsvärdet för olika lärandemål.

3 Fördjupad analys enkätstudie ACE23

Under 2024 genomfördes fördjupade analyser på datamaterialet som samlades in vid ACE23. Dessa analyser utgör nya resultat som inte ingår i tidigare årsrapport (Artman m.fl., 2023). Genomförd enkätstudie utfördes i pappersform och innehöll påståenden på en 7-gradig skala där 1 motsvarade *Håller inte med alls* och 7 motsvarade *Håller med fullständigt*. Enkäten innehöll totalt 6 teman varav fördjupade analyser fokuserar på 5 av dessa teman. Enkäten distribuerades i anslutning till den debriefing som genomfördes efter varje genomfört uppdrag. Deltagande stridspiloter fyllde i enkäten efter varje genomfört uppdrag. Totalt 113 enkäter samlades in. För tidigare presenterade resultat samt en mer detaljerad beskrivning av metod och datainsamling, se Artman m.fl. (2023). Enkäten i sin helhet finns i bilaga 1.

För att undersöka vilket eller vilka lärandemål som främst bidrog till den skattning stridspiloterna gjorde i enkäten om tema 2) *Totalt upplevt träningsvärde* av att delta i flugut uppdrag genomfördes en korrelationsanalys, som presenteras i 3.1. Likaså genomfördes en korrelationsanalys mellan lärandemålet 1k) *Att flyga ett komplext uppdrag* som upplevdes ge bäst träningsvärde, och aspekter av komplexitet, vilket presenteras i 3.2. En korrelationsanalys beskriver styrkan i ett samband mellan två variabler som antingen kan vara stark eller svag, positiv eller negativ. För att kunna uttala sig om styrkan i korrelationen är det viktigt att korrelationen är signifikant, vilket innebär att det inte har uppkommit av slumpen. Målet med en korrelationsanalys är att förstå hur variablerna är relaterade till varandra.

För att undersöka hur de olika aspekterna av komplexitet är kopplade till varandra genomfördes principalkomponentanalys (eng. Principal Component Analysis; PCA). PCA är en statistisk metod som används för att förklara maximal varians mellan en uppsättning variabler, där analysen resulterar i ett antal komponenter innehållande dessa variabler. En komponent utgörs av en uppsättning variabler som sammantaget förklarar en del av den totala observerade variansen, där komponenterna i sin tur förklarar den totala variansen. Dessa komponenter tilldelas sedan ett namn, ett tema, som kan förklara varför just dessa variabler extraherats till komponenten i fråga. Benämning av teman i genomförd analys har skett i samverkan med en stridspilot från F21 som deltog vid planering och genomförande av ACE-övningen och medverkade som expertstöd i samband med enkätanalysen. PCA-analyserna presenteras i avsnitt 3.2-3.4.

3.1 Korrelationsanalys mellan definierade lärandemål och upplevt totalt träningsvärde

Korrelationsanalysen visade en stark positiv korrelation mellan tema 2) *Totalt upplevt träningsvärde* och lärandemålet 1k) *Flyga ett komplext uppdrag*, se tabell 3. Måttliga positiva korrelationer hittades för 1f) *Målfördelning*, 1b) *Fyrgrupp- och rotetaktik*, 1d) *Vapensystemhantering*, 1c) *Radar- och sensorhantering* och 1j) *Taktiskt ledarskap*, vilket indikerar måttliga bidrag till det skattade totalt upplevda träningsvärdet. Slutligen observerades svaga positiva korrelationer för 1g) *Robotekonomi*, 1h) *BVR Taktik*, 1i) *Taktik mot robotluftvärn*, 1a) *Uppdragsplanering* och 1e) *Separation*. Alla korrelationer var signifikanta.

Tabell 3. Korrelation mellan totalt upplevt träningsvärde och definierade lärandemål.

	Stark korrelation	Måttlig korrelation	Svag korrelation
2) Totalt upplevt träningsvärde	1k)	1f)	1g)
		1b)	1h)
		1d)	1i)
		1c)	1a)
		1j)	1e)

Detta resultat stämmer väl överens med tidigare genomförd enkätstudie vid ACE21 (Woltjer m. fl., 2023, Artman m.fl., 2023). Hur olika aspekter av komplexitet bidrar till upplevt träningsvärde utforskas ytterligare i följande avsnitt.

3.2 Aspekter av komplexitet

Korrelationsanalysen mellan lärandemålet 1k) *Att flyga ett komplext uppdrag* och aspekter av komplexitet identifierade inga starka korrelationer, se tabell 4. Den förhållandevis starkaste korrelationen observerades med 3d) *Grad av ömsesidigt beroende av tidskoordination mellan entiteter*, en indikation på att tidsaspekter spelar en avgörande roll för upplevd komplexitet i utförande av uppdrag. Måttliga positiva korrelationer hittades också med 3a) *Totalt antal entiteter* och 3b) *Mångfald av entiteter*, vilket indikerar att både mängden och mångfalden av entiteter som är involverade i uppdraget kan bidra till upplevd komplexitet. Andra viktiga samband med måttlig positiv korrelation inkluderar 3f) *Beslutstakt*, 3g) *Graden av oförutsägbarhet av händelser i genomförandet av uppdraget*, 3c) *Grad av ömsesidigt beroende mellan uppgifter* och 3e) *Graden av osäkerhet i uppdraget*. Svaga positiva korrelationer hittades med 3i) *Restriktioner till följd av insatsregler* och 3h) *Antalet roller som en stridspilot måste anta*. Alla korrelationer var signifikanta.

Tabell 4. Korrelation mellan att flyga ett komplext uppdrag och upplevda aspekter av komplexitet.

	Stark korrelation	Måttlig korrelation	Svag korrelation
1k) Att flyga ett komplext uppdrag		3d)	3i)
		3a)	3h)
		3b)	
		3f)	
		3g)	
		3c)	
		3e)	

Komplexitetsaspekterna 3h) *Antal roller som en stridspilot måste anta*, och 3i) *Restriktioner till följd av insatsregler*, korrelerade svagt med 1k) *Flyga ett komplext uppdrag*. Givet detta resultat beslutades att dessa två aspekter skulle uteslutas i följande analyser. Forskargruppen drog slutsatsen att aspekterna 3a) – 3g) alla upplevs vara aspekter som bidrar till upplevelse av träningsvärde för lärandemålet 1k) *Att flyga ett komplext uppdrag*. Korrelationsanalysen säger dock inte hur aspekter av komplexitet är kopplade, vilket fokuseras på i efterföljande analyser.

Träning vid ACE och liknande övningar fokuserar framför allt på att förhöja träningsvärdet för Blå sida. De initiala analyserna av enkäten visade att aspekter av komplexitet och deras påverkan på det upplevda träningsvärdet skiljde sig mellan uppdragstyperna Blå sida A/A och Blå sida A/G (Artman m.fl., 2023). I den fördjupade analysen genomfördes därför PCA-analys för dessa två uppdragstyper.

PCA-analysen för Blå sida A/A-genererade två komponenter (tabell 5). Komponent 1 innehåller variablerna 3c) *Ömsesidigt beroende mellan uppgifter*, 3b) *Mångfald av inkluderade entiteter*, 3d) *Beroende av tidskoordination mellan entiteter* och 3a) *Totalt antal inkluderade entiteter*. För uppdragstypen A/A är en rimlig benämning för komponent 1 ”Lägesförståelse vid push-point”, det vill säga den situationsförståelse stridspiloten har vid första fiendekontakt. Komponent 2 innehåller variablerna 3g) *Grad av oförutsägbarhet av händelser i genomförande av uppdrag*, 3f) *Den takt i vilken beslut måste fattas* och 3e) *Grad av osäkerhet i uppdraget*. I detta fall kan komponent 2 benämnas ”Dynamiska ageranden” som återspeglar handlingar som stridspiloten gör baserat på hur striden utspelar sig. Det är rimligt att komponent 1 är i förgrunden vid A/A-uppdrag. Vad gäller

komponent 2, utifrån ett A/A perspektiv, så är motståndarens sammansättning och prestanda i hög grad osäker och oförutsägbar och händelser som utspelar sig är dynamiska och beroende av åtgärder som vidtas av båda sidor. Detta ställer högre krav på A/A att vidta åtgärder i takt med att händelser utvecklas.

Tabell 5. Komponenter för A/A för Blå sida.

Komponent 1 – Lägesförståelse vid push-point	Komponent 2 – Dynamiska Ageranden
3c) Ömsesidigt beroende mellan uppgifter	3g) Grad av oförutsägbarhet av händelser i genomförande av uppdrag
3b) Mångfald av inkluderade entiteter	3f) Den takt i vilken beslut måste fattas
3d) Beroende av tidskoordination mellan entiteter	3e) Grad av osäkerhet i uppdraget
3a) Totalt antal inkluderade entiteter	

A/G-uppdrag är, i jämförelse med A/A-uppdrag, definierade med det primära målet att bekämpa ett specifikt mark- eller sjösmål. Men, A/G-uppdrag kan också inkludera delar av A/A-strid för att bana väg för A/G-enheten. Detta återspeglas i genererade komponenter i analysen för Blå sida A/G, se tabell 6. Komponent 1 innehåller variablerna 3e) *Grad av osäkerhet i uppdraget*, 3f) *Den takt i vilken beslut måste fattas*, 3b) *Mångfald av inkluderade entiteter*, 3g) *Graden av oförutsägbarhet av händelser i genomförande av uppdraget* och 3a) *Totalt antal inkluderade entiteter*. Denna komponent kan benämnas ”Dynamiska aspekter vid A/G-uppdrag” som återspeglar karaktären av A/G-uppdrag där beroende finns mellan utförande av uppdrag innefattande oförutsägbara och osäkra element. Komponent 2 består av variablerna 3d) *Grad av ömsesidigt beroende av tidskoordination mellan entiteter* och 3c) *Grad av ömsesidigt beroende mellan uppgifter*. Komponenten benämns ”Handlingar enligt plan” och består av ömsesidiga beroenden i termer av tidskoordination och uppgifter för överenskomna planer. Detta resultat återspeglar på liknande sätt som i fallet A/A-uppdrag, karaktären hos A/G-uppdrag som är beroende av en sekvens av aktioner och händelser i rätt tid för att utföra uppdraget.

Tabell 6. Komponenter för A/G för Blå sida.

Komponent 1 – Dynamiska aspekter vid A/G-uppdrag	Komponent 2 – Handlingar enligt plan
3e) Grad av osäkerhet i uppdraget	3d) Grad av ömsesidigt beroende av tidskoordination mellan entiteter
3f) Den takt i vilken beslut måste fattas	3c) Grad av ömsesidigt beroende mellan uppgifter
3b) Mångfald av inkluderade entiteter	
3g) Graden av oförutsägbarhet av händelser i genomförande av uppdraget	
3a) Totalt antal inkluderade entiteter	

Resultatet att aspekter av komplexitet varierar beroende på uppdragstyp är intressant och värdefullt. I sammanhanget luftstridsträning och träningsvärde säger resultatet mer specifikt att detta bör beaktas i design av träningsscenarier, särskilt i större luftstridsövningar som ACE. Resultaten visar att det inte är en komplexitetsaspekt i sig som skapar komplexitet och träningsvärde, utan kombinationer av dessa aspekter där somliga är starkare eller svagare kopplade. Detta blir särskilt relevant att beakta vid LVC-träning och övning, eftersom antal entiteter, funktioner och prestanda hos entiteter, samt typer av entiteter kan utökas väsentligt.

3.3 V- och C-entiteter på Röd sida

I resultat från tidigare studier har det framkommit att stridspiloter anser att V- och C-entiteter bäst nyttjas på Röd sida som fiendestyrkor (Aronsson m.fl., 2021, Woltjer m.fl.,

2023). Stridspiloters förväntningar på hur V- och C-entiteter bör nyttjas på Röd sida för att ge bra träningsvärde för stridspiloter i verkliga flygfarkoster är emellertid inte klargjort. Den PCA-analys som genomförts inkluderar alla uppdragstyper (A/A, A/G och Röd sida) och befattningar (fyrgruppschef/rotechef/rotetvåa) vid ACE. Detta eftersom nyttjande av V- och C-entiteter på Röd sida berör samtliga uppdragstyper och befattningar. Vidare handlar det om framtida användning av V- och C-entiteter och stridspiloters förväntningar om hur nyttjande av dessa entiteter kan bidra till träningsvärde (bilaga 1, tema 5). Komponent 1 bestod av variablerna 5a) *Röd V med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Blå L*, 5c) *Röd V med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Röd V*, 5b) *Realistiskt borttagande av entitet och regenerering vid nedskjutning skulle öka träningsvärde för alla* och 5g) *Röd C med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Blå L*. Komponenten kan benämnas ”Digitalt inducerad realism” och återspeglar aspekter av realism som skulle kunna uppnås genom att introducera V- och C-entiteter på Röd sida (se tabell 7). Det gällde både Blå L och Röd sida V. Komponent 2 innehöll variablerna 5d) *Större antal Blå L flygfarkoster skulle öka träningsvärde för Blå L* och 5f) *Röda C-entiteter som genomför enkla uppdrag, ger träningsvärde för Blå L*. Denna komponent kan benämnas som ”Mer träningsvärde för Blå L”. Denna komponent kan även vara ett uttryck för att piloterna föredrar att flyga i verkligheten och på Blå sida, istället för att behöva agera som en möjliggörare för andras träning, som uppmärksammats tidigare (Aronsson m.fl., 2021).

Tabell 7. Komponenter för alla uppdragstyper (A/A, A/G och Röd sida) och befattningar (fyrgruppschef/rotechef/rotetvåa).

Komponent 1 – Digitalt inducerad realism	Komponent 2 – Mer träningsvärde för Blå L
5a) Röd V med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Blå L	5d) Större antal Blå L flygfarkoster skulle öka träningsvärde för Blå L
5c) Röd V med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Röd V	5f) Röda C-entiteter som genomför enkla uppdrag, ger träningsvärde för Blå L
5b) Realistiskt borttagande av entitet och regenerering vid nedskjutning skulle öka träningsvärde för alla	
5g) Röd C med realistisk motståndarprestanda skulle öka träningsvärde för Blå L	

Variabeln 5e) *Röda V och C använder virtuellt luftutrymme utanför Ls träningsområde skulle öka träningsvärde för Blå L*, inkluderades inte i någon av komponenterna eftersom den kopplade ungefär lika mycket till båda komponenterna.

En tolkning baserat på genererade komponenter är att nyttjande av V- och C-entiteter förväntas kunna bidra till en högre grad av realism i övning och träning. I det sammanhanget bör det nämnas att i utforskandet av hur V- och C-entiteter kan användas på Röd sida så har fokus varit på positiva utkomster. På samma sätt som det kan vara en styrka att med digitala artefakter möjliggöra saker som inte går att göra i verkligheten (som att krascha eller bli nedskjuten utan verklig effekt), så kan det också leda till oönskade effekter. En möjlig framtida implementation av LVC bör handla om att förstärka en verklighet, inte förvränga den.

3.4 Träningsvärde vid framtida LVC i stora luftstridsövningar

I ett utforskande av en möjlig framtida LVC-lösning så innehöll enkäterna vid ACE23 frågor om hur införandet av LVC-T i stora luftstridsövningar förväntas bidra till förhåll

träningsvärde, och mer specifikt i relation till definierade lärandemål (bilaga 1, enkätens tema 6). Det är därför värdefullt att analysera i vilka avseenden en framtida LVC-T i luftstridsövningar förväntas ge ett bättre träningsvärde. Som i föregående analys, berör detta samtliga uppdragstyper och befattningar, se tabell 8. I perspektivet av framtida LVC-T i stora luftstridsövningar och förväntningar kring träningsvärde, så kretsar Komponent 1 kring lärandemålen 6g) *Robotekonomi*, 6h) *BVR-taktik*, 6i) *Taktik mot robotluftvärn*, 6f) *Målfördelning*, 6k) *Flyga ett komplext uppdrag* och 6d) *Vapensystemhantering*. Komponenten benämns ”Individuella kompetenser och färdigheter”, kompetenser och färdigheter som är relaterade till kontexten i cockpit. Komponent 2 innehåller lärandemålen 6b) *Fyrgrupps- och Rotetaktik*, 6a) *Uppdragsplanering*, 6e) *Separation* och 6j) *Taktiskt ledarskap*, och kretsar kring aspekter av ”Ledning”, vilket också blir dess benämning.

Tabell 8. Komponenter för alla uppdragstyper (A/A, A/G och Röd sida) och befattningar (fyrgruppschef/rotechef/rotetvåa).

Komponent 1 – Individuella kompetenser och färdigheter	Komponent 2 – Ledning
6g) Robotekonomi	6b) Fyrgrupps- och Rotetaktik
6h) BVR-taktik	6a) Uppdragsplanering
6i) Taktik mot robotluftvärn	6e) Separation
6f) Målfördelning	6j) Taktiskt ledarskap
6k) Flyga ett komplext uppdrag	
6d) Vapensystemhantering	

I ett framtida införande av LVC-T i stora luftstridsövningar tycks förväntningarna ligga på vad digitala funktioner kan tillföra luftstridssträning, såsom återkoppling från instrumentering vid exempelvis nedskjutning av motståndarflygplan (eng. kill removal), vilket återspeglas i Komponent 1. Den andra komponenten kretsar kring ledningsaspekter och hur dessa kopplas ihop i en framtida implementation av LVC-T är svårt att uttala sig om. En bedömning är att ledningsaktiviteter inte förändras vid införandet av LVC-T då planering och taktik sker oberoende simuleringstekniska förändringar. Planeringen kan dock påverkas, exempelvis genom minskad planering för separation när V och C är på röd sida. Att ingå i en blandad fyrgrupp tillsammans med L-, V- och C-entiteter kan ha en inverkan på taktiserande, där beslut om aktiviteter för olika entiteter kan komma att anpassas utifrån respektive entitets förutsättningar. Det vill säga, avvägningar behöver göras relativt uppdragets målsättning, entiteters förutsättningar och lärandemål (Ramberg m.fl., 2023).

3.5 Slutsats

Enkätstudien utvärderade deltagande stridspiloters upplevda träningsvärde vid ACE23-övningen, och den roll och betydelse aspekter av komplexitet i uppdrag har för upplevt träningsvärde. Komplexitet är centralt för upplevt träningsvärde. Beroenden mellan entiteter som genomför olika uppdrag, hur många entiteter som ingår, entiteternas mångfald och hur de interagerar över tid i genomförande av uppdrag är kopplade och korrelerar med upplevelsen av att flyga komplexa uppdrag. De identifierade kopplingarna mellan aspekter av komplexitet i förhållande till olika uppdragstyper utgör viktiga resultat för vidare forskning. Utöver detta utvärderades stridspiloternas förväntningar på hur V- och C-entiteter på Röd sida kan bidra till träningsvärde. De förväntningar stridspiloterna har angående nyttjande av V- och C-entiteter på Röd sida indikerar en potential att bidra till träningsvärde, men det framgår också att det beror på hur dessa entiteter används, för vilka specifika uppgifter och uppdrag, vilket också utgör centrala resultat för fortsatt forskning.

De analysresultat som presenteras baseras på deltagarnas subjektiva uppfattningar av en potentiell framtida storövning med LVC-T. Resultaten ger dock indikationer på att LVC-T

kommer att ha olika effekter på handhavande i cockpit och i planering av övning. Vilka dessa skillnader är avses studeras vidare.

4 LVC Allocator - Workshop om träningsscenarier

Kapitlet beskriver genomförande av en workshop på F21 i Luleå i februari 2024. Syftet med workshopen var att undersöka hur LVC-T kan stödja och förstärka specifika lärandemål och komplexitetsaspekter i design av LVC-träningsscenarier. Målet med workshopen var att skapa LVC-träningsscenarier med utgångspunkt i tidigare definierade komplexitetsaspekter samt lärandemål från ACE23 (se kapitel 2). Träningsscenarierna skulle kunna tillämpas både i en storövningskontext som ACE och i en mindre kontext som vid FLSC. Scenarierna kan fungera som grund till framtida design av LVC-träningsscenarier.

Det har tidigare genomförts ett flertal workshopar med stridspiloter (Aronsson m.fl., 2020, 2021, 2022a, 2022b; Ramberg m.fl., 2023) men bara en tidigare studie där piloter fått designa scenarier för LVC-T (som projektet har benämnt det, LVC Allocator, Aronsson m.fl., 2022b). Fokus för den tidigare genomförda studien var att utforska utmaningar med befintlig luftstridsträning och hur LVC-T kan bidra till att lösa dessa utmaningar, samt hur dessa lösningar kan gynna träningsvärde för stridspiloter i L och V. Workshopen som beskrivs i denna rapport skiljer sig från den tidigare med ett annat upplägg där scenariodesignen utgick från utmanande situationer som piloterna upplevt med fokus på aspekter av komplexitet och lärandemål, samt även hur V- och C-entiteter kan fördelas och användas på Röd sida. Se tidigare nämnda lärandemål och komplexitetsaspekter i kapitel 2 och bilaga 1.

4.1 Metod

Nio piloter från två divisioner på F21 deltog i workshopen. De delades upp i tre grupper utifrån erfarenhet: minst erfarna (rotervår), mer erfarna (rotechef) och mest erfarna (fyrgruppschefer). Samtliga hade deltagit i minst en ACE-övning tidigare. Deltagarna fick först resonera individuellt kring utmanande situationer de upplevt i ACE-övningar och sedan koppla dessa utmanande situationer till lärandemål och aspekter av komplexitet vid luftstridsträning.¹ De arbetade sedan gruppvis för att gemensamt ta fram utmanande situationer som kan nyttjas i ett ACE-liknande LVC-träningsscenario. Respektive grupp designade ett LVC-träningsscenario och allokerade entiteter utifrån på förhand föreskrivna tillgängliga resurser (antal flygplan, flygplanstyper och luftvärn) och förutsättningar (geografisk plats och underrättelseinformation). Deltagarna fick själva avgöra hur L-, V- och C-entiteter skulle allokeras och om dessa skulle allokeras till antingen Blå eller Röd sida. Deltagarna uppmanades att i möjligaste mån beakta träningsvärde för både Blå och Röd sida i sin allokering av entiteter. Uppgiften genomfördes på utskrivna kartor över norra Sverige där deltagarna kunde rita, skriva och klistra lappar. Deltagarna fick presentera sitt scenario inför de andra grupperna och motivera sina val utifrån lärandemål, komplexitetsaspekter och egna resonemang. Slutligen gjorde deltagarna en anpassning av sitt scenario till att passa i en FLSC-kontext. Det innebar till exempel en begränsning i antalet L² och V-entiteter, utifrån tillgänglighet av 14 simulatorkabiner, samt att samtliga luftvärnsenheter endast kan vara C. Anpassningen till en FLSC-kontext gjordes för att

¹ Lärandemål 1a) Uppdragsplanering och 1e) Separation samt komplexitetsaspekt 3i) Restriktioner till följd av insatsregler togs bort för att de riskerade att ta upp för mycket av den tid som fanns tillgänglig för workshopen.

² Att agera L i FLSC innebär att deltagande pilot måste ta hänsyn till de fysiska och lagliga begränsningar som överensstämmer med att öva i verkligheten. De behöver exempelvis ta hänsyn till restriktioner i höjd, geografiska områden, hastighet, g-krafter och andra entiteter i luften. Detta gäller även att andra deltagande V i scenariot ska ta hänsyn till dessa entiteter som L.

kunna använda och utvärdera LVC-träningsscenarier, på liknande sätt som gjorts tidigare i White-Wizard-studier³ (Aronsson m.fl., 2023).

4.2 Resultat och diskussion

Deltagarna berörde flera fördelar med LVC som träningskoncept, samt lyfte och illustrerade hur aspekter av komplexitet i ett scenario kan nyttjas för att skapa bra träningsvärde och realistiska krigssituationer.

När deltagarna reflekterade över tidigare upplevda utmanande situationer fick de markera vilka lärandemål och komplexitetsaspekter som hörde samman med situationerna. Dessa val sammanställdes och de lärandemål som var mest framträdande var 1f) *Målfördelning*, 1k) *Att flyga ett komplext uppdrag* och 1j) *Taktiskt ledarskap*. Lärandemålet 1j) *Taktiskt ledarskap* har varit framträdande för fyrgruppsledare och rotechefer i tidigare studier men 1f) *Målfördelning* har tidigare inte lyfts i högre grad än andra lärandemål (Artman m.fl., 2023; Woltjer m.fl., 2023). Mest frekvent valda komplexitetsaspekter var 3a) *Totalt antal inkluderade entiteter* tillsammans med 3b) *Mångfald av inkluderade entiteter* vilket är i linje med tidigare forskning (Artman m.fl., 2023). I gruppdiskussionerna hänvisade deltagarna tillbaka till 3a) *Totalt inkluderade entiteter* och lyfte att ökning av entiteter var en bidragande faktor till resterande komplexitetsaspekter. Detta pekar på en viktig synpunkt, nämligen att vad som skapar komplexitet i luftstridsträning är kombinationer av komplexitetsaspekter, snarare än en isolerad aspekt, som också identifierades i föregående analys (kapitel 3.2).

Workshopen gav även insikter i hur piloter kan resonera kring design av stora LVC-övningar. Deltagarna fokuserade på egenskaper som LVC-T kan tillföra för att dynamiskt anpassa träningsscenarier. De digitala egenskaperna som V- och C-entiteter besitter möjliggör en dynamisk anpassning av svårighetsgrad och en högre grad av flexibilitet i design och genomförande av övningar.

Hot som uppstår från både mark och luft var något som framhävdes som mycket utmanande. Deltagarna beskrev det som att systemet ”skriker”, och sa att det då kan vara svårt att upprätthålla situationsuppfattningen. Tillagt detta kan även kravet på att ta snabba beslut öka upplevd komplexitet och ökad komplexitet leda till behovet att ta snabba beslut. Två exempel på detta som deltagarna nämnde är plötsliga oväntade hot som dyker upp från olika håll och behov av att prioritera mellan många mål. När oväntade hot dyker upp behöver fyrgrupps- och rotechef snabbt ta nya beslut om prioriterade mål för att utröna hur gruppens förmågor kan nyttjas bäst och hur gruppen mest effektivt kan hushålla med tillgängliga verkansmedel. En av de deltagande grupperna benämnde det snabba beslutsfattandet för ”reaktivt beslutsfattande”.

Två av grupperna diskuterade hur de designade scenariot för att kunna skapa anpassade utmaningar utefter deltagande piloters förmåga. En av dessa grupper valde att ha enklare mål i början av scenariot och sedan under scenariots genomförande successivt öka svårighetsgraden. Den andra gruppen lyfte fram specifika uppdrag anpassade till olika erfarenhetsnivåer och uppnående av träningsvärde för stridspiloter i både L och V, där till exempel Blå V kunde träna på att svepa i överljud.⁴ Båda grupperna tog också upp hur degradering av ledningsförmåga kunde nyttjas för att öka och minska svårighetsgraden i scenariot för respektive sida. När kommunikationen mot högre chef bryts får fyrgruppsledare leda gruppen på egen hand efter bästa förmåga. Det kan reducera

³ White-Wizard som projektet benämner det är en ansats inspirerat från Wizard of Oz-metoden. I Wizard of Oz-experiment förleds deltagare att tro att de deltar i ett experiment där de interagerar med intelligenta datorsystem medan de i själva verket interagerar med en människa (Kelley, 1983; Dahlbäck m.fl., 1993). I White-Wizard sker utvärdering helt i simulatormiljö där stridspiloter i simulatorer öppet tilldelas att flyga med de restriktioner som verkliga flygfarkoster lyder under.

⁴ Att svepa kommer från ordet ”sweep” i engelskan och betyder att genomföra ett offensivt uppdrag för att lokalisera och förstöra fiendemål. Att utföra ett svep i överljud är generellt inte tillåtet vid övningar då det stör omgivningen.

situationsuppfattningen och begränsa möjligheten till att skapa en lägesförståelse. Hur degraderad ledning kan kopplas till komplexitetsaspekterna bör studeras vidare då flera delar påverkas, exempelvis kommunikation, situationsuppfattning och ledning.

Samtliga deltagare valde att allokera alla L på Blå sida och låta Röd sida vara V och C, detta för att frigöra luftstridsutrymme, öka flygsäkerheten och för att inte behöva ta hänsyn till separation mot Röd sida. Dessutom underlättar det även för uppdragschef (eng. mission commander) som inte behöver ägna övningsplaneringstid för att säkerställa att flygsäkerheten upprätthålls. Dessa resultat är helt i enlighet med tidigare forskning (Aronsson m.fl., 2019, 2022a; Artman m. fl., 2023). Att uteslutande nyttja V och C på Röd sida medförde ytterligare fördelar enligt deltagarna. Till exempel så kan Röd övningsledare fritt anpassa svårighetsgraden, utifrån deltagande enheters förmåga och prestation och utifrån händelseutvecklingen i scenariot. Deltagarna lyfte vidare fram att om Röd sida har förmåga att regenerera på Röda baser, så finns potential att bibehålla antalet entiteter, vilket enligt deltagarna skulle ha en stor inverkan på komplexiteten i scenariot. För förtydligande så kräver regenerering av L på Röd sida en mer omständlig process, inte minst tidsmässigt, jämfört med V- och C-entiteter i egenskap av att vara digitala entiteter.

Deltagarna utvecklade sina tankar om att lägga till och ta bort flygfarkoster i designen av sina LVC-scenarier. De menade att stridspiloter som flyger V kan få mer träningsvärde om de till exempel först får öva på en specifik uppgift vid en geografisk position. Därefter kan de som flyger V i egenskap av att vara en digital entitet snabbt förflyttas till en annan geografisk plats för att öva på en ny uppgift, istället för att som L återvända till basen. Det finns även möjlighet för de som agerar V att agera på både Blå och Röd sida under ett och samma scenario. Det senare är ett förslag som inte framkommit i tidigare studier som också belyser den dynamik som digitala egenskaper erbjuder i större övningar.

Deltagarnas anpassning av sina LVC-träningsscenarier till FLSC-kontexten skiljde sig inte så mycket åt. Den främsta skillnaden var att samtliga grupper valde att inkludera C-entiteter på Blå sida där en grupp tog upp alternativet att C-entiteter kunde ingå i fyrgrupper med V-entiteter. Det alternativet har berörts tidigare i Aronsson m.fl. (2019). En annan skillnad var att fler av de Blå entiteterna blev JAS 39 Gripen, för att passa FLSC-simulatorerna. Deltagarna illustrerade att det skulle vara fördelaktigt att vid FLSC kunna simulera flygning med andra typer av flygfarkoster som ofta förekommer på Blå sida, så som F-35 till exempel. Detta för att kunna nyttja de unika förmågor dessa flygfarkoster har. Det skulle även kunna gynna 3b) *Mångfalden av inkluderade entiteter* som var en av de mest valda komplexitetsaspekterna.

LVC som träningskoncept skulle möjliggöra utökning av övningsområdet geografiskt och därmed göra scenariodesign och genomförande mer flexibelt i jämförelse med hur stridspiloter övar idag. Det visade sig i ett av de skapade scenarierna där frontlinjen var longitudinell och Röd och Blå sida möttes från väst till öst in i Norge. Deltagarna som hade skapat scenariot lyfte även att frontlinjen kan flyttas utefter väderförhållanden på övningsdagen. Samma grupp lyfte ytterligare fördelar med LVC-T kopplat till flexibilitet. Exempelvis, om en division bara har tillgång till fyra flygfarkoster så kan de få ingå i ett större scenario tack vare förmågan att koppla upp sig till simulatorer och simulera virtuella hot på displayen i cockpit. Tillagt deltagarnas resonemang om dynamik kring både Röd övningsledares förmåga att generera nya entiteter eller ta bort entiteter samt möjligheten att lägga till oförutsett fientligt luftvärn, är det tydligt att LVC-T ger möjlighet till mer dynamiska, komplexa och flexibla övningar. Även detta resonemang om flexibilitet och dynamik, både under stor övning och i vardagen, har lyfts tidigare av Aronsson m.fl. (2017).

4.3 Slutsats

Workshopen gav konkreta designförslag inför framtida teknisk implementation av LVC-T, för större övningar så som ACE men även i FLSC. Stridspiloternas designförslag

motiverades utifrån komplexitetsaspekter, lärandemål och faktorer för design av träningsscenarier, såsom realism. Ytterligare workshop med stridsflygare från andra divisioner i landet är önskvärd för att undersöka hur etablerade resonemangen kring LVC-T är, samt för att utröna likheter och skillnader mellan synen på aspekter av komplexitet och lärandemål i större övningar. Vidare bör skapade scenarier integreras och testas i FLSC för att undersöka hur deltagarnas resonemang överensstämmer med en verklig träningssituation.

5 Omvärldsbevakning och övrig genomförd verksamhet

Under 2024 har projektet även genomfört en studieresa till en distribuerad övning, observation av ledningsövning, samarbete med Flygbefälsskolan och medverkan på konferensen och mässan I/ITSEC.

5.1 Studiebesök vid ABTC under Cobra Warrior 2024

Projektet genomförde en resa till Air Battle Training Centre (ABTC) på Waddington Royal Air Force Station i Storbritannien för att studera hur de genomför distribuerade övningar samt observera Cobra Warrior 2024. ABTC är ett nav för distribuerade övningar, där simulatorer ansluts till övningar på distans, en förmåga som de kallar Gladiator. I januari 2023 kopplade de upp sig externt för första gången och fram till idag har de deltagit i och anordnat flera internationella övningar. De har ännu inte kopplat upp sig med simulatorer nationellt därför att simulatorerna på baserna runt om i landet väntar på ackreditering. På ABTC arbetar en grupp av erfarna ex-militärer som kallas *White forces*. De planerar vad som ska ske i övningarna, gör inspel och styr entiteter i övningarna från desktop-stationer.

ABTC arbetar aktivt med att göra LVC-T till en del av sin verksamhet, främst för att förbättra Live-träning, som i nuläget benämns Live, Syntetiskt och Blandat (eng. Live, Synthetic and Blended; LS&B). LS&B innebär att syntetiska entiteter eller funktioner nyttjas, vilka härmar verkliga entiteter som sammantaget i Live-övningar blir en kombination av verkliga och syntetiska element.

I Live-övningen Cobra Warrior har syntetiska element på senare tid inkluderats. De syntetiska elementen har visats för övningsledning och deltagare på marken, men inte för stridspiloter i cockpit. Övningsledning lät Live-entiteter ha olika gestaltningar i scenariot, där de som syntetiska entiteter tilldelades en annan funktion. Exempelvis har en Live F-35 agerat som om den vore en robot. Övningsledningen inkluderade även syntetiska entiteter i scenariot som inte fanns som L-entiteter, exempelvis en simulerad underrättelsefunktion bortom övningsområdet och en simulerad strid norr om övningsområdet.

Ambitionen för utvärderingen under Cobra Warrior var att lägga så lite tid som möjligt på att verifiera *vad* som hänt utan istället fokusera på *varför* det hade hänt. Deltagarna utvärderade i storgrupp i en aula i 45 minuter för att sedan utvärdera inom sina funktioner och grupperingar. Individuell utvärdering för ABTC:s verksamhet genomfördes med nationellt standardiserade enkäter via Microsoft Forms.

Fördelarna som ABTC lyfte med LVC-T och LS&B under samtal vid besöket var bland annat möjligheten att låta L-luftvärn med mindre kapacitet agera som luftvärn med större kapacitet, kunna genomföra stora övningar oavsett väderförhållanden, utöka övningsområdet och att träna mer krigslikt utan att röja taktik och förmåga. Resonemanget som ABTC framlade stämmer överens med tidigare forskning och visar på de potentiella fördelarna med LVC som LVC-STEPS-projektet tidigare framlagt, som exempel att dra nytta av digitala egenskaper. Detta utgör emellertid inte längre bara potential utan nyttjas konkret i luftstridsträning. Arbetet på ABTC i Waddington är även ett exempel på hur utvecklingen ser ut i gränslandet mellan träning utan LVC och träning med full LVC.

5.2 Observation av övning vid Stridsledning och Luftbevakningsskolan (StrilS)

Under vecka 48 2024 deltog en projektmedlem som observatör under en stridslednings- och luftbevakningsövning (stril-övning) vid F16 i Uppsala. Målet med övningen var att deltagare från samtliga stridsledningskompanier skulle samöva med andra enheter utanför stridsledningsbataljonen i ett krigslikt scenario. Projektgruppen bistod även övningsledningen med en utvärderingsenkät som nyttjades under övningen men vars resultat inte omhändertogs av FOI.

Deltagande och observation var av en lägre ambition där de huvudsakliga målen var att skapa kontaktyta och observera övningen. De erfarenheter som projektet tar med sig från deltagandet är att flygstridsledning kan vara en intressant funktion att studera utifrån ett LVC-perspektiv. Under denna stridsledningsövning vid StrilS deltog både V- och C-entiteter där V bemannades av stridspiloter i virtuella skrivbordssimulatorer av flygfarkoster. Dessa deltagande entiteter fungerade som möjliggörare för att stridsledningen skulle kunna genomföra sin övning. Underrättelsefunktionerna fick arbeta med att identifiera fientliga flygplan och hur informationen kommunicerades vidare till andra funktioner. Som ytterligare exempel fick flygstridsledare öva på att leda stridspiloter i strid och radar- samt luftvärnsfunktioner övade på sina respektive uppgifter vid skarpt läge. På plats fanns alla funktioner som krävdes för att agera i skarpt läge som stridsledning.

Under övningen fanns det en övningsledare som hela tiden hade uppsikt över både Röd och Blå sida. Övningsledaren kunde dynamiskt anpassa svårighetsgraden på det pågående spelet för att säkerställa träningsvärdet i scenariot.

Att nyttja en stridsledning som en möjliggörare för dynamiska inspel i ett större luftstridsscenario med flygsimulatorer och konstruerade agenter med verkliga beteenden har potential att skapa högt träningsvärde för deltagande stridspiloter. Flygstridsledning är en central del vid ACE-övningar och deltagande funktion vid dessa.

5.3 Samverkan med Flygbefälsskolan

Under 2024 har projektet inlett kontakt med Flygbefälsskolan (FBS) angående utvärdering av gruppchefsutbildning i FLSC. Tidigare studier i LVC-STEPS har nyttjat en digitaliserad enkätlösning i FLSC vilket under året har börjat bli relevant igen för kommande studier vid FLSC. I samband med gruppchefsutbildning under 2025 där en del av utbildningen genomförs i FLSC planeras enkätverktyget nyttjas utefter de behov FBS ser, samt utefter de lärandemål som har fokuserats på inom projektet.

Projektet har även inlett ett samarbete med FBS i syfte att utvärdera pågående utbildning av svenska piloter utomlands. På grund av utfasningen av tidigare flygutbildningssystem Saab Sk60 har delar av den svenska utbildningen ersatts med utbildning i främst Italien, men även i USA. Under de kommande tio åren kommer piloteleverna komma i kontakt med det italienska flygsystemet M346 där LVC finns integrerat och nyttjas i träning. Samarbetet med Flygbefälsskolan centreras kring deras behov av att utvärdera pilotelevernas utbildningssituation och inkluderar även undersökande av elevernas upplevelse av LVC-T. Det är viktigt att kartlägga skillnader mellan utbildningarna för att kunna anpassa utbildningen i Sverige till de erfarenheter och den kunskap som eleverna får utomlands. En högteknologisk utbildning utomlands som inkluderar LVC-T kan även komma att skapa förväntningar hos eleverna på utbildningen hemma i Sverige.

5.4 Deltagande under I/ITSEC 2024

I början av december deltog två projektmedlemmar vid I/ITSEC 2024. I/ITSEC är ett av världens största modellerings-, simulerings- och träningsevenemang och hålls årligen i

Orlando, Florida. Det övergripande temat på I/ITSEC är försvar och säkerhet. Evenemanget innehåller konferenspresentationer, utbildningar, workshops, mässutställningar och mera.

Projektets huvudsakliga syfte med besöket var att träffa US Air Force Research Laboratory (AFRL) i egenskap av ett formellt informationsutbytesavtal (LIT) som skrevs under 2024. Avtalet innefattar ett informationsutbyte rörande forskning och utveckling inom områden som berör mänskliga prestationsbedömningar, LVC-baserade träningsscenarier för att öka träningsvärde samt XR-teknologier för operatörsträning och utvärdering.

Mötet inleddes med att presentera parternas syn på avtalet och förväntningar på det. Utifrån projektets perspektiv presenterades en överskådlig bild av vad respektive organisation har arbetat med under de senaste åren, vilket för FOI innefattade genomförande av LVC Allocator workshops, deltagande vid ACE-övningar samt genomförande av spin-ups⁵ och White Wizard of Oz vid FLSC (Aronsson m.fl., 2020, 2023). AFRL i sin tur presenterade sina tekniska lösningar och hur de arbetar med infrastrukturen kopplat till LVC. AFRL nämnde tidigare arbeten såsom Performance Evaluation Tracking System (PETS) vilket fokuserar på att effektivisera och förbättra analys och utvärdering av stridspiloters prestation. Vägen framåt med AFRL är att ha ett årligt informationsutbyte runt nuvarande status kring LVC-forskning samt potentiellt studiebesök på respektive myndighet.

Förutom mötet med AFRL genomfördes nätverkande med företag och forskningsorganisationer som arbetar med LVC i luft-, mark- och sjödomänerna. Några nämnvärda företag är:

- *CS GROUP* som tar fram helhetslösningar för ett träningscenter att kombinera verkliga och virtuella miljöer. Företaget arbetar mot både luft och mark och har mjukvara för respektive domän. Mjukvaran för luftdomänen kallas för SOLSTICE och används bland annat av det franska flygvapnet.
- *Leonardo DRS* som är underordnat det italienska företaget Leonardo presenterade sina ”LVC-poddar”, P5 och P6, som innehåller möjliggörande LVC-teknik i robotliknande objekt. P5 och P6 är olika varianter av ”Tactical Combat Training System Increment II” vilket är en del av deras luftstridsträningsystem. Företaget har tagit fram poddarna tillsammans med Collins Aerospace där Leonardo har skapat hårdvaran och Collins Aerospace har skapat mjukvaran. Nämnvärt är att de svenska flygeleverna som just nu tränas i Italien stöter på dessa poddar under träning och utbildning.
- *Collins Aerospace* beskrev skillnaderna mellan poddarna P5 och P6. P5 innehåller en transmitter som kopplar upp sig mot en central transponder medan P6 kan skicka och ta emot signaler mellan flera entiteter i luften vilket gör kopplingen mer robust. P6 har flera ackrediteringsnivåer vilket innebär att den kan hantera såväl lägre som högre säkerhetsklasser.
- *Boeing* presenterade sina arbeten kopplat till LVC. Även de nyttjar poddarna P5 och P6 vid LVC-T. De nämnde också specifikt T-7A RedHawk som har LVC integrerat som ett träningsystem i flygplanet. T-7A RedHawk är det amerikanska flygvapnets ersättare för skolflygplanet T-38 Talon.
- *Royal Netherlands Aerospace Centre – NLR* höll en konferenspresentation där de beskrev hur de arbetar med LVC som träningskoncept. Deras fokus är dels att undersöka träningsvärdet av LVC, dels att ta fram infrastrukturen som måste ligga till grund för att möjliggöra LVC-T. NLR, tillsammans med *Arjan Lemmers* (senior forskare och projektledare på NLR), genomförde prov och försök med LVC-T under en flygövning i Nederländerna och förväntas publicera en artikel i en forskningstidskrift under 2025.

⁵ Spin-up används som begrepp för att beskriva en eller flera övningar som genomförs inför en större övning.

- Den brittiska armén har infört LVC-T i sin utbildning och övningsverksamhet med artilleriet. Detta genomförs i samarbete med företaget *Cubic*. Även Försvarmakten samarbetar idag med Cubic och använder deras programvara för övning inom området mark.

Sammanfattningsvis är intrycket från I/ITSEC att LVC är ett träningskoncept som används och har implementerats i olika tekniska lösningar i de olika militära arenorna. Flera försvarsmakter har även börjat integrera LVC som träningskoncept i sin träning. Det var tydligt att LVC var mer representerat i markdomänen jämfört med flygdomänen.

6 Verksamheter och framtida forskning

Projektet undersöker hur LVC som träningskoncept kan förhöja det svenska flygvapnets träningsförmåga vid verkliga och simulerade luftstridsövningar. Detta har gjorts genom tre huvudsakliga spår vilket innefattar fördjupade analyser av enkätstudien vid ACE23, utveckling av träningsscenarior i form av workshops samt omvärldsbevakning. Fortsatt och framtida forskning i projektet sammanfattas i nedanstående fyra teman.

6.1 Enkätstudie vid ACE25

Projektet avser följa upp resultat från tidigare genomförda enkätstudier vid ACE (2021 & 2023). Vid ACE 2025 planerar projektet att fortsätta utforska och fördjupa förståelsen för hur olika aspekter av komplexitet och kopplingar mellan aspekter av komplexitet bidrar till upplevt träningsvärde. Tidigare resultat visar att V- och C-entiteter förväntas ge bäst träningsvärde om de nyttjas på Röd sida, men det behöver fortsatt klargöras hur dessa entiteter bör användas, för vilka uppgifter och uppdrag. Detta är något som avses undersökas vidare i enkätstudien vid ACE25. Som en del i en utveckling av enkäten, planerar projektet också att fortsätta operationalisera definierade lärandemål för att med högre precision utvärdera upplevt träningsvärde vid ACE relativt definierade lärandemål. Ytterligare kommer LVC-STEPS att försöka vidga LVC som träningskoncept till flygstridsledning och luftvärn, vilket kan innebära att flygstridsledning och luftvärn kan ingå i kommande enkätstudie vid ACE.

6.2 Träningsscenarier för LVC – Återkoppling och utvärdering vid ACE

Genomförda workshops med stridspiloter resulterade i designade LVC-träningsscenarier med utgångspunkt och förankring i aspekter av komplexitet och hur dessa upplevs bidra till träningsvärde. Projektet har i tidigare studier utvärderat designade LVC-träningsscenarier i så kallade White-Wizards, som genomförts vid FLSC (Aronsson m.fl., 2023). I scenariot får stridspiloter i simulatorer flyga med de restriktioner som verkliga flygfarkoster lyder under, det vill säga i detta sammanhang som L-flygfarkoster. Genomfört scenario följs av en debrief där stridspiloterna också får skatta hur de upplever att LVC-träningsscenariot bidragit till träningsvärde relativt definierade lärandemål. Denna ansats skulle möjliggöra utvärdering av de designade LVC-träningsscenarierna med fokus på upplevt träningsvärde och i vilken utsträckning beaktade aspekter av komplexitet och kopplingar mellan beaktade aspekter av komplexitet, upplevs bidra till träningsvärde. Eftersom framtagna LVC-träningsscenarier är geografiskt positionerade i det övningsområde där ACE genomförs, skulle de kunna fungera som spin-ups inför framtida ACE-övningar, särskilt för stridspiloter som tidigare inte deltagit vid ACE.

Som vid tidigare genomförda enkätstudier vid ACE, avser projektet presentera resultat från analys av genomförd enkätstudie för stridspiloter och ACE-sekretariatet för att diskutera och förankra tolkningar av resultat med målgruppen. I det sammanhanget planerar projektet också genomföra nya LVC Allocator workshops, där stridspiloter får designa LVC-träningsscenarier med utgångspunkt i valda centrala resultat från analys av genomförd enkätstudie och aspekter som har upplevts bidra till träningsvärde. Detta i syfte att bidra till design av LVC-träningsscenarier med träningsvärde i fokus, samt att skapa ömsesidigt värde kring aktiviteter där stridspiloter får övning i utformning av scenarier och där projektet fortsatt utforskar LVC-T för att stärka flygvapnets träningsförmåga vid verkliga och simulerade luftstridsövningar.

6.3 "LVC i vardagen"

Det genomförs en satsning för att skapa ett svenskt nationellt simulatornätverk med flygsimulatorer på flygförband. Etableringen av nätverket skapar förutsättningar för nyttjandet av LVC i vardagen (Aronsson m.fl., 2017). Projektet avser följa utvecklingen och utforska hur simulatorerna kan användas för att skapa en realistisk träningsmiljö och öka träningsvärdet för stridsflygverken. Exempelvis så öppnar den tekniska utvecklingen inom Mixed Reality upp för möjligheten att studera V-perspektivet i LVC-T där inlevelse i simulering kan ha koppling till upplevt träningsvärde (Stevens & Kincaid, 2015). Med flera flygsimulatorer vid divisionerna finns även möjlighet att införa mindre LVC-tillämpningar och scenarier i träning som bedrivs vid divisionerna. Format och process för LVC Allocatorworkshops skulle kunna användas för att designa LVC-scenarier i mindre skala som stödjer träning vid divisionerna, där L- V- och C-entiteter ingår. Exempelvis kan bortfall av L-flygfarkoster ersättas med V-entiteter. När simulatornätverket finns på plats kan även divisionerna koppla upp sig med varandra och på så sätt öka antalet V-entiteter i ett och samma träningsstillfälle. Om nätverket inkluderar FLSC finns det möjlighet till ännu större övningar.

6.4 Flygutbildning utomlands

Projektet avser utöka samarbetet med Flygbefälsskolan gällande utvärdering av pågående utbildning av svenska flygelever utomlands på grund av att de under sin utbildning kommer att använda system som nyttjar LVC samt delta i träning med LVC-scenarier. De är även potentiella slutanvändare till LVC som träningskoncept för det svenska flygvapnet. LVC-STEPS kommer därmed att undersöka elevernas upplevelse av LVC-T i utbildningen med övergripande syfte att identifiera behov av anpassningar eller förändringar i svensk flygutbildning.

Referenser

- Aronsson, S. (2017). LVC i vardagen—Framtidens flygträning. FOI MEMO 6094. Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2019). Träningsvärde för alla! Live-Virtual-Constructive för effektiv luftstridssträning: Årsrapportering projekt ”LVC för effektiv flygträning” år 2019. FOI-R--4860--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2020). LVC Allocator och White Wizard: Fundament för träningsvärde i framtida Live Virtual Constructive luftstridssträning. FOI-R--5047--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2021). Träningsvärde av Live-Virtual-Constructive luftstridssträning i simuleringar och internationell luftförsvarsövning – Möjligheter och utmaningar i teori och praktik. FOI-R--5210--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2022a). Live Virtual Constructive i framtida luftstridsövningar – Enkät och workshopstudie i samband med Arctic Challenge Exercise 2021. FOI-R--5360--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- 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. *Journal of Defense Modeling and Simulation*, vol 19 (3), pp. 287-298. SAGE. <https://doi.org/10.1177/1548512920958079>
- Aronsson, S., Artman, H., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2023). A live mindset in Live Virtual Constructive simulations – a spin-up for future LVC-air combat training. *Journal of Defence Modeling and Simulation*. 2023; 20(4):447-465. SAGE. <https://doi.org/10.1177/15485129221106204>
- Artman, H., Elçadi, G., Lindhagen, A., Mitchell, M., Ramberg, R., & Woltjer, R. (2023). LVC och träningsvärde vid framtida luftstridsövningar – Enkät- och workshopstudie i samband med Arctic Challenge Exercise 2023. FOI-R--5609--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Artman, H., Lindquist, S., Mitchell, M., & Ramberg, R. (2018). Utforskande av träningsvärde för Live och Virtual – Avrapportering projekt ”LVC för effektiv flygträning” år 2018. FOI-R--4669--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Bennett, W., Noah, J., & Westhoff, S. (2019). Secure Live-Virtual-Constructive Advanced Training Environment - Advanced technology demonstration. In: *AFRL Fight's On!*. The Air Force Research Laboratory. Volume 33.
- Best, C., & Rice, B. (2018). Science and technology enablers of live virtual constructive training in the air domain. *Air & Space Power Journal*, 32(4), 59-73.
- Cole, A., Drew, P., McLaughlin, R., & Mandsager, D. (2009). Sanremo handbook of rules of engagement. International Institute of Humanitarian Law, Sanremo.
- Dahlbäck, N., Jönsson, A., & Ahrenberg, L. (1993). Wizard of Oz studies: why and how. In: *Proceedings of the 1st international conference on intelligent user interfaces*. Orlando, FL, 4-7 January 1993, pp. 193-200. New York: ACM.
- Försvarsmakten. (2023). Arctic Challenge Exercise 2023. <https://www.forsvarsmakten.se/sv/var-verksamhet/ovningar/avslutade-ovningar/ace21222/> (besökt 7 november 2024).

- Hannay, J.E., Brathen, K., Mevassvik, O.M., & Skjeltorp, A. (2014). LVC Simulation for Land Operations Training. STO-MP-MSG-126. DOI: 10.14339/STO-MP-MSG-126-16-pdf
- 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.
- Kelley, J.F. (1983). An empirical methodology for writing user-friendly natural language computer applications. In: *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, Boston, MA, 12-15 December 1983, pp. 193-196. New York: ACM.
- Lemmers, A., Petermeijer, B., Lubsen, Z., & Van Der Pal, J. (2024). The Potential of LVC for Creating Air Power - Beyond Adversaries. [Konferensbidrag]. The Interservice Industry, Training, Simulation, and Education Conference 2024, Orlando, FL, USA. <https://www.xcdsystem.com/iitsec/proceedings/index.cfm?Year=2024&AbID=133597&CID=1060#View>
- Nählinder, S., Oskarsson, P.-A., Lindahl, B., Hedström, J., & Berggren P. (2009). Effects of Simulator training – motivating factors. FOI-R--2926--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents. Living with High Risk Technologies*. Basic Books, New York.
- Ramberg, R., Artman, H., Woltjer, R., Aronsson, S., & Mitchell, M. (2023). LVC, What is it good for? Trade-Offs in training value of Live Virtual Constructive air combat training in large force exercises. In *proceedings of the International Symposium on Aviation Psychology 2023*.
- Rico, R., Hinsz, V. B., Davison, R. B., & Salas, E. (2018). Structural influences upon coordination and performance in multiteam systems. *Human Resource Management Review*, 28, pp. 332-346. Elsevier.
- Stevens, J., & Kincaid, J. (2015). The Relationship between Presence and Performance in Virtual Simulation Training. *Open Journal of Modelling and Simulation*, 3, 41-48. doi: 10.4236/ojmsi.2015.32005.
- Woltjer, R., Ramberg, R., Artman, H., Aronsson, S., Mitchell, M., & Oskarsson, P.-A. (2023). The future of fighter pilot training? Live Virtual Constructive in Large Force Exercises: Perceived and expected training value. *International Journal of Aerospace Psychology* 34(1), 20-41. <https://doi.org/10.1080/24721840.2023.2247444>

Bilaga 1 – Enkät ACE23



LVC-survey ACE 2023



LVC (Live-Virtual-Constructive) is a concept that aims to incorporate simulators (Virtuals) and computer generated forces (Constructives) into live training missions. When answering this survey about future LVC, please assume:

- Virtuals are manned high-fidelity top-of-the-line aircraft simulators, as used today.
- Constructives act (communicate, employ tactics, follow orders, engage, etc.) realistically.
- LVC technology (security, datalinks, networks, etc.) is available and working.
- Training value is the value (in terms of skills, experience and/or knowledge) an exercise participant acquires.

Please circle your answer.

My qualification is: fourship lead twoship lead wingman

In the mission I just flew, I was tasked as:

Role: fourship lead twoship lead wingman

Mission type: Blue Air A/A Blue Air A/G Red Air

Today's date: 29 / 30 / 31 May 1 / 2 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 June, 2023

Answer to what extent you agree with the following statements by **circling a number from 1 to 7**:

1. The mission I just flew gave me good training value in:	Disagree completely							Agree completely						
a. Mission planning	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
b. 4-ship/2-ship tactics	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
c. Radar/sensor handling	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
d. Weapon systems handling	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
e. Deconfliction	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
f. Targeting	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
g. Missile management	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
h. BVR-tactics	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
i. SAM-awareness/avoidance	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
j. Tactical leadership	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
k. Flying a complex mission	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
2. Overall, this mission gave me good training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

3. To what extent do you agree with the following statements regarding the complexity of the mission you just flew:	Disagree completely							Agree completely						
a. The total number of included entities was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
b. Diversity of included entities (e.g., SAMs, different aircraft types) was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
c. The degree of task interdependencies (for example, SEAD/AI) between flights was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
d. The degree of timing interdependencies between flights was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
e. The degree of uncertainty in the mission (e.g., regarding threats, targets, opponents) was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
f. The pace at which decisions/actions had to be made was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
g. The degree of unpredictability of events as the mission unfolded was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
h. The number of roles I had to fulfil was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
i. The restrictiveness of the Rules of Engagement was of key importance to achieving training value.	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

4. To what extent do you agree with the following statements regarding introducing LVC into the mission you just flew:	Disagree completely			Agree completely			
a. Increasing the total number of included entities by adding Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
b. Increasing the diversity of included entities (e.g., SAMs, different aircraft types) using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
c. Increasing the degree of task interdependencies between flights using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
d. Increasing the degree of timing interdependencies between flights using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
e. Increasing the degree of uncertainty in the mission (e.g., regarding threats, targets, opponents) using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
f. Increasing the pace at which decisions/actions have to be made by using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7
g. Increasing the degree of unpredictability of events as the mission unfolds by using Virtuals and Constructives would increase training value.	1	2	3	4	5	6	7

5. To what extent do you agree with the following statements regarding introducing Virtuals and Constructives as Red Air into the mission you just flew:	Disagree completely			Agree completely			
a. Red Air Virtuals flying with realistic enemy performance (e.g., speed, weaponry, radar, stealth) would increase training value for Blue Air Live.	1	2	3	4	5	6	7
b. Realistic kill removal and regeneration of Red Air Virtuals and Constructives would increase training value for all.	1	2	3	4	5	6	7
c. Red Air Virtual aircraft with realistic enemy performance would increase training value for Red Air pilots.	1	2	3	4	5	6	7
d. A larger number of Blue Air Live aircraft (due to a decreased need of Red Live aircraft) would increase training value for Blue Air Live.	1	2	3	4	5	6	7
e. Red Air Virtuals and Constructives using virtual airspace outside of the Live training range would increase training value for Blue Air Live.	1	2	3	4	5	6	7
f. Red Air Constructives executing uncomplicated/simple missions would increase training value for Blue Air Live.	1	2	3	4	5	6	7
g. Red Air Constructives flying with realistic enemy performance (e.g., speed, weaponry, radar, stealth) would increase training value for Blue Air Live.	1	2	3	4	5	6	7

6. LVC as Blue Air Live and Red Air Virtual and Constructive would give me good training value in the type of mission I just flew, in:	Disagree completely			Agree completely			
a. Mission planning	1	2	3	4	5	6	7
b. 4-ship/2-ship tactics	1	2	3	4	5	6	7
c. Radar/sensor handling	1	2	3	4	5	6	7
d. Weapon systems handling	1	2	3	4	5	6	7
e. Deconfliction	1	2	3	4	5	6	7
f. Targeting	1	2	3	4	5	6	7
g. Missile management	1	2	3	4	5	6	7
h. BVR-tactics	1	2	3	4	5	6	7
i. SAM-awareness/avoidance	1	2	3	4	5	6	7
j. Tactical leadership	1	2	3	4	5	6	7
k. Flying a complex mission	1	2	3	4	5	6	7

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

