

Projektnummer  
E85150  
FoT-område  
Flygsystem

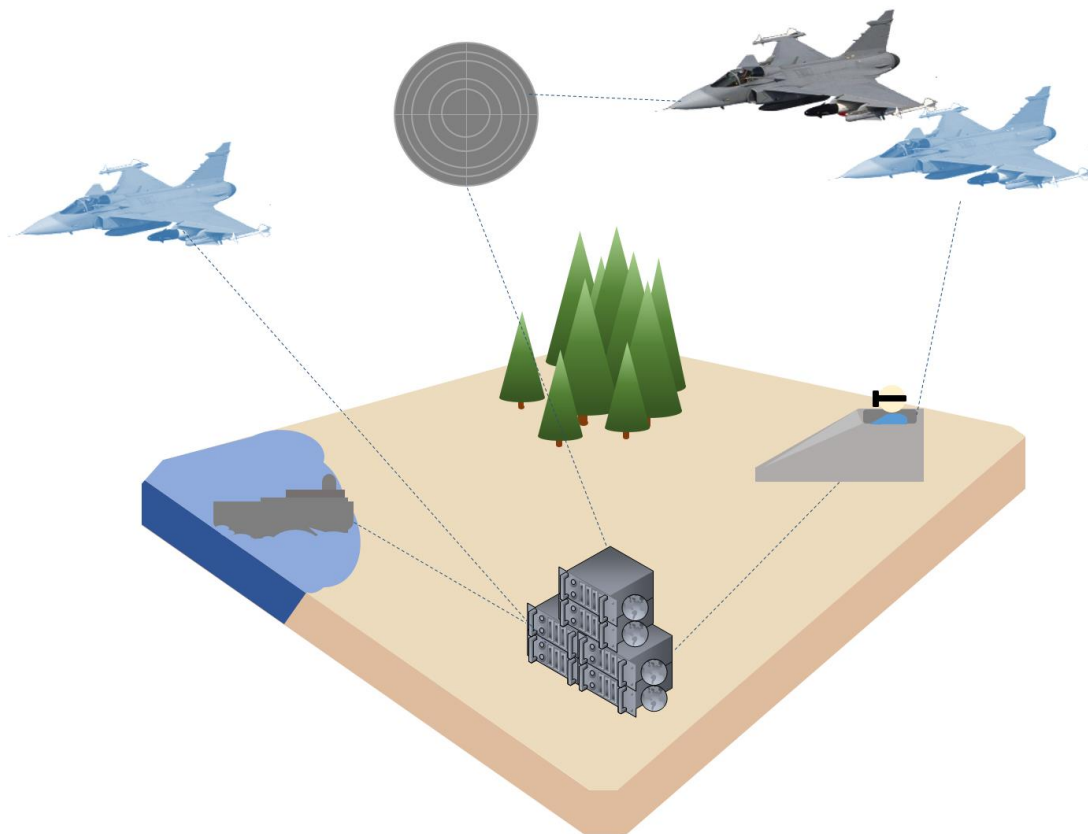
Uppdragsgivare  
Försvarsmakten

Författare  
Zackarias Alenljung, Alva Lindhagen, Robert  
Ramberg, Christian Lindberg, Gerhard Wolgers,  
Robin Dahlkvist

Datum  
2025-12-02

Memo nummer  
FOI Memo 9057

### Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025



Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025Memo nummer  
FOI Memo 9057

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aktiviteter.....</b>	<b>4</b>
	2.1 ACE 2025.....	4
	2.2 Blå tråden.....	5
	2.3 LVC/XR .....	6
	2.4 Omvärldsbevakning .....	8
	2.4.1 Military Flight Training Conference, Sardinien, Italien.....	8
	2.4.2 Air Combat Centre, Tammerfors, Finland.....	8
	2.5 Samarbeten .....	8
	2.5.1 Nationella .....	8
	2.5.2 Internationella.....	9
<b>3</b>	<b>Projekt LVC-STEPS 2026.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Vision 2027.....</b>	<b>10</b>
	<b>Referenser .....</b>	<b>11</b>
	<b>Bilaga A – LVC-enkäter.....</b>	<b>13</b>

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025Memo nummer  
FOI Memo 9057

# 1 Inledning

LVC-STEPS står för Live-Virtual-Constructive - Simulering, Träningsvärde, Effektivitet och Prestation för Stridsflyg. LVC är ett träningskoncept där Live (bemannade verkliga entiteter/flygfarkoster), Virtual (bemannade simulerade entiteter/flygfarkoster) och Constructive (datorgenererade entiteter) ingår i ett och samma träningsscenario (Sherwood m.fl., 2015, 2020; Aronsson m.fl., 2019; Mansikka m.fl., 2019a, 2019b). Implementation av konceptet existerar i exempelvis USA och Italien där delar av konceptet har implementerats. LVC har också demonstrerats på FLSC (Flygvapnets Luftstridssimuleringscentrum) och studier kopplat till konceptet har genomförts (Aronsson m.fl., 2017a). LVC-Träning (LVC-T) möjliggör komplexa träningsscenarier och ett flertal fördelar jämfört med träning enbart i luften eller i simulerade miljöer. Ur ett miljöperspektiv innebär LVC-T färre verkliga flygfarkoster och därmed lägre grad av miljöpåverkan (Best & Rice, 2018). Ur ett ekonomiskt perspektiv blir kostnaderna också lägre om färre verkliga flygfarkoster används vid träning och övning (Best & Rice, 2018). Ur ett säkerhetsperspektiv blir risken också lägre att avslöja förmåga och taktik (Aronsson m.fl., 2019). Eftersom tekniska lösningar för implementation av konceptet existerar, så kan forskning nu i högre grad fokusera på vilka träningsfördelar konceptet erbjuder i praktiken.

## Bakgrund och motivation till att bedriva forskning inom LVC-T

LVC-T har potential att öka träningsvärdet för luftstridsträning vid stora luftstridsövningar (Aronsson m.fl., 2021), och vid daglig träning vid flygflottiljerna, vad som har kommit att kallas ”LVC i vardagen” (Aronsson m.fl., 2017b). I sådana sammanhang blir det centralt att studera hur LVC-T kan nyttjas för att stärka träningsvärdet för deltagande flygförare (Aronsson m.fl., 2022, 2023; Ramberg m.fl., 2023).

Ytterligare aspekter som motiverar forskning är att LVC-T utgör en integrerad del i svenska pilotelevers utomlandsförlagda utbildning, vilket ger upphov till frågor om hur denna erfarenhet ska omhändertas och fortsatt utvecklas samt hur framtida svensk pilotutbildning bör utformas.

Simulatorplattformar blir alltmer avancerade. Virtuellt verklighet (Virtual Reality, VR) och blandad verklighet (Mixed Reality, MR) är simuleringsplattformar för simulatorbaserad utbildning och träning, som har potential att ge pilotelever och stridspiloter en högre grad av upplevd närvaro (eng. presence) vid simulatorbaserad utbildning och träning. Forskning har visat att högre grad av upplevd närvaro korrelerar med prestation vid utförande av uppgifter i MR-miljö (Chandio m.fl., 2025). Graden av upplevd närvaro kan också inverka positivt på motivation och engagemang, som sammantaget med upplevd närvaro är centralt för den bemannade V-komponenten i LVC-T.

## Projektets syfte och frågeställningar

Projektets övergripande syfte är att undersöka hur LVC-T kan anpassas till en svensk kontext för att stärka det svenska flygvapnet och bidra till ett förhöjt träningsvärde för svenska stridspiloter.

Detta övergripande syfte bryts ner i mer detaljerade frågeställningar som väglett de aktiviteter som beskrivs i denna rapport:

- Hur kan LVC-T utformas för att stärka det svenska flygvapnets träningsförmåga vid verkliga och simulerade luftstridsövningar för att bidra till ett förhöjt träningsvärde för svenska stridspiloter (avsnitt 2.1)?
- Vilka erfarenheter har pilotelever av LVC-T från sin utomlandsförlagda pilotutbildning och vilka förväntningar och krav ställer detta på den fortsatta pilotutbildningen som genomförs i Sverige (avsnitt 2.2)?
- Upplever stridspiloter en högre grad av närvaro och engagemang i en MR-miljö, som jämfört med skärmbaserade simulatorer (avsnitt 2.3)?

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

## 2 Aktiviteter

Nedan presenteras de olika aktiviteter som har bedrivits i projektet under innevarande år. Aktiviteterna innefattar: en planerad enkätundersökning vid luftstridsövningen ACE, genomförande av intervjustudier med svenska pilotelever utomlands, en litteratursökning och planering för nyttjande av MR-teknologi vid LVC-simulering, omvärldsbevakning kopplat till LVC i allmänhet samt pågående eller kommande nationella och internationella samarbeten inom projektet. Syfte och frågeställningar som väglett respektive aktivitet beskrivs nedan.

### 2.1 ACE 2025

Arctic Challenge Exercise (ACE) är en internationell luftstridsövning som Försvarsmakten genomför vartannat år i gemensamt övningsområde i norra Sverige, Finland och Norge. År 2023 deltog 120 flygplan med 2700 deltagare från 14 olika nationer. Målsättningen med ACE är att stridsflygplan från flera nationer får öva taktik och procedurer tillsammans med olika flygplanstyper i stora sammansatta styrkor i en realistisk hotmiljö. Syftet med projektets deltagande vid ACE 2025 var att undersöka och fördjupa förståelsen för hur aspekter av komplexitet vid luftstridsövningar<sup>1</sup> upplevs bidra till erhållet träningsvärde. Ett andra syfte var att undersöka förväntningar på hur implementation av LVC-T kan bidra till att uppnå önskvärd komplexitet och träningsvärde för stridsflygplan vid stora luftstridsövningar. Frågeställningar som avses besvaras är:

- Vilka aspekter av komplexitet i förhållande till uppdragstyp upplever stridsflygplan främst bidrar till träningsvärde?
- Vilka kombinationer av aspekter av komplexitet i förhållande till uppdragstyp upplever stridsflygplan främst bidrar till träningsvärde?
- Hur kan bemannade virtuella entiteter (V) och datorgenererade entiteter (C) i stora luftstridsövningar nyttjas på röd sida (fiende) för att uppnå önskvärd komplexitet och träningsvärde för blå sida (egna enheter)?
- Vilka förväntningar har stridsflygplan på införandet av LVC-T som träningskoncept som ett sätt att stärka träningsvärde för blå sida?

Ett tredje syfte med medverkan vid ACE 2025 var att genomföra så kallade ”LVC Allocator”-workshoppar (Aronsson m.fl., 2020, 2022) med stridsflygplan för design av LVC-T-scenarier för stora luftstridsövningar. Frågeställningar för dessa workshoppar var:

- Vilka aspekter av komplexitet, och kombinationer av aspekter av komplexitet, används vid design av LVC-T-scenarier för att skapa träningsvärde för blå sidas bemannade L- och V-entiteter?
- Vid design av LVC-T-scenarier, hur används bemannade V-entiteter och C-entiteter på röd sida för att skapa träningsvärde för blå sida?

#### Bakgrund till aktiviteten

Den planerade studien vid ACE 2025 bygger vidare på tidigare studier som genomförts i anslutning till ACE 2019, 2021 och 2023. I tidigare utgivna enkäter för ACE 2021 och 2023 har stridsflygplan skattat att ACE-övningen har gett mest upplevt träningsvärde av att flyga ett komplext uppdrag. Resultat visar vidare att stridsflygplan anser att bemannade V-entiteter och C-entiteter bäst nyttjas på röd sida för att ge träningsvärde för blå sida (Aronsson m.fl., 2021; Artman m.fl., 2023). Mot bakgrund av dessa resultat var syftet med deltagande att följa upp de tidigare resultaten och utreda vidare hur olika aspekter av komplexitet kan stödja framtida luftstridsövningar, samt hur bemannade

---

<sup>1</sup> Exempel på aspekter av komplexitet vid luftstridsövningar är deltagande antal entiteter, olika typer av entiteter, grad av osäkerhet och oförutsägbarhet i uppdraget, ömsesidiga beroenden i uppdrag och tid. För mer utförlig beskrivning se Artman m.fl. 2023, samt Alenljung m.fl. 2025.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

V-entiteter och C-entiteter bäst kan nyttjas på röd sida för uppnående av träningsvärde för blå sida i framtida LVC-T.

### Vad har gjorts inom aktiviteten?

Baserat på analys av resultat från den enkät som användes vid ACE 2021 (Aronsson m.fl., 2021), och ACE 2023 (Artman m.fl., 2023), har enkäten för ACE 2025 vidareutvecklats och detaljerats (se bilaga A). Planerad enkätstudie vid ACE 2025 fokuserade dels på aspekter av komplexitet och hur de upplevs bidra till träningsvärde (i förhållande till uppdragstyp), och dels hur kombinationer av aspekter av komplexitet upplevs bidra till träningsvärde (i förhållande till uppdragstyp). Vidare inkluderades frågor om hur bemannade V- och C-entiteter kan nyttjas på röd sida för att uppnå önskvärd komplexitet och därmed stärka träningsvärde för blå sida. Utöver detta planerades genomförande av ”LVC Allocator”-workshoppar för design av LVC-T-scenarier (Aronsson m.fl., 2020, 2022), i vilket process och material för genomförande av workshopparna skapades som en del i förberedelser inför övningen.

### Resultat inom aktiviteten

Den planerade enkätundersökningen vid ACE 2025 kunde inte genomföras som planerat då övningen ställdes in. Av detta skäl sökte projektet andra relevanta luftstridsövningar eller sammanhang för genomförande av enkätundersökningen. Möjlighet finns att genomföra en motsvarande enkätstudie vid luftstridsövningen ”Ramstein Flag 2026”, en Nato-övning som till skillnad från ACE innehåller faktisk implementation av LVC-T. Detta erbjuder en unik möjlighet att studera och utvärdera implementation av LVC-T vid stora luftstridsövningar. Mer specifikt hur LVC-T upplevs bidra till träningsvärde. Det material som tagits fram inför ACE 2025 är i denna kontext aktuellt och relevant. Däremot kommer modifikation och anpassning av enkäten behöva göras och det kommer att ske i dialog med representanter från övningsledningen.

## 2.2 Blå tråden

Syftet med aktiviteten som benämns ”blå tråden” är att undersöka förändringar i den svenska pilotutbildningen som en konsekvens av att delar av pilotutbildningen genomförs utomlands (USA och Italien). Dessutom ämnar projektet följa upp och undersöka vilka erfarenheter svenska pilotelever har av LVC-T som är en integrerad del i pilotelevernans utomlandsförlagda utbildning. Aktivitetens övergripande frågeställning är:

- Vilka erfarenheter har pilotelever av LVC-T i sin utomlandsförlagda pilotutbildning och vilka förväntningar och krav ställer detta på den fortsatta pilotutbildningen som genomförs i Sverige?

Denna frågeställning bryts ner i följande frågeställningar:

- På vilket sätt har LVC-T använts i den utomlandsförlagda utbildningen?
- Vilka färdigheter syftade implementation av LVC-T att fostra i den utomlandsförlagda utbildningen?
- Vilka förväntningar och krav ställs på den fortsatta flygutbildningen i Sverige, och hur kan utbildningen möta dessa?

### Bakgrund till aktiviteten

Under 2024 inleddes ett samarbete med Flygbefälsskolan (FBS) angående utvärdering av utomlandsförlagd utbildning. Samarbetet har utvecklats under 2025 där intervjuer och enkäter genomförts i syfte att stödja FBS arbete att omhänderta och anpassa den svenska utbildningen utifrån pilotelevers erfarenheter från deras utbildning i USA och Italien.

Genomförande av utbildning utomlands medför förändrade förutsättningar för den unika svenska flygpedagogiken. Av detta skäl har en kartläggning påbörjats under 2025 som behandlar svensk

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025Memo nummer  
FOI Memo 9057

militär flygpedagogik med fokus på hur flygutbildning utformas för att möta de förändrade kraven som ställs på framtida piloter, som ledning av obemannade farkoster, nyttjandet av integrerat AI-beslutstöd eller möta kvalificerat hot i form av luftvärn eller telekrigsförmåga. Arbetet avser kartlägga den militära flygpedagogiska grundsyn som vägleder utbildningen och hur psykologiska, pedagogiska och organisatoriska teorier omsätts i praktiken. Detta inbegriper instruktörers återkoppling, genomförande av flygpass och simulatorträning. Faktorer så som stress, motivation och stöttning i och utanför utbildningen är ytterligare intresseområden som hanteras. Detta görs för att tydliggöra hur pedagogiska principer samspekar med moderna tekniska hjälpmedel som simulatorträning och nyttjande av LVC-T i pilotutbildning. Denna aktivitet kan bidra till fortsatt utveckling av svensk militär flygutbildning och fungera som inspiration för andra militära och civila utbildningsmiljöer där lärande under press och hög komplexitet är avgörande.

### Vad har gjorts inom aktiviteten?

Kartläggning av svensk flygpedagogik har inletts genom litteraturstudier av tillgänglig dokumentation med fokus på den svenska flygutbildningsmodellen. Litteratur ska analyseras för att skapa en förståelse för de pedagogiska principer som gör flygvapnets utbildning unik och undersöka hur principerna för den svenska modellen samspekar med moderna tekniska hjälpmedel som simulatorträning och LVC-T.

Inhämtning av pilotelevernas erfarenheter av utbildning utomlands har under 2025 genomförts genom enkät- och intervjustudier. Tolv deltagare har intervjuats varav hälften av deltagarna har genomfört den första fasen av sin utbildning i USA och den andra hälften i Italien. Intervjudata kommer att analyseras genom tematisk analys och enkätdata kommer analyseras och presenteras deskriptivt. Målsättningen är att tidiga resultat från dessa analyser kan presenteras för FBS i december 2025.

### Resultat

Datinsamling och analys pågår under författande av detta memo. Resultat från litteratur- och intervjustudien presenteras i rapportformat kommande år.

## 2.3 LVC/XR

Syftet med ”LVC/XR”-aktiviteten är att undersöka nyttan hos MR-simulator i kombination med LVC-T som träningskoncept, detta för att förhöja pilotens upplevelse av närvaro och, engagemang, samt effekt i form av luftstridsträningsförmåga. Dessa aspekter är centrala för den bemannade V-entitet i LVC-T. Frågeställningar för denna aktivitet är:

- Finns det publicerad forskning om nyttan av träning i MR-simulatorer som jämförts med skärmbaserade simulatorer, och vilka är i så fall resultaten?
- Hur kan projektet teoretiskt och empiriskt förankra, och mäta eftersökt nytta med simulatorplattformen MR (närvaro, engagemang och träningseffekt)?
- Hur kan projektet designa en experimentell studie för att utvärdera nyttan av simulatorplattformen MR i kombination med LVC-T (där bemannad V-entitet utnyttjar MR) i termer av begrepp som närvaro, engagemang och träningseffekt?

### Bakgrund till aktiviteten

Verkliga flygfarkoster kan, för närvarande, inte medverka som L-entiteter i LVC-övningar vid FLSC. För att genomföra LVC-övningar vid FLSC och studera LVC-T, behöver L-entiteterna simuleras. I en tidigare genomförd studie vid FLSC utvärderades ett LVC-T-scenari som designats i en ”LVC Allocator”-workshop (Aronsson m.fl., 2023). I träningsscenariot fick utvalda bemannade V-entiteter (en 4-grupp) flyga med de restriktioner de skulle ha flugit under som verkliga bemannade L-entiteter (som vid övning under fredstid). Detta inbegrep bland annat restriktioner för lågflygning och farthållning (ingen lågflygning och ingen överljudsflygning). Utvärdering av stridspiloternas

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

upplevelser efter att ha flugit med sådana restriktioner var att genomförandet upplevdes mer verklighetsförankrat i deras sätt att bete sig än under vanlig simulatorflygning. Stridspiloter som inte flög under sådana restriktioner rapporterade också om liknande upplevelser, det vill säga att upplevelsen var mer verklighetsförankrad då de var tvungna att ta hänsyn till att den utvalda 4-gruppen genomförde scenariot med restriktioner som gäller för verkliga flygfarkoster (Aronsson m.fl., 2023). Simulerade L-entiteter skiljer sig således från V-entiteter, som kan utnyttja simulatorns fulla kapacitet för sin egen träning. Målet är dock att båda typerna ska få ett positivt och meningsfullt träningsvärde.

Resultat från forskning om VR, MR och träning indikerar att en upplevd hög närvarokänsla kan inverka positivt på träningsvärde och effekt (Mikropoulos, 2006; Harris m.fl., 2020; Slater, 2009), samt på prestation (Chandio m.fl., 2024, 2025).

Sammantaget motiverar detta att i en LVC-T-kontext, undersöka om en MR-plattform ger stridspiloter en högre grad av upplevd inlevelse och realism i agerande som bemannad simulerad L-entitet, i jämförelse med simulatorlösningar med platt skärm, vilket kan leda till förbättrad prestation och träningseffekt.

### **Vad har gjorts inom aktiviteten?**

En litteratursökning har genomförts med syfte att identifiera publicerad forskning inom flygdomänen, särskilt inom den militära domänen, där MR-plattformar använts och utvärderats i termer av upplevd närvaro, träningsvärde, prestation och träningseffekt. Då begrepp om närvaro främst utforskats i sammanhanget VR, vilket skiljer sig från MR, syftade litteratursökningen också till att hitta aktuell forskning om MR-plattformar i relation till begreppet närvaro.

Det finns ett intresse att utforska vidare vad som skapar denna närvaro, samt hur begreppen platsillusion (eng. place illusion) och trovärdighetsillusion (eng. plausibility illusion) som är starkt förankrade i närvaro, kan stödja framtagandet av en bemannad simulerad L-entitet. Den genomförda litteratursökningen syftade till att teoretiskt och metodologiskt förankra den experimentella studie som avses genomföras i projektet.

### **Resultat inom aktiviteten**

I den genomförda litteratursökningen identifierades ingen publicerad forskning om militär pilotträning i MR-plattformar, där resultat från utvärderingar med fokus på begrepp om närvaro, realism och prestation heller inte kunde identifieras. Däremot identifierades ett flertal nyligen publicerade artiklar som konceptualiserar närvaro i en MR-miljö, vilket är relevant för den planerade experimentella studien (Chandio m.fl., 2024, 2025). Litteratursökningen har också resulterat i konkreta idéer om hur stridspilots upplevelse av närvaro kan mätas under genomförande av ett träningsscenario, detta utan att använda psykofysiologiska mätmetoder. Resultat som redovisas i litteraturen pekar på en stark relation mellan upplevelse av närvaro och prestation i genomförande av uppgifter i MR-miljö (Chandio m.fl., 2024, 2025). Ett koncept är därför att det experimentella träningsscenario utformas så att stridspilots prestation kan mätas kvantitativt under genomförande och sättas i relation till upplevd närvaro. Kvantitativa data på prestation (exempelvis reaktionstid, antal träffar) kompletteras med subjektiva mått i form av att använda etablerade enkätverktyg för att mäta upplevd prestation och närvaro efter genomförd träning. Dessa mått kan sammantaget ge en indikation på om graden av närvaro är högre i en MR-miljö, än i en motsvarande traditionell skärmbaserad miljö. I den mån tillgång finns till att också nyttja psykofysiologiska mått, såsom hjärtfrekvensvariabilitet, så kan även detta nyttjas för att undersöka eventuella korrelationer mellan hjärtfrekvensvariabilitet och upplevelse av närvaro i MR-miljö jämfört med motsvarande traditionella skärmbaserade miljö.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

## 2.4 Omvärldsbevakning

Omvärldsbevakning genomförs kontinuerligt för att upptäcka händelser och trender och för att kunna följa med i och bidra till utveckling. Omvärldsbevakning har under innevarande år bestått av ett deltagande vid en konferens och ett besök vid en luftstridssimuleringsanläggning.

### 2.4.1 Military Flight Training Conference, Sardinien, Italien

Projektet deltog under våren på konferensen Military Flight Training 2025 (MFT) som genomfördes på Sardinien, i nära anslutning till den internationella flygutbildningsskolan, IFTS (International Flight Training School). Konferensen anordnades av den försvarsorienterade eventorganisationen Defence IQ där industrikoncernen Leonardo var en av årets huvudsponsorer. Försvarsmakter från över 40 länder var representerade samt flera företag inom flygutbildnings- och träningsindustrin. Ledorden under konferensen var att stater och industrier behöver arbeta mer öppet och nära ihop, både nationellt och internationellt, för att lära sig att samverka och tillsammans möta framtida hot.

Konferensen fokuserade på framtida utbildning och träning av stridsflygare. Delegater från bland annat Finland, Kanada och Storbritannien belyste hur viktigt det var att deras pilotutbildningar fokuserade på att skapa stresståliga beslutsfattare för att möta framtidens behov i luften. Delegater från andra länder, exempelvis Italien lade fokus på att utveckla LVC-teknik, från ett fokus på BVR-strid (eng. Beyond Visual Range) till WVR-strid (eng. Within Visual Range), och att utveckla psykofysiologiska mätmetoder för att göra träningen mer individanpassad. En representant ansvarig för träning i Australiens flygvapen, berättade om hur de var i en utvecklingsfas av att inkludera XR i alla delar flygutbildningen.

På konferensen uttrycktes det frustration över att utveckling och realisering av LVC-tekniken har tagit för lång tid. Intrycket är att konferensdeltagarna generellt var positiva till LVC-T som en central del i framtidens luftstridsträning. Ett fåtal länder, exempelvis Storbritannien och Italien, genomför varianter av LVC-T som innefattar viss LVC förmåga men ingen fullt implementerad LVC-T. Vid konferensen framfördes främst behovet av att använda LVC-T i utbildning och träning, snarare än behov av tekniska lösningar för att realisera LVC-T, eller om hur användning av LVC-T kan höja träningsvärdet för piloters träning och utbildning.

### 2.4.2 Air Combat Centre, Tammerfors, Finland

Projektet besökte under hösten Air Combat Centre vid Finlands flygflottilj i Tammerfors. Syfte med besöket var att få en djupare insyn i Finlands förmåga att genomföra LVC-T och distribuerad träning. Rapportering från besöket avses presenteras i ett framtida separat dokument.

## 2.5 Samarbeten

Inom projektet bedrivs det nationella och internationella samarbeten med andra FoT-områden och forskningsinstitut avseende LVC-T och forskning.

### 2.5.1 Nationella

Projektet bedriver gemensam koordinering med projektet Immersiva lösningar för flygsimulatorer inom FoT Flygsystem. Viss koordinering sker även med projektet Framtida gränssnitt inom FoT Ledning och MSI. Syftet med koordineringen är att minimera redundans och öka produktivitet genom att synkronisera insatser och möjliggöra för gemensamma studier och aktiviteter.

Projektet bedriver dialog med Flygstaben för att på en central nivå koordinera forskningsaktiviteter som projektet önskar bedriva tillsammans med flygvapnets personal. Syftet är att öka tillgängligheten till flygvapnets personal och flottiljer som projektet delvis är beroende av för genomförande av empiriska studier.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

## 2.5.2 Internationella

Projektet har tillsammans med projektet Immersiva lösningar för flygsimulatorer etablerat ett samarbete med Nederländernas flyg- och rymdcentrum (NLR) för ett projekt inom EDA CapTech Air för nyttjandet av XR vid LVC-T. I samma projektarbete ingår även Tysklands flyg- och rymdcentrum (DLR).

Projektet har även ett formellt informationsutbytesavtal (LIT – Live, Virtual and Constructive International Training) tillsammans med US Air Force Research Laboratory (AFRL). Ett formellt informationsutbyte genomförs kvartalsvis.

## 3 Projekt LVC-STEPS 2026

För det kommande året planeras fyra huvudsakliga aktiviteter. Aktiviteterna ligger i linje med det gångna årets verksamhet och utgör fortsatt utveckling inom respektive spår i projektet.

Den första aktiviteten ämnar utforska LVC-T i nära samarbete med flygvapnet på övningar och på flygflottiljer med fokus på hur LVC-T kan stärka träningsvärde för stridspiloter. Det planeras att projektmedlemmar deltar vid en internationell Nato-övning ”Ramstein Flag 2026” likt ACE, men med skillnaden att LVC-T i någon form är integrerat i övningen. Målet med att delta på övningen speglar den enkätstudie som var avsedd att genomföras under årets upplaga av ACE 2025, det vill säga att fortsatt utforska aspekter av komplexitet samt kombinationer av aspekter av komplexitet vid luftstridsträning och hur dessa upplevs bidra till träningsvärde. Ett sekundärt mål är att utvärdera det upplevda träningsvärdet av införlivandet av LVC-T under övning. Utöver detta planeras genomförande av en workshop-serie på flygvapnets flottiljer för att utforska vilka möjligheter LVC-T har att öka träningseffekt och uppfyllande av träningsmål. Syftet är att bättre förstå hur LVC-T kan integreras i den vardagliga träningen vid flygflottiljerna.

Den andra aktiviteten handlar om att följa upp svenska piloters upplevelser och erfarenheter från genomförd flygutbildning utomlands där LVC-T används som ett tränings- och utbildningsmedium. Syftet med detta är att förstå hur denna erfarenhet och förväntning kan mötas i den fortsatta utbildningen i Sverige. Dessutom planeras publicering av en rapport som avhandlar svensk flygpedagogik och hur svensk flygpedagogik kan anpassas för att möta kommande generation av stridspiloter.

Den tredje aktiviteten avser undersöka och bedriva studier kring MR användning vid LVC-T. Fokus för dessa studier kommer vara att undersöka hur MR på bästa sätt kan nyttjas för att simulera Live-entiteten i ett LVC-T-scenario. Resultaten från dessa studier kommer att ligga till grund för genomförandet av en Wizard-of-Oz-studie (WoZ), med inspiration från tidigare genomförda WoZ-studier på FLSC (Aronsson m.fl., 2019; Aronsson m.fl., 2020). Idén med WoZ-studien är att simulera LVC-T, där Live-entiteten i genomförande av scenariot utgörs av en bemannad MR-plattform för simulering, som agerar under restriktioner som normalt gäller under verklig flygning. Utvärdering av WoZ-studien fokuserar på Live-entiteten och pilotens upplevelse av närvaro samt prestation. WoZ-studien medger också utvärdering av ett LVC-T-scenario och om avsedda träningsmål uppnås, ett scenario som designats i tidigare ”LVC Allocator”-workshoppar i samarbete med F 21<sup>2</sup>.

Den fjärde aktiviteten inriktar sig på, och ämnar genomföra, en kognitiv arbetsanalys av framtida tänkbara operativa miljöer. Syftet är att identifiera framtida tänkbara operativa miljöer, som exempelvis samarbete med obemannade farkoster, drönarhot, hot från kvalificerade luftvärn och andra aspekter som kan tänkas påverka piloter i deras framtida operativa miljöer. Även nya generationer av stridsflyg kommer med stor sannolikhet att ställa andra kognitiva krav än tidigare.

---

<sup>2</sup> Delar av genomförd LVC Allocator presenteras i Alenljung m.fl. (2025).

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

Målet är att förstå hur träning behöver utformas för att förbereda piloter för dessa operativa miljöer och hur LVC-T kan möjliggöra och stötta detta.

Omvärldsbevakning sker fortsatt löpande. Utöver dessa övergripande aktiviteter planeras genomförande av två examensarbeten, varav ett inom MR, där arbetet fokuserar på inlevelse vid pilotträning (för att simulera Live-entiteten). Det andra examensarbetet fokuserar på att utveckla ett konceptuellt verktyg för att designa luftstridsscenarier för LVC-T.

## 4 Vision 2027

På sikt har projektet som ambition att genomföra en simulerad LVC-övning på FLSC. Visionen är att genomföra alla ingående aktiviteter i en framtida LVC-T. Det inkluderar allt från att designa scenariot, planera, förbereda och genomföra LVC-övningen (som inkluderar stridspiloternas planering kring taktik och att säkerställa att tekniken fungerar som avsett), till att utvärdera övningen. Visionen tar inspiration från tidigare genomförda WoZ-studier på FLSC som har bedömts vara ett kostnadseffektivt sätt att genomföra och utvärdera LVC-T. Till skillnad från tidigare studier kommer vision 2027 att genomföra LVC-övningen med MR-hjälm. Dessutom kommer det designade LVC-T-scenariot att utgöra en spin-up<sup>3</sup> för övningen ACE.

Syftet är att bygga vidare på tidigare arbeten inom projektet och att vidareutveckla LVC-T konceptet för att fortsätta anpassa det till en svensk kontext med mål att skapa ett ökat träningsvärde för det svenska flygvapnet.

---

<sup>3</sup> Spin-up används som begrepp för att beskriva en eller flera övningar som genomförs inför en större övning.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

## Referenser

- Alenljung, Z., Lindhagen, A., Artman, H., Ramberg, R. (2025). Live Virtual Constructive i framtida luftstridsträning. FOI-R--5729--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Lindquist, S., & Ramberg, R. (2017a). Effektiv simulatorträning: Slutrapport projekt Effektiv flygträning och utbildning 2015-2017. FOI-R--4520--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Aronsson, S., Artman, H., Larsson, M., Lindquist, S., Mitchell, M., Ramberg, R., & Ungerth, S. (2017b). 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 luftstridsträning: 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 luftstridsträning. FOI-R--5047--SE. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- 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. Stockholm: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- 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. *Journal of Defence Modeling and Simulation*. 2022; 19(3): 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. <https://10.1177/15485129221106204>.
- Artman, H., Elcadi, 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.
- 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.
- Chandio, Y., Interrante, V., Anwar, F. M. (2024). Human Factors at Play: Understanding the Impact of Conditioning in Presence and Reaction Time in Mixed Reality. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 5, pp. 2400-2410, May 2024, DOI: 10.1109/TVCG.2024.3372120.
- Chandio, Y., Interrante, V., Anwar, F. M. (2025). Reaction Time as a Proxy for Presence in Mixed Reality with Distraction. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 31, no. 5, pp. 3140-3150, May 2025, DOI: 10.1109/TVCG.2025.3549575.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

- Giardina, G. (2018). SLATE demo highlights love, virtual, constructive environments 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 25 september 2025).
- Harris, D. J., Bird, J. M., Smart, A. P., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2020). A framework for the testing and validation of simulated environments in experimentation and training. *Frontiers in psychology*, 11: 605.
- 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 1: Assessment framework. *Journal of Defence Modeling and Simulation*. DOI: <https://doi.org/10.1177/1548512919886375>.
- Mansikka, H., Virtanen, K., Harris, D., m.fl. (2019b). Live-virtual-constructive simulation for testing and evaluation of air combat tactics, techniques and procedures, Part II: Demonstration of the framework. *Journal of Defence Modeling and Simulation*. DOI: <https://doi.org/10.1177/15485129198863758>.
- Mikropoulos, T. A. (2006), Presence: a unique characteristic in educational virtual environments. *Virtual Reality*, 10(3-4), 197-206.
- 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.
- Sherwood, S., Neville, K., Sonnenfeld, 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 59<sup>th</sup> Annual Meeting. Los Angeles, CA, 26-30 October 2015.
- Sherwood, S., Neville, K., McLean III A., m.fl. (2020). Integrating New Technology into the Complex System of Air Combat Training. *A Framework of Human Systems Engineering: Applications and Case Studies*: pp. 185-204.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535): pp. 3549-3557.

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

## Bilaga A – LVC-enkäter



UTKAST  
LVC-survey ACE 2025



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, unless other instructions are given.

This is the 1<sup>st</sup> 2<sup>nd</sup> 3<sup>rd</sup> 4<sup>th</sup> 5<sup>th</sup> 6<sup>th</sup> 7<sup>th</sup> time I answer this survey

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, 2025

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

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

4. Preparing for the mission I just flew, considering LVC implemented as Blue Air Live and Red Air Virtual and Constructive would affect training value in:	Mark the corresponding box below:		
	Negatively	Not affected	Positively
a. Mission planning			
b. Deconfliction			
c. Tactical leadership			
5. Regarding the mission I just flew, LVC implemented as Blue Air Live and Red Air Virtual and Constructive would affect training value in:	Mark the corresponding box below:		
	Negatively	Not affected	Positively
a. Radar/sensor handling			
b. Weapon systems handling			
c. 4-ship/2-ship tactics			
e. Targeting			
f. Missile management			
g. BVR-tactics			
h. SAM-awareness/avoidance			
i. Deconfliction			
j. Tactical leadership			
k. Flying a complex mission			

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusopdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

**UTKAST**

<b>6. Overall, introducing LVC in the mission I just flew would have had an impact on training value</b>	<b>Mark the corresponding box below:</b>		
	Negatively	Not affected	Positively

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

<b>7. To what extent do you agree with the following statements regarding the complexity of the mission you just flew:</b>	<b>Disagree completely</b>							<b>Agree completely</b>						
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

<b>8. To what degree do you agree with the following statements, regarding the complexity of the mission you just flew:</b>	<b>Disagree completely</b>							<b>Agree completely</b>						
a. The degree of timing interdependency strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
b. The degree of task interdependency strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
c. The degree of timing and task interdependency together strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
d. Total number of included entities strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
e. Diversity of included entities strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
f. Total number and diversity of included entities together strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
g. The degree of uncertainty strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
h. The degree of unpredictability of events strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
i. The degree of uncertainty and unpredictability of events in the mission together strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
j. The rapid pace at which decisions had to be made strongly affected the complexity	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
k. The degree of uncertainty and unpredictability of events together strongly affected the complexity because of the pace in which decisions had to be made	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

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

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusuppdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057



UTKAST  
General LVC-survey ACE 2025



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 simulators.
- Constructives act (communicate, employ tactics, follow orders, engage, etc.) realistically.
- Synthetic are a collective term, referring to both Virtual and Constructive.
- 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, unless other instructions are given.

My qualification is: fourship lead      twoship lead      wingman

Today's date: 29 / 30 / 31 May 1 / 2 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 June, 2025

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

1. To what extent do you agree with the following statements regarding introducing Red V and C into LFEs:	Completely disagree		Neutral		Completely agree
a. Increasing total number of Red synthetic entities would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
b. Red air V flying with realistic enemy performance would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
c. Realistic kill removal of synthetic Red air entities would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
d. Regeneration of synthetic Red air entities would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
e. Red air synthetic entities using virtual air space outside of the live training range, would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5

2. To what extent do you agree with the following statements regarding introducing Red V and C into LFEs:	Completely disagree		Neutral		Completely agree
a. Red air V pilots flying with realistic enemy performance would increase training value for Red air V pilots	1	2	3	4	5
b. Realistic kill removal of synthetic Red air entities would increase training value for Red air	1	2	3	4	5
c. Regeneration of synthetic Red air entities would increase training value for Red air	1	2	3	4	5
d. Red air V pilots flying in supersonic speed would increase training value for Red air V pilots	1	2	3	4	5

3. To what extent do you agree with the following statements regarding introducing Blue V and C into LFEs:	Completely disagree		Neutral		Completely agree
a. Less experienced pilots can participate as V and receive training value.	1	2	3	4	5
b. Regeneration of synthetic Blue air entities would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
c. V Blue air executing uncomplicated tasks and missions would increase training value for Blue air L	1	2	3	4	5
d. C Blue air executing uncomplicated tasks and missions would increase training value for Blue air L	1	2	3	4	5
e. Blue air synthetic entities using virtual air space outside of the live training range, would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
f. Blue air V pilots flying in supersonic speed would increase training value for Blue air V pilots	1	2	3	4	5
g. Increasing total number of Blue synthetic entities would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5

Titel  
Projekt LVC-STEPS - Statusopdatering 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9057

**UTKAST**

**4. In a LVC infused mission for Blue side, what V and C entities would be most suited to include in a large force exercise to achieve high training value?**

Please choose in the list a –g below, the three most important synthetic entities to include in a LVC scenario. Rank them in the order that you consider would give you the most training value. 1. Is the most important, 2. Is the second most important and 3. Is the least most important entity. Do this for both mission types DCA/OCA. The same chosen synthetic entity can be included in both mission types DCA/OCA.

For each included synthetic entity, with a cross, mark if these should be V and/or C, as well as if they should be on Red and/or Blue. V are human operated and C are computer operated.

Synthetic entities	DCA (e.g 1 a)	V and/or C? (e.g V [ _x ] )	Red and/or Blue
a. SAMs	1. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]
b. AWACS	2. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]
c. Drones	3. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]
d. UAVs			
e. Medical transports			
f. EW vehicles			
g. Ballistic robots			
	OCA	V and/or C?	Red and/or Blue
	1. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]
	2. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]
	3. _____	V [ ___ ] and/or C [ ___ ]	Red [ ___ ] and/or Blue [ ___ ]

5. Imagine a setting where an Air boss, or white force, oversee and act in an exercise like ACE by dynamically adding, removing or relocating synthetic Red entities in a live scenario.

In a DCA mission, training value would be strengthened for Blue Live pilots by dynamically adding/removing/geographically relocating Red:	Completely disagree		Neutral		Completely agree
a) Pop-up SAMs	1	2	3	4	5
b) Pop-up ballistic missiles	1	2	3	4	5
c) Pop-up drones	1	2	3	4	5
d) Pop-up drone swarms	1	2	3	4	5
e) Aircraft number	1	2	3	4	5
In a OCA mission, training value would be strengthened for Blue Live pilots by dynamically adding/removing/geographically relocating Red:					
f) Pop-up SAMs	1	2	3	4	5
g) Pop-up ballistic missiles	1	2	3	4	5
h) Pop-up drones	1	2	3	4	5
i) Pop-up drone swarms	1	2	3	4	5
j) Aircraft number	1	2	3	4	5

6. To what extent do you agree with the following statements:	Completely disagree		Neutral		Completely agree
a. Introducing V and C entities as Red air would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
b. Utilizing digital capabilities such as kill removal, regeneration and realistic enemy performance would increase training value for Red V	1	2	3	4	5
c. Utilizing digital capabilities such as kill removal, regeneration and realistic enemy performance would increase training value for Blue air	1	2	3	4	5
d. Introducing synthetic entities into LFEs would increase training value for all	1	2	3	4	5
e. Introducing synthetic entities into LFEs can increase the complexity of training scenarios, and hence increase training value for all	1	2	3	4	5

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