

# Upptäcka, bekämpa och undgå upptäckt av obemannade flygande system

Fältförsök och scenariobaserade spel

PER WIKBERG, CHRISTINA GRÖNWALL, JOSEF JOHANSSON, MIKAEL LYTH,  
JONATHAN SVENSSON, DANIEL SVEDBRAND



**Per Wikberg, Christina Grönwall, Josef Johansson, Mikael Lyth, Jonathan Svensson, Daniel Svedbrand**

## **Upptäcka, bekämpa och undgå upptäckt av obemannade flygande system**

## **Fältförsök och scenariobaserade spel**

Titel	Upptäcka, bekämpa och undgå upptäckt av obemannade flygande system – Fältförsök och scenariobaserade spel
Title	Detecting, Countering, and Evading Detection from Unmanned Systems – Field Trials and Scenario-Based Exercises
Rapportnr/Report no	FOI-R--5883--SE
Månad/Month	Februari
Utgivningsår/Year	2026
Antal sidor/Pages	33
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Autonomi och styrda vapen
FoT-område	Inget FoT-område
Projektnr/Project no	E86336
Godkänd av/Approved by	Irina Eriksson
Ansvarig avdelning	Försvarsteknik

Bild/Cover: Joel Attermark/FOI

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

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

## Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar de fältförsök och scenariobaserade spel som genomförts under vecka 535 inom projektet Demo UCAV, i samarbete mellan Försvarmakten, FMV och FOI. Försöket syftade till att öka förståelsen för grundläggande förmåga att kunna skydda sig mot obemannade flygande system, Counter Unmanned Aerial Systems (C-UAS), med fokus på att kunna upptäcka, bekämpa och undgå upptäckt. Under tre dagar genomfördes praktiska moment där bärbara sensorer, passiva kamera-system och olika typer av UAV:er prövades för att studera detektionsförmåga, verkan med finkalibrig eld samt effekten av maskering och skenmål. Resultaten låg till grund för scenariobaserade workshoppar där tre typförband, mekaniserad bataljon, artilleribataljon och norrlandsjägarbataljon, låg till grund för att analysera hur C-UAS-förmågan kan integreras och anpassas på bataljonsnivå. Försöket visar att effektiv C-UAS kräver en kombination av tekniska system, utbildning och taktik samt robust informationsdelning mellan förband. Truppluftvärn bedöms kunna utgöra ett kompletterande lager i ett djupförsvär, men kräver vidare studier. Maskering och vilseledning är avgörande för överlevnad i en UAV-dominerad stridsmiljö. Rapporten identifierar även behov av fortsatt utveckling av sensorer, metoder och realistiska övningar.

Nyckelord: C-UAS, drönare, obemannade system, detektion, bekämpning, undgå upptäckt, maskering, vilseledning, skenmål, truppluftvärn, sensorer, fältförsök, scenariobaserade spel

## Summary

This report summarizes the field trials and scenario-based exercises conducted September 25<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup> as a part of the Demo UCAV project, a collaboration between the Swedish Armed Forces, The Swedish Material Administration (FMV) and the Swedish Defence Research Agency (FOI). The purpose of the trials was to improve understanding of fundamental C-UAS capabilities, focusing on detecting, countering, and avoiding detection from unmanned systems. Over three days, practical experiments were carried out using man-portable sensors, passive camera systems and various types of UAVs to study detection performance, the effect of small-arms fire, and the impact of camouflage and decoys. The results formed the basis for scenario-based workshops in which three types of units, mechanized, artillery and ranger battalions, were used to analyse how C-UAS capabilities can be integrated and optimized at battalion level. The trials show that effective C-UAS requires a combination of technical systems, training and tactics, as well as robust information sharing between units. Small-arms air defence is assessed to constitute a possible complementary layer in a layered defence but requires further study. Camouflage and deception are identified as essential for survivability in a drone-dominated operational environment. The report also highlights the need for continued development of sensors, methods and realistic training.

Keywords: C-UAS, drones, unmanned systems, detection, engagement, avoiding detection, camouflage, deception, decoys, small-arms air defence, sensors, field trials, scenario-based exercises

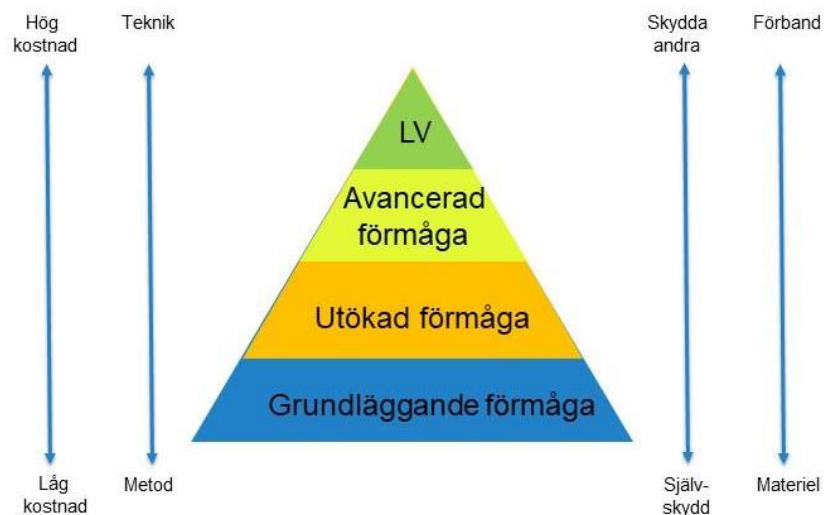
## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>6</b>
1.1	Syfte och mål .....	7
1.2	Avgränsningar .....	7
<b>2</b>	<b>Metod</b> .....	<b>9</b>
2.1	Sammanfattning av genomförande .....	9
2.2	System som användes vid försöken .....	10
2.2.1	UAV-system. ....	10
2.2.2	Bärbart UAS-detektionssystem.....	10
2.2.3	Passiva kamerasystem. ....	11
2.3	Genomförda praktiska försök .....	12
2.3.1	Försök kring förmåga att upptäcka drönare.....	12
2.3.2	Försök kring förmåga att bekämpa drönare .....	13
2.3.3	Försök kring förmåga att undgå upptäckt .....	14
2.4	Genomförande av workshoppar .....	16
2.4.1	Precisering av taktisk uppgift .....	16
2.4.2	Förmåga att upptäcka drönare .....	17
2.4.3	Förmåga att bekämpa drönare .....	17
2.4.4	Förmåga att undgå upptäckt.....	18
2.5	Analys av dokumenterat underlag .....	19
<b>3</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>21</b>
3.1	Övergripande skillnader mellan typförbanden.....	21
3.2	Förmåga att upptäcka drönare .....	21
3.3	Förmåga att bekämpa drönare .....	22
3.4	Förmåga att undgå upptäckt.....	23
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>24</b>
4.1	Övergripande slutsatser.....	24
4.2	Slutsatser avseende förmåga att upptäcka drönare .....	25
4.3	Slutsatser avseende förmåga att påverka och bekämpa drönare .....	25
4.4	Slutsatser avseende förmåga att undgå upptäckt.....	26
4.5	Försökets svagheter .....	27
4.6	Förslag på inriktning av fortsatt arbete .....	27
	<b>Bilaga. Taktisk tillämpning av C-UAS vid tre olika typbataljoner</b> .....	<b>29</b>

# 1 Inledning

Projektet “Demo UCAV<sup>1</sup>” är ett samarbete mellan Försvarmakten, FMV och FOI, och en del i Försvarmaktens strävan att bygga upp förmåga till strid med och skydd mot obemannade flygfarkoster. Obemannade flygande sensor- och verkanssystem skapar förutsättningar som tidigare saknats för svenska förband att påverka en motståndare över ytan, samtidigt som motsvarande förmåga på fiendesidan innebär en ny allvarlig hot-dimension mot svenska förband. Syftet med projektet är att demonstrera hur obemannade flygfarkoster och skydd mot dessa kan införas vid Försvarmaktens olika typförband med fokus på divisionens strid.

Att öka förmågan att upptäcka och bekämpa obemannade flygfarkoster (C-UAS<sup>2</sup>) är ett prioriterat område för stora delar av Försvarmakten, och utveckling pågår både vad gäller metoder och teknik. För att tydliggöra skillnaden mellan kvalificerade system, som ligger nära luftvärn, och enklare system som kan hanteras av enskilda soldater, kan C-UAS delas in i nivåer i form av en förmågepyramid<sup>3</sup> enligt figur 1.



Figur 1. Förmågepyramiden för C-UAS.

Figuren visar hur C-UAS-förmåga kan förstås i flera nivåer. Den nedersta nivån, **grundläggande förmåga**, omfattar enkla metoder och åtgärder för självskydd som alla soldater behöver behärska. Nästa nivå, **utökad förmåga**, bygger vidare på detta genom användning av mer avancerad materiel och system som ger ökat skydd. Den tredje nivån, **avancerad förmåga**, innebär högre teknikinnehåll och mer samordnade system som kan skydda andra än det egna förbandet. Överst återfinns **luftvärn**, där kvalificerade resurser på förbandsnivå utgör den mest avancerade och kostsamma delen av förmågan. Pyramiden illustrerar även att förmågan sträcker sig från lågteknologiska och enkla metoder till högteknologiska system med betydande resursbehov. Samtidigt rör det sig från åtgärder för enskilt självskydd till skydd av hela förband.

Inom ramen för Demo UCAV genomförs försök på olika nivåer av pyramiden, vid flera typer av förband, i syfte att öka förståelsen för hur systemen kan användas. Detta

<sup>1</sup> Unmanned Aerial Combat Systems.

<sup>2</sup> Counter Unmanned Aerial Systems.

<sup>3</sup> Se FM 2025-13902:1Namn: Arméns initiala koncept för C-UAS.

inkluderar att analysera både möjligheter och begränsningar samt hur ett införande påverkar befintliga system och samordningen mellan förband.

Denna rapport beskriver resultatet av ett fältförsök som genomfördes under vecka 535 med fokus på förmågepyramidens lägre nivåer i form av ”grundläggande förmåga” samt viss mån ”utökad förmåga”. Försöket gjordes i samarbete med Arméns experimentplattform (AXP) vid Markstridsskolan (MSS), K4 och Försvarets Materielverk (FMV). MSS var ansvarig för övningsledning och också samordningsansvarig för verksamhetssäkerhet inklusive flygverksamhet. Försöken inriktades mot burna system utifrån tre teman:

- Förmåga att upptäcka drönare.
- Förmåga att bekämpa och påverka drönare.
- Förmåga att undgå upptäckt av drönare.

## 1.1 Syfte och mål

Det övergripande syftet med försöket var att ge underlag för utvecklingen av Försvarmaktens grundläggande förmåga avseende C-UAS, med en avgränsning mot burna system. Ett annat syfte var att utforska olika sensorlösningar som kan medföras buret. Utifrån antagandet att förutsättningarna för denna grundläggande förmåga varierar mellan olika typförband, valdes tre förbandstyper, mekaniserad bataljon, artilleribataljon och norrlandsjägarbataljon, med skilda förutsättningar för en analys av hur C-UAS-förmågan kan optimeras på bataljonsnivå. Målet var att ta fram dokumentation av möjliga taktiska lösningar på denna nivå samt att skapa underlag för fortsatt förmågeutveckling inom delar av arméns typförband.

Inom ramen för ovanstående syften formulerades några delmål utifrån de tre teman som utgjorde inriktning för försöken.

För förmåga att upptäcka drönare var syftet att pröva dels ett tillgängligt antidrönarsystem, dels några sensortekniker med potential att användas som burna detektionssystem. Målet var att skapa beslutsunderlag för hur sådana system kan användas inom bataljons ram.

För förmåga att bekämpa drönare var syftet att pröva möjligheten att använda personligt eldhandvapen utan assisterad inriktning. Målet var att bedöma i vilken grad detta kan utgöra en realistisk komponent i en grundläggande förmåga.

Slutligen, för förmåga att undgå upptäckt, var syftet att pröva några olika sensoralternativ monterade i drönare eller på tripod mot typmål maskerade med antingen Försvarmaktens nuvarande system eller två olika prototyper av maskeringssystem. Även här var målet att ge underlag för vidare taktikutveckling av hur olika förband ska kunna undgå upptäckt från drönare.

Försöken var av utforskande karaktär. De praktiska momenten syftade till att ge indikativa resultat och öka förståelsen för hur systemen fungerar och kan användas.

## 1.2 Avgränsningar

Arbetet som beskrivs i den här rapporten har avgränsats på följande sätt:

- Fokus har varit på de lägre nivåerna av förmågepyramiden. Kvalificerade system, exempelvis dedikerade telekrigsfordon och kinetiska system utöver finkalibrig eld, omfattas inte.
- Inriktningen har varit arméns förband och burna system.
- Försöken avgränsades till ett fåtal system för detektion och bekämpning av obemannade flygfarkoster.
  - AXP medförde ett detektionssystem, MyDefence Wingman, som sedan tidigare bland annat tillförts Flygvapnet. Anledningen till att detta system valdes var ett behov av underlag för att bedöma hur, och på vilken nivå, systemet skulle kunna användas vid Arméns typförband.

- FOI medförde två olika passiva kamerasystem med förmåga att detektera flygande system. Anledningen till att dessa två system valdes var att det är system som Försvarmakten ännu inte införskaffat samtidigt som de representerar relativt mogen teknik och är möjliga att medföra som burens utrustning.
- Avseende bekämpning var målsättningen inför försöket att testa hagelvapen. Emellertid var det inte möjligt att få tillgång till ett sådant vapensystem vid det aktuella tillfället, varför försöket avgränsades till Försvarmaktens standardvapen AK5.

## 2 Metod

Försöket genomfördes måndag till fredag, vecka 535, på K4 skjutfält. Deltagare vid försöket utgjordes av:

- Fem personer från enheten Arméns experimentplattform (AXP) vid Markstridsskolan (MSS) med varierande erfarenhet från Försvarmakten.
- En utvecklingsofficer samt en jägarpatrull med fast anställd personal från K4. Jägarpatrullen utgjorde trupp vid de praktiska försöken.
- En representant från Marinstaben som deltog som observatör vid de praktiska försöken samt som deltagare i workshopparna.
- Nio personer från FOI. En representant svarade för samordning av dokumentation samt organisation och genomförande av workshoppar. Två representanter svarade för flygning med FOI:s UAV-system. Övriga deltog som observatör vid de praktiska försöken samt som deltagare i workshopparna.
- Två personer från FMV deltog som observatörer vid det praktiska försöket samt som deltagare i workshoppen under tisdagen.

Under måndagen genomfördes inledande förberedelser, inklusive en översiktlig genomgång för den deltagande truppen.

Från tisdag till torsdag genomfördes praktiska försök under förmiddagarna. Dessa försök kan bäst beskrivas som explorativa demonstrationer, där syftet inte enbart var att pröva systemens funktion utan även att ge deltagarna möjlighet att närmare förstå den bakomliggande tekniken och dess praktiska tillämpning i olika situationer.

Under eftermiddagarna följde workshoppar med utvärdering och dokumentation, baserade på ett enklare taktiskt scenario utifrån frågeställningarna hur olika typförband kan optimera sin förmåga avseende C-UAS och vilka konsekvenser detta får för arbetet med fortsatt förmågeutveckling. Deltagarna delades in i tre grupper och tilldelades dator för dokumentation. Resultaten och observationerna från förmiddagarnas försök utgjorde ett centralt underlag för dessa workshoppar.

Avsnitt 2.1 ger en kortfattad sammanfattning av hela genomförandet och avsnitt 2.2 beskriver de system som använts vid försöket. Avsnitt 2.3 redovisar genomförandet av de praktiska försöken och avsnitt 2.4 redovisar genomförandet av eftermiddagarnas workshoppar. Avslutningsvis redovisar avsnitt 2.5 analys av resultat och dokumenterat underlag.

### 2.1 Sammanfattning av genomförande

Tisdagen ägnades åt temat att upptäcka drönare, där sensorlösningar i form av passiva kameror och buren C-UAS-utrustning prövades och diskuterades. Försöket genomfördes med fyra olika UAV:er varav två var från Försvarmakten och två medfördes av FOI. Vidare användes tre bärbara UAS-detektionssystem från Försvarmakten samt två passiva kamerasytem från FOI.

Onsdagen fokuserade på att påverka och bekämpa drönare, vilket innebar skjutningar mot både fasta och rörliga mål i olika skjutfall med AK 5C. Försöket innebar provskjutning på skjutbana i syfte att få en uppfattning av sannolikhet för träff med finkalibrig eld från AK 5C mot mål i storlek motsvarande olika UAV-typer.

Torsdagens tema var att undgå upptäckt och vilseleda drönare där olika sensor-konfigurationer, både markbaserade och monterade på UAV, prövades mot olika mål. Sensorerna var antingen monterade på drönare eller placerade på marken med hjälp av tripoder.

De resultat som erhöles från de tre dagarna utgjordes dels av observationer från de praktiska försöken och dels av dokumentationen från eftermiddagarnas workshop. Vid

analysen har en AI-baserade språkmodell i form av OpenAI från ChatGTP använts för att textmässigt bearbeta det insamlade underlaget.

Det bör noteras att de praktiska försöken hade begränsad experimentell kontroll, då möjligheterna att styra yttre faktorer var små. Försöken hade därför en explorativ karaktär, och syftade främst till att skapa ett underlag till de scenariobaserade workshopparna. Som komplement till dessa ”spelkort” hölls även presentationer om genomförd och planerad forskning och utveckling (FoU) inom C-UAS.

## 2.2 System som användes vid försöken

I detta avsnitt beskrivs de system som användes vid försöket

### 2.2.1 UAV-system.

Försvarsmakten använde två typer av UAS som ”målflyg” för de detektionssystem som prövades. Dels användes UAV05C Korpen som är en fixed-wing/flygplans-UAV av modellen Aerovironment RQ-20. UAV05 har använts för spaning på taktisk nivå i Försvarsmakten i olika versioner i över tio år. Vidare användes UAV06A, en quadcopter-UAV med fyra rotorerna av modellen Parrot Anafi USA GOV, som införts på låg stridsteknisk nivå sedan 2024.

Under tisdagens försök använde FOI dessutom två typer av civila UAS. Den första var en FPV-quadcopter med 10-tums propellrar som utnyttjade frekvensen 868 MHz för styrlänk och 5,8 GHz-området för digital videolänk (DJI O4). Den andra var en FPV-quadcopter med 5-tums propellrar som använde frekvensen 2,4 GHz för styrlänk och 5,8 GHz-området för analog videolänk.

Under torsdagens försök använde FOI tre typer av UAS. Dessa hade både termisk IR kamera samt visuell elektrooptisk kamera och utgjordes av UAV05C Korpen samt två quadcopters, DJI Matrice 4T samt X10D med VT300-Z. De användes i tre olika genomföranden enligt tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av UAS för spaning som användes under genomförande 1–3 under torsdagens försök.

Flygning	UAS	Sensorer	Operatör
1	UAV05C Korpen	EO, FOV 56-1,2° Lågljus, FOV 17-8,4° Termisk IR 640x512, FOV 32°	FM
2	DJI Matrice 4T	3xEO, FOV 82° / 35° / 15° Termisk IR 640x512, FOV 45°	FOI
3	Skydio X10D med VT300-Z	2xEO, FOV 50° / 13° Termisk IR 640x512, FOV 41°	FOI

### 2.2.2 Bärbart UAS-detektionssystem.

För att upptäcka UAS användes detektionssystemet MyDefence Wingman<sup>4</sup> som sedan tidigare är infört i delar av Försvarsmakten. Wingman detekterar radiosignaler mellan drönare och pilotens sändare och har även förmåga att identifiera och meddela vilket aktuellt drönarsystem det rör sig om. Systemet skannar passivt och löpande efter styr- och videosignaler, och går att komplettera med extern antenn, radiostörningsmodul, och kan uppdatera bibliotek över möjliga UAS som ska detekteras.

<sup>4</sup> Mer information finns på tillverkarens hemsida: <https://mydefence.com/products/wingman-drone-detector/> Besökt 251117.

### 2.2.3 Passiva kamerasystem.

Två olika kamerasystem användes för att ge stöd att detektera UAV (tisdag) samt objekt i terrängen (torsdag).

Det första var Phoenix 5.0 MP Polarization Model tillverkad av LUCID Vision Lab<sup>5</sup>. Systemet är en VIS-NIR-kamera<sup>6</sup> som förutom vanlig visuell gråskalebild även visar polarimetrisk information, det vill säga hur ljuset bryts mot olika material (grus, gräs, metall, polyester, bomull mm). Det innebär att systemet bland annat ibland kan skilja mellan ”naturliga” och ”konstgjorda” material, t. ex. mellan vegetation och maskeringsmateriel. Systemet hade en upplösning på  $2448 \times 2048$  pixlar, och 22 fps bilduppdateringshastighet. Medfört objektiv medgav en upplösning på 1 dm på ca 1 km. Systemet väger 30 g exklusive objektiv<sup>7</sup>. Figur 2 visar skillnaden mellan en termisk bild och en polarimetrisk bild tagen med samma kamera.



Figur 2. Till vänster visas en termisk bild (Long Wave Infrared) tagen med en Phoenix 5.0 MP Polarization Model. Till höger visas polarimetrisk bild tagen med samma kamera. Bild från FOI-R--5553—SE.

Det andra var Prophesee EVK4 vilket är en neuromorfisk/händelsebaserad eventkamera tillverkad av Prophesee som avbildar i VIS-NIR. Till skillnad från en vanlig kamera som tar hela bilder i regelbundna intervaller, detekterar en eventkamera endast förändringar i ljusstyrka över tid för varje enskild pixel. När ljusstyrkan i en pixel ändras med mer än en definierad tröskel, genererar den ett ”event”. Kameran registrerar alltså förändringar i ljus istället för att ta kompletta bilder vilket gör den lämplig att passivt fånga föremål i rörelse. Kameran har en upplösning på  $1280 \times 720$  pixlar med en ”bildhastighet” motsvarande 10 000 bildrutor per sekund. Systemet väger 40 g exklusive objektiv. Medförda objektiv medgav detektion av drönare på ca 50 meter<sup>8</sup>. Figur 3 visar detektion och följning av drönare på två olika avstånd med kamerasystemet.

<sup>5</sup> Se tillverkarens hemsida: <https://thinklucid.com/> Besökt 251124.

<sup>6</sup> En kamera som kan registrera ljus i både synligt ljus (VIS) och nära infrarött ljus (NIR).

<sup>7</sup> Mer finns att läsa i Eriksson, J., Axelsson, M., Gustafsson, D., Bergström, D., Berneland, J., Brorsson, A., Brännlund, C., Forsman, A., Hamrell, H., Höllmann, L., Håkansson, V., Levin, B., Rideg, J., Svedbrand, D., Svensson, T., Valldor, E., & Wadströmer, N (2024). *Avancerade spaningssensorer 2021-2023 – Slutrapport*. FOI-R--5553—SE, Totalförsvarets forskningsinstitut.

<sup>8</sup> Mer finns att läsa i Gustavsson, D., Ovrén, J., Adolfsson, J., Hamrell, H., Grundmark, J., Rideg, J., & Stenborg, K-G. (2025) *UAV-detektion med eventkamera*. FOI Memo 8868 och Gustavsson, D., Stenborg, K.-G., Hamrell, H., Ovrén, H., Rideg, J. & Grundmark, J. (2024). *Eventkamera för bevakning – Möjligheter och begränsningar*, FOI-R--5543--SE, Totalförsvarets forskningsinstitut.



Figur 3: Detektion och följning av drönare med Prophesee EVK4, från FOI-R--5543--SE<sup>9</sup>.

Båda kamerorna krävde fri siktlinje och monterades på kamerastativ på en plats med fri sikt, och styrdes från var sin laptop bredvid. Med sensorerna gjordes försök att detektera drönare som flög med himmel, moln eller mark/vegetation som bakgrund.

## 2.3 Genomförda praktiska försök

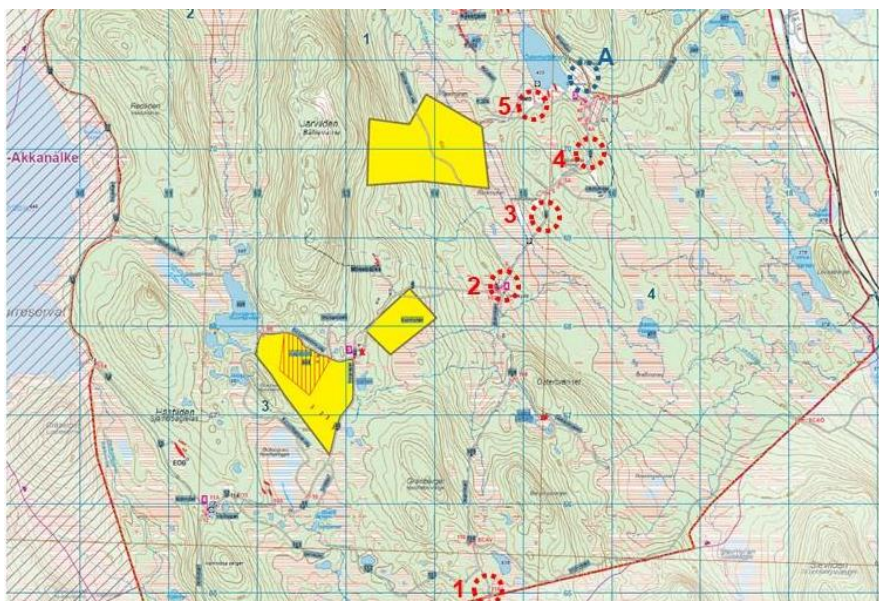
I följande avsnitt beskrivs de praktiska försök som genomfördes under förmiddagarna.

### 2.3.1 Försök kring förmåga att upptäcka drönare

Försöken under tisdagen genomfördes i två omgångar där spridningen mellan systemen varierades. Vid det första genomförandet grupperades tre UAS-detektionssystem inom en radie av cirka 10 meter. Under det andra genomförandet separerades systemen med ungefär 100 meters mellanrum. Grupperingsplatsen för detektionssystemen är markerad med blå streckad cirkel A i figur 4.

Piloterna genomförde anflygningar med olika UAV mot detektionssystemen från fem olika utgångsplatser, markerade i figur 4 med numrerade röda streckade cirklar. I det första genomförandet startade flygningarna från position 1 och fortsatte i nummerordning mot grupperingsplatsen, med avslutning åter på plats 1. Under det andra genomförandet startade de i omvänd ordning, från position 5 till position 1. Utgångsplatserna valdes för att motsvara taktiskt realistiska avstånd, och dokumenterades genom GPS-positionering via mobiltelefon samt verifiering mot kartbild.

<sup>9</sup> Gustavsson, D., Stenborg, K.-G., Hamrell, H., Ovren, H., Rideg, J. & Grundmark, J. (2024). *Eventkamera för bevakning – Möjligheter och begränsningar* (FOI-R--5543--SE), Totalförsvarets forskningsinstitut.



Figur 4. Karta över aktuellt försöksområde på K 4 skjutfält. Positioner för de 5 olika startplatser för UAV som användes är markerade i rött. Stationeringsplats för detektionssystem är markerad med blå cirkel.

### 2.3.2 Försök kring förmåga att bekämpa drönare

**Genomförande.** Fyra yrkesanställda jägarsoldater, varav tre hade genomgått prickskytteutbildning, genomförde skjutningen med AK 5C utrustad med Rödpunktssikte 18. Skjutavstånd varierades mellan 30, 50 och 100 meter och målets hastighet varierades mellan stillastående, 20 km/h och 30 km/h. De två första skjutningarna genomfördes individuellt mot varsin målfigur, medan de efterföljande momenten genomfördes gemensamt, där samtliga fyra skyttar verkade mot en och samma målfigur. Vid varje skjutning avlossade soldaterna fem skott vardera i egen takt efter klartecken från skjutledaren. Instruktionen var att bekämpa målet så snabbt som möjligt för att uppnå tillräcklig verkan<sup>10</sup>. Skjutningen genomfördes i soligt och vindstilla väder, med en temperatur på cirka 12–14 °C.

**Skjutmål.** Skjutmål utgjordes av sju olika utskrivna bilder av UAV-modeller, benämnda Mål A-G enligt Tabell 2 och Figur 5. Frilagda bilder av UAV:erna hade skrivits ut på vitt papper.

Tabell 2. Målfigurer som användes, bildernas profil, storlek och skala jämfört med verklig UAV.

Mål	Föreställer	Profil	Bildstorlek	Skala
A	FPV med fibertrumma	Sidprofil	50 x 40 cm	1:1
B	FPV med granat	Bak-/underifrån	30 x 40 cm	1:1
C	FPV med granat (färg)	Snett fram-/underifrån	50 x 40 cm	1:1
D	FPV med granat (svartvit)	Snett framifrån	50 x 40 cm	1:1
E	FPV med fibertrumma	Snett framifrån	50 x 40 cm	1:1
F	Orlan fastvinge ca 3,1 m vingspann.	Snett bak-/underifrån	100 x 40 cm	1:2
G	Multikopter för släppning av granater	Snett bak-/underifrån	120 x 100 cm	1:1

Målfigurerna A-D var monterade på stillastående pappfigurer medan mål E, F och G var monterade på ett rälsområde som rörde sig i sidled i hastighet mellan 20-30 km/h (se Figur 4).

<sup>10</sup> Tillräcklig Verkan så Snabbt Som Möjligt (TVSSM). Militärt uttryck som används i skjututbildning.



Figur 5. Målfigurer monterade på pappfigur för skjutning. Till vänster mål A-D med FPV-drönare, till höger ovan Orlan 10-drönare mål F, FPV-drönare mål E, samt nedan multikopter-drönare mål G.

Prestationsbedömning. Kriterierna för att få träff i målet bestämdes till att kulhålet skulle vidröra någon del av UAV:n på bilden. En bedömning av om skottet skulle fått avgörande bekämpande verkan gjordes även genom en uppskattning av om skottet träffat vitala delar såsom batteri, granat, motor eller motorarm. Tabell 3 sammanfattar genomförda skjutningar.

Tabell 3. Sammanfattning av genomförda skjutningar.

#	Mål	Målstorlek	Avstånd	Typ av bekämpning	Mål-hastighet	Skjutställning	Antal skott
1	FPV mål A-D	30-50 × 40 cm	100 m	Enskild	Still	Knä	5 pp
2	FPV mål A-D	30-50 × 40 cm	100 m	Enskild	Still	Ligg	5 pp
3	FPV mål C	50 × 40 cm	100 m	Gemensam	Still	Från knä till stå	20
4	Orlan 10 (1:2) mål F	100 × 40 cm	50 m	Gemensam	20 km/h	Stå	20
5	FPV mål E	50 × 40 cm	50 m	Gemensam	20 km/h	Stå	20
6	FPV mål E	50 × 40 cm	30 m	Gemensam	20 km/h	Stå	20
7a	Orlan 10 (1:2) mål F	100 × 40 cm	100 m	Gemensam	20 km/h	Stå	20
7b	Orlan 10 (1:2) mål F	100 × 40 cm	100 m	Gemensam	20 km/h	Stå	20
7c	Orlan 10 (1:2) mål F	100 × 40 cm	100 m	Gemensam	30 km/h	Stå	20
8a	Multikopter mål G	120 × 100 cm	100 m	Gemensam	30 km/h	Stå	20
8b	Multikopter mål G	120 × 100 cm	100 m	Gemensam	30 km/h	Stå	20

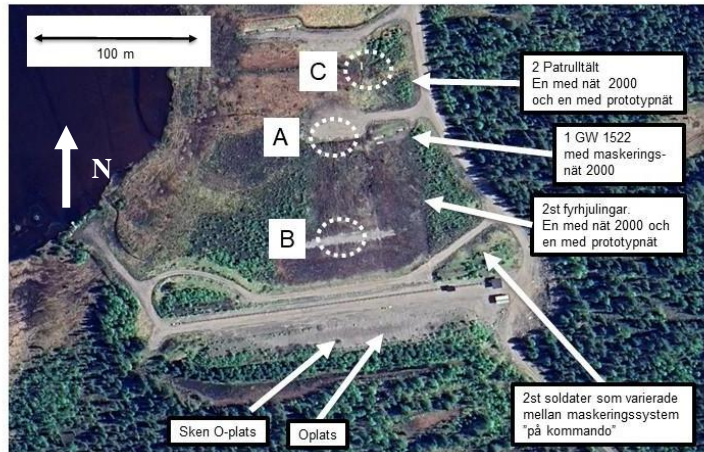
### 2.3.3 Försök kring förmåga att undgå upptäckt

**Genomförande.** Vid försöket användes kamerasensorerna i några olika UAV:er<sup>11</sup> samt samma två passiva kamerasystem som användes under tisdagen<sup>12</sup>. Sensorsystemen

<sup>11</sup> Se tabell 3.

<sup>12</sup> Phoenix 5.0 MP polarimetisk kamera samt Prophesee EVK4 eventkamera.

användes för att observatörer skulle försöka detektera en rad olika typmål maskerade med antingen Försvarets nuvarande maskeringssystem eller två olika prototyp-maskeringssystem. Typmålen utgjordes av Terrängbil GW 1522, fyrhjulingar, patrulltält med en observationsplats för fast spaning, en skenobservationsplats med värmekälla samt två soldater som ändrade mellan maskeringssystem på kommando. En översikt över gruppering för UAV-pilot, typmål och kamerasensorer framgår av Figur 6. Vädret var soligt och vindstilla med en temperatur på cirka 12–14°C.



Figur 6. Översiktlig bild av hur typmål grupperades. Observation från passiva kameror genomfördes från plats A och B. UAV opererades från plats C.

**Observation med passiva kameror.** De passiva kamerasystemen placerades på varierande positioner längs sträckan mellan punkt A och punkt B (se Figur 6) för att täcka olika observationsvinklar under försöket. Det innebär att observationsavstånden varierade mellan cirka 30–100 meter från typmålen. Med den polarimetriska kameran studerades okulärt kontrast mellan typmålen och bakgrunden. Med eventkameran studerades rörelser vid typmålen.

**Flygning 1.** Den första flygningen började med att UAV05C lyfte och lade sig i ett cirkulerande flygmönster på höjder av mellan ca 100–200 m ovanför försöksplatsen för att främst studera den termiska signaturen för typmålen. UAV05C opererades av UAV-piloter från FM som befann sig på plats C, cirka 150 meter från skjutvallen (se Figur 6).

**Flygning 2 och 3.** Efter att UAV05C landat startade FOI med DJI Matrice 4T och utförde flygning 2, följt av flygning 3 med Skydio X10D. FOI:s piloter befann sig på plats A och observerade UAS-bildskärmar. Fokus under genomförande 2 och 3 var att observera de olika typmålen i termisk IR och elektrooptiskt, för att FOI:s drönpiloter och övriga medverkande skulle se hur dessa mål såg ut för en UAV-operatör, och skapa förståelse för hur lätt eller svårt det var att hitta och klassificera målen i terrängen.

UAV:n flögs 100 m över marken och initialt ca 400 m från målen, observationsplatsen och skenobservationsplatsen som syns längst ned i Figur 6. Därefter gjordes en långsam anflygning närmre mot dessa mål i syfte att värdera hur det är att försöka upptäcka dem i bild. Efter anflygningen genomfördes överflygningar på höjder mellan 50–100 m över mark, samt hovrande rakt framför, ovanför och från lite varierande synvinklar. Genomförande 2 och 3 avslutades med att studera resterande typmål från olika vinklar samt på olika höjder mellan 20–100 meter över mark.

## 2.4 Genomförande av workshoppar

Efter att de praktiska försöken under respektive dag genomfördes genomfördes workshoppar i lektionssal mot det tema som det praktiska försöket fokuserat mot. Dokumentation skedde dels gruppvis på en dator som tilldelats för detta ändamål och dels i storgrupp där workshopledaren dokumenterade diskussionen på storskärm.

### 2.4.1 Precisering av taktisk uppgift

Efter en kort presentation av och diskussion kring resultaten från förmiddagens praktiska försök valdes tre typförband ut baserat på deltagarnas tidigare förbandserfarenhet:

- Jägarförband, beredda att genomföra spaning och strid mot högvärdiga mål på djupet av fiendens gruppering.
- Mekaniserade förband, beredda att försvara nyckelterräng där fienden måste passera.
- Understödsförband, beredda att med indirekt eld stödja manöverbataljonernas fördröjnings- och anfallstrid.

Förutom en workshopledare, fördelades personal från FOI mellan grupperna.

Utgångspunkten var ett förenklat taktiskt scenario där ett angrepp från en motståndare bedömdes vara nära förestående och där egna styrkor redan var utgångsgrupperade för att förbereda försvaret.

Ramen för uppgiften utgjordes av ett bataljonsperspektiv och samtliga grupper utgick från samma geografiska område och hade därmed identiska terrängmässiga förutsättningar för sin analys. Området var cirka 15 gånger 10 kilometer och innehöll såväl bebyggelse som skogsterräng samt genomgående vägar och vattendrag. I det sydvästra hörnet av området var bataljonsledning utgångsgrupperad (se Figur 7).



Figur 7. Det område som användes som utgångspunkt för de scenariobaserade workshopparna.

Varje grupp tilldelades en dator för att dokumentera sitt arbete. Inledningsvis fick grupperna i uppgift att kortfattat beskriva indelning, gruppering och uppgifter för respektive förband utifrån det givna scenariot och det tilldelade terrängavsnittet, i syfte att mer detaljerat precisera förutsättningarna för den efterföljande resultatdiskussionen.

## 2.4.2 Förmåga att upptäcka drönare

Därefter fick grupperna uppgift att med stöd av PUT-modellen<sup>13</sup> diskutera hur bataljonen ska optimera sin förmåga att upptäcka drönare utifrån såväl existerande som önskad materiel och förmåga. Vidare skulle de diskutera vilka konsekvenser deras analys av uppgiften har avseende fortsatt arbete kring förmågeutveckling C-UAS. Dagen avslutades i storgrupp där grupperna fick redovisa sitt arbete följt av en diskussion som försöksledaren dokumenterade på storskärm.

**Kompletterande presentationer till workshop.** Som kompletterande underlag under eftermiddagen genomfördes ett antal presentationer kring några ämnen relaterade till C-UAS.

- FMV:s verksamhet inom C-UAS. En representant från FMV presenterade genomförd och planerad verksamhet samt anskaffning kopplad till DEMO UCAV. FMV:s uppdrag är att säkerställa samverkan mellan UAS, C-UAS och patrullrobot, samt att stödja integrering i ledningsfunktioner och fordonssystem inom förbanden. Uppdraget omfattar även att belysa systemens egenskaper och tekniska möjligheter, samt i vilken utsträckning de bidrar till ökad operativ effekt, och genomförs i nära samverkan med Försvarmakten och FOI. Presentationens innehåll gav en överblick över de produkter, system och integrationslösningar som studeras. Det handlade inte enbart om materiel, utan också om aspekter som försörjningsstrategi, navigation och integration i ledningssystemen.
- Operation GUTE. Representanten från FMV presenterade även projektet ”operation GUTE, där Armén tillsammans med FMV och försvarsindustrin på kort tid – cirka sex månader – tog fram ett antidrönarkoncept. Konceptet byggde på befintliga system och utformades med målsättningen att kunna handhas av värnpliktig personal. Den framtagna lösningen, som demonstrerades under Almedalsveckan, använde ett gemensamt lednings- och elledningssystem för samtliga plattformar, med både aktiva och passiva sensorer, samt verkanssystem i form av 30 och 40 millimeters kanoner.
- Planerat försök detektion av radiotysta drönare. En representant från FOI gav en översikt av ett planerat försök där Försvarmakten, med stöd av FMV och FOI, ska pröva några sensorer som kan detektera radiotysta drönare. Syftet är att med nu tillgänglig, kostnadseffektiv teknik, passivt och aktivt kunna upptäcka UAV:er som inte emitterar inom det elektromagnetiska spektrumet på minst 50 meters avstånd, med målet att kunna visa in verkansmedel. Försöket ska testa sensorsystem med hög teknisk mognad från FOI och företag, som kan upptäcka drönaren med hjälp av exempelvis ljud eller andra signaler från framdrivningen eller fiberoptiska kablar. Data från sensorsystemen kommer att analyseras manuellt, automatiskt eller med kombinerade metoder för att avgöra avstånd, vinkel, drönartyp och eventuell detektion av fibertråd.

## 2.4.3 Förmåga att bekämpa drönare

Efter att försöken under onsdagen slutförts genomfördes först en diskussion i storgrupp där deltagarnas preliminära slutsatser dokumenterades utifrån erhållna skjutresultat.

Därefter fortsatte den scenariobaserade workshopen utifrån samma scenario som tisdag. Med utgångspunkt från gårdagens arbete fortsatte grupperna sin diskussion med stöd av PUT-modellen men denna gång med fokus på förmåga att bekämpa drönare. I likhet med tisdag så skulle deltagarna även diskutera vilka konsekvenser deras analys av uppgiften har avseende fortsatt arbete kring förmågeutveckling C-UAS. Dagen avslutades i stor-

---

<sup>13</sup> Planering Under Tidspress (PUT-modellen) är Försvarmaktens taktiska planeringsmodell. Den är på ett övergripande plan indelad i tre steg: Steg 1, Vad måste uppnås för att lösa uppdraget? Steg 2, Hur *kan* uppdraget lösas? Steg 3, Hur *ska* uppdraget lösas.

grupp där grupperna fick redovisa sitt arbete följt av en diskussion som försöksledaren dokumenterade på storskärm.

**Kompletterande presentation till workshop.** En presentation gavs som kompletterande underlag till workshoppen.

- Genomförda försök med assisterat sikte ”Smartshooter”. En representant från FOI gav en översikt över hur systemet ”smartshooter” testats i olika försök under perioden hösten 2023 till våren 2025. Samverkan har skett med alla försvarsgrenar. Försöken genomfördes med de sikten som FOI lånat från tillverkaren. Det finns föredrag och rapporter tillgängliga, samt systemmålsättning för assisterande siktesrigg<sup>14</sup>.

#### 2.4.4 Förmåga att undgå upptäckt

Torsdagens workshop genomfördes med samma upplägg som onsdag. Först diskuterades och dokumenterades preliminära slutsatser utifrån erhållna resultat. Därefter fortsatte den scenariobaserade workshoppen utifrån samma scenario som tidigare men med fokus på förmåga att bekämpa drönare. I likhet med tidigare dagar avslutades arbetet i storgrupp. Fokus för denna diskussion var vilka övergripande slutsatser som respektive grupp ville föra fram vilket dokumenterades på storskärm.

**Kompletterande presentationer till workshop.** Även under torsdagen gavs ett antal presentationer som kompletterande underlag till workshoppen.

- Forskning kring skenmål. En representant från FOI gav en översikt av hur FOI på uppdrag av FMV undersöker olika kommersiella skenmål för stridsvagnar. FOI har kartlagt att tillverkarna av skenmål, finns i USA, Kina och Europa. Ett amerikanskt och ett kinesiskt skenmål, föreställande T72, har köpts in. Enligt tillverkarna ska skenmålen ha signaturer i EO/IR, termiskt och radar som liknar riktiga T72:or. FOI har mätt upp signaturerna och jämfört med den för en T72 som finns i Sverige<sup>15</sup>. Likheter har identifierats, men också skillnader. Fler skenmål kommer att köpas in och undersökas.
- Försök kring skenmål och AI. En representant från FOI gav en översikt av hur FOI och Försvarsmakten deltar i Nato-gruppen SCI-359 ”CCDs<sup>16</sup> Technologies to counter Artificial Intelligence Systems”. Gruppen genomför september 2025 försöket MAMBA (Man Against Machine: to Brawl the AI) vid CFB Valcartier, Kanada, med stöd från DRDC<sup>17</sup>. Syftet är att samla in data för att värdera den potentiella hotnivån för AI-teknik mot militära objekt utrustade med moderna elektrooptiska sensorer i en simulerad taktisk miljö. Enligt plan kommer det att omfatta detaljerade signaturmätningar på målobjekt, träning av den öppna AI-algoritmen YOLO<sup>18</sup> på insamlade data, samt testning på nyligen insamlade data. I den avslutande fasen ska realistiska övningar genomföras tillsammans med kanadensiska trupper, där Försvarsmakten förväntas delta. Sverige bidrar med planering, genomförande, dataanalys samt utvärdering, medan FOI bidrar med två skenmål föreställande T72 och Försvarsmakten med ett mindre skenmål. Forskningsmålen inkluderar insamling av omfattande dataset för träning och test, utvärdering av AI-prestanda mot olika måltyper och taktiska situationer, samt bedömning av dagens CCD-materiels effektivitet mot öppna AI-algoritmer.

<sup>14</sup> Se: FM2025-9336:1: ”Förslag SMS Assisterande sikte och SMS Assisterande siktesrigg”. För ytterligare information, kontakta Försvarsmakten via [cuas@mil.se](mailto:cuas@mil.se).

<sup>15</sup> Karlsson, N., Abrahamson, S., Andersson, Å., Forsén, R., Gustavsson, M., Kariis, H., Möller, S., & Åkerlind, C. (2024). Slutrapport FOI FOTSAT 22-24. FOI-R—5709--SE

<sup>16</sup> Camouflage, Concealment and Deception

<sup>17</sup> Defence Research and Development Canada.

<sup>18</sup> ”You Only Look Once”. YOLO är en algoritm för objekt-detektering i realtid som identifierar objekt i bilder och videor med hög noggrannhet och hög hastighet.

- Elektromagnetiska vapen. En representant från FOI gav via länk en presentation om elektromagnetiska vapen. Laservapen (eng. High Energy Laser, HEL) och mikrovågsvapen (eng. High Power Microwaves) har gemensamt att de interagerar med målet genom elektromagnetisk strålning. Laser genom intensiv lokal upphettning och mikrovågsvapen genom att koppla in elektromagnetisk energi i målets elektroniska system i syfte att störa eller förstöra detsamma. Önskan att bekämpa mindre drönare utan att behöva använda dyr ammunition eller ännu mer kostsamma robotar har på senare tid ökat intresset för båda vapenslagen. Både laservapen och mikrovågsvapen har fördelen att de är billiga i drift och har ”djupa magasin”. En skillnad är att laservapen kräver mycket god inriktning men i gengäld kan bekämpa mål på avstånd upp till flera kilometer, medan mikrovågsvapen inte kräver samma precision i inriktning men å andra sidan har kortare verkansavstånd.

## 2.5 Analys av dokumenterat underlag

Det insamlade dokumentationsunderlaget från workshopparna kontrollerades av försöksledaren mellan försöksdagarna. Vid tydligheter ombads grupperna att förtydliga eller utveckla sina texter, och i vissa fall kompletterades uppenbart ofullständiga meningar.

I den efterföljande bearbetningen användes OpenAI som ett stöd för att strukturera och effektivisera analysen av dokumentationen. Arbetet genomfördes i flera steg.

I ett första steg redigerades gruppernas skriftliga underlag. Tabell 4 ger ett exempel på hur gruppernas dokumentation kunde se ut. Exemplet visar steg 2 enligt PUT-modellen, ”hur kan uppdraget lösas”, avseende bekämpning av UAV vid mekaniserad bataljon.

Tabell 4. Exempel dokumentation från grupparbete från workshop. Exemplet visar steg 2 i PUT-modellen kring hur UAV kan bekämpas vid mekaniserad bataljon.

---

### Steg 2: Hur kan uppdraget lösas?

---

A. Plutonen använder systemet passivt. Vid anfall slås störsändaren på som standard. Möjlighet att taktisera med störsändningen inför och under anfall.

B. ”Fire and forget”-system. Liten drönare med störsändare som kan skickas iväg mot ett område.

C. Ett förband specifikt för C-UAS kan användas för att skapa en skyddande bubbla av kompanierna. En pluton per kompani. Om det räcker med enskilda insatser kan en pluton på bataljon kraftsamlas.

D. Dölja ett kompani. Det påverkar dock kompaniernas möjlighet att lösa sin uppgift eller begränsar vilka typer av uppgifter som kan lösas.

---

Underlaget från grupperna redigerades manuellt, där försöksledaren förtydligade delar av texten och säkerställde att den var begriplig. Utifrån detta material lät försöksledaren OpenAI ta fram förslag på språkligt sammanhängande löpande text för respektive typförband. Dessa förslag kontrollerades noggrant mot originaldokumentationen och rättades vid behov. Därefter faktagranskades och redigerades materialet av deltagare med bakgrund från de tre typförbanden. Resultaten återfinns i bilagan.

Den framtagna texten användes sedan som grund för en mer kondenserad sammanfattning av gruppernas resultat för respektive workshopdag. OpenAI användes även för att identifiera och kortfattat beskriva likheter och skillnader mellan typförbandens lösningar. Även denna text kontrollerades och bearbetades manuellt av försöksledaren innan den inkluderades i resultatkapitlet. Därefter redigerades dokumentationen från diskussionerna i storgrupp. Tabell 5 visar ett exempel på hur denna dokumentation kunde se ut. Exemplet visar delar av dokumentationen avseende förmåga att bekämpa drönare.

Tabell 5. Exempel dokumentation från diskussioner i storgrupp under workshop. Exemplet visar slutsatser för bekämpning av drönare.

Noteringar	Viktigaste slutsatser för bekämpning av drönare
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEK: Behövs förmåga på kompani. Finns på mekkomp men också behov på övriga enheter</li> <li>• Informationsdelning mellan stridsfordon och andra system</li> <li>• Vi behöver titta på olika alternativ för rätt balans</li> <li>• Inte frågan om p för enskilda system utan p i kombination               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Laser, skyddsnet, HPM, jakt-drönare, stör-UAV</li> <li>○ Flera kompletterade system behövs</li> </ul> </li> <li>• Vidare behövs analys av olika kombinationer och följd effekter               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tex risk för egna med hänsyn till HPM</li> <li>○ Nät vs maskeringsnät. Både och eller en lösning i ett</li> </ul> </li> </ul>

Punkterna i dokumentationen från respektive diskussion i storgrupp sorterades in i kategorier med likartat innehåll. I redigeringen kompletterades underlaget med förklarande text, och baserat på detta underlag formulerades utkast till slutsatser. Slutligen användes OpenAI för att ta fram en kort sammanfattning till inledningen av diskussionskapitlet samt för språkkontroll av hela dokumentet.

Det är viktigt att understryka att OpenAI inte användes som källa till slutsatser. Samtliga AI-genererade förslag har enbart tjänat som textbearbetningsstöd och har i varje steg kontrollerats mot ursprungsdokumentationen för att säkerställa korrekthet, precision och överensstämmelse.

## 3 Resultat

Av de resultat som erhöles från förmiddagarnas praktiska försök och som utgjorde underlag för den scenariobaserade diskussionen under eftermiddagarna redovisas enbart onsdagens skjutresultat. Resultaten från de praktiska försöken med att detektera drönare på tisdagen och att undgå upptäck från drönare under torsdagen redovisas inte i denna rapport.

Det centrala resultatet från försöken som redovisas i denna rapport är utfallet från de workshoppar som genomförts under eftermiddagarna och som beskriver möjliga lösningar för de tre typförbanden inom området C-UAS samt identifierade frågor som behöver utredas vidare.

En kort sammanfattning av resultatet från workshopparna ges i detta kapitel. En mer detaljerad sammanställning ges i bilagan.

### 3.1 Övergripande skillnader mellan typförbanden

Gruppernas precisering av indelning, gruppering och uppgifter under tisdagens workshop visade på att samordning med andra förband var centralt för samtliga typförband för att kunna maximera effekten mot motståndaren. Det visade också på skillnader mellan typförbanden. Mekaniserad bataljon har direkt områdesansvar och försvarar nyckelterräng med kompanier som är försvarsgrupperade. Fokus ligger på försvarsstrid, fördröjningsstrid och tidig varning via spaningspluton. Artilleribataljonen har inget eget områdesansvar. Pjäserna rör sig mellan eldställningar och påfyllnadsplatser och fokuserar på att leverera elduppgifter, med dynamisk omgruppering för att understödja manöverbataljonerna. Norrlandsjägarförband verkar på djupet och är organiserade för flexibilitet och uthållighet med små, uppgiftssammansatta troppar. Fokus är på spaning och bekämpning av hög-värdiga mål, med rotation mellan strid och återhämtning, samt nära samordning med understödsförband och artilleri.

### 3.2 Förmåga att upptäcka drönare

**Praktiska försök.** Resultat från förmiddagens praktiska försök gav underlag avseende bland annat detektionsavstånd och möjlighet att bestämma riktning till drönare. Resultaten redovisas inte i denna rapport.

**Resultat från workshop.** Eftermiddagens workshop resulterade i en dokumenterad sammanställning av möjliga lösningar för hur respektive typförband ska öka sin förmåga att upptäcka drönare.

Analysen av hur förmåga att upptäcka drönare ska utvecklas visade på att alla tre typförband behöver kunna agera på information i realtid. Informationsdelning och samverkan inom förbandet, samt mellan förband, är centralt för alla typer av förband. Varje förband utnyttjar tekniska system, sensorer och planerade metoder för ökad överlevnad och operativ effektivitet. Det framkom också skillnader i behov mellan typförbanden beroende på deras uppgifter.

Mekaniserad bataljon fokuserar på integration av sensorer på kompaninivå och avancerade sensorer på bataljonsnivå, med en blandning av signalspaning och radar som samordnas med störsändning. En lösning på utmaningen att kunna upptäcka drönare behöver möjliggöra kraftsamling av resurser och skapa skyddande "bubblor" över kritiska områden.

Artilleribataljonen har främst en understödjande roll och behöver kunna skydda hög-värdiga resurser som pjäser, basplatser och ammunitionsupplag. Fokus ligger på kombination av passiva och aktiva system med tydlig metod för integration med luftförsvar, telekrig och andra förband.

Norrlandsjägarbataljonen prioriterar dold infiltration och rörelsefrihet i små enheter. Här handlar det om att minimera synlighet och exponering genom terränganvändning, planerade åtgärder vid röjning och val av framrykningsvägar på avstånd från identifierbara objekt.

Mer utförlig dokumentation framgår av bilagan.

### 3.3 Förmåga att bekämpa drönare

**Praktiska försök.** Resultatet från de olika skjutmomenten sammanfattas i tabell 6. När det gäller kolumnen för verkansprocent så anger värdet som bäst 25 procent. Sannolikheten för att en enskild skytt får verkan kan därmed bedömas som låg. I sammanhanget bör det dock påpekas att sannolikheten bedöms som hög för att gruppen som helhet får verkan mot målet vid samordnad skjutning med truppluftvärn. I sju av åtta fall där samtliga fyra skyttar verkade mot en och samma målfigur träffades målet av minst två skott som bedömdes ha verkan.

Det ska dock understrykas att syftet i första hand var att utgöra underlag för diskussion om hot och skyddsåtgärder gällande UAV. Försiktighet är påkallad avseende att dra alltför långtgående slutsatser från resultatet. Bland annat bör beaktas att skjutande trupp var välutbildad, att parametrar som avstånd och fart var kända, att antalet skjutningar var få och målens rörelse inte motsvarar verkliga förhållanden.

Tabell 6. Resultat av testskjutning med Ak5C mot UAV-bilder. De två första skjutningarna genomfördes individuellt mot varsin målfigur, medan de efterföljande genomfördes gemensamt, där samtliga fyra skyttar verkade mot en och samma målfigur. För varje skjutning användes 5 skott per man.

#	Mål	Mål- storlek	Avstånd	Mål- hastighet	Ställning	Antal skott	Träffar	Med verkan	% Träff	% Verkan
1	FPV mål A-D	4-5 x 4 dm	100 m	Still	Knä	5 pp	1/0/2/3	N/A	N/A	N/A
2	FPV mål A-D	4-5 x 4 dm	100 m	Still	Ligg	5 pp	2/1/3/ 2	N/A	N/A	N/A
3	FPV mål C	4-5 x 4 dm	100 m	Still	Knä till stå	20	7	N/A	35 %	N/A
4	Orlan 10 mål F	10 x 4 dm	50 m	20 km/h	Stå	20	8	2	40 %	10%
5	FPV mål E	4-5 x 4 dm	50 m	20 km/h	Stå	20	5	3	25 %	15%
6	FPV mål E	4-5 x 4 dm	30 m	20 km/h	Stå	20	5	5	25 %	25%
7a	Orlan 10 mål F	10 x 4 dm	100 m	20 km/h	Stå	20	6	2	30 %	10%
7b	Orlan 10 mål F	10 x 4 dm	100 m	20 km/h	Stå	20	2	2	10 %	10%
7c	Orlan 10 mål F	10 x 4 dm	100 m	30 km/h	Stå	20	2	0	10 %	0%
8a	Multikopt mål G	12 x 10 dm	100 m	30 km/h	Stå	20	4	2	20 %	10%
8b	Multikopt mål G	12 x 10 dm	100 m	30 km/h	Stå	20	3	3	15 %	15%

**Resultat från workshop.** Analysen av hur förmåga att bekämpa drönare ska utvecklas visade på att alla tre typförband behöver kunna neutralisera drönarhot snabbt för att skydda egna enheter och understödja uppdraget. Förmågan måste integreras i befintliga system och utbildning är avgörande för effektivitet. Samordning och information mellan olika enheter inom förbandet är nödvändig för att maximera verkan och minska sårbarhet.

Det fanns också skillnader mellan förbanden.

Mekaniserade bataljoner prioriterar kompanibaserad bekämpning med både kinetiska och elektroniska medel, inklusive CV90, truppluftvärn och, om det skulle finnas tillgängligt, HPM<sup>19</sup>, störsystem och jakt-UAV:er. Fokus ligger på helhetslösning med flera kompletterande system, där även HPM kan vara en integrerad del.

Artilleribataljonen har begränsade resurser och måste använda befintliga vapen som granatgevär, granattillsatser och kulsprutor, kompletterade med sikten och avståndsmätare

<sup>19</sup> High Power Microwave

som är anpassade för C-UAS. Här handlar det mycket om att integrera C-UAV-förmågan i redan existerande materiel och roller, snarare än att tillföra nya system.

Norrlandsjägarbataljon gör en uppdelning avseende bekämpningsförmågan mellan uppkommen strid och planerad strid. Betoning är på snabb lokalisering, bärbara system, assisterande sikten och möjligheter att slå mot sändarplatser eller operatörer. Förbandet är mobilt och behöver tydliga metoder för eldöppnande, med stående order för när eld får öppnas.

### 3.4 Förmåga att undgå upptäckt

**Praktiska försök.** Resultat från förmiddagens praktiska försök redovisas inte i denna rapport.

**Resultat från workshop.** Analysen av hur förmåga att bekämpa drönare ska utvecklas visade på att alla tre typförband använder maskering och vilseledning som grundläggande metoder för att försvåra upptäckt och öka överlevnadsförmågan. Skenmål används i varierande utsträckning för att skapa förvirring kring förbandets position, och tidsfaktorn är central – åtgärder måste anpassas beroende på hotets varaktighet och intensitet. Små enheter eller delgrupper används för att minska synligheteten och skapa redundans. Skenmål och vilseledning är också den främsta möjliggöraren till framtida rörlig strid.

Den mekaniserade bataljonen har fokus på större, mer stationära enheter som behöver kombinera maskering med skenmål och rörlighet. Skenmål bör efterlikna det verkliga målet fysiskt, elektroniskt och i IR-spektrum, och ett särskilt skenmålsförband på brigadnivå bedöms ge avgörande effekt. Luftförsvaret kompletterar de delar som är svåra att dölja.

Artilleribataljonen betonar överlevnad och rörlighet med tydlig koppling mellan maskering och eldberedskap. Effektiva metoder för samordning mellan skjutande förband och skyddsenheter är centrala för att kunna röra sig utan att exponera sig onödigt.

Norrlandsjägarbataljonen prioriterar små, mobila enheter som nyttjar terräng, naturlig maskering och dåligt väder för att minimera upptäckt. Vilseledande åtgärder och riktad varning används aktivt, och framryckningsvägar planeras för att hålla avstånd från vägnät och observation.

## 4 Diskussion

Genomförda försök analyserades utifrån tre olika typförband inom ramen för ett övergripande scenario. Gemensamt för alla tre var behovet av samordning, snabb informations-delning och integration mellan sensorer och ledningsfunktioner. En viktig övergripande slutsats är att olikheterna innebär olika utmaningar och möjligheter avseende C-UAS. I avsnitt 4.1 redovisas övergripande slutsatser. I avsnitt 4.2 – 4.4 diskuteras slutsatser för var och en av de teman som varit i fokus under försöksveckan. I avsnitt 4.5 diskuteras försökets svagheter. Avslutningsvis sammanfattas förslag på fortsatt arbete i avsnitt 4.5.

### 4.1 Övergripande slutsatser

Analysen av utveckling av C-UAS-förmågan visade på både skillnader och likheter. För den mekaniserade bataljonen betonas kombinationen av signalspaningssystem, radar och telekrig. Små drönare med störsändare för att skapa skyddszoner är ett önskemål. Dokumentationen från artilleribataljonen visar på behovet att integrera aktiva och passiva sensorer med befintliga system för verkan samt skydd för logistik och eldställningar. Vid norrlandsjägarbataljonen prioriteras mobilitet, maskering, skenmål och störsystem för att undgå upptäckt och upprätthålla förmåga i djupet. Gemensamt för alla tre typförband var att en optimerad förmåga kräver en kombination av tekniska lösningar, tydliga rutiner, utbildning av personal och integration av befintliga system för att säkerställa snabb och effektiv reaktion mot drönarhot.

På ett övergripande plan är en slutsats från försöken att det inte räcker med att bara fokusera på teknikinhållet och olika materielsystem för C-UAS. Även utbildning, kringliggande system samt taktik måste beaktas.

Förmågan att upptäcka drönare bygger på att personal och system tränas och samordnas för att kunna reagera effektivt. Automatisering av relevanta funktioner, till exempel att störsystem aktiveras automatiskt när ett stridsfordon detekterar ett hot, kan både minska behovet av personal och minska reaktionstiden. Samordning mellan egna system och möjlighet att verka i en telestörd miljö är centralt för att kunna upprätthålla effekt även under störning. Det är också viktigt att integrera vilseledande åtgärder och att utrustning placeras praktiskt på fordon, med hänsyn till vikt och energibehov. Prioritering mellan system blir nödvändig då extra utrustning för att ha förmåga att upptäcka kan öka belastningen och påverka rörlighet

Bekämpning av drönare kräver en balans mellan olika typer av system och en tydlig förståelse för vilka resurser som bör finnas på fordon, pluton och kompani. Befintliga vapensystem kan förstärkas med tillfört sikte och anpassad ammunition, exempelvis automatkarbin med 40 mm granattillsats, för att kunna verka mot drönare under marsch. Om telekrigssystem ska användas krävs prioriterad kompetens för personal, och det finns en risk att nya vapensystem medför ökad utbildningsbörda och extra buren vikt. Helheten måste utformas så att systemens verkan optimeras utan att skapa överbelastning på förbanden.

Att undgå upptäckt bygger på materiel, träning och snabba rutiner. Effektiv maskering kräver rätt materiel och skenmål, samt övning i vilseledning och maskering för alla soldater, inklusive officersutbildning. Maskeringsutrustning måste vara korrekt dimensionerad och enkel att använda under tidspress. Materiel och maskeringsutrustning måste samordnas så att personal och fordon tillfälligt kan maskeras på mindre än fem minuter och fullständigt maskeras på under 20 minuter. Strategiskt handlar det också om att skapa distans mellan egna enheter och de mål som ska bekämpas, vilket ofta gör förmågan beroende av andra system utöver vapensystemet i sig. Ledningssystem kan

stödja maskering genom att rapportera upptäckta drönare, men detta genererar stora informationsflöden som måste hanteras.

Sammanfattningsvis pekar erfarenheten från försöken och resultatdiskussionerna på att effektiv upptäckt bygger på automatisering och samordning, bekämpning kräver balanserade system och anpassad ammunition. Att kunna undvika upptäckt förutsätter snabb maskering och vilseledning. Fortsatt utveckling bör fokusera på integrerade tekniska lösningar, realistiska övningar och utbildning på alla nivåer. Lednings- och informations-system måste stödja operativa beslut utan att överbelasta förbanden.

Ovanstående övergripande slutsatser utvecklas vidare i avsnitt 4.2–4.4. Förslag på inriktning av fortsatt arbete redovisas i avsnitt 4.5.

## 4.2 Slutsatser avseende förmåga att upptäcka drönare

Detektion och identifiering av mål är en utmaning och det finns idag ingen teknik som helt löser problemet. Under försöket undersöktes tekniker som detekterar radiotrafik till/från drönaren och kameror som kan upptäcka flygkroppen. Ur förmågeperspektiv ställs också krav på att upptäcka drönaren i tid för att kunna göra lämpliga motåtgärder. Dessutom behöver upptäckssystemen vara kopplade till verkanssystem, för att kunna verka i tid.

Att upptäcka, följa och klassificera små luftmål är minst lika svårt som att bekämpa dem. Utveckling av sensorer, rutiner och passiva åtgärder, exempelvis larmliknande system, bör prioriteras som komplement till aktiv bekämpning.

Det är också stora utmaningar kring informationshantering, robusthet och praktisk integration. Nästa steg måste vara att tydliggöra ambitionsnivån, förtydliga vad som är ”måste-data” och utveckla lösningar som fungerar även under störda förhållanden.

Informationsdelning bedöms vara helt avgörande: den som upptäcker hotet är inte alltid den som kan bekämpa det. För att lyckas krävs robusta och snabba system för att sprida måldata, och en förmåga att prioritera vilka uppgifter som verkligen behövs i strid.

Det framkom även att automatisering och tidsstämplade data är nödvändiga för att hantera den stora informationsmängden, liksom flexibla system för identifiering av egna resurser som kan slås av och på efter behov. Ett fungerande ledningssystemstöd är inte valfritt, men måste kompletteras med förmåga att verka även i en telestörd miljö.

Samtidigt skiljer sig kraven på lägesbild från kraven på måldata. Det ställer stora krav på både system och personal att filtrera och presentera information på rätt sätt, gärna i grafisk form.

En annan viktig insikt är att möjligheten att splitterskydda sensorer är begränsad. De måste exempelvis placeras externt på stridsfordon, vilket får konsekvenser för logistik, bärbara system och integrering i olika fordon. Dessutom återstår den centrala frågan: hur mycket förvarningstid krävs egentligen för att kunna agera effektivt mot drönarhotet?

Behovet av informationsdelning understryker problemet med ett ökat behov av utrustning som i sin tur skapar utrymmesbrist. Varje ny pryl måste balanseras mot vad som redan finns – ”pryl in, pryl ut”.

## 4.3 Slutsatser avseende förmåga att påverka och bekämpa drönare

Försöket begränsades till skjutning med eldhandvapen i form av ”truppluftvärn” i form av samordnad eldgivning i grupp. Resultatet från försöket var över förväntan, både vad gäller träffbild och samordning mellan skyttar. Resultaten är lovande då eldhandvapen alltid kommer finnas tillgängliga på bredd. Samtidigt finns tydliga begränsningar i hur långt-

gående slutsatser som kan dras: förutsättningarna var gynnsamma med kända parametrar, inga stresspåverkande faktorer och välutbildade skyttar. I verkliga stridsituationer, med osäkerhet, tidspress och varierande förmåga mellan skyttar, kan resultatet påverkas markant. Det ska också betonas att resultaten visade på att sannolikheten för att en enskild skytt får effekt i målet kan bedömas som låg. För att bättre förstå vilken förmåga man kan uppnå med truppluftvärn behövs mer kontrollerade försök under varierande förhållanden.

Sammantaget motiverar det positiva resultatet att möjligheten att använda ”truppluftvärn” i form av samordnad eldgivning i grupp bör vara föremål för fortsatta försök. Även om kapaciteten är begränsad fyller truppluftvärn en viktig roll – både som en sista försvarslinje och som ett sätt att tvinga motståndaren till taktisk anpassning.

Ett centralt område för utveckling är identifiera kriterier för olika skjutfall. Här behövs tydligare riktlinjer för eldöppnande, inklusive när eld får öppnas utan order, vilka beslutskriterier som gäller, eventuella tumregler för snabb reaktion och hur beslutsstödsystem kan underlätta i strid.

Utbildning och övningar behöver också vidareutvecklas. Det omfattar tydligare och mer realistiska skjutregler, träning mot mål med varierande hastighet, uppskattning av målets hastighet, integrering av skjutövningar mot rörliga mål i grundutbildningen, specifika skjutbanor för drönbekämpning, tekniska hjälpmedel för träff- och effektmätning, samt förbättrad målmaterial. Tidigare erfarenheter från skjutning mot bogserade mål kan fungera som utgångspunkt.

Oaktat vad som framkommer i framtida försök med truppluftvärn bör det understrykas att det krävs en kombination av system för att möta drönbekämpningen. Möjliga lösningar som laser, HPM, jakt-UAV, störsystem, skyddsnät och truppluftvärn måste samverka i ett system av system för att skapa effekt. Eldhandvapen bör ses som en del av ett skalförsvar, där skjutning mot luftmål kompletterar andra skydds- och bekämpningsåtgärder. Effektiviteten hos truppluftvärn ökar om det kombineras med andra system. Försök med specialammunition, assisterande sikten, riktmedel och störningsmoment bör genomföras för att samla data och öka realism.

Nya teknologier som laser och mikrovågssystem är lovande som delar i en helhetslösning, men kräver fortsatt utveckling. Samtidigt behöver befintliga system vidareutvecklas och metoder för eldöppnande och samordning förtydligas.

En central utmaning är att undvika vådabekämpning. Många teknologier innebär risk för oavsiktlig bekämpning av egna eller tredje part, vilket måste beaktas vid val av system och metoder. Kostnadseffektivitet, folkrätt och risk för vådabekämpning måste alltid vägas in.

Slutligen är förmåga att bekämpa drönare starkt beroende av förmåga att upptäcka drönare varför även informationsdelning är avgörande i detta avseende. Snabb och pålitlig överföring av måldata mellan enheter är helt central. Utan detta riskerar förbandet att upptäckt inte leder till verkan i tid.

#### **4.4 Slutsatser avseende förmåga att undgå upptäckt.**

Försöket understryker risken att förbandet måste räkna med att bli upptäckta, men fokus ligger på att fördröja upptäckten och minimera konsekvenserna. Tid blir en avgörande faktor för hur länge våra förband kan verka ostört, och kombinationen av olika åtgärder – maskering, vilseledning och rörlighet – är central för framgång.

Klassisk kunskap om maskering, uppträdande och användning av terräng är fortfarande relevant, men särskilt logistiken är svår att dölja. Effektiv maskering måste också beakta olika spektrala signaturer, såsom IR, värme och radio, och syfta både till vilseledning och att helt undgå bekämpning. Kombinationen av lösningar och rätt materiel är avgörande;

improviserade metoder räcker inte och maskeringsnät och annan utrustning måste vara korrekt dimensionerad och anpassad.

Utbildning och övning är centrala för att uppnå effektiv maskering. Både officerare och soldater behöver tränas i anpassade metoder för olika fordon och uppdrag, samt på snabba rutiner – ofta på mindre än fem minuter – för att hantera verkliga stridsituationer.

Skenmål och vilseledning är viktiga verktyg för att överbelasta och distrahera motståndaren. Genom att använda skenmål kan vi sprida fiendens uppmärksamhet och öka skyddet för verkliga förband. Samtidigt måste balansen mellan maskering och direkt eldberedskap hanteras noggrant, eftersom beordrad eldberedskap kan innebära att enheten måste vara redo att avfyra omedelbart, vilket kan stå i konflikt med behovet av att förbli dolt.

Slutligen är maskering ingen universallösning – den måste planeras och prioriteras för varje situation, beakta väder och terräng och integreras i både planering och val av materiel. Kombinationen av rätt materiel, utbildning, snabba rutiner och kompletterande vilseledning skapar den mest effektiva förmågan att undgå upptäckt från drönare.

## 4.5 Försökets svagheter

Det ska understrykas att de praktiska försök som genomfördes var av explorativ karaktär. De var av mindre omfattande karaktär och möjligheten till vetenskaplig kontroll var begränsade, varför de inte bör ligga till grund till alltför långtgående slut-satser. Resultaten från dessa tester bör därför ses som högst indikativa, och ger endast begränsad vägledning om den faktiska prestandan eller effekten av de testade systemen.

Testerna hade också fokus på burna system, medan diskussionerna som följde ofta rörde hela förmågepyramiden. Detta innebär att kopplingen mellan resultaten från själva testerna och de bredare slutsatserna var begränsad.

Som tidigare noterats så var det viktigaste momentet i försöket den efterföljande workshopen, där diskussionerna bidrog till att sätta testresultaten i ett bredare sammanhang. Workshopens dialoger och analyser gav betydligt mer värdefull insikt än de enskilda testerna.

## 4.6 Förslag på inriktning av fortsatt arbete

Fortsatt arbetet bör fokusera på helhetsintegration där tekniska system, utbildning, rutiner och ledningsmetoder utvecklas parallellt. Särskild vikt bör läggas vid automatisering, säkra informationskedjor, realistiska försök och systemsamordning för att skapa en robust C-UAS-förmåga. Detta innebär:

- Att prioritera realistiska och återkommande övningar som integrerar sensorer, bekämpningssystem och maskeringsåtgärder i förbandens ordinarie verksamhet.
- Fortsatt arbete med att lednings- och informationssystem ska kunna hantera stora datamängder utan att överbelasta personal, inklusive förbättrade filtrerings- och presentationslösningar.

### **Fortsatt arbete avseende förmåga att upptäcka drönare:**

- Utveckla sensor kedjan genom vidare tester och utveckling av aktiva och passiva sensorer, särskilt lösningar för tidig varning och automatisk larmhantering.
- Fördjupa arbetet med informationshantering, inklusive kravställning på ”måste-data”, tidsstämpling, filtrering och robust datadelning även i störd miljö.
- Genomföra integreringsstudier för att säkerställa praktisk montering, strömförsörjning och fysisk integration av sensorer på fordon.

- Utredda krav på förvaringstid genom ytterligare försök och analys för att definiera vad som är operativt nödvändigt.

**Fortsatt arbete avseende förmåga att bekämpa drönare:**

- Genomföra fler kontrollerade försök med truppluftvärn under varierade förhållanden avseende bland annat stress, måltyp och utbildningsnivå på skyttar.
- Utveckla föreskrifter och skjutfall, inklusive regler för när eld får öppnas, beslutskriterier och tumregler för snabb reaktion.
- Utveckla infrastruktur för utbildning och övning. Detta kan t.ex. inkludera specialiserade skjutbanor som medger träning mot rörliga och svårupptäckta mål samt tekniska system för träffmätning.
- Fortsätta utvärdering av kompletterande teknologier såsom laser, HPM, jakt-UAV, störsystem och specialammunition, inklusive konsekvenser detta får för logistik, folkrätt och risknivå.

**Fortsatt arbete avseende förmåga att undgå upptäckt från drönare:**

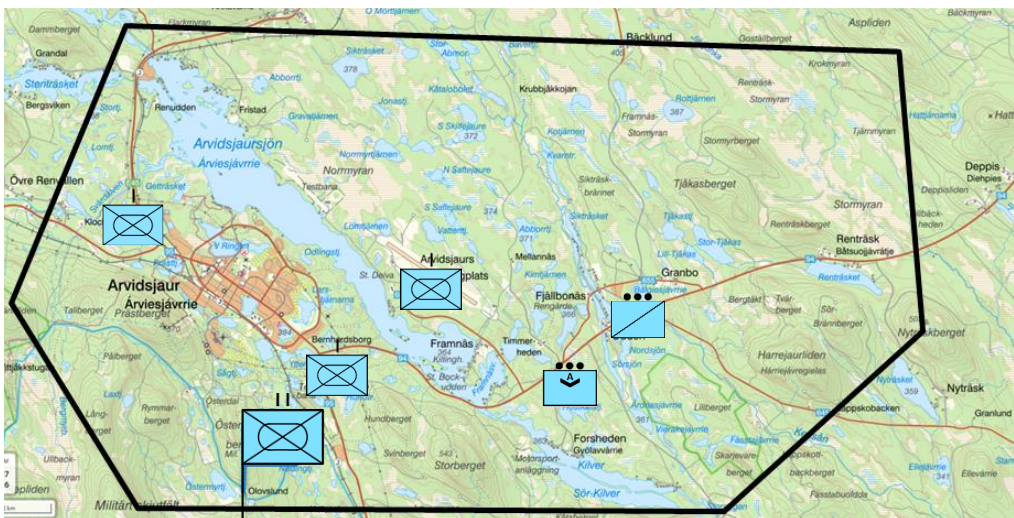
- Utveckla och anskaffa maskeringsmateriel som är spektrumanpassad och som möjliggör snabba rutiner ( $\leq 5$  min snabbmaskering,  $<20$  min full maskering).
- Studera och utveckla skenmålskoncept, inklusive praktiska, kostnadseffektiva lösningar som kan användas i större skala.
- Säkerställa att maskering integreras i planering och taktik, inklusive hur terräng, väder och logistiska behov påverkar exponeringstiden.

## Bilaga. Taktisk tillämpning av C-UAS vid tre olika typbataljoner

Denna bilaga innehåller en sammanställning av dokumentationen från de workshoppar som genomfördes under eftermiddagarna efter de praktiska försöken under förmiddagarna. För varje typförband, mekaniserad bataljon, artilleribataljon samt norrlandsjägarbataljon, redovisas först en precisering av indelning, gruppering och uppgifter inom ramen för det givna scenariot. Därefter redovisas resultatet från diskussionen utifrån PUT-modellens tre övergripande steg avseende hur typförbandet skulle kunna optimera sin förmåga avseende hotet från drönare.

### Mekaniserad bataljon

**Precisering av indelning, gruppering och uppgifter.** Det mekaniserade förbandet är utgångsgrupperat enligt tilldelat område med ledningsplats vid värmestugan G1. Förbandet består av tre kompanier som är försvarsgrupperade: 1. kompaniet skyddar flygplatsen och förhindrar luftlandsättning, 2. kompaniet försvarar södra Arvidsjaur och 3. kompaniet ansvarar för nord och nordvästra Arvidsjaur. Ett av kompanierna kan grupperas för fördröjningsstrid längs östra vägen, och en spaningspluton är placerad för att spana längs vägen och ge tidig varning. Uppgiften för det mekaniserade förbandet är att försvara nyckelterräng, upprätthålla försvarsgruppering och samordna med understödsförband för maximal effekt. Försvar av flygplatsen är en prioriterad uppgift (se figur Bil:1).



Figur Bil:1. Utgångsgruppering av Mekaniserad bataljon.

**Förmåga att upptäcka drönare vid mekaniserad bataljon.** För att den mekaniserade bataljonen ska kunna lösa uppgiften att upptäcka drönare föreslås att varje kompani har tillgång till grundläggande detektionsutrustning, samtidigt som mer avancerade sensorer tillförs på bataljonsnivå. Stridsfordon bör samtidigt utrustas med passiva sensorsystem, medan aktiva system är nödvändiga för målinvisning och måste finnas tillgängliga på kompaninivå. Det är avgörande att kunna använda spaningsensorer för att invisa verkanssystem genom att ta emot samt sprida måldata, både inom det egna kompaniet och uppåt i systemet. Bedömningen är att det inte räcker med en typ av sensor – bataljonen behöver flera olika tekniska lösningar i samverkan, exempelvis signalspaningssystem och radar. Ett system per pluton bedöms vara rimligt, och signalspaningsutrustning bör alltid finnas på fordonen.

Under normala förhållanden är det fördelaktigt om förbanden kan använda passiva sensorer för att möjliggöra detektion av drönare utan att öka risken att röja enheter ur förbandet. Vid anfall eller andra tillfällen där förbandet kan anses vara lokaliserat kan dock aktiva sensorer och störsändare aktiveras utan ökad risk för upptäckt. En möjlighet som diskuterades för att öka störförmågan i förbandets område var små störsändare integrerade på drönare för att skapa en tillfällig skyddszon runt förbandet.

Slutligen behöver systemet implementeras integrerat på kompaninivå, med god informationsdelning och tydliga samverkansmetoder. Geografiskt förutbestämda områden och signaler för att anpassa höjden på egna UAV:er är exempel på metoder som kan minska risken för vådabekämpning av egna drönare samt öka effektiviteten.

**Förmåga att påverka och bekämpa drönare vid mekaniserad bataljon.** Bataljonens förmåga att påverka och bekämpa drönare bygger på att kunna oskadliggöra hoten i tid för att undvika skador på egna enheter. Denna förmåga måste finnas på kompaninivå, där eldhandvapen och CV90-system utgör grunden. Dock saknas breda möjligheter till mål-invisning, vilket gör att samordning med exempelvis luftvärnskanonvagn blir nödvändig. Skydd för underhållsömgångar och ledningsfunktioner måste också säkerställas genom att särskilda vapensystem tillförs.

Lösningar som identifierats innefattar en kombination av olika system: Exempelvis luftvärnskanonvagn och CV90 med förbättrad målinvisning, trupp-luftvärn, störsystem, HPM-vapen och jakt-UAV:er. Även skyddsnet, både fordonsmonterade och mark-baserade, kan utgöra ett komplement. Dessutom finns potential i nya tekniska koncept såsom stör-UAV:er som kan blockera signaler eller avge EMP-pulser.

För att uppnå önskad verkan krävs en helhetslösning med flera kompletterande system. Lösningen behöver särskilt inkludera teknik för att bekämpa svärmar som inte påverkas av telekrig, till exempel HPM-vapen.

**Förmåga att undgå upptäckt av drönare vid mekaniserad bataljon.** När det gäller att undgå upptäckt är utgångspunkten att bataljonen förr eller senare kommer att lokaliseras. Målet bör därför vara att försvåra bekämpning och dra ut på tiden genom maskering, vilseledning och rörlighet.

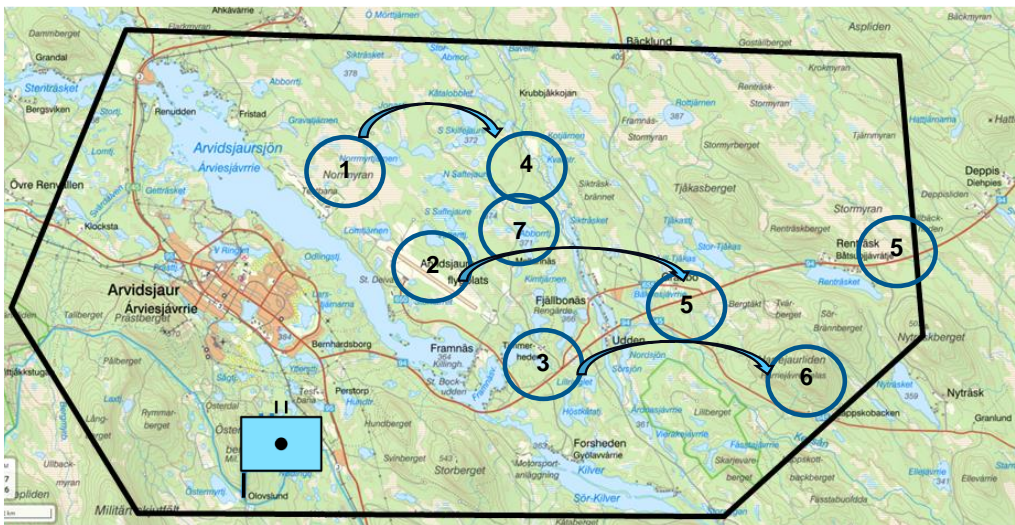
Maskering är centralt för bataljonens mer stationära enheter, medan rörlighet och omgruppering blir avgörande över längre tid, särskilt under dygnsskalan. Skenmål är en viktig komponent och bör utformas både fysiskt, elektroniskt och i IR-spektrum. Syftet är både att ge intryck av att förbandet befinner sig på en annan plats och att förvilliga kring enskilda fordons position. I det första fallet är meningen att undvika att fienden bekämpar förbandet och i det andra fallet är syftet att fiendens bekämpning inte upptäcker det egna förbandet.

Förmåga att undgå upptäckt bör bygga på en kombination av maskering, vilseledning och rörlighet, där tidsfaktorn avgör ambitionsnivå och metod. Snabb maskering kan exempelvis användas vid hot om flyganfall, medan skenmål är mer effektiva för att hantera långvarig exponering. För de delar av förbandet som är svåra att dölja krävs istället ett välfungerande luftförsvar. Ett särskilt skenmålsförband på brigadnivå, motsvarande ett kompani, bedöms kunna ge ett avgörande bidrag.

## Artilleribataljon

**Precisering av indelning, gruppering och uppgifter.** Artilleriförbandet är utgångsgrupperat inom egna områden med ledningsplats vid värmestugan G1. Artilleribataljonen har dock inget eget områdesansvar utan fokuserar på att stödja andra förband. Pjäskompaniområden består av stridsställningar, skyddsställningar, påfyllnadsplatser och ersättningsplatser. Pjäserna framrycker till eldställning för att lösa elduppgifter och kan därefter återgå till påfyllnads- eller skyddsställningar vid behov. Bataljonen har följande gruppering: 911 haubitskompaniet i område 1, beredd att omgruppera till område 4; 912 haubitskompaniet i område 2, beredd till område 5; 913 haubitskompaniet i område 4,

beredd till område 6; 914 stabskompaniet i område 7 och 915 trosskompaniet i område 8. Artilleriförbandets uppgifter är ge understöd till manöverbataljoner genom indirekt bekämpning med spräng-, hårdmåls- och precisionsgranater. (se figur Bil.2).



Figur Bil.2. Utgångsgruppering av Artilleribataljon

**Förmåga att upptäcka drönare vid artilleribataljon.** För artilleribataljonen är det avgörande att kunna upptäcka både spaningsdrönare och beväpnade drönare, särskilt i samband med eldgivning, omgruppering eller transporter. Utgångspunkten är att bataljonen verkar inom ramen för brigadens luftlägesbild, men den egna förmågan måste vara tillräcklig för att snabbt kunna identifiera hot i närheten av de mest skyddsvärda resurserna – pjäser, basplats och artillerilokaliseringsradar löser uppgifter antingen i artilleribataljonens område eller inom ett manöverbataljonsområde. Lösningar bör bygga på en integration av passiva sensorer med telekrigssystem och aktiva medel som vapenstationer med finkaliber eller automatkanon med programmerbar ammunition. Skydd måste även omfatta underhållsfordon och ammunitionsupplag, bland annat med röckkastare som närskydd. Ett återkommande problem är bristen på metod och systemintegration – det finns ännu ingen tydlig modell för hur C-UAS ska samordnas med luftförsvaret och andra bataljoner. Informationsdelning är också en nyckelfråga: det måste tydliggöras hur data från en detektion delas internt och med andra förband för att skapa en gemensam luftlägesbild.

**Förmåga att påverka och bekämpa drönare vid artilleribataljon.** För att effektivt kunna bekämpa drönare behöver bataljonen tillgång till vapensystem som kan täcka större luftvolym än enskilda projektiler, exempelvis flechetteammunition<sup>20</sup> eller signalsökande lösningar. I nuläget är möjligheterna begränsade till befintliga vapen som granatgevär, granattillsatser, automatkarbiner och kulsprutor, förutsatt att dessa kompletteras med sikten och avståndsmätare som kan hantera små mål. Samtidigt är det tydligt att både utbildning och materialval innebär avvägningar – det finns varken utrymme för fler befattningar eller system, vilket betyder att C-UAS måste integreras i befintliga roller och utrustning snarare än adderas som något nytt.

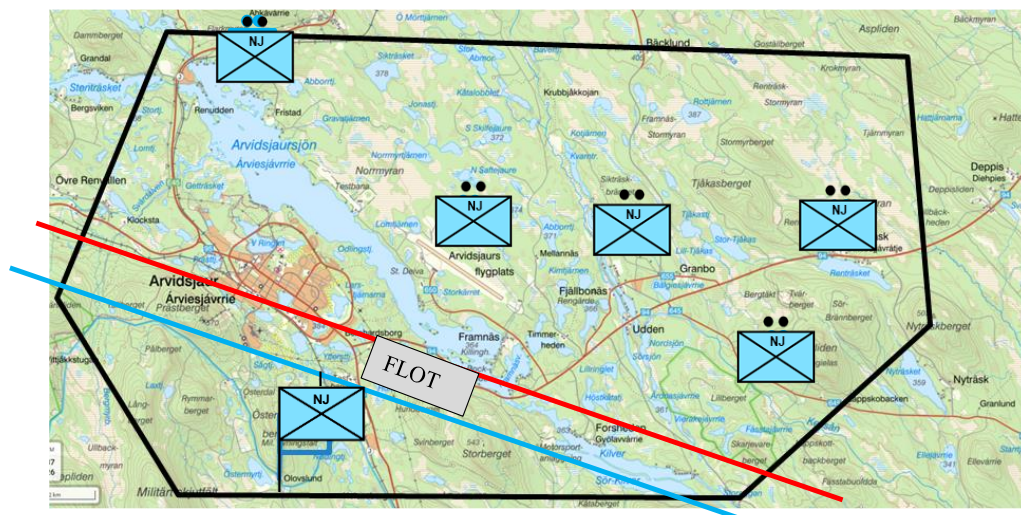
**Förmåga att undgå upptäckt av drönare vid artilleribataljon.** Förmågan att undgå upptäckt är avgörande för bataljonens överlevnad och rörlighet. Här krävs en kombination av maskering, skenmål och väl utvecklade metoder för snabbt uppträdande. En central utmaning är att identifiera när en enhet ska stå eldbredd i en eldställning och därmed exponera sig, respektive när den kan vänta och dra nytta av skydd eller maskering.

<sup>20</sup> En granat som innehåller många små, pilformade projektiler. När granaten avfyras sprids dessa små metallpilar över ett område.

Effektiva metoder för samordning av eld och rörelse, där skjutande förband och skyddsenheter kompletterar varandra, framstår som nödvändiga för att höja överlevnadsförmågan.

## Norrlandsjägarbataljon

**Precisering av indelning, gruppering och uppgifter.** Jägarförbandet i detta specifika fall består av delar av Norrlandsjägarbataljonen i form av en skvadron med fem jägartroppar och en understödspluton. Skvadronsledningen är grupperad i ett område som kontrolleras av egna styrkor, medan bataljonsledningen är centralplacerad och leder skvadronerna i olika geografiska riktningar. Tropparna sammansätts efter uppgift och mål för att optimera verkan, med rotation mellan aktiv strid och planering/återhämtning för att säkerställa uthållighet. Inledningsvis fokuserar tropparna på spaning och därefter på bekämpning av högvärdiga mål på djupet av fiendens område. Jägarförbandets uppgifter omfattar både verkan mot mål med hjälp av egna system såväl som samordning med understödsförband och artilleri för att uppnå maximal effekt. (se figur Bil:3).



Figur Bil:3. Utgångsgruppering av ett jägarförband ur norrlandsjägarbataljonen.

**Förmåga att upptäcka drönare vid Norrlandsjägarbataljon.** Bataljonens förmåga bygger på små, rörliga enheter som skapar redundans och har planerade åtgärder för situationer då de röjs. Framryckningsvägar bör hållas på avstånd från vägnät och andra lättidentifierbara terrängdrag, vilket minimerar risken för upptäckt. Ett eget detektions-system för UAV:er är viktigt för att ge Norrlandsjägarbataljonen tid att dölja sig och vidta skyddsåtgärder.

**Förmåga att påverka och bekämpa drönare vid Norrlandsjägarbataljon.** Bataljonens bekämpningsförmåga delas in i två huvudscenarier: uppkommen, ej planerad strid, till exempel i form av åtgärder vid sammanstöt samt när förbandet är i förhand och har kunnat planera striden. Vid sammanstöt krävs snabb lokalisering av drönare, bärbara lätta bekämpningssystem med uthållig strömförsörjning samt assisterande sikten på befintliga vapensystem. För att kunna genomföra planerad strid mot mål där motståndaren har tillgång till drönarsystem bör enheten ha förmåga att kunna slå mot sändarplatser eller operatörer, nyttja bärbart luftvärn och störsystem, samt utbilda personal i truppluftvärn. Det är nödvändigt att säkerställa att grundläggande förmåga att bekämpa rörliga mål finns hos alla enheter. Vidare att metoder för eldöppnande är tydliga och att stående order finns för när eld får öppnas. Lösningarna ska integreras i befintliga vapensystem och tränas regelbundet för att säkerställa snabb och korrekt reaktion vid hot.

**Förmåga att undgå upptäckt av drönare vid Norrlandsjägarbataljon.** För att effektivt undgå upptäckt av drönare måste Norrlandsjägarbataljonen kunna uppträda dolt och genomföra dold infiltration, samtidigt som förbandet ska kunna lokalisera och fastställa målpositioner utan att avslöjas för fiendens sensorer. Förmågan att undgå upptäckt bygger på planering, terrängval och användning av naturlig samt tillförd maskering. Framryckning bör ske på sätt som försvårar observation från luftburna plattformar, gärna under dåligt väder och längs vägar med begränsad synlighet. Små enheter används för att minska spår och skapa redundans, medan vilseledande åtgärder ger tid för maskering. Maskeringsutrustning används för att dölja individer och mindre grupper och störsystem kan användas för att påverka fiendens detektion. Kombinationen av små enheter, skenmål och maskering skapar förutsättningar för att genomföra uppdraget trots drönarhot.



FOI  
Totalförsvarets forskningsinstitut  
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00  
Fax: 08-55 50 31 00

[www.foi.se](http://www.foi.se)