

Konsekvenser för ledning av autonoma samverkande system

Slutrapport

PETER SVENMARCK, ALEXANDER MELBI,
ANNA PESTREA, PER-ANDERS OSKARSSON,
ANNA ANDERSSON, PONTUS WINTER



Peter Svenmarck, Alexander Melbi,
Anna Pestrea, Per-Anders Oskarsson, Anna
Andersson, Pontus Winther

Konsekvenser för ledning av autonoma samverkande system

Slutrapport

Titel	Konsekvenser för ledning av autonoma samverkande system – Slutrapport
Title	Consequences for command and control of autonomous cooperative systems – Final report
Rapportnr/Report no	FOI-R--5525--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2023
Antal sidor/Pages	31
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare/Client	Försvarsmakten
Forskningsområde	Övrigt
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E38513
Godkänd av/Approved by	Emil Hjalmarson
Ansvarig avdelning	Cyberförsvar och ledningsteknik

Bild/Cover: Anna Pestrea

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

Autonoma system är högt automatiserade system med målinriktat beteende. Autonoma system utvecklas bland annat för att öka effektiviteten och avlasta personalen. Militär tillämpning av autonoma system är väsentlig för att möta ökade krav från framtida komplexa och snabba stridsförlopp. Autonoma system ger nya möjligheter att tillgodose militära behov av verkan, underrättelser, rörlighet, uthållighet och skydd. Genom att autonoma system är obemannade ger de även nya förutsättningar för ledning. Exempelvis, i form av möjligheter till ökat risktagande och ökade möjligheter att utforma systemen för deras uppgifter.

Denna rapport sammanfattar studier som genomförts inom projektet Konsekvenser för ledning av autonoma samverkande system. Projektet studerade hur militär personal använde autonoma system för mekaniserad strid. De autonoma systemen antingen simulerades eller gavs representativa egenskaper i ett taktiskt brädspel för mekaniserad strid. De autonoma system som studerades var obebäpnad quadkopter drönare, medeltungt markfordon beväpnat med kulspruta och pansarrobot samt tungt markfordon beväpnat med kulspruta och kanon. Resultaten visar att autonoma system för mekaniserad strid kan ge många fördelar i form av förbättrad lägesbild om fiendens positioner, mer eldkraft och mindre risk för mänskliga förluster. Ledning av autonoma system för mekaniserad strid görs lämpligast på kompaninivå. Även om behoven ofta är stora på plutonsnivå så har plutonchefen ingen ledig kapacitet för att även leda autonoma system. Istället är det lämpligast att tillföra ett ledningsfordon på kompaninivå med besättning, operatörer för autonoma system och en chef.

Nyckelord: militär ledning, mekaniserad strid, autonoma system, UAV, UGV, UCGV, krigsspel

Summary

Autonomous systems are highly automated systems with goal directed behaviour that are developed to increase effectiveness and reduce demands on personnel. Military applications of autonomous systems are essential for the increased demands of future complex and rapid combat engagements. Autonomous systems provide new means for military needs of fire, intelligence, movement, endurance, and protection. Since autonomous systems are unmanned, they offer new circumstances for command and control. For example, in the form of opportunities for increased risk taking and increased opportunities for design of autonomous systems based on their task.

This report summarises the studies that were performed within the project Consequences for Command and Control of Autonomous Cooperative Systems. The project studied how military personnel used autonomous systems for mechanised warfare. The autonomous systems were either simulated or given representative properties in a tactical board game for mechanised warfare. The autonomous systems that were studied were unarmed quadcopter drone, medium size ground vehicle armed with machine gun and anti-tank robot, and heavy ground vehicle armed with machine gun and canon. The results show that autonomous systems provide many benefits for mechanised warfare, such as better situation awareness of enemy positions, more fire power, and lower risk of human losses. Command and control of autonomous systems is most suitable at the company level. Although the needs are often great at the platoon level, the platoon commander does not have any free capacity to also lead autonomous systems. Instead, it is better to add an additional command and control vehicle to the company command with crew, operators for autonomous systems, and a commander.

Keywords: command and control, mechanised warfare, autonomous systems, UAV, UGV, UCGV, war gaming

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Projektet KLASS	7
1.2	Genomförda studier	7
1.3	Publikationer, informationsinhämtning och seminarier	8
1.4	Rapportens målgrupp och struktur	9
2	Universellt Konfliktspel för Autonom StridsledningsStudie	10
2.1	Spelbräde	10
2.2	Spelpjäser och spelkort	10
2.3	Övriga spelkomponenter	12
2.4	Speluppställning	12
2.5	Spelomgångar	12
3	Workshop om ledning av mekaniserad strid med UCGV	14
3.1	Syfte och frågeställningar	15
3.2	Deltagare	15
3.3	Procedur	15
3.4	Övergripande scenario — Fördröj fiendens framryckning	15
3.5	UCGV spelpjäs och spelkort	16
3.6	Fördröjningsstrid	16
3.6.1	Spelpjäser	17
3.6.2	Genomförande	17
3.6.3	Diskussion om fördröjningsstrid	19
3.7	Motänfall	20
3.7.1	Spelpjäser	20
3.7.2	Genomförande	20
3.7.3	Diskussion om motänfall	22
3.8	Sammanfattande diskussion	23
4	Seminarium om ledning av autonoma system	24
5	Erfarenheter om ledning av mekaniserad strid med autonoma system	25
5.1	Uppgifter för autonoma system	25
5.2	Egenskaper hos autonoma system	26
5.3	Ledningsnivå för ledning av autonoma system	26
5.4	Effekter av autonoma funktioner	27
5.5	Genomförande av mekaniserad strid med autonoma system	28
5.6	Internationell humanitär rätt vid användning av autonoma system	29
6	Slutsatser	30
7	Referenser	31

1 Inledning

Autonoma system är en benämning för högt automatiserade system med målinriktat beteende som anpassar sig efter omständigheterna och delvis upplevs som självstyrande (Woltjer m.fl., 2016). Autonoma system utvecklas både för civila och militära tillämpningar för att öka effektiviteten och avlasta personalen (Lamballis Tessensohn m.fl., 2018; Rantakokko m.fl., 2020; Rantakokko m.fl., 2022). Militär tillämpning av autonoma system är väsentlig för att möta ökade krav från framtida komplexa och snabba stridsförlopp.

Autonoma system har andra egenskaper än bemannade system. Autonoma system är exempelvis obemannade, vilket ger ökade möjligheter för risktagande och att i större utsträckning utforma systemen för specifika uppgifter. Detta ger nya möjligheter för autonoma system att tillgodose militära behov av bland annat verkan, underrättelser, rörlighet, uthållighet och skydd (Svenmarck & Bengtsson, 2018).

Autonoma systems egenskaper gör att nya krav ställs på chefer och övriga delar av ledningssystemet för att integrera dem i befintliga ledningsstrukturer. De nya kraven berör flera ledningsnivåer eftersom autonoma system kan användas på allt från gruppchefsnivå till bataljonledningsnivå beroende på systemens förmåga. Samma autonoma system kan även utföra uppgifter på flera ledningsnivåer, vilket ökar kraven på samordning mellan ledningsnivåer.

1.1 Projektet KLASS

Syftet med projektet Konsekvenser för ledning av autonoma samverkande system (KLASS) var att förbättra kunskapsläget om hur autonoma system kan komma att påverka ledning och ledningssystem inom Försvarmakten. Styrning och ledning av autonoma system har tidigare enbart studerats i begränsad omfattning. Andra projekt fokuserar främst på tekniska lösningar och möjligheter med autonoma system.

I projektet genomfördes studier i vilka militär personal använde autonoma system som antingen simulerades eller gavs representativa egenskaper i ett taktiskt brädspel för mekaniserad strid. Syftet med studierna var att bygga upp erfarenhet kring hur autonoma system kan påverka ledning, krav på ledningssystem samt utformning av interaktion med autonoma system.

Projektet har haft följande övergripande frågeställningar:

- Hur påverkas ledning av att införa markgående och flygande system med autonom eller intelligent förmåga?
- Vilka krav ställer införandet av autonoma mark- och luftenheter på ledningssystemet avseende teknik, personal, organisation och metod?
- Hur kan styrning och ledning av autonoma enheter hanteras ur ett interaktionsperspektiv?
- Vilka krav bör ställas på autonoma system för att de ska ha önskvärd flexibilitet för att kunna hantera den mångfald av scenarion och miljöer som Försvarmakten kan förväntas verka i?
- Var ligger ansvaret när beslutsfattandet är autonomt?
- Vilka är de gränssättande lagar/förordningar som behöver beaktas vid autonomt beslutsfattande?

1.2 Genomförda studier

Inom projektet har följande studier genomförts:

- *Röststyrning av autonoma system för mekaniserad strid* (Bengtsson m.fl., 2022). Studien jämförde styrning av autonoma system med röstkommandon och med

kommandon till operatörer. Studien genomfördes i en simulerad miljö för mekaniserad strid.

- *Ledning av autonoma system för strid med pluton* (Bengtsson m.fl., 2022). Studien jämförde anfallsstrid med pluton för mekaniserad strid med och utan autonoma system. Studien genomfördes med ett taktiskt brädspel.
- *Ledning av autonoma system för strid med kompani* (Melbi m.fl., 2023). Studien jämförde anfalls- och försvarsstrid med kompani för mekaniserad strid som utrustats med autonoma system. Studien genomfördes med ett taktiskt brädspel.
- *Ledning av autonoma system för mekaniserad strid med olika autonomnivåer* (Melbi m.fl., 2023). Studien jämförde autonoma system med dagens teknikläge för autonoma förmågor med autonoma system med förväntat framtida teknikläge för autonoma förmågor. Studien genomfördes med ett taktiskt brädspel.
- *Ledning av mekaniserad strid med tunga autonoma markfarkoster* (se kapitel 3). Studien jämförde fördröjnings- och anfallsstrid med kompani som utrustats med tunga autonoma markfarkoster. Studien genomfördes med ett taktiskt brädspel.

1.3 Publikationer, informationsinhämtning och seminarier

Följande rapporter och memon har publicerats inom ramen för projektet:

- Bengtsson, K., Svenmarck, P., Oskarsson, P.-A., Johansson, B. J. E., Pestrea, A., & Melbi, A. (2022). *Ledning av autonoma samverkande system: Inledande studier* (FOI-R--5301--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Melbi, A., Saleh, D., & Bengtsson, K. (2022). *Rapportering genomförande av workshop samt simuleringsmiljö vid MSS/Skövde 2022-06-02* (FOI Memo 7924). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Winther, P. (2022). *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar* (FOI-R--5343--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Melbi, A., Saleh, D., Oskarsson, P.-A., Svenmarck, P., Pestrea, A., & Bengtsson, C. (2023). *Ledning av kompanistrid med autonoma samverkande system: En brädspelsstudie* (FOI-R--5489--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Pestrea, A., Melbi, A., Svenmarck, P., & Oskarsson, P.-A. (2023). *The tactical board game UNI-KASS: Features and best practice* (FOI Memo 8269). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Svenmarck, P., Melbi, A., Pestrea, A., & Oskarsson, P.-A. (2023). *Workshop kring ledning av mekaniserad strid med autonoma system* (FOI Memo 8216). Totalförsvarets forskningsinstitut.

Projektet har fått följande konferenspapper publicerade:

- Saleh, D., Pestrea, A., & Johansson, B. J. E. (2022). Exploring Command and Control of Semi-Autonomous Units: Co-constructing the future battlefield using a tactical board game. I *Proceedings of the 27th International Command and Control Research & Technology Symposium* (pp. 1-15), 25–27 Oktober, Quebec City, Canada. International C2 Institute.
- Oskarsson, P.-A., Svenmarck, P., Bengtsson, K., Melbi, A., & Pestrea, A. (2023). Semi-autonomous units for mechanized combat controlled by voice commands (FOI-S--6660--SE). I *Proceedings of the 25th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2023)*, Köpenhamn, 23 till 28 augusti.
- Melbi, A., Johansson, B. J. E., Bengtsson, K., & Oskarsson, P.-A. (2023). Assessing performance of agents in C2 operations (FOI-S--6663--SE). I *Proceedings of the 25th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2023)*, Köpenhamn, 23 till 28 augusti.

Övriga konferenser, försök och internationella samarbeten som projektet deltagit i är:

- *Military Robotics and Autonomous Systems*, 6–7 april 2022, London, Storbritannien. Vid konferensen presenterades den senaste utvecklingen inom autonoma markfarkoster.
- *Military Robotics and Autonomous Systems*, 8–10 april 2023, London, Storbritannien. Vid konferensen presenterades den senaste utvecklingen inom autonoma markfarkoster.
- *Unmanned Ground Systems Autonomy Trials (UGV-AT)*, 28–29 juni 2023, Läsna, Estland. Försöket handlade om autonom navigering för markfarkoster.
- *Connections UK 2023*, 5–7 september 2023, Sandhurst, Storbritannien. Konferensen handlade om krigsspel och projektet demonstrerade UNI-KASS.
- *NATO SAS-175 Integration of UxS into Operational Units*. Februari 2022 – December 2023. Två virtuella workshoppar genomfördes dels inom ledning av obemannade system och dels inom organisation för obemannade system.

Följande seminarier har genomförts inom ramen för projektet:

- *Seminarium om etik och autonomi*, 13 juni 2023, Linköping. Vid seminariet deltog forskare och analytiker från FOI. Syftet med seminariet var sprida kunskap om den juridiska forskningen om autonoma system och att diskutera juridiska frågor som kommit upp vid projektets studier.
- *Seminarium om ledning av autonoma system*, 19 oktober 2023, Linköping. Vid seminariet deltog två officerare från Utbildnings- och utvecklingsenheten på Markstridsskolan (MSS) och tre forskare från FOI. Syftet med seminariet var att diskutera erfarenheterna från projektet samt möjlig inriktning för framtida studier inom ledning av autonoma system.

1.4 Rapportens målgrupp och struktur

Denna rapport sammanfattar de studier som genomförts i projektet KLASS. Rapporten är främst riktad mot personal på Försvarmakten och FMV som arbetar med utveckling av mekaniserad strid, autonoma system samt förmåge- och metodutveckling.

Kapitel 2 beskriver det taktiska brädspelet Universellt Konfliktspel för Autonom StridsledningsStudie (UNI-KASS) som utvecklats i KLASS för att studera ledning av autonoma system.

Kapitel 3 beskriver resultatet från en workshop som genomfördes under våren 2023 för att studera ledning av mekaniserad strid med UCGV (eng. Unmanned Combat Ground Vehicle).

Kapitel 4 sammanfattar det seminarium som genomfördes med Markstridsskolan (MSS) under hösten 2023 för att diskutera erfarenheter från projektet och möjliga inriktningar för framtida studier om ledning av autonoma system.

Kapitel 5 sammanfattar erfarenheterna från KLASS om ledning av mekaniserad strid med autonoma system.

Kapitel 6 beskriver slutsatserna från KLASS om ledning av autonoma system.

2 Universellt Konfliktspel för Autonom StridsledningsStudie

Universellt Konfliktspel för Autonom StridsledningsStudie (UNI-KASS) är ett skalbart och flexibelt brädspele för att studera hur autonoma system påverkar ledning. UNI-KASS representerar taktiska beslutssituationer för markstridsscenario i vilka förutsättningarna kan varieras genom ändringar av terrängen och spelets enheter (Saleh m.fl., 2022; Pestrea m.fl., 2023). UNI-KASS ger en grund för diskussioner mellan forskare och personal från Försvarsmakten om hur autonoma system kan användas och komma att påverka olika ledningsnivåer från grupp till bataljon. För att genomföra ett spel med UNI-KASS behövs utöver spelledning:

- ett scenario (mål, hotbild, andra förutsättningar)
- ett spelbräde med terräng enligt scenariot (spelbrädets storlek, terrängens utseende)
- en beskrivning av tillgängliga enheter och deras förbandsstrukturer samt motsvarande spelpjäser, spelkort och andra spelmarkörer
- en beskrivning av spelaren/spelarnas rollfördelning i den spelade organisationen.

Innan spelet börjar får spelarna en bestämd tid för planering. Vilka stöd som spelarna kan använda under planeringen bestäms av spelledningen beroende på syftet med spelet. Spelarna kan exempelvis tilldelas en karta över området som de kan skissa på, eller så kan de samlas runt spelbrädet och diskutera planen.

2.1 Spelbräde

Spelbrädet för UNI-KASS består av ett godtyckligt antal terrängbrickor som sätts samman till ett sammanhängande område. Varje terrängbricka beskriver en viss typ av terräng: öppen terräng, asfalterad väg, grusväg, gles skog, tät skog, sten, dike, sjö och bebyggelse. Dessa olika terrängtyper påverkar spelpjäserna under spelet genom att avgöra framryckningshastighet och siktförhållanden. Framkomlighet på terrängbrickorna *asfalterad väg* och *grusväg* är exempelvis bättre i jämförelse med terrängbrickan *tät skog*. Siktförhållanden skiljer sig även mellan olika typer av terrängbrickor. Exempelvis kan två spelpjäser som står på motsatta sidor om terrängbrickorna *asfalterad väg* eller *grusväg* se varandra, vilket de inte kan om de står på motsatta sidor av terrängbrickan *bebyggelse*. Figur 1 visar ett exempel på ett spelbräde för mekaniserad strid mellan flera kompanier.

2.2 Spelpjäser och spelkort

UNI-KASS kan spelas med åtta typer av spelpjäser. Fyra typer av spelpjäser representerar konventionella förbandsenheter: stridsfordon, stridsvagn, skyttegrupp och granatkastare. Fyra typer av spelpjäser representerar autonoma system: UGV (eng. Unmanned Ground Vehicle), UCGV (eng. Unmanned Combat Ground Vehicle) (se kapitel 2.3), quadkopter UAV (eng. Unmanned Aerial Vehicle) och fastvingad UAV. Den medeltunga UGV:n är baserad på Milrem Robotics TheMIS (Tracked Hybrid-electric Modular Infantry System)¹ och är beväpnad med en kulspruta och en pansarrobot. Den tunga UCGV:n är baserad på Milrem Type-X Robotic Combat Vehicle² som har liknande egenskaper som ett stridsfordon. Quadkopter UAV:n är baserad på Parrot ANAFI³. Den fastvingade UAV:n är baserad på Aerovironment RQ-20 Puma⁴.

¹ <https://milremrobotics.com/defence/>

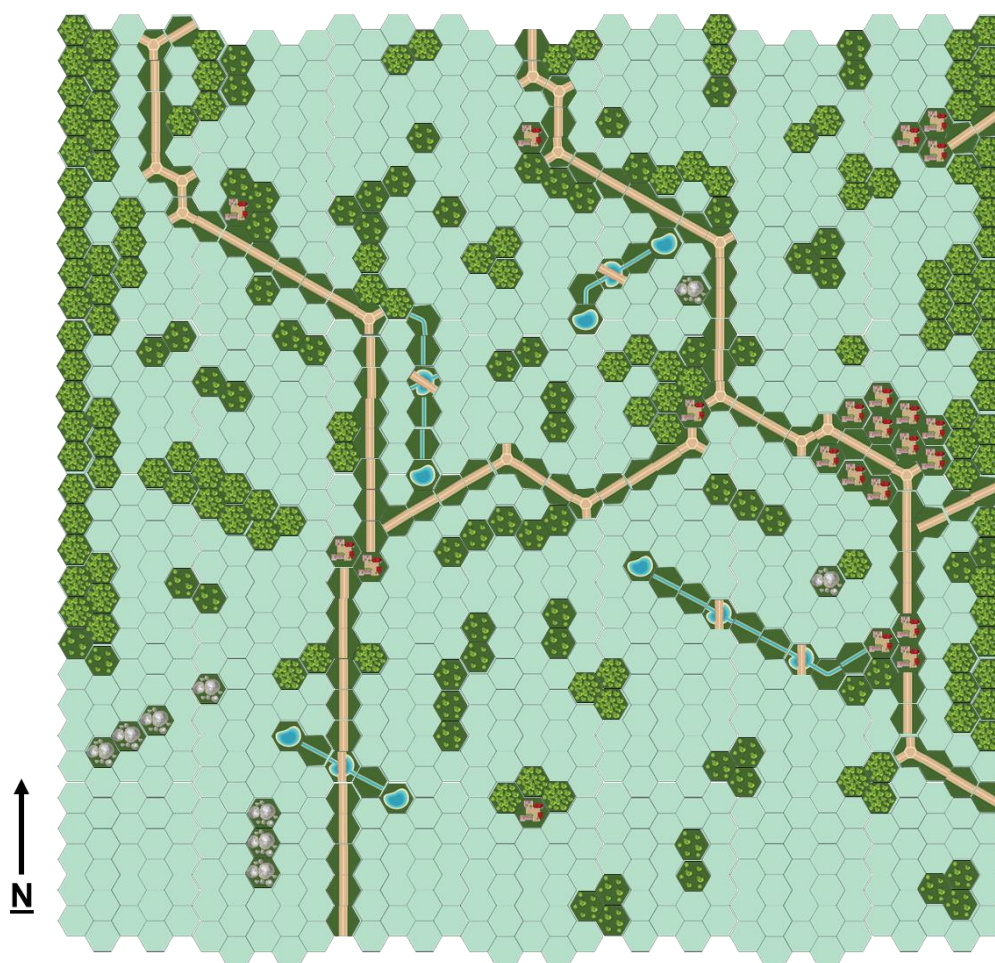
² <https://milremrobotics.com/product/type-x-combat/>

³ <https://www.parrot.com/en/drones/anafi>

⁴ https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1043

Figur 1

Spelbräde för ledning av mekaniserad strid mellan flera kompanier. Spelbrädet motsvarar ett område som är 3,5 gånger 3,0 km.



Varje spelpjäs har ett tillhörande spelkort som definierar spelpjäsens egenskaper (Figur 2). Egenskaperna återspeglar relevanta egenskaper hos stridsfordon och skyttegrupper samt relevanta och förväntade egenskaper hos UGV:er, UCGV:er och UAV:er. Spelkortet beskriver vilken enhet som representeras, egenskaper för förflyttning med handlingspoäng (HP) och kostnader för förflyttning, initiativvärde för duellstrid (används beroende på aktuella spelregler), maximalt siktavstånd för upptäckt av fiendliga enheter, verkansräckvidd och vapenverkan med sannolikheten för träff och verkan.

Handlingspoäng beskriver hur många poäng spelpjäsen har för att förflytta sig på spelbrädet. Exempelvis har UGV:n fyra handlingspoäng medan UAV:n har åtta handlingspoäng (Figur 2). Kostnaden för förflyttning på terrängbrickor dras från handlingspoängen och beror på enhetens förmåga att förflytta sig på de olika terrängbrickorna. För UGV:n kostar det mer att köra genom bebyggelse och tät skog, i jämförelse med väg och gles skog. För UAV:n kostar det lika mycket att röra sig oavsett terräng eftersom den är luftburen.

Sikt beskriver hur många terrängbrickor som spelpjäsen kan se för att upptäcka fiendens spelpjäser. Verkansräckvidd beskriver antalet terrängbrickor för hur långt spelpjäsen kan skjuta. Spelkortet beskriver även sannolikheten för träff och verkan med spelpjäsens vapensystem. Skott måste både träffa och verka för att motståndarens spelpjäs ska slås ut. Sannolikheterna för att träffa och verka anges med det lägsta tärningstal som behöver slås med en sexsidig tärning. Ett högre lägsta tärningstal betyder lägre sannolikhet.

Figur 2

Exempel på spelkort för speljäserna quadkopter UAV och medeltung UGV.

 Quadkopter UAV 8 HP					
					
UAV06, obevapnad, maxfart 70 km/h					
	Väg	Gles skog	Tät skog	Vatten	Bebyggelse
Förflyttning	1	1	1	1	1
Initiativ	8				
Sikt	5				
Verkansräckvidd	0				
Sannolikhet för träff Sannolikhet för verkan   					
	0	0	0		
	0	0	0		

 Medeltung UGV 4 HP					
					
TheMIS, Ksp 12,7 mm, PV-robot, maxfart 30 km/h					
	Väg	Gles skog	Tät skog	Vatten	Bebyggelse
Förflyttning	2	2	4	0	4
Initiativ	6				
Sikt	8				
Verkansräckvidd	8				
Sannolikhet för träff Sannolikhet för verkan   					
	3	5	3		
	2	4	3		

2.3 Övriga spelkomponenter

Förutom speljäserna finns även markörer för indirekt eld som deltagarna kan använda under spelet. Hexagonala plattor placeras under speljäserna för stridsfordon för att indikera att skyttegruppen är uppsutten i fordonet. Begränsad batterikapacitet för UAV:er illustreras med pappersremсор för batterinivån som successivt minskar under spelet. När batterinivån blir låg måste UAV:n dras ur striden och laddas vid tillhörande stridsfordon.

2.4 Speluppställning

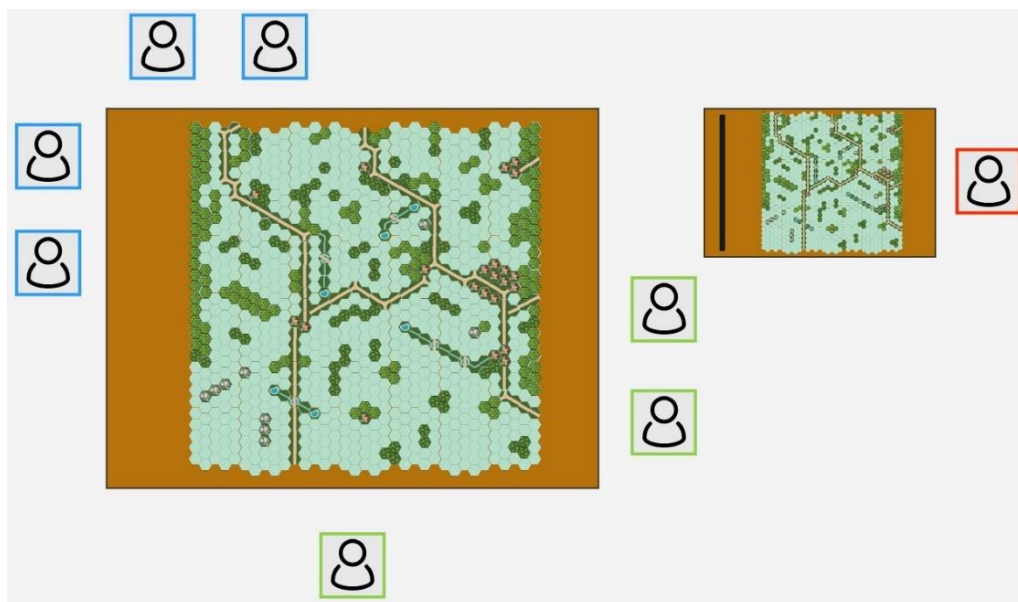
Två spelbräden används, ett större spelbräde som används av blå sida och ett mindre spelbräde som används av röd sida. Spelbrädena avskärmas så att blå och röd sida inte kan se varandras spelbräden (Figur 3).

2.5 Spelomgångar

UNI-KASS spelas i omgångar under vilka blå och röd sida turas om att flytta sina speljäser och skjuta indirekt eld. Tabell 1 beskriver turordningen för hur de båda sidorna förflyttar sina speljäser samt när de kan använda indirekt eld. Observera att röd sida inte tilldelats några autonoma system. Deltagarna väljer själva ordningen på att flytta och skjuta. Vid anfallsstrid kan det vara fördelaktigt att först flytta och sedan skjuta, medan det är tvärtom vid försvarsstrid. Speljäserna kan bara skjuta på motståndarpjäser som är upptäckta inom siktavstånd och inom verkansräckvidd. Flera speljäser kan skjuta på samma mål. Resultatet av indirekt eld beräknas vid slutet av spelomgången för att efterlikna den fördröjningen av indirekt eld som gör det svårt att skjuta på rörliga mål.

Figur 3

Översikt över spelbrädet som blå sida spelar på (till vänster) och spelbrädet som röd sida spelar på (till höger). De gröna ikonerna är spelledare, de blåa ikonerna är blå sida och den röda ikonen är röd sida. Den svarta linjen indikerar avskärmningen mellan blå och röd sida så att de inte kan se varandras spelbräden.

**Tabell 1**

Turordning för spelomgångar i UNI-KASS.

Turordning	Blå sida	Röd sida
1	skjuter indirekt eld	
2		skjuter indirekt eld
3	flyttar UAV:er	
4	flyttar och skjuter med stridsfordon	
5		flyttar och skjuter med stridsfordon
6	flyttar och skjuter med UGV/UCGV	
7	flyttar och skjuter med skyttegrupper	
8		flyttar och skjuter med skyttegrupper
9	resultat av indirekt eld	
10		resultat av indirekt eld

3 Workshop om ledning av mekaniserad strid med UCGV

En genomgående erfarenhet från tidigare workshoppar med UNI-KASS är att en medeltung UGV är för långsam och har för många begränsningar för att användas på ett motsvarande sätt som stridsfordon (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl. 2023). Dessa UGV:er används därför under workshopparna som separata enheter för understödjande uppgifter, exempelvis för bevakning, eldunderstöd, spaning, stridsspaning, eldobservation och flankskydd (Bengtsson m.fl., 2022). Den låga hastigheten har framförallt ansetts vara en begränsning vid anfallsstrid.

Sedan många år pågår en utveckling av större UGV:er med liknande beväpning och prestanda som stridsfordon. Figur 4 visar några exempel på dessa *Unmanned Combat Ground Vehicle* (UCGV). Eftersom UCGV:er har motsvarande egenskaper och beväpning som stridsfordon så ger de nya möjligheter för mekaniserad strid jämfört med medeltunga UGV:er.

Kapitlet beskriver den workshop som genomfördes våren 2023 med personal från MSS om användning av UCGV:er för mekaniserad strid.

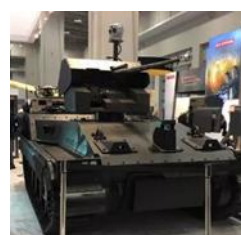
Figur 4

Exempel på UCGV: Uran-9⁵, Robotic Demonstrator⁶, Ripsaw M5⁷, Type-X Robotic Combat Vehicle⁸, Phantom⁹ och FOI UCGV¹⁰.

Uran-9



Robotic Demonstrator



Ripsaw M5



Type-X Robotic Combat Vehicle



Phantom



FOI UCGV



⁵ https://www.armyrecognition.com/russia_russian_unmanned_aerial_ground_systems_uk/uran-9_ugcv_unmanned_ground_combat_vehicle_technical_data_10910163.html.

⁶ <https://www.baesystems.com/en/article/bae-systems-unveils-robotic-technology-demonstrator-vehicle-at-ausa>.

⁷ <https://www.textronssystem.com/products/ripsaw-m5>.

⁸ [https://en.wikipedia.org/wiki/Type-X_\(unmanned_ground_vehicle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Type-X_(unmanned_ground_vehicle)).

⁹ <https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/articles/ukraine-close-to-acquiring-combat-ugv>.

¹⁰ Konceptmodell utvecklad på FOI.

3.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med workshopen var att studera hur UCGV:er kan användas för mekaniserad strid. UCGV:er har många egenskaper som gör att de kan användas på ett liknande sätt som stridsfordon. Det är därför viktigt att studera ledning av UCGV:er för mekaniserad strid.

Utifrån syftet formulerades följande frågeställningar som studerades under workshopen:

- Hur kan UCGV användas som en kompaniresurs?
- Vilka för- och nackdelar har UCGV för mekaniserad strid?
- Hur påverkar UCGV ledning, organisation, personal och teknik?
- Vilka är förutsättningarna för att leda UCGV?

3.2 Deltagare

Workshopen genomfördes under en dag med fyra deltagare från Försvarsmakten, tillhörande Utbildnings- och utvecklingsenheten på MSS. Tre deltagare från MSS spelade blå sida och en spelade röd sida i UNI-KASS. Totalt fyra personer från FOI var med på workshopen. Två personer agerade spelledare samt besvarade frågor kring spelet UNI-KASS och två personer antecknade deltagarnas kommentarer under spelet och deras sammanfattande diskussion efter spelet. Dessa anteckningar användes för dokumentation och analys.

3.3 Procedur

Workshopen var uppdelad i tre delar: spel med scenario fördröjningsstrid med UCGV, spel med scenario motanfall med UCGV och sammanfattande diskussion. Båda spelen bestod av planering, genomförande och avslutning. Avslutningen bestod av att röd sida förklarade sitt agerande följt av en kortare diskussion om användningen av UCGV samt för- och nackdelar med UCGV. Videokameror användes för att spela in det större spelbrädet för dokumentation av spelarnas beslut, agerande och diskussioner. Efter spelen genomfördes en sammanfattande diskussion med deltagarna. Fokus för den sammanfattande diskussionen var egenskaperna för UCGV, jämförelser mellan UCGV och stridsfordon samt ledning av UCGV.

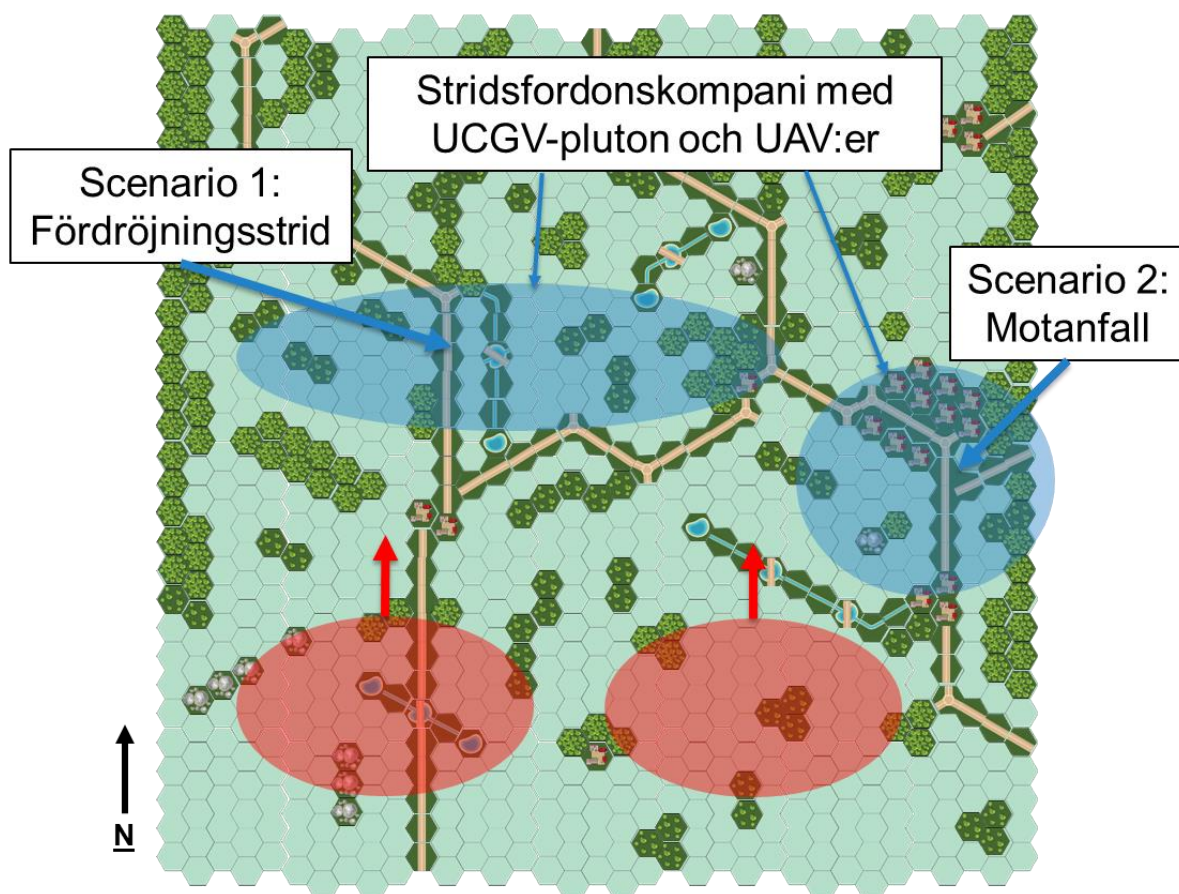
3.4 Övergripande scenario — Fördröj fiendens framryckning

Det övergripande scenariot var att efter landsättning så framrycker fienden och den mekaniserade bataljonens uppgift var att fördröja fiendens framryckning inom ett givet geografiskt område. Vid början av scenariot var ett av bataljonens kompanier grupperat i ett område med kanaliserande terräng för att köpa tid för ytterligare ett kompani som också skulle fördröja fienden (Figur 5). Ett tredje kompani hade andra uppgifter, men hade som beredduppgift att genomföra motanfall där fienden valde att anfalla.

Två scenarier för dels fördröjningsstrid och dels motanfall ingick i det övergripande scenariot. I scenariot fördröjningsstrid anföll fienden med två mekaniserade kompanier där det första kompaniet var grupperat. I scenariot motanfall fick det första kompaniet förstärkning av det tredje kompaniet och de genomförde ett motanfall mot de två fientliga mekaniserade kompanierna. Startläget för scenario motanfall var slutläget efter scenario fördröjningsstrid.

Figur 5

Övergripande scenario för fördröjningsstrid och motanfall. Spelbrädet motsvarar ett område som är 3,5 gånger 3,0 km.



3.5 UCGV spelpjäs och spelkort

UCGV:n i UNI-KASS är inspirerad av Milrem Type-X Robotic Combat Vehicle och FOI:s UCGV koncept (Figur 4). UCGV:n är något mindre än CV90 stridsfordon. UCGV:n har i flera avseenden liknande egenskaper som CV90 stridsfordon, vilket även avspeglas i spelkortet för UCGV (Figur 6). De främsta skillnaderna i UNI-KASS mellan UCGV och stridsfordon är att UCGV har något sämre framkomlighet i gles skog. Däremot har UCGV bättre sikt och verkansräckvidd än stridsfordon.

3.6 Fördröjningsstrid

Vid det första scenariot fördröjningsstrid så anföll röd sida med två mekaniserade kompanier där det första kompaniet var grupperat. Blå sidas uppgift var att leda fördröjningsstriden för det första kompaniet tills ett motanfall kunde ske tillsammans med det tredje kompaniet. Motanfallet med det tredje kompaniet var planerat att ske från öster i mitten av spelbrädet. Blå sida bedrev därför fördröjningsstriden på ett sätt som underlättade för motanfallet tillsammans med det tredje kompaniet.

Figur 6

Spelpjäsar och spelkort för UCGV.



3.6.1 Spelpjäser

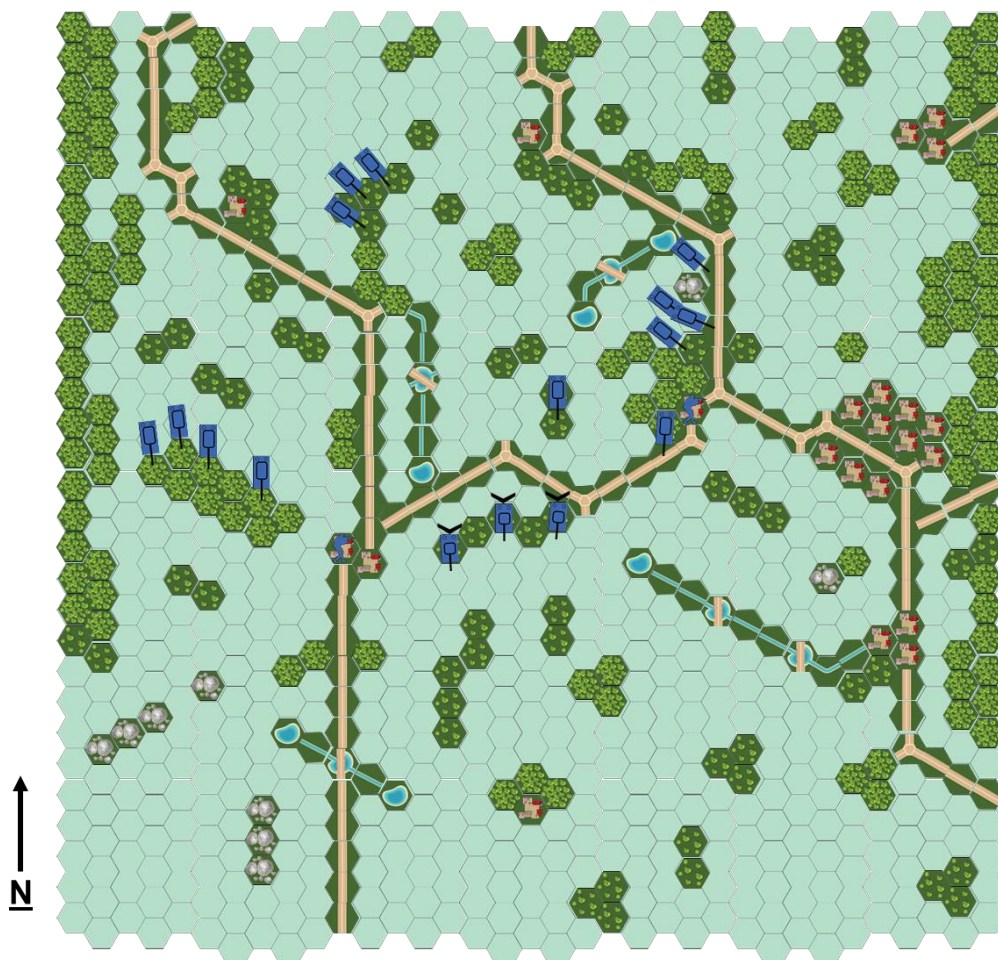
För fördröjningsstriden tilldelades blå sida 13 stridsfordonspjäser, sex skyttegrupp-pjäser, tre UCGV-pjäser, tre UAV-pjäser samt sex markörer för indirekt eld. Sex stridsfordon med skyttegrupper bildade två stridsfordonsplutoner. De tre UCGV:erna bildade en UCGV-pluton. Kompaniledningen använde tre stridsfordon. Kompaniledningen bestod av kompanichef, ställföreträdande kompanichef samt UCGV-plutonchef med operatörer. Dessa använde ett stridsfordon vardera. Fyra stridsfordon användes av stabs- och trossplutonen som bestod av bakre ledningsplats, driftstödgrupp, eldledning och bärgare med ett stridsfordon vardera. Röd sida tilldelades 20 stridsfordonspjäser, 18 skyttegrupp-pjäser samt sex markörer för indirekt eld. Dessa bildade två stridsfordonskompanier med tre stridsfordonsplutoner i vardera kompaniet. Kompaniledningarna använde två stridsfordon, ett för vardera kompaniet.

3.6.2 Genomförande

Blå sida började med att under 20 minuter planera fördröjningsstriden samt bestämma startpositionerna för sina enheter. Blå sida använde en modifierad struktur för stridsfordonskompanier i vilken en av stridsfordonsplutonerna ersattes av en UCGV-pluton som kontrollerades av tre UCGV-operatörer under ledning av en plutonchef. En UAV vardera tilldelades de två stridsfordonsplutonerna samt UCGV-plutonen. Startpositionerna för blå enheter var längs vägen i västlig riktning från staden (Figur 7). Terrängen medgav inte att enheterna placerades längre fram närmare röd sida. UCGV-plutonen placerades i mitten eftersom det minskar risken för förlust av egen personal när röd sida anfaller. Två avsuttna skyttegrupper användes som observationsplatser. Röd sidas startposition var längs den södra kanten.

Figur 7

Positioner för blå sidas spelpjäser vid spelstart för fördröjningsstriden. Ärmvinkeln indikerar UCGV.



Blå sida inledde fördröjningsstriden med att använda alla tre UAV:erna för att spana efter röd sida som framryckte norrut på bred front från den södra kanten. Två UAV:er användes på den östra flanken eftersom inga andra enheter bevakade det området. En av UAV:erna på den östra flanken nedkämpades tidigt, men täckningen från den andra UAV:n var tillräcklig för att hålla uppsikt över röd sida. Röd sida försökte flera gånger att nedkämpa övriga UAV:er utan att lyckas. Däremot förlorade blå sida uppsikten över röd sida vid de tillfällen när UAV:erna drogs ur för att ladda batterierna. Blå sida förlorade även uppsikt över röd sida när skyttegruppen på den västra observationsplatsen nedkämpades.

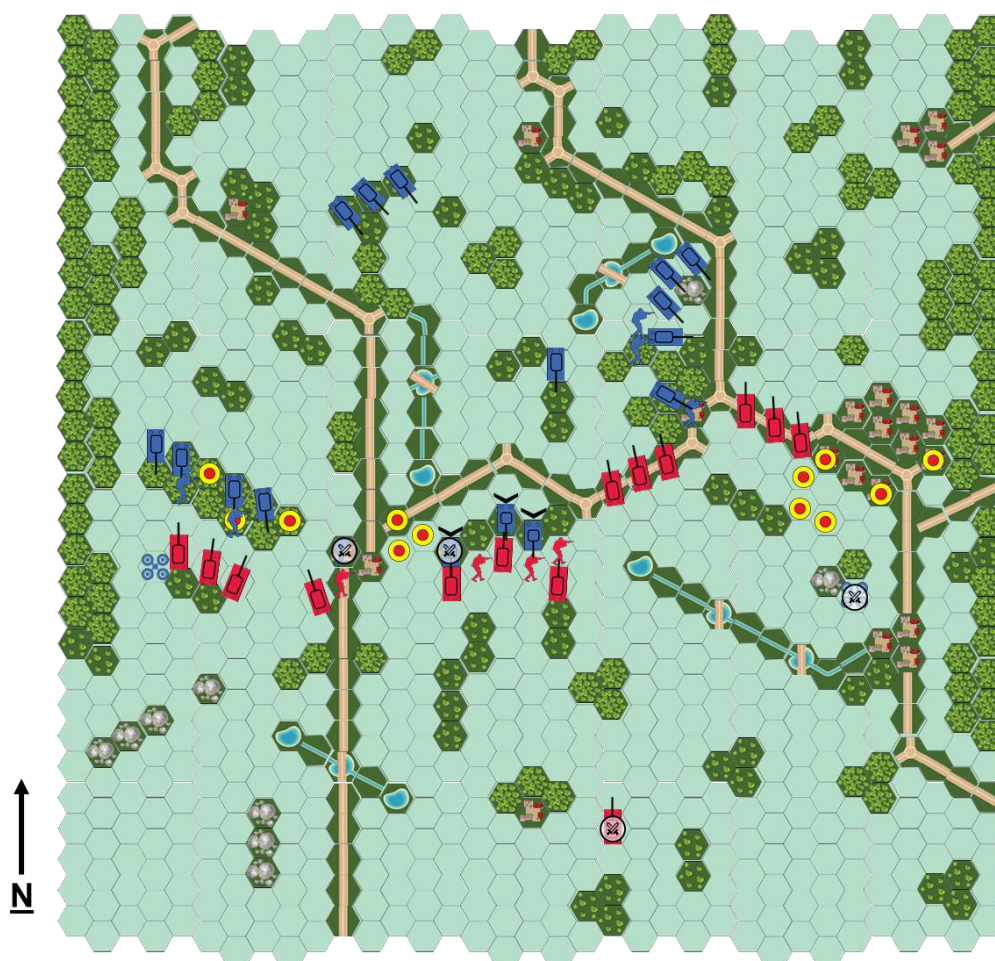
Med bra uppsikt över röd sida kunde blå sida se hur de två fientliga kompanierna framryckte norrut i stort sett på linje mot vägen som går i västlig riktning från staden. De flesta fientliga stridsfordon upptäcktes och ett av dem nedkämpades av en UCGV med kanoneld. Även en UCGV nedkämpades så fort den upptäcktes av röd sida. Blå sida använde UCGV för att fördröja röd sida genom att skjuta från stridsställning när röd sida var inom räckvidd. Dock missade de flesta skotten. Därefter drogs UCGV-plutonen ur striden. Genom att gå ett steg tillbaka norrut kom de i skydd bakom den glesa skogen för att undvika moteld.

Röd sida använde tidigt tre lag indirekt eld mot den västra skogsdungen och tre lag indirekt eld mot den östra bebyggelsen utan att träffa något. Blå sida använde i ett senare skede tre lag indirekt eld mot den västra vägkorsningen och tre lag indirekt eld söder om staden för att stoppa röd sidas framryckning.

Vid spelets slut hade röd sida 19 stridsfordon och 17 skyttegrupper kvar. Blå sida hade 13 stridsfordon, fem skyttegrupper, två UCGV:er och två UAV:er kvar (Figur 8).

Figur 8

Slutskede av fördröjningsstriden. De röda enheter som visas är endast de som blå sida hade uppsikt över. Ärmvinkeln indikerar UCGV. Gula cirkclar med röd prick indikerar indirekt eld.



3.6.3 Diskussion om fördröjningsstrid

I den efterföljande diskussionen ansåg deltagarna att fördröjningsstriden lyckades ungefär som de tänkt sig. De hade till stor del uppsikt över de fientliga enheterna och delvis trängt ut dem mot den östra sidan där det planerade motanfallet kommer.

Deltagarna beskrev att fördelen med att använda UCGV:erna var att de kunde ta större risker eftersom de är obemannade. Med en vanlig stridsfordonspluton hade de agerat mer försiktigt, vilket också hade krävt en annan stridsplan. Kompaniet blev på så sätt mer offensivt med UCGV. Deltagarna ansåg även att det var en fördel att UCGV kunde agera på ett liknande sätt som stridsfordon eftersom de har liknande egenskaper och beväpning. Liknande egenskaper omfattar även exempelvis frigång så att de kan röra sig på samma sätt i terrängen. UCGV:er kan på så sätt ledas på ett liknande sätt som stridsfordon där hög rörlighet är väsentlig för att minska risker. Deltagarna förutsätter även att operatörer styr UCGV:erna. Därför blir det i princip ingen skillnad för kompanichefen att kommunicera med plutonchefen för UCGV-operatörerna och med plutonchefen för en stridsfordonspluton.

Deltagarna påpekade att en nackdel med UCGV i spelet är att de hade tre skyttegrupper färre jämfört med en stridsfordonspluton. De var osäkra på om fördelarna med UCGV:erna övervägde den nackdelen. I huvudsak är det visuella och auditiva observationer samt skyddet från skyttegrupperna som är viktigt. UCGV:ens visuella och

auditiva sensorer samt användargränssnittet för UCGV-operatörer är därför väsentliga för att inte försämra lägesuppfattningen.

Deltagarna kände inte något förtroende för UCGV i spelet på grund av det dåliga utfallet av försöken till bekämpning där de flesta skotten inte gav någon verkan. I verkligheten förväntar de sig att deras enheter skjuter tills de träffar målet.

3.7 Motanfall

Vid det andra scenariot motanfall så anföll det tredje kompaniet som planerat från öster i mitten av spelbrädet. Blå sidas uppgift var att leda motanfallet med kvarvarande enheter från det första kompaniet efter fördröjningsstriden och det tredje kompaniet. Röd sida hade enbart kvarvarande enheter från fördröjningsstriden. Spelläget för scenario motanfall var slutläget efter fördröjningsstriden.

3.7.1 Spelpjäser

För motanfallet tilldelades blå sida kvarvarande enheter efter fördröjningsstriden samt ytterligare ett modifierat stridsfordonskompani där en stridsfordonspluton var ersatt med en UCGV-pluton. Totalt tilldelades blå sida 26 stridsfordonspjäser, elva skyttegrupp-pjäser, fem UCGV-pjäser, fem UAV-pjäser samt sex markörer för indirekt eld. Tolv stridsfordon och elva skyttegrupper bildade fyra stridsfordonplutoner. Två UCGV-plutoner bildades, en med två och med tre UCGV:er. Kompaniledningarna använde sex stridsfordon, tre för vardera kompaniet. Båda kompaniledningarna bestod av kompanichef, ställföreträdande kompanichef samt UCGV-plutonchef med operatörer som använde ett stridsfordon vardera. Stabs- och trossplutonerna använde åtta stridsfordon, fyra för vardera plutonen. Båda stabs- och trossplutonerna bestod av bakre ledningsplats, driftstödgrupp, eldledning och bärgare som använde ett stridsfordon vardera. Röd sida tilldelades 19 stridsfordonspjäser, 17 skyttegrupp-pjäser samt 6 markörer för indirekt eld. Dessa bildade två stridsfordonskompanier med tre stridsfordonsplutoner i vardera kompaniet. En av stridsfordonsplutonerna bestod av endast två stridsfordon eftersom det tredje stridsfordonet nedkämpades under fördröjningsstriden. Kompaniledningarna använde två stridsfordon, ett för vardera kompaniet.

3.7.2 Genomförande

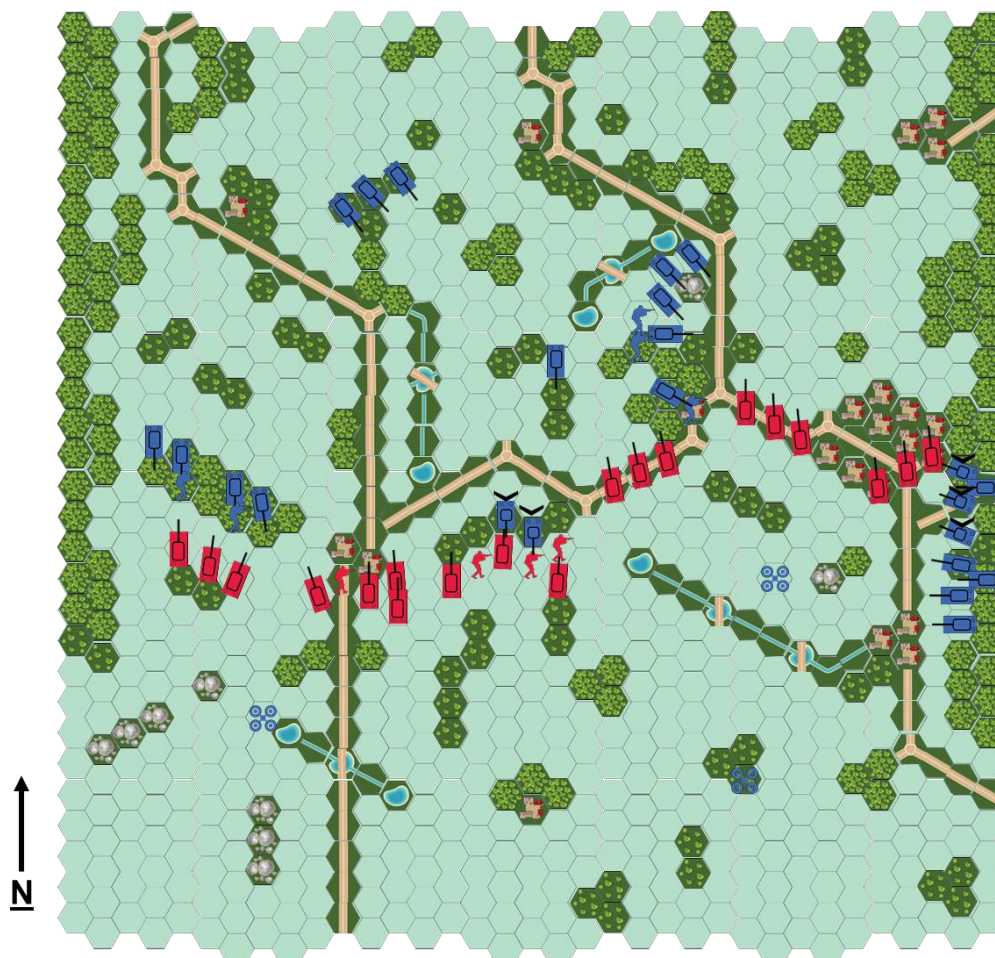
Blå sida började med att under 20 minuter planera motanfallet samt bestämma startpositionerna för sina enheter. Blå sida påpekade att de hade en svår situation med röd sida bara några 100 meter bort, varför det viktigaste var att överleva striden. Blå sida använde precis som under fördröjningsstriden en modifierad struktur för stridsfordonskompanier i vilken en av stridsfordonsplutonerna ersattes av en UCGV-pluton som kontrollerades av tre UCGV-operatörer under ledning av en plutonchef. Tre stridsfordonsplutoner samt båda UCGV-plutonerna tilldelades varsin UAV. Startpositionerna för blå sida var som vid slutskedet för fördröjningsstriden med det reducerade kompaniet.

Blå sida inledde motanfallet med att använda UAV:er för att få uppsikt över röd sidas framryckning. UAV:erna flyttades därefter successivt västerut för att behålla uppsikt över röd sida framför motanfallet från öster. Blå sida förlorade till och från uppsikten över röd sida när den västra UAV:en och enheter i mitten på stridsfältet nedkämpades.

Med bra uppsikt över röd sida bröt tredje kompaniets UCGV-pluton och en av stridsfordonsplutonerna in i öster längs vägen och genom skogen (Figur 9). UCGV-plutonen användes närmast röd sida för att minska risken för stridsfordonsplutonen. Resterande enheter bröt in efterhand som dessa två plutoner framryckte över stridsfältet.

Figur 9

Positioner för blå sidas spelpjäser vid spelstart för motanfallet. Ärmvinkeln indikerar UCGV.



Blå sidas motanfall med två plutoner tillsammans med den norra stridsfordonsplutonen gjorde att de fick övertag över röd sidas östra flank och nedkämpade fem stridsfordon med kanoneld. Det kvarvarande fientliga stridsfordonet i de östra två röda plutonerna drog sig ur striden. Blå sidas mittersta UCGV-pluton och den västra stridsfordonsplutonen anföll och nedkämpade tre stridsfordon och en skyttegrupp med kanoneld. Det kvarvarande stridsfordonet i den västra röda plutonen drog sig ur striden.

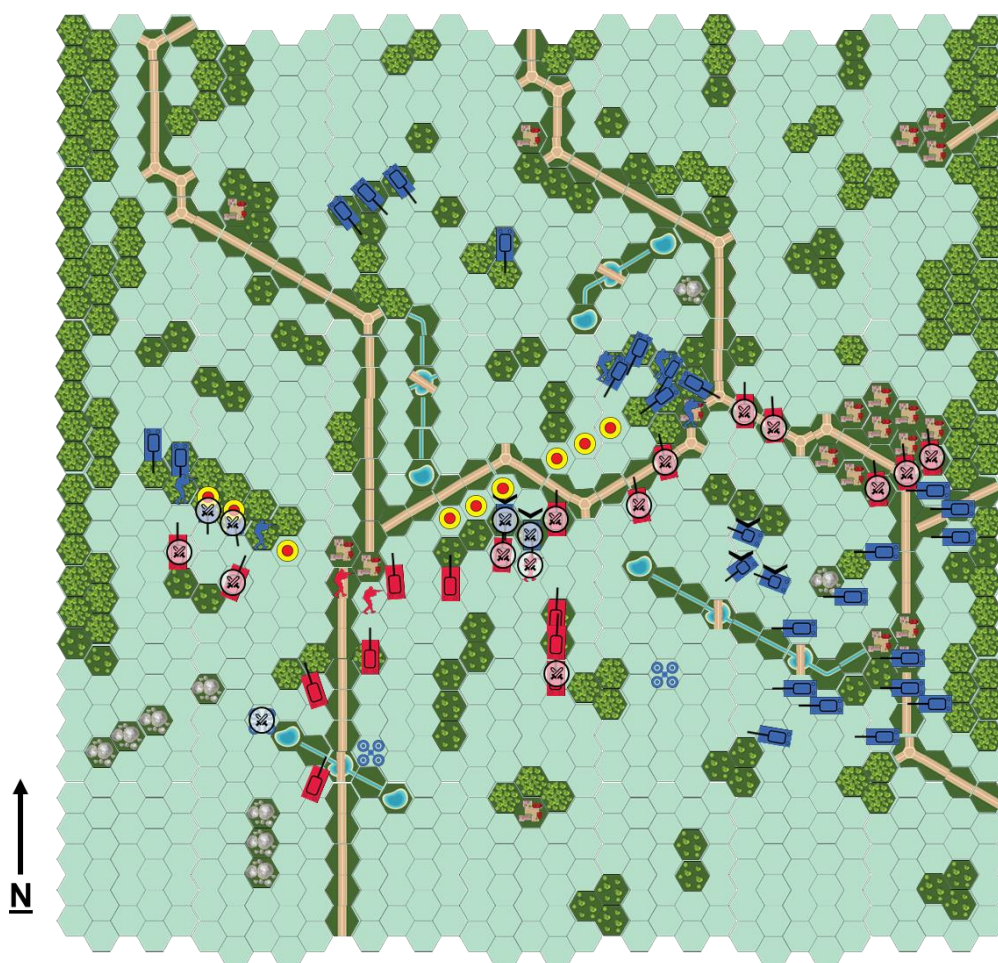
Röd sidas förluster på båda flankerna förändrade förutsättningarna för anfallet. Röd sida kraftsamlade därför istället i mitten där blå sida var sårbar och nedkämpade två UCGV:er i det reducerade kompaniet. Blå sida fortsatte motanfallet i västlig riktning med tredje kompaniets plutoner och den norra stridsfordonsplutonen. Motanfallet skedde på bredd för att snabbt bekämpa röd sida så att anfallet tappade kraft. Tredje kompaniets UCGV-pluton framryckte norr om bäcken i nordvästlig riktning och de två stridsfordonsplutonerna framryckte söder om bäcken. Vid framryckningen nedkämpade motanfallet ytterligare fyra stridsfordon med kanoneld.

Blå sida använde alla sex lag indirekt eld längs vägen i öst-västlig riktning för att stoppa röd sidas framryckning i mitten, men inga röda enheter kom så långt. I ett senare skeende använde röd sida tre lag indirekt eld mot den västra flanken och nedkämpade två stridsfordon. Ett lag indirekt eld missade.

Vid spelets slut hade röd sida sju stridsfordon och fem skyttegrupper kvar. Blå sida hade 24 stridsfordon, tio skyttegrupper, tre UCGV:er och fyra UAV:er kvar (Figur 10).

Figur 10

Slutskede av motanfallet. De röda enheter som visas är endast de som blå sida hade uppsikt över. Årmvinkeln indikerar UCGV. Gula cirklar med röd prick indikerar indirekt eld.



3.7.3 Diskussion om motanfall

I den efterföljande diskussionen ansåg deltagarna att motanfallet lyckades väl även om situationen var svår med fientliga enheter nära de egna stridsställningarna. Genom motanfallet kunde de få ett övertag på framförallt den östra flanken och sedan framrycka västerut på djupet mot fiendens bakre enheter.

Precis som under fördröjningsstriden använde deltagarna UCGV för de mest riskfyllda positionerna nära fienden och de tog även större risker med UCGV än de skulle gjort med stridsfordon. Exempelvis, använde deltagarna tredje kompaniets UCGV-pluton närmast fienden på den östra flanken. Deltagarna valde även att behålla det reducerade kompaniets UCGV-pluton i strid och inte dra ur dem som de skulle gjort med stridsfordon. Eftersom deltagarna bestämde att separera kompanierna på den norra och södra sidan om vägen som sträcker sig västerut från bebyggelsen så skulle de normalt använt exempelvis indirekt eld eller motanfall för att undsätta en stridsfordonspluton om den varit på fel sida av vägen. Med UCGV-plutonen kunde deltagarna acceptera den högre risken med att vara på fel sida av vägen.

3.8 Sammanfattande diskussion

En sammanfattande diskussion genomfördes med deltagarna efter de två spelen. Den sammanfattande diskussionen handlade om användning av UCGV för mekaniserad strid, för- och nackdelar med UCGV, ledning av UCGV samt rekommendationer för fortsatt utveckling av UNI-KASS.

Deltagarna ansåg UCGV kan användas för alla typer av uppgifter som de genomför med stridsfordon till skillnad från den medeltunga UGV som använts vid tidigare spel med UNI-KASS. Genom att UCGV har liknande hastighet och beväpning som stridsfordon så är skillnaden liten jämfört med stridsfordon. Eftersom UCGV är obemannade kan de också genomföra uppgifter med högre risk än vad som normalt accepteras för stridsfordon. Deltagarna ansåg även att eftersom de gav order till plutonchefen för UCGV-plutonen så var det ingen skillnad jämfört med att ge order till en vanlig stridsfordonpluton.

Deltagarna diskuterade möjligheten att öka skyddet för UCGV genom att placera motorn bak eller att öka skyddet med bättre pansar, förutsatt att manöverförmågan är likvärdig. På så sätt minskar risken att UCGV skadas. När UCGV skadas behöver den vara lätt att reparera. För att inte ledningsprocessen ska påverkas behöver UCGV också ha liknande frigång som stridsfordon.

Deltagarna ansåg att UCGV har flera möjliga nackdelar jämfört med ett stridsfordon på grund av att de är obemannade. Exempelvis, förmågan att upptäcka fiender, den lägesuppfattning om terrängen som krävs för att upptäcka och navigera runt hinder samt möjligheten att reparera skador på fordonet som exempelvis bandbrott. I ett stridsfordon hjälps alla tre i besättningen och de sex skyttesoldaterna åt för att upptäcka fienden. Det här är framförallt viktigt på korta avstånd på ett par hundra meter runt fordonet. Utan en sådan förmåga att upptäcka fiender är UCGV utsatt för pansarvärn och pansarrobotar.

Deltagarna var osäkra på om en UCGV-operatör kan få motsvarande lägesuppfattning om terrängen som besättningen i ett stridsfordon, vilket krävs för att upptäcka och navigera runt hinder. Om lägesuppfattningen om terrängen försämras så ökar risken att köra fast. Risken för att köra fast ökar framförallt vid anfall eftersom man manövrerar snabbare och har sämre kunskap om terrängen jämfört med vid försvarsstrid. Deltagarna trodde att framryckning med UCGV i bebyggelse, svår terräng eller över lång tid kommer att vara belastande för operatörerna. Autonomi är därför viktigt för att minska belastningen.

Deltagarna föreslog att UCGV eventuellt kan användas som en wingman som följer ett stridsfordon. På så sätt kan UCGV manövrera på ett liknande sätt som stridsfordonet och det finns personal i närheten som vid behov kan hjälpa UCGV. Vid strid behöver UCGV däremot vara mer självständig.

Vidare föreslog deltagarna att UCGV-operatören behöver kunna prata direkt på kompaniets radionät för att ledningen ska bli effektiv. Om operatören, som i ett vanligt stridsfordon, först rapporterar till vagnchefen som i sin tur vidarebefordrar informationen på kompaniets radionät så skapas en fördröjning. Genom att UCGV-operatören lyssnar på kompaniets radionät får denne information från sidokompanier och sidobataljoner, vilket ger lägesuppfattning.

Deltagarna ansåg att spelet med UNI-KASS blivit mycket bättre jämfört med den version som användes vid föregående workshop. En förbättring som kommenterades var att med ett större spelbräde så kan de taktisera på ett sätt som bättre motsvarar mekaniserad strid. Däremot avspeglar spelet ännu inte möjligheten att använda exempelvis skog och höjder för att undvika att bli träffad. Deltagarna kommenterade även att utfallet på tärningarna hade väldigt stor betydelse för hur blå respektive röd sida lyckades med sina uppdrag. För att undvika det problemet föreslog de att en sekvens av tärningsutfall med lämplig fördelning kan genereras i förväg.

4 Seminarium om ledning av autonoma system

Ett seminarium om ledning av autonoma system genomfördes under hösten 2023. Seminariet genomfördes med två deltagare från Utbildnings- och utvecklingsenheten på MSS och tre forskare från FOI. Syftet med seminariet var att diskutera erfarenheterna från projektet KLASS samt möjlig inriktning för framtida studier inom ledning av autonoma system.

Deltagarnas ansåg att för mekaniserad strid så bör ledning av blandade bemannade och autonoma system enbart göras på kompaninivå eller högre ledningsnivåer. På plutonsnivå är plutonchefen fullt upptagen med att leda den egna plutonens vagnar som alla är i närheten av varandra. Plutonchefen har därför varken tid eller fokus för att leda ett autonomt system som kan vara på en helt annan plats. Deltagarna rekommenderade även att FOI tar del av en kommande rapport om ledning och logistik för obemannade system. Exempelvis, kan det finnas fördelar med framskjuten logistik för små UAV:er på plutonsnivå för att maximera tillgängligheten.

Deltagarna såg flera fördelar med autonoma system för att kunna ta större risker eftersom de är obemannade, för att minska belastningen på personalen samt för uppgifter som är svåra att utföra med bemannade system. Systemen kommer till stor del vara semi-autonoma vilket innebär att operatören väljer hur de ska användas. Fullständigt autonoma system är för närvarande orealistiskt för många tillämpningar. Några exempel på möjliga tillämpningar för autonoma system, förutom mekaniserad strid, är logistik för skyttekompani där en låg hastighet för medeltunga UGV:er är tillräcklig, transport av sårade, sjöstrid samt UAV:er som kan flyga i betäckt terräng utan kontakt med operatören.

Deltagarna ansåg att fler studier behövs av effekten av autonoma system och att effektvinster av att tillföra autonoma system behöver värderas i förhållande till konsekvenser för förbandet som helhet. Det behövs särskilt studier av hur förbandens tillit till systemen påverkas när de inte beter sig som förväntat. Även ledningsmetoder behöver utvecklas för effektiv användning av autonoma system.

Från ett folkrättsligt perspektiv behöver autonoma system uppfylla samma regler som bemannade system. Enligt den internationella humanitära rätten gäller det framförallt (1) distinktion mellan militära mål och civila eller civil egendom, där anfall enbart får riktas mot militära mål; (2) avvägning mellan förväntade oavsiktliga skador på civila värden och den förväntade militära fördelen, där anfall inte får genomföras om de tidigare skulle anses överdrivna i förhållande till den senare; samt (3) iakttagande av relevanta försiktighetsåtgärder för att skydda civila (Winther, 2022b). Eftersom autonoma system delvis agerar självständigt ansåg deltagarna att mer studier behövs av ansvarsförhållanden. Under striden finns det sällan möjlighet att göra mer omfattande överväganden, varför ytterligare studier behövs av hur autonoma system kan användas rättsenligt.

Deltagarna ansåg att brädspelet UNI-KASS är tillräckligt detaljerat för att ge ett bra diskussionsunderlag om ledning av autonoma system. Spelet representerar typiska taktiska problem vid mekaniserad strid och kan anpassas för att studera olika typer av autonoma system. Det är viktigt att militär expertis används för att ta fram scenarier så att sammanhanget och strukturen motsvarar typiska ledningsuppgifter. För framtida studier med UNI-KASS kan det också vara intressant att använda terräng som motsvarar återkommande ledningsträningsövningar. På så sätt kan ledning av autonoma system studeras i en miljö som är mer relevant för mekaniserad strid.

5 Erfarenheter om ledning av mekaniserad strid med autonoma system

Projektet KLASS har vid fyra workshoppar studerat hur ledning av mekaniserad strid påverkas av autonoma system i form av en liten obebäpnad UAV, medeltung UGV och tung UCGV (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023; se kapitel 2.3). Studierna har omfattat ledning av autonoma system på både plutons- och kompaninivå samt autonoma system med och utan förväntade framtida autonoma förmågor. Detta kapitel sammanfattar de övergripande resultaten från dessa studier.

Kapitlet inleds med en sammanfattning av vilka uppgifter som autonoma system användes för under workshopparna. Därefter följer av en sammanfattning av önskade egenskaper hos autonoma system och lämpliga ledningsnivåer för att leda autonoma system. Avsnitten därefter sammanfattar förväntade autonoma funktioner och hur de påverkar operatörens uppgift. De sista två avsnitten sammanfattar hur autonoma system kan användas för att genomföra mekaniserad strid samt vad införande av dessa system innebär för humanitärrätt och etik.

5.1 Uppgifter för autonoma system

Autonoma flygande och markgående system har komplementära förmågor, vilket gör att de är lämpliga för olika typer av uppgifter. Små obebäpnade UAV:er ger överblick är framförallt lämpliga för spaning genom att de kan förflytta sig snabbt över stridsfältet och spana i terrängen efter fiendens position innan förbandet är på plats (Bengtsson m.fl., 2022). Små UAV:er är däremot mindre lämpliga för uppgifter som kräver uthållighet eftersom den är begränsad. Den begränsade uthålligheten kan delvis hanteras med framskjuten logistik där UAV:er transporteras och laddas på stridsfordonsplutoner och delvis med flera UAV:er som byter av varandra (Bengtsson m.fl., 2022).

Erfarenhet 1: Små UAV:er ger överblick och är lämpliga för spaning för information om fiendens positioner.

Erfarenhet 2: Små UAV:er har begränsad uthållighet, vilket delvis kan hanteras med framskjuten logistik och flera UAV:er som byter av varandra.

UGV:er är framför allt lämpliga för uppgifter som kräver uthållighet (Bengtsson m.fl., 2022). Exakt vilka uppgifter som är lämpliga för UGV:er beror på maximal framryckningshastighet, pansarskydd, beväpning och mängd ammunition. En medeltung UGV är långsam och har begränsad ammunition jämfört med ett stridsfordon. En medeltung UGV är framförallt lämplig för uppgifter där den kan verka från fasta stridsställningar som exempelvis vid bevakning och fördröjningsstrid (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023). Den kan även vara lämplig för att transportera skadade soldater och materiel (Melbi m.fl., 2023). Den är mindre lämplig för direkt anfallsstrid eftersom den är för långsam för att snabbt förflytta sig över stora ytor. En tung UCGV kan däremot användas för alla typer av uppgifter som genomförs med stridsfordon (se avsnitt 3.8). Genom att UCGV har liknande hastighet och beväpning som stridsfordon så är skillnaden liten jämfört med stridsfordon. Både UGV:er och UCGV:er är mindre lämpliga för spaning på grund av låg rörlighet och begränsad höjd, vilket begränsar överblicken, jämfört med UAV:er.

Erfarenhet 3: Medeltunga UGV:er är uthålliga, men långsamma. De är lämpliga för uppgifter där de kan verka från fasta stridsställningar. Exempelvis, bevakning och fördröjningsstrid.

Erfarenhet 4: Tunga UCGV:er är lämpliga för alla uppgifter som utförs med stridsfordon.

Erfarenhet 5: Medeltunga UGV:er och tunga UCGV:er är mindre lämpliga för spaning på grund av begränsad överblick.

Eftersom autonoma system är obemannade kan de användas för att genomföra uppgifter med högre risk jämfört med stridsfordon. Autonoma system kan på så sätt användas närmare fienden och ta den första stridskontakten för att minska risken för mänskliga förluster (Melbi m.fl., 2023; se avsnitt 3.8).

Erfarenhet 6: Autonoma system kan användas för att genomföra uppgifter med högre risk jämfört med stridsfordon. Därför kan de användas närmare fienden och ta den första stridskontakten.

5.2 Egenskaper hos autonoma system

Fokus för workshopparna var att studera hur autonoma system påverkar ledning av mekaniserad strid. Därför har egenskaperna för själva systemen enbart diskuterats i begränsad omfattning. De egenskaper som diskuterats handlar framförallt om UGV:er och UCGV:er. Det finns exempelvis flera utmaningar med att använda dessa autonoma system för mekaniserad strid (se avsnitt 3.8). Utmaningarna handlar bland annat om förmågan att upptäcka fiender, upptäcka och navigera runt hinder samt reparation av skador. Även om systemen har utmärkta sensorer krävs även autonoma funktioner som ger operatören rätt lägesuppfattning. Det är för närvarande oklart om dessa autonoma system har motsvarande förmåga som besättning och soldater i ett stridsfordon för att upptäcka och bekämpa fiender samt upptäcka och navigera runt hinder.

Erfarenhet 7: Några utmaningar med medeltunga UGV:er och tunga UCGV:er är förmågan att upptäcka fiender, upptäcka och navigera runt hinder samt reparation av skador. Det är oklart om dessa autonoma system har tillräcklig sådan förmåga.

En ytterligare egenskap som nämnts är att UGV:er behöver ha liknande frigång som stridsfordon för att inte påverka ledningsprocessen (se avsnitt 3.8). Om frigången är för olika så krävs en separat terränganalys enbart för UGV:er, vilket komplicerar ledningsprocessen. En annan egenskap som nämnts är storleken på pansarskyddet för att minska risken för skador när UCGV används i riskfyllda situationer. Skyddet för UCGV kan även öka genom att placera motorn bak.

Erfarenhet 8: Medeltunga UGV:er och tunga UCGV:er behöver ha liknande frigång som stridsfordon för att inte påverka ledningsprocessen.

5.3 Ledningsnivå för ledning av autonoma system

Autonoma system för mekaniserad strid behöver ledas på lämplig ledningsnivå för att användningen ska bli effektiv. Tre ledningsnivåer är aktuella för ledning av autonoma system för mekaniserad strid: plutons-, kompani- och bataljonsnivån. Högre ledningsnivåer har ofta mer resurser att avsätta för ledning av autonoma system och samordning med det övriga förbandet. Samtidigt behöver autonoma system ledas av den ledningsnivå som har det största behovet. Flera ledningsnivåer kan också ha behov av samma autonoma system, vilket ställer krav på samordning mellan ledningsnivåer. Det kan även vara så att logistik för transport och underhåll av ett autonomt system sker på en ledningsnivå medan ledning av det autonoma systemet för mekaniserad strid görs på en annan ledningsnivå.

För tillfället är det i princip omöjligt för plutonchefen för en stridsfordonpluton att även leda autonoma system. Plutonchefen är redan högt belastad på grund av stor informationsmängd och snabba stridsförlopp och har därför ingen ledig kapacitet för att även leda autonoma system (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023). Eftersom även personalen i kompani- och bataljonsledningen är högt belastade behöver extra resurser

tillföras för ledning av autonoma system. Exempelvis i form av ett ledningsfordon på kompaninivå med besättning, operatörer och en chef (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023; se kapitel 2.3). Kompanichefen kan på så sätt ge order till chefen i ledningsfordonet om vad de autonoma systemen ska göra, medan operatörerna hanterar all information och detaljstyrning av de autonoma systemen. Operatörerna behöver kommunicera på samma radionät som kompaniledningen för att få lägesuppfattning och för att undvika onödiga fördröjningar (se avsnitt 3.8). Kompaniledningen har förmåga att leda flera olika typer av resurser där autonoma system bidrar med nya möjligheter för taktiskt uppträdande. Kompaniledningen planerar även i längre tidsskalor där man tar hänsyn till de autonoma systemens egenskaper (Bengtsson m.fl., 2022). Kompaniledningen kan på så sätt hantera både snabba små UAV:er och långsamma medeltunga UGV:er.

Erfarenhet 9: Autonoma system behöver ledas av kompaniledningen eftersom plutonchefer inte har någon ledig kapacitet.

Erfarenhet 10: Ett ledningsfordon kan tillföras kompaniledningen för att genomföra ledningen av autonoma system. Kompanichefen kan på så sätt ge order till chefen i ledningsfordonet om vad de autonoma systemen ska göra.

Autonoma system kan både vara underställda kompaniledningen och vara underställda plutoner, men ledas av kompaniledningen. Autonoma system kan också användas enskilt eller organiseras i egna plutoner för att exempelvis förbättra duellvärden (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023). Autonoma system kan även komplettera ett förband med ytterligare resurser eller ersätta delar av förbandet. Exempelvis genom att ersätta en stridsfordonspluton i ett mekaniserat kompani med en UCGV-pluton. Ytterligare varianter är en pluton med ett stridsfordon och tre UGV:er eller två stridsfordon och två UGV:er (Melbi m.fl., 2023).

Även logistik för transport och underhåll av autonoma system kan göras på en ledningsnivå, medan de leds på en annan ledningsnivå. Eftersom små UAV:er har begränsad flygtid kan det vara viktigt att de transporteras och laddas framskjutet på stridsfordonsplutoner för att maximera tiden för spaning (Bengtsson m.fl., 2022). UAV:erna bör däremot ledas på kompaninivå. Likaså är medeltunga UGV:er för långsamma för att framrycka med stridsfordon och de behöver därför vara en bataljonsresurs som underställs stridsfordonkompanierna (Bengtsson m.fl., 2022).

Erfarenhet 11: Små UAV:er kan ledas på kompaninivå medan framskjuten logistik hanteras på plutonsnivå.

Erfarenhet 12: Medeltunga UGV:er kan ledas på kompaninivå medan logistiken hanteras på bataljonsnivå.

5.4 Effekter av autonoma funktioner

Utveckling av autonoma funktioner som på olika sätt avlastar operatören är på många sätt en förutsättning för användning av autonoma system för mekaniserad strid. Även om autonoma system utrustas med utmärkta sensorer så krävs även autonoma funktioner för att utföra delar av de uppgifterna som krävs för att navigera och strida i en komplex miljö. Autonoma funktioner är särskilt viktiga för situationer som är extra belastande för operatören. Exempelvis, anfall med snabba manövrar och sämre kunskap om terrängen jämfört med försvarsstrid, strid i bebyggelse, svår terräng eller långa stridsförlopp. I ett stridsfordon utförs dessa uppgifter av nio personer i form av besättning och skyttegrupp.

Erfarenhet 13: Autonoma funktioner krävs för att avlasta operatören, vilket är särskilt viktigt i belastande situationer.

Några exempel på autonoma funktioner är navigering, måldetektering och måligenkänning (Bengtsson m.fl., 2022; Melbi m.fl., 2023). Autonom navigering kan även implementeras med wingman-principen där farkosten följer ett stridsfordon (se avsnitt 3.8). Ett ytterligare exempel på en autonom funktion är överföring av målpositioner från UAV:er till UGV:er

för att minska tiden till bekämpning (Melbi m.fl., 2023). Andra autonoma funktioner som diskuterades är genomsökning, framrycknings längs terrängparti, spaning relativt förbandets position, dold förflyttning och handling vid stridskontakt med fienden (Melbi m.fl., 2023). Med fler autonoma funktioner så minskar interaktionen med operatören och därmed minskar även operatörens belastning. Det är för närvarande oklart exakt vilka autonoma funktioner som behövs och vilka tekniska möjligheter det finns att ge autonoma system den taktiska förståelse som krävs för att genomföra mer avancerade uppgifter.

Erfarenhet 14: Det är för närvarande oklart exakt vilka autonoma funktioner som autonoma system behöver ha för mekaniserad strid.

5.5 Genomförande av mekaniserad strid med autonoma system

Autonoma flygande och markgående system har ett spektrum av förmågor som kompletterar och förbättrar förutsättningarna för att genomföra mekaniserad strid med stridsfordon. Små obebäpnade UAV:ers främsta förmåga är att förbättra lägesbilden genom att snabbt förflytta sig över stridsfältet och ge överblick. Små UAV:er kan på så sätt ge information om fiendens positioner, vilket minskar risken för onödig exponering för fientlig eld. Den begränsade uthålligheten för små UAV:er kan till viss del kompenseras genom att logistiken för transport och laddning görs framskjutet på plutonsnivå och genom att flera UAV:er byter av varandra. Även UGV:er förbättrar lägesbilden, men i mer begränsad omfattning på grund av lägre rörlighet och höjd.

Erfarenhet 15: Små UAV:er ger överblick och förbättrar lägesbilden. Information om fiendens positioner minskar risken för onödig exponering för fientlig eld.

UGV:ers och UCGV:ers främsta förmågor är uthålligheten och tyngre beväpning. De kan användas i direkt strid med fientliga förband, antingen som understöd till egna enheter eller som enskilda eldenheter. Eftersom UCGV:er har liknande egenskaper som stridsfordon kan de användas på ett motsvarande sätt som stridsfordon för både anfalls- och försvarsstrid. Avsaknaden av besättning och skyttegrupp gör dock att det finns frågetecken kring förmågan att upptäcka fienden och navigera i svår terräng. Det kan framförallt vara ett problem vid anfallsstrid med snabba manövrar och sämre kunskap om terrängen jämfört med försvarsstrid. Avsaknaden av besättning gör även att det är viktigt att ta hänsyn till risken för bandbrott och hur de ska repareras.

Erfarenhet 16: Tunga UCGV:er kan användas på motsvarande sätt som stridsfordon för både anfalls- och försvarsstrid.

Medeltunga UGV:er är långsamma och kan inte framrycka på samma sätt som stridsfordon. Medeltunga UGV:er bör istället främst användas för olika former av understöd till stridsfordonen för att inte begränsa förbandets manöverförmåga. Några exempel på understöd med medeltunga UGV:er är bevakning, eldunderstöd, spaning, stridsspaning, eldobservation och flankskydd. Vid anfallsstrid kan UGV:er avlasta kompaniets stridsfordon genom att utföra dessa uppgifter. Vid försvarsstrid är medeltunga UGV:ers låga hastighet mindre begränsande eftersom man kan förbereda sig bättre och manövrerar mindre.

Erfarenhet 17: Medeltunga UGV:er kan användas för olika former av understöd till stridsfordon eller som enskild eldenhet.

Vid både anfalls- och försvarsstrid kan autonoma system användas för att ta större risker jämfört med stridsfordon eftersom de är obemannade. De kan därför användas närmare fienden för att ta den första stridskontakten. Med autonoma system kan förbandet även uppträda mer offensivt utan att öka risken för mänskliga förluster.

5.6 Internationell humanitär rätt vid användning av autonoma system

Användning av autonoma system måste ske i enlighet med de folkrättsliga regler som är bindande för Sverige (Winther, 2022b). Därför behöver tillämpliga regler identifieras och analyseras för den specifika situationen där autonoma system används utifrån perspektiven förbud, restriktioner och skyldigheter att vidta åtgärder. Detta gäller såväl vid utveckling, anskaffning och användning av autonoma system.

I krig (s.k. väpnad konflikt) reglerar den internationella humanitära rätten både stridsmedel och stridsmetoder. Den internationella humanitära rätten reglerar således hur autonoma system får och ska användas samt vilka särskilda åtgärder som ska vidtas när de används. Den internationella humanitära rätten reglerar bland annat vilken typ av egendom och personer som får bekämpas, hur bedömning av oavsiktlig sidoskada på civila och civil egendom ska ske samt hur militära operationer ska genomföras för att i så hög utsträckning som möjligt skydda civila och civil egendom (Winter, 2022a). Om användning av autonoma system sker på ett sätt som innebär uppsåtliga och särskilt svåra överträdelser av den internationella humanitära rätten kan rättsligt ansvar komma att utkrävas. Rättsligt ansvar kan utkrävas både av stater (s.k. statsansvar) och av individer (s.k. individuellt straffrättsligt ansvar).

Erfarenhet 18: Internationella humanitär rätt reglerar hur autonoma system får användas samt vilka särskilda åtgärder som ska vidtas när de används.

Det pågår flera initiativ för att utreda om den existerande folkrättsliga regleringen av autonoma vapensystem (eng. Lethal Autonomous Weapons Systems, LAWS) är tillräcklig eller om nya folkrättsliga regler behöver skapas. Tills sådana folkrättsliga regler eventuellt utarbetas, och är bindande för Sverige, ska användning av autonoma system ske i enlighet med existerande regler inom den tillämpliga internationella humanitära rätten eller annan tillämplig folkrätt.

6 Slutsatser

Autonoma system för mekaniserad strid kan ge många fördelar i form av förbättrad lägesbild om fiendens positioner, mer eldkraft och mindre risk för mänskliga förluster. Det är en fördel om autonoma marksystem har liknande egenskaper som stridsfordon eftersom det förenklar ledningsprocessen. Men även medeltunga långsamma autonoma marksystem är användbara genom att de används som understöd till stridsfordonen för att inte begränsa förbandets manöverförmåga. Några exempel på understöd med medeltunga autonoma marksystem är bevakning, eldunderstöd, spaning, stridsspaning, eldobservation och flankskydd.

Ledning av autonoma system för mekaniserad strid görs lämpligast på kompaninivå. Även om behovet ofta är störst på plutonsnivå så har plutonchefen ingen ledig kapacitet för att även leda autonoma system. De är redan högt belastade på grund av stor informationsmängd och snabba stridsförlopp. Kompaniledning har däremot förmåga att leda flera olika typer av resurser som även omfattar autonoma system och genom att de planerar i längre tidsskalor så kan de hantera både snabba och långsamma autonoma system. Det är därför lämpligast att kompaniledningen leder autonoma system. För att genomföra ledningen kan ett ledningsfordon tillföras på kompaninivå med besättning, operatörer för autonoma system och en chef. Kompanichefen kan på så sätt ge order till chefen i ledningsfordonet om vad de autonoma systemen ska göra, medan operatörerna hanterar all information och detaljstyrning av de autonoma systemen.

Utveckling av autonoma funktioner som på olika sätt avlastar operatören är en förutsättning för användning av autonoma system för mekaniserad strid. Det handlar bland annat om autonoma funktioner för navigering, målidentifiering och taktiskt uppträdande. För närvarande är det däremot oklart exakt vilka autonoma funktioner som behövs. Mer studier behövs därför av exakt vilka förmågor som autonoma system behöver ha för att utföra lämpliga typuppgifter och hur systemen påverkar förbandets förmåga. Studier behövs även av hur folkrätten reglerar organisation och ledning av autonoma system samt om ansvarsförhållanden.

7 Referenser

- Bengtsson, K., Svenmarck, P., Oskarsson, P.-A., Johansson, B. J. E., Pestrea, A., & Melbi, A. (2022). *Ledning av autonoma samverkande system: Inledande studier* (FOI-R--5301--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Lamballis Tessensohn, T., van der Vecht, B. & Eikelboom, A. (2018). How to cooperate with intelligent machines: Lessons for defence operations from the integration of AI and robotics across multiple domains. I *Proceedings of the 23rd International Command and Control Research and Technology Symposium*, 6-9 November, Pensacola, FL. International C2 Institute.
- Melbi, A., Saleh, D., Oskarsson, P.-A., Svenmarck, P., Pestrea, A., & Bengtsson, C. (2023). *Ledning av kompanistrid med autonoma samverkande system: En brädspelsstudie* (FOI-R--5489--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Pestrea, A., Melbi, A., Svenmarck, P., & Oskarsson, P.-A. (2023). *The tactical board game UNI-KASS: Features and best practice* (FOI Memo 8269). Swedish Defence Research Agency.
- Rantakokko, J., Appelgren, J., Bengtsson, K., Hagström, M., Jansson, O., Kraft, K., Näsström, F., Kullander, F., Nygård, J., Pettersson, M., Rydell, J., & Woltjer, R. (2020). *Gemensamma teknikbehov inom obemannade och autonoma system – Slutrapport* (FOI-R--5096--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Rantakokko, J., Näsström, F., Woltjer, R., Mårtensson, T., Hagström, M., & Foyer, A. (2022). *Tekniköversikt autonoma och obemannade system – Del 4: Luftstriden* (FOI-R--5167--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Saleh, D., Pestrea, A., & Johansson, B. J. E. (2022). Exploring Command and Control of Semi-Autonomous Units: Co-constructing the future battlefield using a tactical board game. I *Proceedings of the 27th International Command and Control Research & Technology Symposium* (pp. 1-15), 25-27 oktober, Quebec City, Canada. International C2 Institute.
- Svenmarck, P. & Bengtsson, K. (2018). *Förmågor hos framtidens intelligenta enheter: Nya förutsättningar för ledning* (FOI-R--4665--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Winther, P. (2022a). *Grundläggande humanitärrättsliga regler vid användande av patrullrobotar* (FOI Memo 7875). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Winther, P. (2022b). *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar* (FOI-R--5343--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Woltjer, R., Bergfeldt, J., Svenmarck, P., Nilsson, P., & Johansson, B. J. E. (2016). *Ledning av sammansatta system med autonoma förmågor: En explorativ intervjustudie* (FOI-R--4349--SE). Totalförsvarets forskningsinstitut.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

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

www.foi.se