



Tekniköversikt autonoma och obemannade system

Del 2: Markstriden

JOUNI RANTAKOKKO, FREDRIK NÄSSTRÖM, JONAS NYGÅRDS,
KRISTOFER BENGTTSSON, ROGIER WOLTJER

Jouni Rantakokko, Fredrik Näsström,
Jonas Nygårds, Kristofer Bengtsson,
Rogier Woltjer

Tekniköversikt autonoma och obemannade system

Del 2: Markstriden

Titel	Tekniköversikt autonoma och obemannade system – Del 2: Markstriden
Title	An overview of unmanned and autonomous systems – Part 2: Ground combat
Rapportnr/Report no	FOI-R--4901--SE
Månad/Month	November
Utgivningsår/Year	2019
Antal sidor/Pages	117
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	12. Övrigt
FoT-område	Samverkansprogrammet
Projektnr/Project no	E72776
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Ledningssystem

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

Markförband världen över använder idag ett stort antal obemannade system, både flygande och markgående plattformar. De obemannade systemen ger i många situationer en ökad operativ effekt. Det finns dock ett stort behov av att förbättra bland annat kommunikations- och navigationssystem och funktioner som autonom körning i terräng för att de även i en konflikt mot en högteknologisk motståndare ska kunna fortsätta utgöra den uppskattade förmåge- och effekthöjare som de idag utgör vid internationella insatser.

I rapporten beskrivs några representativa existerande obemannade system för markstriden. Utvecklingen och införandet av obemannade system går snabbt internationellt. Forskningen och utvecklingen i USA, Ryssland och Storbritannien beskrivs och den internationella utvecklingen används som underlag för att ta fram bedömningar av mognadsgraden och en uppskattning av tidslinjalen för det möjliga införandet av nya förmågor. En analys av utvecklingen inom olika kritiska teknikområden, såsom styrning och ledning, robusta kommunikations- och positioneringssystem, automatisering av spaning och målinmätning och samverkan mellan bemannade och obemannade system, beskrivs även.

Sju förslag på preliminära koncept för hur obemannade system skulle kunna fylla utvalda förmågebehov beskrivs slutligen i rapporten.

Nyckelord: obemannad, autonom, UAV, RPAS, UGV, styrning, förmågor, EOD, spaning, övervakning, målinmätning, beväpning, logistik, CASEVAC

Summary

The use of unmanned systems, both ground and air platforms, has proliferated vastly during the last decade. However, in preparation for future conflict against peer adversaries with massive electronic warfare capabilities, there is a critical need to improve critical technologies for unmanned systems in order for them to continue fulfilling the highly appreciated capabilities that they possess in today's operations. These technologies include the communication and navigation systems, highly automatic driving in terrain (off-road) and automatic surveillance and targeting approaches.

Descriptions of selected representative existing unmanned systems are provided in the report. The status of research and development (R&D) efforts in the US, Great Britain and Russia is provided. These nations allocate significant resources into R&D on unmanned system technologies, resulting in a rapid pace of development. This analysis is used as a basis for estimates of the level of maturity of unmanned systems and as a means to estimate a timeline for when different desired capabilities can be expected to be fulfilled.

Furthermore, seven preliminary concepts are outlined, which describes how unmanned systems under development could fulfil select capabilities in the near future.

Keywords: unmanned, autonomous, UAV, UGV, control, capabilities, EOD, logistics, CASEVAC, RSTA, combat

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	Syfte med rapporten	10
1.2.1	Avgränsningar	10
1.3	Disposition	11
1.4	Förkortningar	11
2	Förmågebehov och operativ användning av obemannade system	13
2.1	Användningsexempel - UGV	13
2.1.1	EOD-robot	14
2.1.2	Lokal ISR (<i>Intelligence, Surveillance, Reconnaissance</i>)	15
2.1.3	Minröjning och fältarbeten	16
2.1.4	Bas- och gränsövervakning	16
2.2	Exempel på önskade förmågor - UGV	17
2.2.1	Spaning, övervakning och målinmätning	17
2.2.2	Stridsuppgifter	17
2.2.3	Logistik	19
2.3	Användningsexempel - RPAS	21
2.4	Exempel på önskade förmågor – UAV	23
3	RPAS för markstriden - exempel	25
3.1	Stridstekniska RPAS	25
3.1.1	Black Hornet PRS	25
3.1.2	RQ-11B Raven	26
3.1.3	Eleron-3	26
3.2	Taktiska RPAS	27
3.2.1	Orlan-10	27
3.2.2	ScanEagle 2	28
3.2.3	V-BAT	28
3.2.4	Aerosonde HQ (Hybrid Quadrotor)	29

3.2.5	RQ-7B Shadow	30
3.2.6	Skeldar V-200B	30
3.2.7	MQ-8B Fire Scout	31
3.3	Operativ RPAS	32
3.3.1	MQ-9 Reaper	32
3.4	Patrullrobotar (loitering munitions)	33
3.4.1	Switchblade	33
4	UGV:er för markstriden – exempel	35
4.1	Lätt UGV	35
4.1.1	Throwbot 2	35
4.1.2	Sfera och Skarabey	35
4.1.3	SPUR	36
4.1.4	Kapitan	36
4.1.5	Packbot	37
4.1.6	Centaur	37
4.2	Medeltung UGV	38
4.2.1	THeMIS	38
4.2.2	MUTT	38
4.2.3	Kobra och T7 Multi-mission Robotic System	39
4.2.4	Platforma-M	39
4.2.5	Nerekhta	40
4.3	Tung UGV	40
4.3.1	Uran-9	40
4.3.2	Vikhr	41
4.3.3	Warrior AFV	41
4.3.4	MV-4 Dok-Ing	42
4.3.5	Prohod-1	43
5	Utvecklingen internationellt	45
5.1	Markgående obemannade plattformar	45
5.1.1	Utvecklingstrender	45
5.1.2	Exemplet <i>THeMIS</i>	46
5.1.3	USA	49
5.1.4	Storbritannien	58
5.1.5	Ryssland	59
5.1.6	Diskussion	65

5.2	UAV-utvecklingen	65
5.2.1	Utvecklingstrender - teknik	66
5.2.2	Utvecklingstrender - förmågor	66
5.2.3	US Army	67
5.2.4	Ryssland	71
5.2.5	Patrullrobotar (loitering munitions)	75
5.2.6	Svärmar	77
6	Kritiska deltekniker – nuläge och kvarvarande utmaningar	85
6.1	Ledning och styrning	85
6.1.1	UAV	86
6.1.2	UGV	87
6.2	Robust Position, Navigation och Tid (PNT)	91
6.3	Kommunikation	92
6.4	Automatiserad spaning, övervakning och målinmätning (RSTA)	93
6.4.1	Utvecklingen inom AI-området	93
6.4.2	Yttäckande spaning och följning av multipla mål	94
6.5	Manned-Unmanned Teaming (MUMT)	96
6.6	Fjärrstyrda UGV:er – en potentiell effekthöjare?	96
6.7	Diskussion	98
7	Preliminära konceptförslag	101
7.1	Uppskattad tidslinjal för utveckling av nya förmågor	101
7.2	Konceptförslag	102
7.2.1	Patrullrobotar skapar avreglingszoner	102
7.2.2	Indirekt eld för bekämpning av mekaniserade förband	103
7.2.3	Försvarsstrid mot mekaniserade förband	103
7.2.4	Stridsfordon med bekämpningsförmåga bortom line-of-sight ...	103
7.2.5	Bärhjälp och strömförsörjning till soldater	106
7.2.6	Lokal RSTA	106
7.2.7	Taktisk VTOL RPAS	106
8	En möjlig väg mot ett snabbare införande av obemannade system	109
8.1	US Army användning av Other Transaction Authority (OTA)	109

8.2	Innovationsupphandling	109
9	Slutsatser	111
9.1	UGV	111
9.2	UAV	112
9.3	Konceptförslag	113
	Referenser	115

1 Inledning

Markförband världen över använder idag ett stort antal obemannade system, både i form av flygande (eng. *Unmanned Aerial Vehicles, UAV*) och markgående plattformar (eng. *Unmanned Ground Vehicles, UGV*). De obemannade systemen utgör en uppskattad förmåga som i många situationer ger en ökad operativ effekt. De vanligaste operativa obemannade systemen utgörs av taktiska och stridstekniska fjärrstyrda UAV-system (s.k. *Remotely Piloted Aircraft System, RPAS*) som främst används för spaning, övervakning och målinmätning. Det finns ett stort antal operativa stridstekniska och taktiska RPAS av olika storlek och uthållighet, från FLIR *Black Hornet* som kan flyga i upp till 25 minuter till taktiska RPAS med uthållighet på över 10 timmar. Små RPA:er med integrerad verkansdel, exempelvis AeroVironments *Switchblade*, har även börjat användas operativt av exempelvis armén, marinkåren och specialförband i USA.

Obemannade markfordon har en lägre mognadsgrad, bland annat utgör den begränsade framkomligheten i terräng en stor utmaning. UGV:er används dock redan idag operativt i flera olika tillämpningar. Mindre UGV:er används i ökande grad för exempelvis spaning i stadsmiljöer och inomhus, men deras främsta användning är som EOD-robotar (eng. *Explosive Ordnance Disposal*). Fjärrstyrda, tunga UGV:er används operativt även för minröjning, minbrytning och fältarbeten. Utvecklingen går snabbt och nya UGV-system som utvecklas för logistik och direkta stridsuppgifter förväntas realiseras inom en snar framtid.

1.1 Bakgrund

Det dimensionerande scenariot i förmågeutvecklingen utgörs av förmågan att möta ett väpnat angrepp från en kvalificerad motståndare. Försvarsmakten förväntas vid en högnivåkonflikt inte kunna säkerställa ett luftherravälde kontinuerligt över hela operationsområdet. Risken är därmed hög att fientliga UAV:er kommer att befinna sig i operationsområdet samtidigt som egna obemannade system inte kan operera fritt utan riskerar att bli bekämpade. Motståndaren förväntas ha avsevärda resurser för telekrig mot både kommunikationssystem och satellitnavigeringssystem. Dessa förhållanden förväntas få en långtgående påverkan på utvecklingen av framtidens obemannade system [1]. Det finns ett stort behov av att förbättra kritiska deltekniker hos obemannade system, som kommunikations- och navigationssystemen men även funktioner som autonom körning i terräng, för att de även i en konflikt mot en högteknologisk stat ska kunna fortsätta utgöra den uppskattade förmåge- och effekthöjare som de idag utgör vid internationella insatser.

Det pågår en kapplöpning internationellt när det gäller införandet av framförallt fjärrstyrda beväpnade obemannade markplattformar avsedda för strid. Försvarsmakten genomför samtidigt en styrkeuppbyggnad där obemannade

system har potentialen att fylla kritiska förmågebehov och förbättra möjligheterna att snabbt öka den operativa effekten. Det är därför viktigt att i nuvarande situation ta ett steg tillbaka och kritiskt utvärdera möjligheterna och begränsningarna med dagens tekniklösningar. Målet är att säkerställa att de obemannade system som Försvarsmakten inför operativt det närmaste årtiondet uppfyller de krav som ställs i det dimensionerande scenariot med strid mot en högteknologisk, numerärt överlägsen (materiellt och personellt), motståndare.

1.2 Syfte med rapporten

Denna rapport beskriver en delmängd av den tekniköversikt som genomförts under 2018 och 2019 inom projektet *Gemensamma teknikbehov inom autonoma och obemannade system*. Tekniköversikten syftar till att ge breda övergripande sammanställningar av möjligheter och begränsningar med dagens obemannade system, samt belysa olika delteknikers mognadsgrad inom de olika arenorna. Tekniköversikten avrapporteras i fyra rapporter, med följande underrubriker:

- Del 1: Historik
- Del 2: Markstrid
- Del 3: Sjöstrid
- Del 4: Luftstrid

I den första rapporten [1] beskrevs den historiska utvecklingen av obemannade militära system, på alla arenor, och lärdomar som kan dras utifrån denna utveckling diskuterades. I rapporten gavs även exempel på system som är operativa idag. Denna rapport utgör den andra rapporten i serien och den ger en översikt över militära obemannade system som framförallt är av intresse för markarenan. En översikt av intressanta användningsexempel ges, tillsammans med en övergripande sammanställning och beskrivning av identifierade förmågebehov. I Försvarsmaktens redovisning av förstudien om Obemannade marksystem (UGS) [2] genomfördes en bredare förmågebehovsanalys utifrån övergripande resonemangsspel baserat på de operativa koncepten och typsituationer som använts inom ramen för PerP- och Arenastudien. Utvalda delar av dessa förmågebehov inkluderas i sammanställningen i denna rapport.

1.2.1 Avgränsningar

Ambitionen är att i denna rapport ge en representativ bild av obemannade system som är viktiga för den framtida markstriden. Antalet produkter på marknaden och utvecklingsprogram är dock för stort för att kunna ge en komplett bild. Rapporten fokuserar främst på UGV:er och stridstekniska och taktiska UAV:er. Utvecklingen av robotar, som Boston Dynamics tvåbenta *Atlas* och fyrbenta *AlphaDog*, bedöms vara mindre mogen än motsvarande utveckling av

obemannade markfordon och de bedöms inom det närmaste årtiondet inte utgöra ett effektivt alternativ. De beskrivs därför inte närmare i denna rapport.

Styrda vapen berörs endast i form av s.k. patrullrobotar (eng. *loitering munitions*), där dessa kan ses som en stridsteknisk RPA som kan genomföra spaning men som även har en integrerad stridsdel för bekämpning.

Denna tekniköversikt beskriver och analyserar utvecklingen inom obemannade och *autonoma plattformar* som även kan vara beväpnade. De vapensystem som beskrivs i denna rapport är fjärrstyrda och beslut om bekämpning kommer även framöver att fattas av en människa. *Autonoma vapensystem*¹ behandlas inte i denna rapport.

1.3 Disposition

I kapitel 2 beskrivs resultaten från en initial förmågebehovsanalys. Där beskrivs även hur operativa obemannade system används idag. I kapitel 3 och 4 ges övergripande beskrivningar av olika obemannade system, flygande respektive markgående fjärrstyrda plattformar, som är i operativ drift. Exempelen är avsedda att ge en representativ bild av existerande obemannade system. Därefter, i kapitel 5, beskrivs utvecklingen internationellt. Forskningen och utvecklingen i USA, Ryssland och Storbritannien har valts ut som representativa exempel, och den används som underlag för de bedömningar av mognadsgraden och tidslinjalen för utvecklingen och införandet av nya systemförmågor. I kapitel 6 beskrivs ett antal kvarstående forsknings- och utvecklingsutmaningar inom områden som styrning och ledning, samverkan mellan bemannade och obemannade system, kommunikation, navigering och automatiserad styrning och spaning. Sju olika preliminära konceptförslag för hur obemannade system skulle kunna användas inom Försvarsmakten beskrivs i kapitel 7. I kapitel 8 diskuteras kort hur US Army har lyckats få en avsevärt snabbare upphandlingsprocess, och om en liknande process skulle kunna prövas även i Sverige. I kapitel 9 sammanfattas slutligen rapportens övergripande slutsatser.

1.4 Förkortningar

Nedan följer en lista med rapportens vanligast förekommande förkortningar.

AI	Artificiell Intelligens
APS	Active Protection System
ATGM	Anti-Tank Guided Missile

¹ Kan beskrivas som ”vapen som utan mänsklig påverkan kan välja eller attackera sina mål”.
www.sydsvenskan.se/2019-11-03/sverige-ska-ta-en-ledande-roll-i-arbetet-for-ett-forbud-mot-dodliga-autonoma-vapensystem

CBRN	Kemiska, biologiska, radiologiska och nukleära
CRS-I/H	Common Robotic System – Individual/Heavy
EOD	Explosive Ordnance Disposal
EO/IR	Elektrooptiska och Infraröda sensorer
GNSS	Global Navigation Satellite System ²
GPS	Global Positioning System
HALE	High Altitude Long Endurance
IEDD	Improvised Explosive Device Disposal
ISR	Intelligence, Surveillance, Reconnaissance
LiDAR	Light Detection And Ranging, laser-radar
LOCUST	Low-cost UAV Swarming Technology
MALE	Medium Altitude Long Endurance
MTRS Inc2	Man-Transportable Robotic System Increment 2
MUM-T	Manned-UnManned Teaming
NGCV	Next Generation Combat Vehicle
OMFV	Optionally Manned Fighting Vehicle
OSGCS	One System Ground Control System ³
RCV-L/M/H	Robotic Combat Vehicle Light/Medium/Heavy
RPA	Remotely Piloted Aircraft ⁴
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
RWS	Remote Weapon Station
SMET	Squad Multipurpose Equipment Transport
TA	Target Acquisition
TURVLUS	Tillgänglighet, Underrättelser, Rörlighet, Verkan, Ledning, Uthållighet, Skydd ⁵
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UC	Universal Controller
UGV	Unmanned Ground Vehicle
VTOL	Vertical Take-Off and Landing

² Innefattar GPS (USA), Galileo (EU), Glonass (Ryssland) och BDS/Beidou/COMPASS (Kina).

³ Gemensam kontrollstation utvecklad av US Army som kan styra flera olika taktiska UAV:er.

⁴ Försvarsmakten använder RPA för dagens fjärrstyrda system. Utvecklingen går mot högradigt automatiserade ("autonoma") UAV:er och då är beteckningen RPA inte längre representativ. Gränsen för när ett system bedöms vara autonomt är dock inte definierad. Med bakgrund av denna tvetydighet i beteckningar väljer vi att i denna rapport benämna de framtida systemen för UAV:er.

⁵ De grundläggande förmågorna för Försvarsmakten.

2 Förmågebehov och operativ användning av obemannade system

I Försvarsmaktens förstudie *MARK181802FS Obemannade marksystem (UGS) förstudie 2018* diskuterades ett stort antal olika förmågebehov utifrån översiktliga resonemangsspel för typsituationer som använts inom ramen för PerP-studien och Arenastudie Mark [2]. Där rekommenderas bland annat att en fortsatt studies huvuduppgift bör vara att ta fram koncept för hur markstridskrafterna skulle kunna nå önskade förmågeeffekter med obemannade system. I detta kapitel sammanfattar vi förmågebehov som framkommit i olika dialoger med representanter för Försvarsmakten eller från användningsexempel eller förmågebehov som beskrivits i litteraturen (främst från USA och Storbritannien). Även erfarenheterna från den brittiska arméövningen AWE18⁶ har bidragit till denna sammanställning [3]. Dessa initiala förmågebehovsbeskrivningar är avsedda att utgöra en startpunkt för fortsatta, fördjupade diskussioner och analyser om hur Försvarsmakten bör införa obemannade system för att nå önskad operativ effekt. De kommer även användas till att inrikta den fortsatta forskningen inom området.

2.1 Användningsexempel - UGV

Dagens UGV-system är fjärrstyrda⁷ och de är personalintensiva. Dagens system för styrningen av plattformen, och analysen av sensordata, ger en hög kognitiv belastning på operatören som har svårt att samtidigt effektivt kunna utföra andra uppgifter. Det saknas även operatörsstöd som kan hjälpa operatören att exempelvis undvika kollisioner, undvika att köra fast eller välta om UGV:n körs i terräng, över diken eller i branta sluttningar.

Trots dessa begränsningar används ett stort antal UGV:er operativt i framför allt följande uppgifter (se tabell 2.1 och [1]):

- EOD-robot (eng. *Explosive Ordnance Disposal*)
- Lokal spaning, övervakning och informationsinhämtning (eng. *Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, ISR*)
- Minröjning, minbrytning och fältarbeten
- Bas- och gränsövervakning

⁶ Army Warfighting Experimentation (AWE) Autonomous Warrior (Land).

⁷ Fjärrstyrning omfattar både *direkt radiostyrda system* där operatören kontinuerligt ser plattformen och *teleopererade system* där operatören på ett större avstånd styr plattformen baserat på realtidsvideo eller telemetridata.

Tabell 2.1: Användningsexempel för UGV:er som är operativa idag.

Användning	Beskrivning	Exempel
Bombrobot	Upptäcka, identifiera och neutralisera sprängämnen (IEDD och EOD), CBRN-detektion	<i>TALON V Wheelbarrow Mk9 Packbot</i>
ISR	Spaning i stadsmiljö (se runt hörn) och inomhus, detektion av explosivämnen	<i>Throwbot FirstLook Dragon Runner 10</i>
Minröjning och fältarbeten	Förbättrad rörlighet, röjning av person- och fordonssminor, minbrytning, snöröjning, broläggning, rasmassor	<i>Bozena 4+ Dok-Ing MV-4 Horiba Mira</i>
Bas- och gräns-övervakning	Patrullering av gräns, bas och exempelvis bakre logistikplatser, förhindra intrång och attacker	<i>Guardium</i>

2.1.1 EOD-robot

Uppgiften att detektera, identifiera och neutralisera oexploderad ammunition och andra objekt med sprängämnen är en farlig uppgift och soldaternas säkerhet kan förbättras genom att använda fjärrstyrda bombrobotar för dessa uppgifter. Det finns ett stort antal UGV:er, i olika storleksklasser anpassade för olika scenarion, som utvecklats för att genomföra dessa uppgifter. Majoriteten av de UGV:er som idag används operativt är av denna typ. Tekniken är mogen och i de scenarion där de används idag, där området normalt är säkrat och genomförandet inte är tidskritiskt, utför de sin uppgift på ett tillfredställande sätt.

Förbättringspotentialen i en högre grad av autonomi, som förbättrade operatörsstöd för teleopererade system eller helautomatisk körning, kommer främst till nytta om den medför att UGV:n snabbare når fram till det känsliga området. Därefter vill operatörerna troligen utföra uppgiften manuellt (teleopererad). Tillförlitlig kommunikation är kritiskt och kommunikationsräckvidden i urbana och andra problematiska miljöer (exempelvis grottor och kulvertar) kan förbättras genom att vid framryckning släppa reläner⁸. En intressant förmåga är att ha mindre UGV:er som agerar som reläner och automatiskt placerar sig på lämpliga positioner som förbättrar kommunikationsmöjligheterna. AI-baserade beslutsstöd som potentiellt skulle kunna stödja operatören i klassificeringen av objekt kan vara av intresse men denna möjlighet behöver undersökas vidare.

⁸ www.persistentsystems.com/mpu5

Nuvarande system bedöms fortsatt ha en viktig roll även i scenariot med ett angrepp från en högkvalificerad motståndare men en fråga som bör utredas är om detta scenario kommer att ställa andra krav på framtidens EOD UGV:er.

2.1.2 Lokal ISR (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*)

I strider i urbana miljöer är en önskad förmåga att kunna ”se runt hörn”, eller bortanför nästa terränghinder, utan att utsätta soldaten för risken för beskjutning. Motsvarande behov finns inomhus där soldater vill kunna se vad som finns i nästa rum, trapphus eller våningsplan. Det finns även ett behov av mindre UGV:er som kan söka igenom trånga utrymmen, exempelvis efter IED:er (eng. *Improvised Explosive Device*), där soldater eller större UGV:er inte kan ta sig fram. Vid patrullering eller då en mindre grupp soldater söker igenom en byggnad finns även ett behov av att kunna upptäcka, och varna för, hot som kommer bakifrån eller från redan genomsökta områden.

Det finns flera enkla soldatburna UGV:er som används till att genomföra spaning på andra sidan av byggnader, inomhus och i andra områden dit det kan vara svårt för soldater att ta sig (kulvertar osv). Plattformarna är vädertåliga, robusta och lätta; tillsammans med kontrollenheten väger de två till fyra kilogram. De är utrustade med kameror, mikrofoner och de sänder realtidsvideo och audio till operatören. De har viss förmåga att operera i mörker, antingen med hjälp av belysare eller enkla IR-kameror. Uthålligheten är i storleksordningen ett par timmar. De används operativt av ett flertal länder och de fungerar relativt väl i många situationer i urbana miljöer.

Dessa UGV:er är fjärrstyrda (teleopererade) av en soldat som samtidigt analyserar informationen i videoströmmen. Den kognitiva belastningen på soldaten är hög och denne kan inte utföra andra uppgifter samtidigt. I vissa fall behöver även en andra soldat tilldelas för att skydda den soldat som opererar UGV:n. En annan erfarenhet är att de är svåra att använda i terräng. De har en viss, begränsad, förmåga att ta sig fram i terräng men sensorerna är normalt placerade lågt nära marken vilket gör det svårt att se något i exempelvis högt gräs.

De viktigaste förbättringsbehoven som förväntas ge en ökad operativ effekt är:

- förbättrad framkomlighet framförallt i icke-urbana operationer
- en högre automationsgrad i styrningen av UGV:n och analysen av videoströmmen (automatisk detektion och följning av potentiella hot)
- användargränssnitt kombinerat med automatiska funktioner som medger ledning av multipla UGV:er av en soldat
- automatisk genomsökning efter möjliga hot då den kommer in i nya områden (rum, trapphus osv)

- samverkande UGV:er som tillsammans löser tilldelade uppgifter utan kontinuerlig övervakning

2.1.3 Minröjning och fältarbeten

Det finns ett behov av fjärropererade obemannade system som kan genomföra farliga uppgifter som minbrytning, röjning av person- och fordonsminor, samt olika fältarbeten, som broläggning. Syftet med att genomföra dessa uppgifter med obemannade system är att öka förbandens rörlighet genom att snabbare genomföra dessa uppgifter och reducera risken för soldaterna genom att möjliggöra att dessa leder och övervakar arbetet på ett säkert avstånd.

Utvecklingen inom området *appliqué kits*⁹ möjliggör att befintliga fältarbetsfordon med denna utrustning kan konverteras till fjärrmanövrerade fordon och ledas och övervakas från distans. Operatören kan exempelvis placeras inuti ett bepansrat fordon och avståndet som fordonet kan vara på avgörs främst av kommunikationssystemets begränsningar. Det finns idag ett antal fjärrstyrda minbrytnings- och röjningsfordon, samt fjärrmanövrerbara grävmaskiner och andra ingenjörsfordon. Ingenjörsarbeten är i många fall inte tidskritiska utan det bedöms normalt vara möjligt att genomföra dessa genom att ha en operatör som styr maskinen. De uppfyller i stora drag de behov som identifierats. Det är även relativt enkelt att konvertera moderna fordon till att bli fjärrstyrda om specifika behov identifieras. Utmaningar som kvarstår gäller exempelvis behovet av ökat operatörsstöd, vid exempelvis grävning, vilket kan ge ett snabbare och säkrare genomförande. En ökad automatiseringsgrad (autonomi) är även önskvärd exempelvis när det gäller val av rutt vid minbrytning.

En viktig frågeställning när det gäller framtida hotbilder är om, och i så fall hur, obemannade system kan förbättra möjligheterna att upptäcka och neutralisera exempelvis sidoverkande minor.

2.1.4 Bas- och gränsövervakning

Genom att automatisera bas- och gränsövervakning kan soldater användas i viktigare, eller mer komplicerade, uppgifter. Ett automatiserat system för perimeterövervakning behöver kunna förflytta sig automatiskt och detektera hot och andra anomalier. En sådan UGV bör även ha förmåga att varna inkräktare och även hindra dessa från att ta sig över en gräns, in på en bas eller från att genomföra ett attentat eller eldöverfall.

Det finns idag UGV:er som används operativt för gräns- och basövervakning. Ett exempel är den israeliska *Guardium* som har sensorer för att upptäcka hot,

⁹ Se exempelvis Qinetiq NA *Robotic Appliqué Kit* (RAK3). (<https://qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/robotic-controller-kit/rak-3/>)

mikrofoner och högtalare och lättare beväpning som kan avfyras fjärrstyrt. Den kan fjärrstyras (teleopererad) men har även förmågan att automatiskt köra och navigera i förkarterade områden (exempelvis längs med ett staket). Patrullering i ett känt område och detektion av möjliga hot är uppgifter som en UGV idag kan genomföra autonomt och här finns möjlighet att lösgöra soldater till mer avancerade uppgifter. Beroende på vad hotet består av så kan däremot en fjärrstyrd UGV fortfarande ha en sämre möjlighet att förhindra ett intrång.

2.2 Exempel på önskade förmågor - UGV

De förmågor som primärt har identifierats som intressanta i samband med diskussioner om hur obemannade marksystem kan användas i framtiden rör främst spaning, övervakning och målinmätning, logistik och transporter, samt direkta stridsuppgifter. Preliminära behovsbeskrivningar för dessa områden ges nedan. Fördjupade analyser bör genomföras i samarbete med Försvarmakten och FMV.

2.2.1 Spaning, övervakning och målinmätning

Det finns ett behov av att förbättra uthålligheten vid spaning, övervakning och målinmätning (eng. *Reconnaissance, Surveillance, Target Acquisition, RSTA*). Det finns även behov av att kunna genomföra dessa uppdrag under svårare väderförhållanden än vad dagens stridstekniska UAV-system har förmåga att göra.

En effektiv RSTA UGV bör kunna operera framskjutet, på olika avstånd från bemannade system och operatören, vilket medför att kommunikationslänken för styrning av UGV:n är extra sårbar för störning. En hög grad av autonomi i form av självkörande funktionalitet behövs sannolikt för att kunna utföra dessa uppdrag, vilket i sin tur förutsätter ett störsäkert positioneringssystem.

UGV:er har förmågan att genomföra RSTA-uppdrag med lång uthållighet och under ogynnsamma väderförhållanden. De kan med fördel även operera tillsammans med UAV:er där de kan agera som bärarplattform till UAV:er och förse dessa med energi (laddning eller batteribyte), samt agera som relänod för kommunikationssystemet.

2.2.2 Stridsuppgifter

Det pågår en snabb utveckling internationellt när det gäller UGV:er som specifikt utvecklas för stridsuppgifter. Osäkerheten är dock fortfarande stor när det gäller hur de ska användas, och i vilka scenarion de utgör ett effektivt alternativ till bemannade plattformar.

2.2.2.1 Eldunderstöd - lätta förband

Lätta förband har i vissa scenarion behov av eldunderstöd från tyngre vapen, såsom tung kulspruta, granatspruta och ATGM (eng. *Anti-Tank Guided Missile*), för nedkämpning och nedhållning av trupp, infrastruktur och bepansrade fordon. UGV:er som agerar bärare för sådan beväpning ska kunna framföras i samma terräng och hastighet som de förband de ger understöd till. De ska även kunna transporteras tillsammans med förbandet, vilket ställer krav på låg vikt.

2.2.2.2 Indirekt eld – lätta förband

Lätta förband kan ha behov av organiskt förbandsintegrerad förmåga till indirekt eld. En sådan förmåga kan nås med exempelvis granatkastare, kassetter med multipla patrullrobotar eller med moderna (*fire-and-forget*) ATGM som inte förutsätter fri sikt till målen och som även kan bekämpa stridsvagnar. Det är även viktigt att ha möjlighet att, efter avfyrning, snabbt byta position för att reducera risken att bli lokaliserad och bekämpad.

2.2.2.3 Loyal Wingman – mekaniserade förband

En önskad förmåga är att ha UGV:er som bedriver strid i formation med bemannade stridsfordon och stridsvagnar (*loyal wingman*) [2]. De kan även användas för att ta den första kontakten med en anfallande fiende, eller attackera kraftigt befästa eller samlade fientliga enheter. En möjlighet är även att använda obemannade fordon som skenmål för att vilseleda eller dra på sig fientlig eld, eller genomföra anfall av självmordskaraktär.

Huvudsyftet är att reducera risken för soldaterna genom att låta de mest utsatta fordonen vara obemannade. En möjlighet är även att utvecklade specialdesignade UGV:er som utnyttjar fördelarna med att inte behöva designa fordonet för att härbärgera soldater ombord. UGV:erna kan då göras mindre, lättare och med en lägre skyddsnivå. Målet är att dylika UGV:er ska bli billigare än bemannade stridsfordon eller stridsvagnar och därmed kunna införas i ett större antal. Äldre avpolletterade fordon kan med hjälp av konverteringssatser även införlivas till en lägre kostnad jämfört med nyanskaffning och med ett reducerat behov av utbildad personal.

Vid användning som *loyal wingman* ställs, delvis beroende på hur de används, höga krav på de obemannade fordonen:

- Mobilitet: De ska kunna förflytta sig med samma hastighet, och i samma terräng, som mekaniserade förband.
- Skydd: De ska kunna ha en tillräcklig skyddsnivå för att överleva på det framtida slagfältet, sannolikt i form av kombinationer av (modulär) bepansring och aktiva skyddssystem.

- Beväpning: Möjlighet att effektivt bekämpa befintliga och nästa generation av obemannade system (UGV och UAV), stridsfordon och stridsvagnar. Automatkanon och/eller ATGM. Tung kulspruta för bekämpning av, och skydd mot, avsutten trupp. Missiler eller patrullrobotar för bekämpning av UAV:er.
- ISTAR: Sensorer och algoritmer för automatiserat operatörsstöd, exempelvis i form av automatisk detektion och följning av potentiella mål på stora avstånd.
- Styrning och ledning: Intuitiva användargränssnitt som ger operatören möjlighet till god lägesuppfattning och effektiv teleoperation. Autonoma självkörande funktioner och användargränssnitt som medger ledning av multipla obemannade system av en operatör.
- Genomtänkt och intränad taktik och procedurer anpassad till stridens behov och teknikens möjligheter (eng. *Tactics, Techniques, Procedures, TTP*).

Flera versioner med olika avvägningar mellan kostnad, antal, bestyckning och bepansring kan vara en möjlighet.

2.2.3 Logistik

Inom logistikområdet finns ett flertal olika potentiella behov som obemannade system kan lösa i framtiden.

2.2.3.1 Bärhjälp (*mule*)

En utmaning som alla militära utvecklingsavdelningar försöker hitta lösningar på är den stora mängd av utrustning som en soldat behöver bära med sig. Sensorer och annan elektronik förutsätter även att soldaterna bär med sig extra batterier. Stridsvärdet för en grupp soldater som är under förflyttning, eller som redan förflyttat sig en längre sträcka, kan förbättras avsevärt om en UGV istället kan bära deras utrustning. Gruppen kan även utrustas med (fler) tyngre vapen som pansarvärnsrobotar och liknande. En UGV kan även ge möjlighet att ladda batterier och utrustning istället för att bära med sig extra uppsättningar av batterier.

En sådan UGV behöver kunna styras med en låg kognitiv belastning för soldaten. Den behöver även kunna ta sig fram i den terräng som soldaterna förväntas förflytta sig i, och med samma hastighet och uthållighet. Den behöver även kunna transporteras enkelt, exempelvis med helikopter eller bogseras av en större logistik-UAV, om soldaterna exempelvis tvingas lämna den bakom sig vid förflyttning i svår terräng.

2.2.3.2 Främre logistiktransporter

Säker, resurssnål och effektiv främre logistik på taktisk nivå är ett identifierat behov. Kapaciteten i den främre logistiken för främst lätta förband kan sannolikt ökas genom att använda UGV:er som komplement för att frakta ammunition, vapen, reservdelar, livsmedel, vätska, batterier och andra förnödenheter den sista sträckan (eng. *last-mile re-supply*) till soldater som exempelvis genomför strid i urban miljö.

2.2.3.3 CASEVAC

Försvarmakten har implementerat det medicinska konceptet ”10-1-2” som innebär att den skadade inom 10 minuter ska få vård av en fältsjukvårdare, erhålla kvalificerad vård av licensierad medicinsk personal och påbörjat transport till ett fältsjukhus (eller civilt sjukhus) inom en timme och slutligen kunna opereras efter maximalt två timmar. Detta koncept har visat sig vara framgångsrikt i internationella studier, men vid stora skadeutfall kommer det bli en stor utmaning att dimensionera sjukvårdsresurserna för att möta dessa behov.

Det finns främst två typer av CASEVAC där obemannade system skulle kunna rädda liv:

- Transport från skadeplats (eng. *point-of-injury, POI*) till uppsamlingsplats.
- Transport från uppsamlingsplats till avancerad sjukvårdsresurs (*Role 2B¹⁰* eller civilt sjukhus).

Evakuering av skadade från skadeplatsen under stridssituationer är en kritisk, i många situationer farlig, uppgift. Ett stort antal soldater skadas eller dödas när de försöker transportera bort andra soldater i säkerhet. Det finns exempel där det tagit över en timme att förflytta den skadade en sträcka av 100 m vid strider i urbana miljöer, vilket givetvis försämrar chansen för de skadade att överleva. Det är även viktigt att snabbt, med så få soldater som möjligt, transportera bort de skadade från skadeplatsen för att soldaterna så fort som möjligt ska kunna fortsätta eller återgå till striden.

Det är troligt att CASEVAC från uppsamlingsplatsen vid stora skadeutfall i framtiden kommer att genomföras med icke-dedikerade resurser, exempelvis i form av logistikplattformar. Mindre UGV:er som för fram ammunition och andra förnödenheter till soldaterna kan på vägen tillbaka transportera skadade. Detta ses som ett viktigt komplement till tillgängliga sjukvårdsresurser i framtida konflikter mot en högkvalificerad motståndare där risken är överhängande att

¹⁰ *Role 2 Basic* - militär sjukvårdsresurs som kan genomföra avancerade livräddande åtgärder, som livräddande kirurgi och eftervård. Förmåga till basal röntgen, enklare laborietester och förvaring av blod.

skadeutfallen i vissa områden vida kan överstiga de befintliga transport-resurserna. Även större obemannade flygande logistikplattformar kan komma att användas i denna roll

På längre sikt kan det även vara möjligt att genomföra MEDEVAC (eng. *Medical Evacuation*) med obemannade system, där avancerade sjukvårdsinsatser kan utföras med robotik och AI-baserade algoritmer under transport. Det kommer dock att krävas stora utvecklingsinsatser under en lång tid (åtminstone 20 år) innan de eventuellt kan komma att ersätta en bemannad MEDEVAC transport med utbildad sjukvårdspersonal när dessa finns tillgängliga.

2.2.3.4 Bakre logistiktransporter (operativ nivå)

Självkörande lastbilar och konvojer med logistikfordon som kräver färre chaufförer än bemannade fordon kan öka den bakre logistikkapaciteten. Genom att delar av chaufförerna kan vila under förflyttning ökar möjligheten att hålla logistikfordonen i drift 24/7. Det är inte troligt att konvojer av logistikfordon de närmaste 15 åren kommer framföras helt utan personal då de även kan behöva soldater för skydd av transporterna. Detta ger möjlighet att använda tekniker där lastbilen i de flesta scenarion kör automatiskt, men där den i vissa situationer (det närmaste årtiondet gäller detta exempelvis för vinterförhållanden, om fordonet inte kan använda aktiva sensorer, eller i terräng) stannar och övergår till bemannad körning. Detta liknar autonominivå fyra i den civila standarden för självkörande bilar¹¹.

Självkörande lastbilar utvecklas i snabb takt och tekniken förväntas vara utvecklad för körning på motorväg och större vägar om fem år. Certifiering och regulatoriska utmaningar återstår dock även att lösa. Tekniken för ledare-följare som kan användas i konvojer av logistikfordon är under utveckling och kan förväntas bli operativ inom en snar framtid. En utmaning kan vara att militära konvojer kan ha önskemål om att det första fordonet ska vara autonomt, vilket ur ett tekniskt perspektiv är avsevärt mer komplicerat att åstadkomma. Att realisera detta genom fjärrstyrning är enklare.

2.3 Användningsexempel - RPAS

Stridstekniska och taktiska RPAS används idag av ett stort antal nationer i många olika roller (figur 2.1). De kan delas in i olika klasser beroende på exempelvis storlek, vikt, uthållighet eller räckvidd. Räckvidden begränsas dock i praktiken av kommunikationssystemets design och prestanda snarare än dess flygtid. En lång räckvidd förutsätter ofta att satellitbaserade kommunikationslösningar används. Försvarsmaktens UAV-studie använder indelningen i stridstekniska,

¹¹ www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic



Figur 2.1: Fakta rörande militära UAV-system 2019 sammanställd av "The Center for the Study of the Drone at Bard College"¹². Exempel på indelning av RPA:er i stridstekniska, taktiska, operativa och strategiska plattformar. Hermes 900 kan nå liknande uthållighet som RQ-4 Global Hawk, drygt 30 timmar, men kategoriseras av Försvarsmakten i klassen operativ UAV [33]. (Foto: Hermes 900 av Matthieu Sontag, CC-BY-SA, övriga public domain)

taktiska och markoperativa RPA:er, men även strategiska RPA:er kan inkluderas¹³ (figur 2.1). US Army använder en annan klassificering, se tabell 2.2.

Fjärrstyrda RPAS används idag med stor framgång i ett flertal olika uppgifter, där de vanligaste utgörs av:

- Spaning, övervakning, underrättelseinhämtning och målinmätning (ISTAR), på alla nivåer (stridsteknisk, taktisk, operativ och strategisk).
- Förbättrad lägesuppfattning lokalt t.ex. vid framryckningsvägar, närskydd vid camp och i urbana operationer.
- Upphöjd sambandsnod för ökad konnektivitet/räckvidd för radiosystem.
- Telekrig, signalspaning och störning mot kommunikations-, radar-, och satellitnavigeringssystem.

¹² Dronecenter.bard.edu/files/2019/10/CSD-Drone-Databook-Web.pdf

¹³ fmv.se/Global/Dokument/Om%20FMV/Informationsmaterial/Kurser%20och%20f%C3%B6redrag/20120912_03_Carl-Johan%20Starkenbergspec%20vs%20verklighet-cf.pdf

Tabell 2.2: Officiell klassificering av UAV:er inom US Army¹⁴. Maxvikt specificerar den s.k. Maximum Take-Off Weight (MTOW). Nominell flyghöjd angiven med avseende på höjd över marken (AGL) eller höjd vid standardlufttryck (FL, Flight Level).

Klass	Maxvikt [kg]	Flyghöjd [m]	Hastighet [km/h]	Exempel
Grupp 1	20	365 (AGL)	185	RQ-11 Raven
Grupp 2	55	1 065 (AGL)	< 460	ScanEagle
Grupp 3	< 1 320	< 5 485 (FL)		RQ-7 Shadow, Arcturus Jump 20
Grupp 4	> 1 320	> 5 485 (FL)	-	MQ-1 Predator, MQ-8B Fire Scout
Grupp 5				MQ-9 Reaper, RQ-4 Global Hawk

- Bekämpning, med beväpnade RPA som medger en snabb, effektiv bekämpning även mot rörliga mål genom en integrerad *Hunter-Killer* förmåga eller med UAV:er med inbyggd verkansdel (patrullrobotar).

RPA:er används idag framgångsrikt för alla ovanstående uppgifter. Ett exempel är Ryssland som bedöms ha över 2 000 operativa RPA:er som har flugit mer än 23 000 uppdrag i Syrien de senaste fyra åren [4].

2.4 Exempel på önskade förmågor – UAV

Militära RPA:er utgör i många scenarion en viktig förmågehöjare. Den viktigaste förmåga som måste tillföras är möjligheten att agera i konflikter mot en kvalificerad motståndare, med avancerade telekrigssystem och där lufrummet inte är under egen kontroll. Detta förutsätter att tillräckligt störsäkra kommunikations- och navigationssystem utvecklas och införs, tillsammans med en ökad grad av autonomi och eget beslutsfattande som kan kompensera för tillfälliga avbrott av dessa. UAV:erna måste även ha förmåga att undvika att bli nedskjutna.

Exempel på önskade förmågor:

- Dold framskjuten spaning, övervakning och målinmätning, med lång räckvidd och uthållighet, i fientligt kontrollerade områden.
- Effektiv bekämpning av moderna stridsvagnar med soldatburna system.
- Små och lätta UAV:er på grupp- och plutonsnivå för förbättrad lägesuppfattning lokalt t.ex. över möjliga framryckningsvägar, närskydd vid

¹⁴ en.wikipedia.org/wiki/U.S._military_UAS_groups#cite_note-OSD_UAS_Airspace_Integration_Plan_20102-4

camp och ”se-runt-hörn” i urbana operationer. En låg kostnad¹⁵ är viktigt då det ökar möjligheten att införa dessa system brett inom Försvarsmakten.

- Kontinuerlig spaning och övervakning (*persistent surveillance*) i urbana miljöer där byggnader och andra objekt blockerar sikten för sensorerna i exempelvis taktiska ISR UAV:er.
- Automatiserad ISR-förmåga (detektion, identifiering, klassificering, följning och lokalisering av mål) mot större antal mål med taktiska och stridstekniska UAV:er.
- Logistik, transporter av förnödenheter, ammunition och CASEVAC.

¹⁵ Kostnaden behöver sannolikt bli avsevärt lägre än för nuvarande stridstekniska RPAS (SUAV 05).

3 RPAS för markstriden - exempel

I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av RPAS som är i operativ drift. Exempelen är valda för att ge en representativ bild av system som finns på marknaden. Likvärdiga RPAS finns för många av de exempelsystem som visas nedan. Militära operativa system i USA, Storbritannien och Ryssland, samt intressanta utvecklingsprojekt, beskrivs i mer detalj i kapitel 5.

3.1 Stridstekniska RPAS

I detta avsnitt ges exempel på operativa stridstekniska RPAS.

3.1.1 Black Hornet PRS



Fakta:

- Vikt: < 33 gram
- Längd: 16.8 cm
- Rotordiameter: 12 cm
- Hastighet: 6 m/s
- Uthållighet: 25 min
- Framdrivning: elektrisk

Sensorer:

- Dag: Två EO-sensorer
- Natt: Termisk och EO-sensor, belysning

Figur 3.1: Black Hornet 2 RPAS som opereras av en UK Royal Marine under övningen AWE17. Olika versioner av Black Hornet är operativa i bland annat Storbritannien, USA, Australien och Norge. (Foto: Open Government License)

FLIR's *Black Hornet PRS* är en nano RPA som är avsedd för spaning och övervakning. Den är avsedd att ge soldater en förbättrad lägesbild och information om vad som finns bortanför nästa terränghinder eller byggnad. Ett system med två plattformar (med en dag- och nattversion), kontrollenhet och väska väger 1.3 kg. *Black Hornet PRS* kan flyga i vindbyar upp till 10 m/s. Den har en låg akustisk, visuell och termisk signatur. *Black Hornet PRS* kan sända realtidsvideo eller stillbilder (med högre upplösning) till operatören. I standardversionen är den utrustad med GNSS-mottagare men den kan upgraderas till att använda kamerabaserade navigeringstekniker för användning inomhus, alternativt utomhus då GNSS-signalerna är utstörda. Tack vare dess låga vikt är regelverket för flygning förenklat i många länder.

3.1.2 RQ-11B Raven



Fakta:

- Vikt: 1.9 kg
- Längd: 0.9 m
- Vingbredd: 1.4 m
- Hastighet: 32-81 km/h
- Uthållighet: 90 min
- Räckvidd: 10 km
- Framdrivning: elektrisk

Sensorer:

- EO/IR, gimbalstabiliserad
- Laserbelysare

Figur 3.2: Övre: UAV Korpen under övning (Foto: Kalle Bendroth, Försvarsmakten). Nedre: Operatör som styr en RQ-11B Raven. (Foto: US Army)

AeroVironment's *RQ-11B Raven*¹⁶ är världens mest använda RPAS och den används av flertal länder för spaning, övervakning och målinmätning. Den kan styras manuellt av en operatör eller genom brytpunktsnavigering med GPS-baserad navigering. *RQ-11B Raven* kan utrustas med SAASM (eng. *Selective Availability Anti Spoofing Module*) GPS-mottagare som använder den krypterade militära GPS-signalen. Alla AeroVironment's RPA:er som är utrustade med deras egenutvecklade digitala datalänk (*Digital Data Link, DDL*) och de kan kommunicera sinsemellan och agera relänoder för att öka kommunikationsavstånden och även utbyta målinformation.

3.1.3 Eleron-3



Fakta:

- Vikt: 5.3 kg
- Bärlast: 1 kg
- Längd: 0.64 m
- Vingbredd: 1.47
- Hastighet: 130 km/h
- Uthållighet: 1.7 timmar
- Framdrivning: elektrisk

Sensorer:

- EO/IR

Figur 3.3: Eleron-3SV. Rysk stridsteknisk UAV. (Foto: Mil.ru)

¹⁶ www.avinc.com/uas/view/raven

Enics *Eleron-3*¹⁷ är en stridsteknisk RPA avsedd för spaning, övervakning och målinmätning [5]. *Eleron-3* är formad som en deltavinge och skjuts upp med en katapult. Den finns i ett flertal versioner. Den använder GPS och GLONASS för sin navigering.

3.2 Taktiska RPAS

I detta avsnitt ges exempel på taktiska RPA:er som är i operativ drift samt ett par exempel på nyutvecklade taktiska RPA:er. Vid vikt anges normalt MTOW (eng. *Maximum Take-Off Weight*) och plattformens maximala hastighet.

3.2.1 Orlan-10



Fakta:

- Vikt: 16.5 kg
- Vingbredd: 3.1 m
- Hastighet: 150 km/h
- Uthållighet: 16 timmar
- Räckvidd: 120-600 km

Sensorer:

- EO/IR-sensorer, gyrostabiliserade
- Störning/signalspaning

Figur 3.4: Orlan-10. Ryssland. (Foto: Mil.ru)

Orlan-10 är idag den vanligaste ryska RPA:n. Den används i ett stort antal tillämpningar, men främst för spaning, telekrig, kommunikationsrelä och eldledning. *Orlan-10* startar med en katapult och landar med en fallskärm. *Orlan-10* kan styras manuellt eller genom brytpunktsnavigering. Stillbilder, video och telemetridata överförs till markkontrollstationen i realtid via en datalänk. *Orlan-10* påstås kunna överföra telemetridata på avstånd mellan 120 och 600 km från markstationen¹⁸. *Orlan-10* kan flyga på en maximal höjd av 5 km, den tål vindhastigheter på 10 m/s och den kan flyga i temperaturer från -30 till 40 °C.

¹⁷ eng.mil.ru/en/news_page/country/more.htm?id=12174339@egNews

¹⁸ www.airforce-technology.com/projects/orlan-10-unmanned-aerial-vehicle-uav/

3.2.2 ScanEagle 2



Fakta:

- Vikt: 26.5 kg (bärlast: 5 kg)
- Längd: 1.7 m
- Vingspann: 3.1 m
- Hastighet: 140 km/h
- Uthållighet: 18 timmar

Sensorer:

- EO och/eller mellanvågs-IR (MWIR), SAR
- Kommunikationsrelä

Figur 3.5: ScanEagle 2. Används operativt i ett flertal länder, bland annat Australien, USA och Kanada. (Foto: US Navy)

InSitu's *ScanEagle 2*^{19,20} är en lätt taktisk RPAS som främst används för spaning, övervakning och målinmätning. *ScanEagle 2* har en uthållighet på upp till 18 timmar. Den skjuts upp med en katapult och landar genom att den krockar i en fångstarm. *ScanEagle 2* används idag framförallt operativt inom marina tillämpningar.

3.2.3 V-BAT



Fakta:

- Vikt: 38 kg
- Bärlast: 3.6 kg
- Längd: 2.4 m
- Vingbredd: 2.7 m
- Hastighet: 167 km/h
- Uthållighet: 8 timmar
- Räckvidd: 560 km

Sensorer:

- EO/IR, gimbal
- (Option) Signalspaning, SAR, SWIR

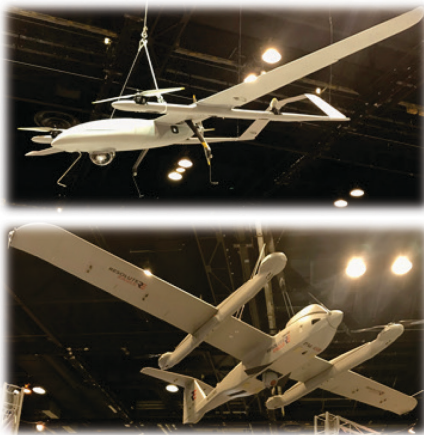
Figur 3.6: V-BAT RPAS-prototyp. (Foto: US Navy)

¹⁹ www.insitu.com/information-delivery/hardware/payloadsandcapabilities#3

²⁰ www.insitu.com/images/uploads/pdfs/ScanEagle2_ProductCard_DU042318.pdf

Martin UAV's *V-BAT*²¹ är en intressant kombination av en liten UAV som kan starta och landa vertikalt men som ändå har en lång uthållighet. Den kan transporteras enkelt och den har vid demonstrationer med marinkåren i USA landat på ett lastbilsflak (2.5×2.5 m) under körning²². Den har i första hand demonstrerats för uppdrag som spaning, övervakning och målinmätning samt signalspaning. *V-BAT* är intressant för både mark- och sjöstridstillämpningar.

3.2.4 Aerosonde HQ (Hybrid Quadrotor)



Fakta:

- Vikt: 48 kg
- Bärlast: 6.9 kg
- Längd: 3.7 m
- Vingspann: 6.2 m
- Hastighet: 120 km/h
- Uthållighet: 8-10 timmar
- Räckvidd: 140 km

Sensorer:

- EO/IR
- SAR
- Kommunikationsrelä
- Signalspaning

Figur 3.7: Exempel på två olika VTOL UAV:er som har propeller placerad ovanpå bommar som medger start och landning vertikalt. UAV:erna förevisades på AUVSI XPONENTIAL 2019. (Foto: FOI)

Textron's *Aerosonde HQ*^{23,24} är främst avsedd för spaning, övervakning och målinmätning. Den är en vidareutveckling av den beprövade *Aerosonde* som använts framförallt i marina tillämpningar. Genom att byta ut bommen på *Aerosonde* mot en nyutvecklad variant som har inbyggda elmotorer och propellrar ges den förmågan att starta och landa vertikalt. Uthålligheten på *Aerosonde HQ* försämrats i jämförelse med *Aerosonde* men den har en uthållighet på 8-10 timmar.

²¹ martinuav.com/portfolio/v-bat/

²² martinuav.com/v-bat-achieves-autonomous-landing-on-moving-truck/

²³ www.textronsystems.com/products/aerosonde

²⁴ www.textronsystems.com/sites/default/files/_documents/AerosondeHQ_Nov20_0.pdf

3.2.5 RQ-7B Shadow



Fakta:

- Vikt: 212 kg
- Bärlast: 43 kg
- Längd: 3.6 m
- Vingspann: 6.2 m
- Hastighet: 190 km/h
- Uthållighet: 9 timmar
- Räckvidd: 125 km

Sensorer (Block III):

- L3 Wescam MX-10D EO/IR
- Kommunikationsrelä (Joint Tactical Radio System)

Figur 3.8: Shadow 200 lyfter på sitt första uppdrag i Mali (övre) och RQ-7 Shadow (nedre). Olika versioner av Shadow 200 är operativa i USA, Italien, Australien och Sverige. (Foto: Jonas Svensson, Försvarmakten, och US Army)

Textron's *RQ-7B Shadow 200*^{25,26} är främst avsedd för spaning, övervakning och målinmätning. US Army opererar drygt 100 *RQ-7B Shadow* och de genomgår en modernisering (Block III). US Army planerar därefter att ersätta dessa med en lättare transporterbar RPA som kan starta och landa vertikalt.

3.2.6 Skeldar V-200B



Fakta:

- Vikt: 235 kg
- Bärlast: 45 kg
- Längd: 4 m
- Rotordiameter: 4.6 m
- Hastighet: 140 km/h
- Uthållighet: 5 timmar
- Räckvidd: 90 km

Sensorer (möjligheter):

- EO/IR, LiDAR, picoSAR
- Signalspaning, störning

Figur 3.9: Skeldar V-200. En uppgraderad version, V-200B, har beställts av tyska och kanadensiska marinen. (CC BY-SA 4.0)

²⁵ www.ainonline.com/aviation-news/defense/2019-06-17/textron-completes-testing-shadow-block-iii-upgrades

²⁶ www.wescam.com/blog/wescam_selected_us_army_shadow_uav/

UMS *Skeldar V-200B* är en RPAS som är utvecklad främst för spaning, övervakning och målinmätning i marina tillämpningar²⁷. Den kan starta och landa vertikalt (VTOL) på små plattformar. *Skeldar V-200B* kan även användas för telekrigstillämpningar och kartering. Den kan utrustas med EO/IO-sensorer (t.ex. L3 WESCAM *MX-10D*) och en syntetisk aperturradar (SAR) med en aktiv elektroniskt styrbar antenn (*picoSAR AESA*) från Leonardo²⁸.

3.2.7 MQ-8B Fire Scout



Fakta:

- Vikt: 1 430 kg
- Bärlast: 130 - 320 kg
- Längd: 9.2 m
- Rotordiameter: 8.4 m
- Hastighet: 230 km/h
- Uthållighet: 7.75 timmar
- Räckvidd: 200 km

Sensorer:

- EO/IR, gimbalstabiliserad
- SAR
- Kommunikationsrelä och signalspaning
- CBRN-detektion

Beväpning:

- Hellfire och Hydra (laserstyrda)
- Viper Strike

Figur 3.10: MQ-8B Fire Scout. US Navy. (Foto: US Navy / Kelly Schindler)

Northrop Grumman's *MQ-8B Fire Scout* är en fyrbladig rotor-RPAS som används av US Navy [5]. Den kan starta och landa vertikalt på ett fartyg vid vindar upp till 13 m/s. *MQ-8B Fire Scout* är utvecklad med modulära bärlaster, exempelvis gimbalstabiliserade EO/IR-sensorer med laserutpekare, SAR-system²⁹, signalspaningsutrustning, ett multispektralt sensorsystem och sensorsystem för detektion av exempelvis IED:er³⁰ (*Airborne Surveillance and Target Acquisition Minefield Detection System, ASTAMIDS*). *MQ-8B Fire Scout* är normalt utrustad med en EO/IR-gimbal av typen FLIR System *Safire STAR II*.

²⁷ umsskeldar.aero/our-products/rpas-systems/v-200-skeldar/

²⁸ umsskeldar.aero/qinetiq-wins-51m-contract-with-the-canadian-armed-forces-unmanned-aircraft-system-service-program/

²⁹ www.army-technology.com/projects/mq-8b-fire-scout/

³⁰ en.wikipedia.org/wiki/Target_Acquisition_Minefield_Detection_System

En vidareutveckling av den är FLIR System *STAR Safire 380-HLD* som består av en termisk mellanvågs-IR, en visuell sensor och en kortvågs-IR. *MQ-8B Fire Scout* använder den taktiska datalänken TCDL (*Tactical Common Data Link*). *MQ-8B Fire Scout* kan även släppa förnödenheter till marktrupper.

3.3 Operativ RPAS

MQ-9 Reaper är beteckningen i USA för den beväpnade RPA:n *Predator B*. Den inkluderas i rapporten då den idag utgör ett vanligt inslag i markstriden vid internationella insatser. *MQ-9 Reaper* indikerar även den riktning som utvecklingen i exempelvis Ryssland och Kina går mot.

3.3.1 MQ-9 Reaper



Fakta:

- Vikt: 4 760 kg
- Bärlast: 1 361 kg (extern)
- Längd: 11 m
- Vingspann: 20 m
- Hastighet: 445 km/h
- Uthållighet: 27 timmar

Sensorer:

- Raytheon MTS-B EO/IR
- Lynx multimodsradar
- Signalspaning
- Kommunikationsrelä
- Lasermålutpekare och belysare

Beväpning:

- AGM-114 Hellfire
- GBU-12 laserstyrd bomb
- GBU-38 JDAM (Joint Direct Attack Munition)
- GBU-49 JDAM, laserstyrd

Figur 3.11: Övre: MQ-9 Reaper beväpnad med GBU-12 Paveway II och AGM-114 Hellfire på uppdrag i södra Afghanistan. Predator B används av ca 10 länder. (Foto: US Air Force / Lt. Col. Leslie Pratt). Nedre: Markstation till MQ-1 Predator. (Foto: US Air Force / Master Sergeant Steve Horton)

General Atomics Aeronautical Systems Inc. (GA-ASI) *MQ-9 Reaper*³¹ är större och kapablare än dess föregångare *MQ-1 Predator*³². *MQ-9 Reaper* är designad för en operativ höjd på 8 000-16 000 meter. Vid spaning nyttjas den ofta på mellan 3 000 och 5 000 meters höjd om hotbilden medger detta, för att erhålla en hög upplösning. *MQ-9 Reaper* är utrustad med Raytheon's *MTS-B*³³ (*Multi-Spectral Targeting System*). *MTS-B* är en sexaxligt stabiliserad sensorsvit med en gimbal diameter på 56 cm som väger 104 kg. *MQ-9 Reaper* är även utrustad med en syntetisk aperturradar av typen *AN/APY-8 Lynx II*³⁴.

3.4 Patrullrobotar (loitering munitions)

I detta avsnitt ges ett exempel på en bärbar patrullrobot³⁵ (eng. *loitering munition*) som avfyras från en tub av en ensam soldat. De kan även placeras på fordon och avfyras från kassetter med upp till 20 patrullrobotar. Liknande system utvecklas även i Israel (*Uvision Hero-20* och *Hero-30*³⁶) och i Ryssland (*Zala Lancet-1*³⁷).

3.4.1 Switchblade



Fakta:

- Vikt: 2.5 kg
- Hastighet: 160 km/h
- Uthållighet: 15 min
- Räckvidd: 10 km
- Framdrivning: elektrisk

Sensorer:

- Visuella (fram och sida) och IR (nos)
- Elektriskt stabiliserade

Verkansdel:

- Northrop Grumman Advanced Munition

Figur 3.12: Switchblade patrullrobot som avfyras av en soldat. Används bland annat av armén, marinkåren och specialförband i USA. (Foto: US Army)

³¹ www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104470/mq-9-reaper/

³² www.deagel.com/Unmanned-Combat-Air-Vehicles/MQ-1-Predator_a000517002.aspx

³³ www.raytheon.com/capabilities/products/mts/

³⁴ www.sandia.gov/radar/files/spie_lynx.pdf

³⁵ Teknisk Und informerar, Årgång 20, Nr 5. 2019-10-28.

³⁶ uvisionuav.com/portfolio-view/hero-30/

³⁷ zala-aero.com/en/production/bvs/zala-lancet-1/

AeroVironment's *Switchblade*³⁸ ger soldater möjlighet att utföra precisionsbekämpning bortom *line-of-sight*. En ensam soldat avfyrar en *Switchblade* från en tub och den flyger till angivet område där den cirklar runt. Soldaten väljer mål baserat på realtidsvideo från *Switchblade*. Den kan därefter bekämpa både stationära och rörliga mål med sin integrerade målföljningsförmåga. En kassett med sex *Switchblade* väger 73 kg.

³⁸ www.avinc.com/images/uploads/product_docs/Switchblade_Datasheet_v1.pdf

4 UGV:er för markstriden – exempel

I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av operativa UGV:er. Exemplen är valda för att ge en representativ bild av marknaden. Likvärdiga UGV:er finns för många av de system som visas nedan. Operativa system i USA, Ryssland och Storbritannien, samt utvecklingsprojekt, beskrivs i mer detalj i kapitel 5.

4.1 Lätt UGV

I detta avsnitt ges exempel på UGV:er som väger under 100 kg och är i operativ drift eller under införande. De är främst avsedda för EOD och lokal spaning.

4.1.1 Throwbot 2



Fakta:

- Vikt: 0.6 kg
- Längd: 0.2 m
- Hastighet: 2 km/h
- Uthållighet: 110 min
- Framdrivning: elektrisk

Sensorer:

- Akustiska och EO-sensorer (IR-belysare)

Figur 4.1: Recon Robotics Scout XT är en UGV som liknar Throwbot i storlek och form. (Foto: US Army / Sgt. 1st Class Lisa M. Litchfield / Wikimedia Commons)

Recon Robotics *Throwbot 2*³⁹ är en liten bärbar UGV avsedd för spaning och övervakning i främst urbana miljöer (även inomhus). Den kan kastas och klarar fall på betong från höjder upp till 9 m.

4.1.2 Sfera och Skarabey



Figur 4.2: Ryska fjärrstyrda UGV:er i Palmyra, Syrien. Sfera (vänster) och Skarabey (mitten och höger). (Foto: Mil.ru / Wikimedia Commons)

³⁹ reconrobotics.com/products/throwbot-2-robot/

Sfera är en sfärisk UGV medan *Skarabey* är en fjärrstyrd fyrhjuling UGV. Båda UGV:erna är avsedda främst för detektion av IED:er och de används av ryska EOD-förband i Syrien. De kan även användas för spaning i urbana miljöer och inomhus. Detaljerad information saknas.

4.1.3 SPUR

QinetiQ NA *SPUR*^{40,41} (*Squad Packable Utility Robot*) är en soldatburen banddriven UGV. *SPUR* är främst avsedd för spaning, övervakning och målinmätning och för att identifiera explosivämnen. Den styrs med QinetiQ's *UC-LITE Universal Controller*⁴² som kan styra ett stort antal av US Army's små obemannade plattformar.

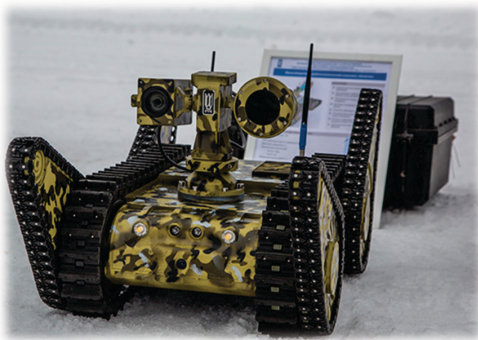
Fakta:

- **Vikt:** 12 kg
- **Längd:** 0.41 m
- **Bredd:** 0.36 m
- **Framdrivning:** elektrisk

Sensorer:

- Tre högupplösta visuella kameror och PTZ EO/IR

4.1.4 Kapitan



Fakta:

- **Vikt:** 35 kg
- **Hastighet:** 7 km/h
- **Uthållighet:** 6 timmar
- **Framdrivning:** elektrisk

Bärlast:

- Akustiska och EO/IR-sensorer
- Manipulatorarm (7 kg)
- Signalspaningsutrustning

Figur 4.3: *Kapitan* UGV. Under införande i Ryssland. (Foto: Mil.ru / Wikimedia Commons)

*Kapitan*⁴³ är en banddriven rysk UGV främst avsedd för att upptäcka och neutralisera konventionella bomber, IED:er och CBRN-ämnen. *Kapitan* kan även användas för spaning.

⁴⁰ qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/spur/

⁴¹ www.janes.com/article/91269/dsei-2019-qinetiq-unveils-squad-packable-utility-robot/

⁴² qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/robot-controllers/uc-lite/

⁴³

www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/russian_engineer_troops_to_receive_kapitan_unmanned_tracked_robot_ugv.html

4.1.5 Packbot



Fakta:

- Vikt: 24 kg (utan batterier)
- Hastighet: 9 km/h
- Uthållighet: 4-8 timmar
- Framdrivning: elektrisk

Bärlast:

- Akustiska och fyra visuella kameror
- Manipulatorarm (20 kg)

Figur 4.4: Packbot UGV. (Foto: Anna Norén, Försvarmakten)

FLIR's *Packbot*⁴⁴ är en beprövad UGV som har sålts i över 4 000 exemplar till ett flertal länder, bland annat USA och Sverige. *Packbot* används främst för EOD men den kan även användas till spaning och övervakning, samt detektion och hantering av CBRN-ämnen.

4.1.6 Centaur



Fakta:

- Vikt: 75 kg
- Hastighet: 4 km/h
- Uthållighet: 8 timmar
- Framdrivning: elektrisk

Bärlast:

- Visuellt, när-IR och TIR
- CBRN-detektion
- Manipulatorarm

Figur 4.5: Centaur UGV. US Army Man Transportable Robotic System (MTRS) Inc II. (Foto: US Army)

FLIR's *Centaur*⁴⁵ är en modulär EOD UGV som kan utrustas med uppdrags-specifika sensorer och annan nyttolast. Den är huvudsakligen utvecklad för att detektera, bekräfta, identifiera och neutralisera IED och oexploderad ammunition. *Centaur* kan ta sig fram i svår terräng och kan utrustas med exempelvis en avancerad manipulatorarm eller sensorer för detektion av CBRN-ämnen.

⁴⁴ flir.netx.net/file/asset/20372/original

⁴⁵ www.flir.com/products/centaur/

4.2 Medeltung UGV

I detta avsnitt ges exempel på UGV:er som väger mellan 100 kg och 10 ton.

4.2.1 THeMIS



Fakta:

- Vikt: 1 600 kg
- Längd: 2.4 m
- Bärvikt: 750 kg
- Hastighet: 25 km/h
- Uthållighet: 12-15 timmar
- Framdrivning: diesel-elektrisk hybrid

Beväpning (ex.):

- CROWS-J
- MMP / Brimstone

Figur 4.6: THeMIS. Operativ i Estland och experimentering och utvärdering pågår i flera andra europeiska länder. (Foto: FOI)

MILREM's *THeMIS* (*Tracked Hybrid-electric Modular Infantry System*) är en flexibel, modulär UGV. Utveckling pågår med att ta fram uppdragsspecifika sensorer och beväpning anpassade för uppdrag som logistik, CASEVAC, kommunikationsrelä, RSTA och strid. Tyngre beväpning (ATGM) har integrerats på olika versioner av *THeMIS* under det senaste året.

4.2.2 MUTT



Fakta:

- Vikt: 1 360 kg
- Bärvikt: 540 kg
- Räckvidd: 100 km
- Framdrivning: elektrisk-diesel hybrid

Strömförsörjning:

- 1 kW vid tyst eldrift och 3kW stillastående

Figur 4.7: MUTT. US Army Squad/Small Multipurpose Equipment Transport (SMET). (Foto: US Army)

GDLS *MUTT*⁴⁶ (eng. *Multi-Utility Tactical Transport*) 8-hjuliga UGV är främst avsedd att bära soldaternas utrustning och strömförsörjning (batteriladdning). Modulära bäraster utvecklas som är anpassade för andra uppdrag (spaning, övervakning och målinmätning, CASEVAC, eldunderstöd, m.m.). *MUTT* är utrustad med en *MPU5* radio från Persistent Systems och kan styras med en handkontroll eller automatiskt följa en soldat.

4.2.3 Kobra och T7 Multi-mission Robotic System

Fakta (Kobra):

- Vikt: 166 kg
- Hastighet: 13 km/h
- Uthållighet: 10 timmar
- Framdrivning: Elektrisk

Fakta (T7):

- Vikt: 322 kg
- Hastighet: 8 km/h
- Uthållighet: 8 timmar
- Framdrivning: Elektrisk

Figur 4.8: FLIR Kobra och L3HARRIS T7 Multi-Mission Robotic System.

FLIR's *Kobra*⁴⁷ är en tung EOD UGV avsedd att hantera fordonsburna IED:er. *Kobra*'s manipulatorarm har en räckvidd på 3.5 m och den kan lyfta upp till 150 kg. Den är utrustad med fyra färgkameror med optisk zoom och belysning. UK Army har valt att införskaffa 56 L3HARRIS *T7 Multi-Mission Robot*⁴⁸ EOD UGV. Dess manipulatorarm kan lyfta mellan 27 och 113 kg beroende på hur den är utvecklad. Båda UGV:erna är modulära och ska även kunna utföra uppgifter som spaning och övervakning, samt CBRN-detektion.

4.2.4 Platforma-M



Fakta:

- Vikt: 800 kg
- Bärvikt: 300 kg
- Hastighet: 12 km/h
- Uthållighet: 10 timmar

Beväpning (ex.):

- 7.62mm ksp
- Fyra RPG-26

Figur 4.9: Platforma-M. Rysk beväpnad UGV. (Foto: Mil.ru / Wikimedia Commons)

⁴⁶ www.overtdefense.com/2019/11/11/glds-mutt-wins-us-army-ugv-requirement/

⁴⁷ flir.netx.net/file/asset/20370/original

⁴⁸ www.harris.com/sites/default/files/downloads/solutions/l3harris-t7-robotic-system-sell-sheet-sas.pdf

Platforma-M är en rysk bestyckad UGV avsedd för ISR, bevakningsuppgifter (t.ex. marinbas) och stridsuppgifter. *Platforma-M* är utrustad med EO-sensorer och signalspaningssystem.

4.2.5 Nerekhta



Fakta:

- Vikt: 1 700 kg
- Hastighet: 32 km/h
- Räckvidd: 40 km

Beväpning (stridsmodul):

- 7.62mm ksp (alt. 12.7mm ksp)
- 30mm AG-30M granatkastare

Figur 4.10: Nerekhta. Rysk beväpnad UGV (experimentsystem). (Foto: Mil.ru / Wikimedia Commons)

Nerekhta är en rysk UGV som primärt används som experimentplattform för AI-forskning och utveckling av koncept för hur obemannade markplattformar och flygande plattformar kan samverka effektivt. Olika versioner ha utvecklats för exempelvis logistik, bevakningsuppgifter, spaning och målinmätning (artilleri) och stridsuppgifter. När den är utrustad för spaningsuppdrag har den möjlighet att detektera inkräktare dag och natt.

4.3 Tung UGV

I detta avsnitt ges exempel på tunga UGV:er som väger mer än 10 ton. De är främst avsedda för minröjning, minbrytning och fältarbeten. UGV:er för stridsuppgifter beskrivs även, där vissa system fortfarande är under utveckling.

4.3.1 Uran-9

Uran-9 är en tungt beväpnad UGV. Den ryska militären har de senaste åren börjat använda beväpnade UGV:er för att minska risken för sina soldater. *Uran-9* är designad för att användas vid terrorbekämpning och rekognosering men framförallt för strid i urbana miljöer.

**Fakta:**

- Vikt: 12 ton
- Längd: 5.1 m
- Hastighet: 35 km/h
- Uthållighet: 6 timmar

Beväpning (exempel):

- 7.62 mm kulspruta
- 2A72 30mm kanon
- RPO PDM-A Shmel-M
- 9M120-1 Ataka ATGM

Figur 4.11: Uran-9. Ryssland. (Foto: Vitaly Kuzmin / Wikimedia Commons)

4.3.2 Vikhr

**Fakta (BMP-3):**

- Vikt: 18.7 ton
- Längd: 7.1 m
- Hastighet: 72 km/h (väg), 45 km/h (terräng)
- Röckvidd: 600 km

Beväpning (exempel):

- 7.62mm ksp
- 30mm A272 automatkanon
- AGS-17 granatkastare
- 9M133M Kornet-M ATGM

Figur 4.12: Vikhr. Rysk beväpnad UGV. (Foto: Vitaly Kuzmin / Wikimedia Commons)

Vikhr är en rysk UGV som är under utveckling. *Vikhr* är avsedd för stridsuppgifter och den baseras på ett *BMP-3* chassi. Den kan även framföras bemannad. *Vikhr* har möjlighet att detektera mark- och luftmål med sensorer på vapenstationen. Den kan även utrustas med en mindre UGV (*MPP-100*) och en multirotor-UAV⁴⁹.

4.3.3 Warrior AFV

Warrior IFV konverterades till ett fjärrstyrt stridsfordon av DCE Engineering inför övningen AWE19. Den är avsedd för stridsuppgifter, exempelvis att vid anfallstrid ta första kontakten med fienden ([3],[15]).

⁴⁹ nationalinterest.org/blog/the-buzz/russias-unmanned-systems-are-the-move-22010



Fakta:

- Hastighet: 75 km/h (bemannad)
- Räckvidd: 600 km

Beväpning (exempel):

- M240 7.62mm ksp
- 30mm automatkanon
- TOW (trådstyrd)

Figur 4.13: Warrior IFV (Storbritannien). (Foto: FOI)

4.3.4 MV-4 Dok-Ing



Fakta (MV-4 Dok-Ing):

- Vikt: 5.3 ton
- Längd: 5.1 m
- Bredd: 4.3 m
- Hastighet: 5 km/h
- Röjningstakt: 2 200 m²/h
- Uthållighet: 5 timmar



Figur 4.14: Övre: Uran-6 (Foto: mil.ru). Nedre: Truppminröjare 1B. Foto: Maria Claesson, Försvarsmakten.

*MV-4 Dok-Ing*⁵⁰ är en radiostyrd UGV som används för röjning av främst truppminor. Olika verktygssatser kan installeras, bland annat fem olika minröjningsenheter. *Uran-6* är en rysk version som används i bland annat Syrien.

4.3.5 Prohod-1



Fakta:

- Vikt: 45 ton

Beväpning:

- 12.7mm kulspruta
- Rökgranater

Figur 4.15: BMR-3MA Vepr. (Foto: Vitaly Kuzmin / Wikimedia Commons)

*Prohod-1*⁵¹ är en fjärrstyrd version av *BMR-3MA Vepr* som är ett bepansrat minröjningsfordon med samma chassi som *T-90*. Den skapar passager i minfält i stridssituationer för militära kolonner med en bredd av 4.5 m. *Prohod-1* kan framföras bemannad, radiostyrd eller genom brytpunktsnavigering.

⁵⁰ www.dok-ing.hr/products/demining/mv_4?productPage=tools

⁵¹ www.army-guide.com/eng/product5456.html

5 Utvecklingen internationellt

I detta kapitel beskrivs först utvecklingen internationellt, framförallt i USA⁵² men även den i Storbritannien och Ryssland. De har valts ut som representativa exempel för den riktning som forskningen och utvecklingen har internationellt, samt när det gäller bedömningar av mognadsgraden och tidslinjalen för utvecklingen och införandet av obemannade och autonoma system. Stora resurser satsas i dessa länder på utvecklingen av obemannade plattformar och inom AI-området, som förväntas få en stor betydelse i den framtida utvecklingen av autonoma funktioner.

De bedömningar som ges nedan utgörs av kvalificerade bedömningar utifrån den kunskap som författarna har i dagsläget. Dessa bör följas upp och uppdateras regelbundet.

5.1 Markgående obemannade plattformar

Det pågår idag en kapplöpning inom forskning och utveckling av militära obemannade markplattformar där framförallt länder som USA, Storbritannien, Ryssland och Kina satsar stora resurser. En av de drivande faktorerna är rädslan att motståndarna ska hinna före i utvecklingen och införandet av autonoma UGV:er avsedda för stridsuppgifter. Även om nationerna idag betonar vikten av att människan ska fatta beslut om bekämpning finns en oro för att motståndaren i framtiden kanske inte kommer att följa samma spelregler.

5.1.1 Utvecklingstrender

I [5] beskrivs över 150 olika UGV:er (främst militärt finansierade), färdiga produkter eller prototyper, som utvecklats det senaste årtiondet. Flera utvecklingstrender kan identifieras när det gäller utvecklingen av UGV:er:

- *Appliqué kits* som utvecklas för att konvertera existerande bemannade plattformar (t.ex. lastbilar, stridsfordon och helikoptrar) till fjärrstyrda, teleopererade eller autonoma plattformar. Dessa används framför allt för större plattformar där den höga kostnaden för plattformarna gör det intressant att i det korta perspektivet uppgradera plattformar som annars är på väg att fasas ut.
- Modulär payload, där exempelvis UGV:er beroende på uppdrag kan utrustas med olika utrustning anpassad för spaning, bekämpning,

⁵² Utvecklingen inom US Army är i fokus av två anledningar, dels då de leder och driver utvecklingen ur ett tekniskt perspektiv, dels då det finns gott om öppen information i form av officiella dokument och elektroniska tidskrifter som bevakar och rapporterar om utvecklingen.

logistik, minröjning eller transport av skadade (eng. *Casualty Evacuation, CASEVAC*).

- Beväpning även på mindre UGV:er, där försök genomförs med att utrusta även UGV:er i mellansegmentet med kulspruta, granatkastare och avancerade pansarvärnsrobotar.
- Självkörande funktionalitet, i första hand genom brytpunktsnavigering kombinerat med förmåga att upptäcka och manövrera runt hinder men även i form av högre automationsgrader.

USA och Storbritannien experimenterar med obemannade markfordon i stor skala, där militär personal utvärderar allt från tidiga prototyper till färdiga produkter. Syftet är att förstå möjligheter och begränsningar med dagens teknislösningar, identifiera nödvändiga förbättringar, upptäcka nya användningsområden där obemannade system redan idag kan ge effekt samt öka acceptansen hos användarna för obemannade system inför det kommande teknikskiftet. Ryssland använder på liknande sätt obemannade system i Syrien, även prototypsystem, där de utvärderas under realistiska förhållanden.

Plattformarna har idag nått en hög mognadsgrad med god fysisk robusthet även i krävande militära operationer. Framkomligheten i terräng är relativt god, delvis beroende på storlek och om de är hjul- eller banddrivna. Terrängkörning under typiska norrländska vinterförhållanden med ett djupt snötäcke utgör dock fortsatt en utmaning för mindre markfordon. Experimentering genomförs för koncept- och metodutveckling, med bland annat olika typer av sensoruppsättningar och fjärrstyrda vapenstationer (*Remote Weapon Station, RWS*).

Målsättningen i utvecklingen är tydligt att även ge mindre UGV:er förmåga att bekämpa bepansrade fordon och stridsvagnar. Ett exempel på denna utveckling är den modulära UGV:n *TheMIS* (*Tracked Hybrid-electric Modular Infantry System*), som tillverkas av det estländska företaget MILREM. *TheMIS* har på kort tid har blivit närmast industristandard i Europa inom detta storlekssegment av UGV:er.

5.1.2 Exemplet *TheMIS*

TheMIS är en banddriven hybrid-UGV (diesel-elektrisk) som är 2.4 m lång, väger 1.6 ton och har möjlighet att bära nyttolaster på (minst) 750 kg. Vid elektrisk framdrivning har den en låg akustisk och termisk signatur. *TheMIS* är en UGV i mellansegmentet med en maximal hastighet på 25 km/h och uthållighet på 12 till 15 timmar⁵³. Den bedöms ha en hög tillförlitlighet och har utvärderats operativt i Mali. Den kan lufttransporteras med helikopter och har designats i enlighet med STANAG 3542 när det gäller transporterbarhet. Den kan fjärrstyras

⁵³ milremrobotics.com/themis/

(teleopererad), följa en soldat (trådlöst eller med hjälp av en kabel) eller styras medelst brytpunktsnavigering. Navigeringssystemet baseras på tröghetsnavigering som stöts av data från en GNSS-mottagare.

TheMIS är en flexibel, modulär UGV och utveckling pågår med att utrusta den med olika typer av sensorer och beväpning anpassade för uppdrag som logistik, CASEVAC, kommunikationsrelä, RSTA och strid. Den kan även agera bärarplattform för spanings-UAV:er (figur 5.1). Flera olika ATGM har integrerats på olika versioner av *TheMIS* under det senaste året⁵⁴.

Fjärrstyrda vapenstationer som integrerats på *TheMIS* inkluderar⁵⁵: STK *ADDER*, deFNder *Medium*, Nexter *ARX20*, EOS *R400S-MK2-D-HD* och Kongsberg *PROTECTOR*. Den senare kan även utrustas med vapenstationen *CROWS-J* som inkluderar en *Javelin* ATGM. Samma vapenstation utrustar USA nu sina tyskländsbaserade *STRYKER*-fordon med. EOS integrerar en stabiliserad M230LF 30mm automatkanon med en 7.62mm kulspruta.

Flera länder genomför nu försöksverksamhet med *TheMIS*, bland annat USA (marinkåren), Frankrike, Norge och Nederländerna, främst för logistik (som laståsna och för CASEVAC) och ISR. Frankrike har integrerat moderna ATGM på *TheMIS* och de andra länderna planerar även att utrusta den med fjärrstyrda vapenstationer.

5.1.2.1 TITAN Sentry och Strike

QinetiQ har utvecklat ett koncept baserat på två vidareutvecklade *TheMIS* UGV:er, en tillbakadragen *TITAN Sentry* och en framskjuten *TITAN Strike*, som samarbetar för att lösa olika uppgifter (figur 5.2). *TITAN Sentry* är en



Figur 5.1: Vänster: *TheMIS* UGV med bår monterad under AWE18. Höger: *TheMIS* KX-4 LE Titan utrustad med Threod Systems förankrad (tethered) multirotor-UAV. (Foto: FOI)

⁵⁴ www.army-technology.com/features/five-things-operators-can-put-on-a-themis-ugv/

⁵⁵ milremrobotics.com/themis/



Figur 5.2: QinetiQ TITAN Sentries och Strike under AWE18. (Foto: FOI)

ISTAR UGV som är utrustad med stridsfältsskannare och EO/IR-sensorer och upptäcker mål på avstånd. *TITAN Strike* är beväpnad och ska på kortare avstånd bekämpa de mål som skickas från *Sentries*. *Strike* har enklare EO/IR-sensorer som kan följa målen.

5.1.2.2 *THEMIS* och *IMPACT*

Under 2019 har MBDA integrerat en *IMPACT*⁵⁶ (*Integrated MMP Precision Attack Combat Turret*) vapenstation och en 7.62mm kulspruta. *IMPACT* väger 250 kg och har integrerat EO/IR-sensorerna från *MMP* (*Missile Moyenne Portée*) vilket även ger plattformen förmåga att utföra ISTAR. *MMP* är en modern 5:e generationens ATGM, med *fire-and-forget* förmåga och med två avfyrningsmoder (*lock-on before launch* eller *lock-on after launch*). Den har en räckvidd på mer än fyra kilometer mot statiska och rörliga mål. Själva missilen väger 15 kg och den kan utrustas med olika stridspetsar optimerade för bekämpning av bepansrade fordon eller infrastruktur.

5.1.2.3 *THEMIS* och *Brimstone*

MBDA och MILREM har under året även förevisat ett koncept där en kassett med sex *Brimstone* robotar integreras på en *THEMIS* UGV⁵⁷. *Brimstone* ger möjlighet till precisionsbekämpning i alla väderförhållanden och är avsedd för bekämpning framförallt av tunga stridsvagnar på längre avstånd än *MMP*. Målkoordinater förses av operatören via ett säkert militärt radiosystem. Slutfasstyrning kan ske med millimeterradar, som ger möjlighet att detektera, identifiera och följa snabbt rörliga markmål, eller via semi-aktiv laserguidning⁵⁸.

⁵⁶ www.mbd-systems.com/press-releases/mbda-milrem-robotics-develop-anti-tank-unmanned-ground-vehicle/

⁵⁷ newsroom.mbd-systems.com/mbda-showcases-brimstone-application-on-milrem-robotics-unmanned-ground-vehicle/

⁵⁸ www.mbd-systems.com/product/brimstone/

Brimstone medger *human-in-the-loop* kontroll och samtidig bekämpning av multipla mål (*fire-and-forget*). En missil är 1.8m lång och väger 50 kg. *Brimstone* används operativt på *Tornado GR4* och har integrerats på *Eurofighter Typhoon*.

Kostnaden för en *ThEMIS* UGV är närmast försumbar i jämförelse med kostnaden för *Brimstone* som sägs vara mer än 250 000 dollar per robot⁵⁹. Kostnaden för ett system som består av en *ThEMIS* som är utrustad med *Brimstone* eller *IMPACT* är svår att bedöma i dagsläget.

5.1.3 USA

USA satsade under det senaste året ca 9.6 miljarder dollar på forskning, utveckling och inköp inom området obemannade system och robotik [6]. Huvuddelen av budgeten för obemannade system i US Army gick till UAV-system men uppskattningsvis 700 miljoner dollar satsades på markplattformer. US Army har utvecklat en strategi för hur RAS (eng. *Robotic and Autonomous Systems*) bör integreras och vilka prioriteringar som bör göras på kort, medellång och lång sikt [7]. Prioriteringen på kort sikt är att införa RAS som ett hjälpmedel för att förbättra lägesuppfattningen och reducera soldaternas fysiska belastning.

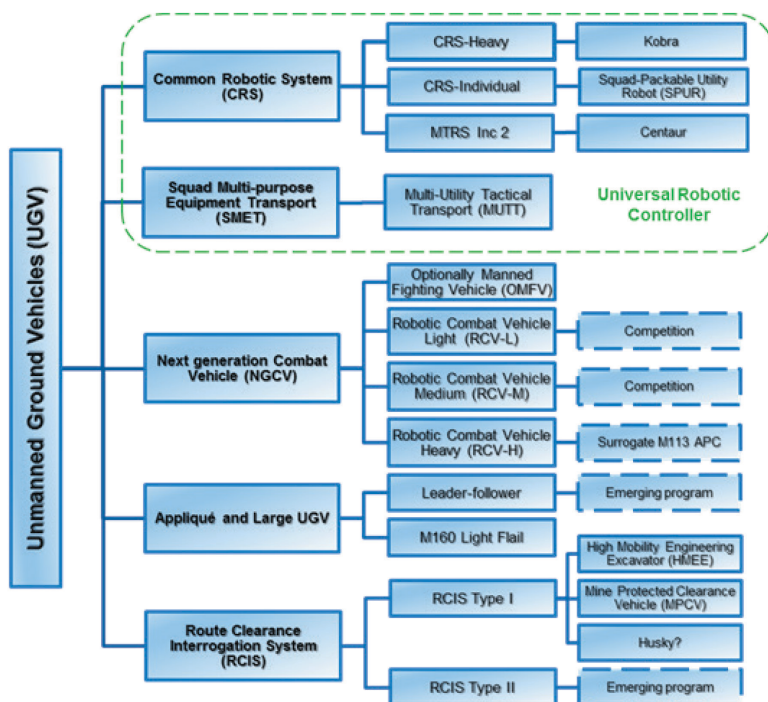
5.1.3.1 US Army moderniseringsstrategi

US Army genomför nu en modernisering för att kunna hantera den förväntade framtida hotbilden från *near-peer adversaries* (Ryssland och Kina) där s.k. multidomänoperationer (eng. *multi-domain operations*, *MDO*) utgör det underliggande konceptet [32]. Sex materielområden⁶⁰ pekas ut som prioriterade, bland annat nästa generation stridsfordon och stridsvagnar (*Next Generation Combat Vehicle*, *NGCV*). Där ingår utvecklingen av stridsfordon som kan vara bemannade eller obemannade beroende på situationen (*Optionally Manned Fighting Vehicle*, *OMFV*). *OMFV* utvecklas som en ersättare till *Bradley M1A2 Fighting Vehicle* och den är högt prioriterad.

Prototyper till fjärrstyrda UGV:er (*Robotic Combat Vehicle*, *RCV*) av tre olika storlekar kommer även att utvecklas i närtid, som en del av *NGCV* programmet. Redan 2021 är ambitionen att ha en pluton vardera av fjärrstyrda *RCV Light*, *Medium* och *Heavy* tillgängliga för taktik- och metodutveckling av koncept för hur bemannade och obemannade system ska samverka (*Manned-Unmanned Teaming*, *MUM-T*). *RCV Heavy* kommer då utgöras av surrogatplattformar

⁵⁹ www.popularmechanics.com/military/weapons/a18410/brimstone-missile-uk-david-cameron-isis/

⁶⁰ De övriga fem är långgräckviddig precisionsbekämpning, luft- och missilförsvar, *Future Vertical Lift*, *Soldier lethality* och kommunikation och nätverk. Därutöver har två möjliggörande tekniker identifierats som prioriterade: robust positionering, navigering och tid (PNT) och syntetiska träningsystem och miljöer.



Figur 5.3: Översikt över den pågående utvecklingen inom UGV-området i US Army.

baserade på *M113 APC* som utrustats med *appliqué kits* för fjärrstyrning. Manövrerbarhet och körning i terräng med fjärrstyrda och autonoma obemannade system ingår i de nio prioriterade forskningsområdena för US Army.

Även mindre UGV:er utvecklas, bland annat en ny familj av EOD-robotar som har modulär nyttolast och kan genomföra flera olika typer av uppdrag. Under hösten 2019 fattades beslut om upphandling av tre olika UGV:er och de kommer att införas operativt med början redan under 2020.

Det primära målet i strategin är att redan 2028 ha en moderniserad armé som kan genomföra en operation enligt MDO-konceptet som en del av ett integrerat försvarsmaktsgemensamt förband i ett operationsområde. År 2035 skall motsvarande förmåga finnas för multipla operationsområden. En översikt av den pågående utvecklingen av UGV:er inom US Army illustreras i figur 5.3.

5.1.3.2 Common Robotic System (CRS)

Under kriget i Irak och Afghanistan införskaffade US Army drygt 7 000 UGV:er, främst i form av EOD UGV:er som *Talon*, *Packbot* och *Dragon Runner*. Minst nio olika EOD-robotar har använts de senaste åren. US Army

använder även soldatburna ISR plattformar, exempelvis *FirstLook* och *Throwbot*, för lokal spaning i urbana operationer och inomhus.

US Army planerar att under 2020 istället börja ersätta dessa med ett mindre antal flexibla, modulära UGV-plattformar (*Common Robotic System, CRS*) av olika storlekar som styrs från en och samma kontrollstation (eng. *universal controller, UC*). Flera olika nyttolaster kommer att utvecklas för varje plattform, som medger att de kan genomföra olika typer av uppdrag, även om EOD fortsatt förväntas vara den viktigaste uppgiften.

CRS-Individual (CRS-I) utgör den minsta av dessa plattformar. Nyligen utsågs QinetiQ North America's *Squad-Packable Utility Robot (SPUR)*⁶¹ som vinnare i upphandlingen där även FLIR deltog med sin *Scorpion*. Serieproduktion förväntas påbörjas under 2020. *SPUR* väger mindre än 12 kg, den är 41 cm lång och 36 cm bred, och den kan göras redo för användning på under en minut. Den styrs med QinetiQ's kontrollstation *UC-LITE* som även ska kunna användas för alla mindre UGV:er och UAV:er som införs inom US Army. *SPUR* stödjer de nyligen framtagna öppna interoperabilitetsprofilerna⁶² (IOP v2) för UGV:er vilket medför att den enkelt kan omkonfigureras för olika uppdrag genom att addera eller ta bort moduler och sensorer. Den är utrustad med tre högupplösta kameror och en *pan-tilt-zoom* (PTZ) EO/IR-sensor⁶³. *SPUR* är banddriven och kan köras i terräng och den kan även ta sig upp för trappor. Den är främst avsedd för spaning, övervakning och målinmätning och för att identifiera explosivämnen⁶⁴.

FLIR's *CENTAUR*⁶⁵ UGV erhöll 2017 kontraktet för att leverera en större EOD UGV, benämnd *Man-Transportable Robotic System Increment 2 (MTRS Inc2)*. Den införs i US Army under hösten 2019. *CENTAUR* har ett standardchassi och tillåter ett flertal modulära uppdragsspecifika nyttolaster. Den väger knappt 75 kg och har en uthållighet på upp till åtta timmar. Den är utrustad med visuell, när-IR och termisk IR-sensor (PTZ). Den har en bra framkomlighet i svår terräng och kan utrustas med en avancerad manipulatorarm eller sensorer för detektion av CBRN-ämnen (eng. *Chemical, Biological, Radiological, Nuclear*).

US Army genomför även en utveckling och utvärdering av en tung EOD UGV (CRS-Heavy) avsedd för att hantera exempelvis fordonsburna EOD:er. Tre företag deltog i utvärderingen: L3HARRIS med *T7 Multi-mission robot*, FLIR med UGV:n *Kobra* och QinetiQ NA med en modifierad version av UGV:n *Badger*.

⁶¹ qinetiq-na.com/products/unmanned-systems/spur/

⁶² IOP är en öppen, statligt ägd arkitektur som definierar hur olika delar av roboten kommunicerar med andra delar, samt hur den kommunicerar med externa enheter (t.ex. kontrollstationen).

⁶³ www.janes.com/article/91269/dsei-2019-qinetiq-unveils-squad-packable-utility-robot/

⁶⁴ asc.army-mil/web/portfolio-item/cs-css-common-robotic-system-individual-crsi/

⁶⁵ flir.netx.net/file/asset/20366/original/



Figur 5.4: US Army har beställt 624 Multi-Utility tactical Transport (MUTT) inom SMET-programmet. (Foto: US Army – public domain)

I november 2019 valde US Army ut FLIR's *Kobra*⁶⁶ UGV. US Army avser införskaffa upp till 350 *Kobra* UGV under perioden 2020 till 2024⁶⁷. Dess manipulatorarm kan lyfta som mest 150 kg och har en räckvidd på 3.5 m (med fullt utvecklad arm kan den lyfta som mest 45 kg). Den är utrustad med fyra färgkameror med optisk zoom och belysning. *Kobra* väger 166 kg och kan framföras i upp till 13 km/h beroende på terräng. Den har en uthållighet på 10 timmar. Den är modulär och ska kunna utföra även spaning och övervakning, samt CBRN-detektion. Både *Centaur* och *Kobra* använder en MPU5⁶⁸ Wave Relay radio från Persistent Systems och utrustas med en extra relänod. MPU5 är ett mobilt ad hoc nätverk (MANET) som inkluderar självkonfigurerande och självläkande nätverksalgoritmer.

5.1.3.3 Squad/Small Multipurpose Equipment Transport (SMET)

I september 2017 genomfördes den första fasen av prov och försök inom programmet *Squad Multipurpose Equipment Transport* (SMET). Efter den första fasen valdes fyra leverantörer ut som, efter att de genomfört modifikationer baserat på användarnas feedback, i januari 2019 fick leverera 20 UGV:er vardera till US Army för utvärderingar. Utvärderingarna gjordes under realistiska förutsättningar av 10th Mountain Division och 101st Air Assault Division och GDLS Multi-Utility Tactical Transport (MUTT) UGV valdes ut. Den åttahjuliga 1 360 kg tunga MUTT drivs av en diesel-elektrisk hybridmotor och den har en räckvidd på knappt 100 km (figur 5.4). Den kan radiostyras av en soldat med en

⁶⁶ flir.netx.net/file/asset/20370/original

⁶⁷ www.janes.com/articles/92641/flir-systems-wins-us-army-s-crs-heavy-contract

⁶⁸ www.persistentsystems.com/mpu5/

enkel handhållen enhet men den har även en viss autonomi på så sätt att den trådlöst kan följa efter en individuell soldat.

SMET är avsedd att stödja främst en soldatgrupp genom att bära deras utrustning och förse dem med ström. *MUTT* kan bära ca 540 kg och levererar motsvarande 1 kW vid tyst eldrift, och 3 kW stillastående, till att ladda soldaternas elektronik (exempelvis mörkersensorer, radio osv). I en första fas har US Army beställt 624 *MUTT* där de första levereras i början av 2021 men det kan bli aktuellt att införskaffa mellan 2 700 och 5 700 exemplar⁶⁹.

Utvärderingarna av SMET var huvudsakligen positiva men de kan inte följa en grupp soldater i alla de miljöer som de kan operera. SMET kommer, delvis av denna orsak, att tilldelas brigaderna som tilldelar dessa på uppdragsbasis där behov och möjligheterna att använda UGV:erna finns. Möjligheten att använda SMET för fler uppgifter har även bedömts vara goda och modulära förmågeanpassade nyttolaster bestående av sensorer, utrustning och beväpning kommer sannolikt att tas fram. SMET eller liknande plattformar kommer sannolikt, på motsvarande sätt som *THeMIS* utvecklas, även användas för logistik, CASEVAC, ISTAR och bekämpning (exempel som nämns är *M4 Carl Gustav* och *Javelin*).

5.1.3.4 Next Generation Combat Vehicle (NGCV)

I juni 2018 startade programmet *Next Generation Combat Vehicle* (NGCV) som en direkt ersättare till *M2 Bradley IFV* (*Infantry Fighting Vehicle*). Efter fyra månader stöptes programmet om och i det nya NGCV-programmet ingår följande fordonssystem [8]:

- *Optionally Manned Fighting Vehicle* (OMFV), avsedd att ersätta *M2 Bradley IFV*.
- *Armored Multi-Purpose Vehicle* (AMPV), avsedd att ersätta *M113 APC*.
- *Mobile Protected Firepower* (MPF), en lätt stridsvagn.
- *Robotic Combat Vehicles* (RCV) i tre storlekar, Light/Medium/Heavy.
- *Decisive Lethality Platform* (DLP), avsedd att på sikt ersätta stridsvagnen *M-1 Abrams*.

NGCV-programmet är det andra av de sex prioriterade materielutvecklingsprogrammen i US Army. För AMPV pågår nu *Low-Rate Initial Production* (LRIP), där ett mindre antal enheter levereras till US Army för slutliga utvärderingar operationellt, medan MPF är i en prototyputvecklingsfas. General

⁶⁹ www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/2/9/army-on-accelerated-path-to-buy-as-many-as-5700-robotic-mules

Dynamics Land Systems (GDLS) har deltagit med *Griffin II* som är utrustad med en 120mm kanon.

Inom NGCV ingår utvecklingen av RCV UGV:er som primärt är avsedda att lösa framtida stridsuppgifter.

5.1.3.5 Optionally Manned Fighting Vehicle (OMFV)

OMFV (*Optionally Manned Fighting Vehicle*) utvecklas för att ersätta det ålderstigna stridsfordonet *M2 Bradley IFV*. Den har under snart 40 år utgjort US Army's primära resurs för transport av (upp till sju) soldater, eldunderstöd som stöd till avsutten trupp och till att bekämpa fientliga stridsfordon. *M2 Bradley* används primärt i US Army *Armored Brigade Combat Teams* (ABCT).

Två tidigare program avsedda att utveckla en ersättare till *M2 Bradley IFV* har misslyckats, dels *Future Combat Systems* (FCS) som lades ned 2009 då FCS-konceptet inte bedömdes vara tekniskt moget och dels *Ground Combat Vehicle* (GCV) som ströks 2014. Den senare designen utgjordes av ett tyngre (över 60 ton), kraftigare bepansrat stridsfordon som skulle kunna rymma en hel grupp soldater. Ursprungligen planerades att OMFV skulle bli operativt till 2032 men programmet snabbades upp och nu är målsättningen att tilldela ett LRIP-kontrakt år 2023 och nå *Full Rate Production* (FRP) 2026. För att klara detta behöver OMFV eventuellt vidareutvecklas utifrån delvis redan beprövad teknik för exempelvis chassin och torn men utrustas med nya sensorer⁷⁰.

I mars 2019 släppte US Army en RfP (*Request for Proposal*) för OMFV. De viktigaste preliminära grundläggande operationella kraven på OMFV inkluderar ([8],[9]):

- OMFV ska kunna framföras obemannad (fjärrstyrd) eller bemannad, med två besättningsmän och plats för sex fullt utrustade soldater.
- Två OMFV ska kunna transporteras i en C-17 och vara redo för strid inom 15 minuter.
- OMFV bör kunna ”superelevera” sina vapen⁷¹ och samtidigt bekämpa multipla hot med kanon och andra oberoende vapensystem.
- OMFV måste ha tillräckligt skydd för att överleva på dagens och det framtida slagfältet.
- OMFV ska ha tillräcklig storlek, vikt, arkitektur, energiförsörjning och kylning för att möta plattformens alla behov och möjliggöra för förplanerade förbättringar.

⁷⁰ www.insidedefense.com/share/200300

⁷¹ Kritiskt vid strid i urbana miljöer för att kunna bekämpa övre våningsplan på byggnader även på nära håll.

- OMFV bör kunna applicera direkt, precis och avgörande bekämpning på ökade avstånd med automatkanon, laser, högeffekts mikrovågsvapen (HPM) och missiler:
 - under alla väderförhållanden, natt som dag,
 - stillastående eller under förflyttning,
 - mot stationära eller rörliga mål,
 - tillåta målöverföring från/till bemannade fordon, avsuttna soldater och obemannade system.

OMFV bör även inkludera möjligheten att införa reaktivt pansar, ett aktivt skyddssystem (*Active Protection System*, APS), AI och banbrytande ISTAR-sensorer.

Tre potentiella leverantörer presenterade sina koncept under hösten 2018 [10]:

- BAE Systems med en 5:e generationens *CV90* som har tre personers besättning och plats för fem fullt utrustade soldater. Den har en 35mm automatkanon, som kan uppgraderas till 50mm, och den kan utrustas med *Iron Fist Active Protection System* (APS) från israeliska IMI Systems.
- Rheinmetall-Raytheon *Lynx KF41*⁷². *Lynx KF41* har ett *LANCE* 2.0 torn och en 30mm automatkanon men en 50mm automatkanon ska kunna integreras vid behov. En hel grupp på nio fullt utrustade soldater ska kunna få plats i en *Lynx KF41*. Raytheon's eget APS används, där en integrerad Ku-bandsradar och motmedelssystem detekterar, följer och skjuter ned flera samtidiga hot (som RPG:er eller ATGM:s) ett kort avstånd från fordonet. *Lynx KF41* kan även utrustas med multipla *Coyote* UAV:er som kan utföra ISR och målinmätning eller bekämpa fientliga UAV:er.
- General Dynamics Land Systems (GDLS) *Griffin III* teknologidemonstrator. Besättningen består av två personer och den har plats för sex soldater. Den har en 50mm automatkanon, kan utrustas med APS och kan även utrustas med en UAV [11].

OMFV kan komma att bestå av närmare 3 600 fordon [8]. Ambitionen från US Army var att utvärdera de olika alternativen och därefter välja ut två industrier som får kontrakt på att leverera 14 prototyper vardera. Efter användartester med prototyperna skulle därefter en vinnare utses. I juni meddelade dock BAE att de drar sig ur OMFV upphandlingen. Rheinmetall-Raytheon lyckades, enligt egen utsago pga av praktiska problem med transport, inte leverera en prototyp av *Lynx*

⁷² <https://ynxifv.com>

KF41 (den enda existerande) till US Army innan den första oktober 2019 och de blev diskvalificerade [8]. Endast *Griffin III* deltar i denna fas av utvecklingen vilket skapat oro i USA, då även industri uttryckt oro för möjligheterna att möta de krav som ställs i nästa fas på den korta tid (15 månader) som är inplanerad för denna utvecklingsfas. Flera företag påstås ha bett om mer tid för att kunna möta kraven, men blivit nekade [8]. Den slutliga upphandlingen för LRIP som planeras för 2023 är öppen för alla men andra utmanare måste finansiera utvecklingen själva och får inte tillgång till den återkoppling från användarna som GDLS förväntas erhålla.

5.1.3.6 Robotic Combat Vehicle (RCV)

Planen inom RCV är att tre olika UGV:er ska utvecklas där de har modulärt uppdragsanpassade sensorer, utrustning och beväpning. Det är en typ av UGV:er som Ryssland utvecklat aktivt de senaste fem åren men där US Army tidigare visat relativt litet intresse. I kommande utvärderingar är planen att genomföra experiment med ett kompani av RCV UGV:er bestående av en pluton av vardera typ. Ett av huvudsyftena är att identifiera användningsområden för hur de ska användas operativt för att nå en ökad operativ effekt.

RCV förväntas öka soldaternas säkerhet genom att den första kontakten med fienden sker med obemannade system istället för med bemannade fordon. En möjlig användning som US Army vill testa är att använda RCV för spaning (scouts) och eskortfordon för bemannade OMFV [8], där de kan köra framför bemannade fordon i syfte att förhindra eldöverfall och skydda flanken för plutoner med bemannade OMFV [12]. Kan exempelvis UGV:er utrustade med APS som skyddar flankerna, och längst fram vid en framryckning, reducera risken för att bemannade system utsätts för bekämpning från sidoverkande stridsvagnsminor?

Avsikten är att RCV de närmaste åren ska kontrolleras av operatörer som sitter i bemannade OMFV, där en operatör styr UGV:n och en annan operatör fjärrstyr torn och vapenstationer. Den långsiktiga ambitionen är att utveckla robusta navigeringssystem och AI-baserade algoritmer som möjliggör att en operatör kan leda flera RCV:er samtidigt [12].

De tre olika versionerna är anpassade till olika transportsätt:

- Robotic Combat Vehicle Light (RCV-L), *attritable*, med en vikt på under 10 ton som ska kunna transporteras med en CH-47 *Chinook*. Förväntas bestyckas med en RWS med ATGM och kulspruta för egenskydd.
- Robotic Combat Vehicle Medium (RCV-M), *durable*, med en vikt på 10 till 20 ton för transporter i C-130 Hercules. Förväntas bestyckas med en 25mm eller 30mm automatkanon och multipla ATGM (exempelvis *Javelin*).

- Robotic Combat Vehicle Heavy (RCV-H), *non-expendable*, med en vikt på 20 till 30 ton, där två RCV-H ska kunna transporteras i en C-17 *Globemaster III*. Bestyckas med vapensystem som kan bekämpa alla typer av stridsvagnar.

I en första fas genomfördes i maj 2019 en bredare demonstration med ett större antal industrier som en undersökning av marknaden för RCV Light och Medium. En veckas demonstration anordnades av *National Advanced Mobility Consortium* (NAMC) tillsammans med US Army och University of Texas A&M. Vid denna demonstration hade ingen deltagare en renodlad kandidat för RCV-M men vissa plattformar angavs kunna skalas upp till en RCV-M, bland annat Textron och Howe & Howe *Ripzaw M5*. Då tidslinjalen för att producera en slutlig prototyp är endast 11 månader så kan detta påverka den slutliga utvecklingen av RCV-M. I en andra fas valdes, i november 2019, tre kandidater ut för att utveckla prototyper⁷³ av RCV-M där den feedback som gavs från US Army kan åtgärdas. Dessa kandidater genomgår därefter en slutlig utvärdering där den vinnande kandidaten erbjuds kontrakt på att leverera fyra UGV:er. Processen för RCV-L är likadan men där har fyra leverantörer fått förtroendet att delta i fas 2. Dessa UGV:er ska användas i taktik- och metodutveckling som påbörjas 2021 och pågår till 2023. Varsin pluton med vardera fyra RCV-L/M/H och tillhörande operatörsfordon kommer ingå i dessa försök. Operationellt införande förväntas sedan ske senast 2028.

RCV-H bedöms kräva omfattande utveckling och planen är att fram till 2023 använda fyra konverterade *M113 Armored Personnel Carriers* (APC), som fjärrstyrs från en operatör som sitter inuti en *M2 Bradley AFV*, som surrogatplattformar. De är experimentella prototyper, s.k. *Mission Enabler Technologies – Demonstrator*. Ambitionen är att specialbyggda RCV-H ska finnas tillgängliga för försök från och med år 2023. För RCV-H avses olika MUM-T koncept utprovas i ett *loyal wingman* koncept. I början av 2020 påbörjas försök med användargränssnitten för styrning av RCV inifrån en *M2 Bradley AFV*. Operatörerna kommer senare placeras i *OMFV*.

Industrier som deltar i utvärderingen är:

- RCV-L: Textron, Howe&Howe och FLIR (*Ripzaw M5*), HDT Global (*Hunter Wolf*), Oskosh Defence och QinetiQ och Pratt&Miller (*EMAV*⁷⁴)
- RCV-M: GDLS (*GD-TL-1*), Textron (modifierad *Ripzaw M5*), QinetiQ NA & Pratt & Miller (*EMAV*)

⁷³ En riktad *Request for Prototype Proposal* (RPP) för så-kallade *non-developmental prototypes* baserade på existerande plattformar och som endast kräver mindre modifikationer.

⁷⁴ En modifierad version av *Expeditionary Modular Autonomous Vehicle* som utvecklats för Marinkårens utvärderingar.



Figur 5.5: Exempel på UGV:er som utvärderades under AWE18. TheMIS, TITAN Sentry och Strike, Warrior AFV, VIKING och Rakkatec. (Foto: FOI)

Plattformarnas mognadsgrad är hög och utvecklingen av modulära nyttolaster med olika typer av vapenstationer går snabbt. Representanter för US Army har uttryckt att industrin ligger ett till två år före den planerade utvecklingscykeln. RCV UGV:erna är idag fjärrstyrda och bedöms vara så även 2028, även om olika operatörsstödsystem då troligen finns integrerade. Autonoma funktioner som automatisk körning i alla miljöer och scenarion bedöms inte vara färdigutvecklade förrän efter 2035. RCV kan komma att utrustas med avancerade 3:e generationens IR-sensorer som ska kunna upptäcka mål på 14 km avstånd [13].

5.1.4 Storbritannien

Även Storbritannien genomför en modernisering av sin armé där obemannade system förväntas utgöra en viktig framtida komponent. Den brittiska armén genomförde i slutet av 2018 övningen AWE18 på Salisbury Plains där mer än 40 UAV- och UGV-system testades och utvärderades under realistiska förhållanden (se figur 5.5 och [3],[14]). Övningen genomfördes i nära samarbete mellan armén, industri och myndigheter. Både Horiba Mira *VIKING* och *TheMIS/TITAN* fick goda omdömen när det gäller tillförlitlighet och funktion. Två företag som uppmärksammades av övningsledningen var Digital Concepts Engineering (DCE) som konverterade ett antal bemannade fordon till obemannade fjärrstyrda plattformar, samt IQHQ som utvecklar en digital datalänk speciellt anpassad för urbana miljöer och som även har meshnätfsfunktionalitet. Den senare datalänken utvecklas för närvarande även vidare för användning i flockar av mindre UAV:er (*swarming*).

I början av 2019 aviserade Storbritanniens försvarsminister att de under året kommer att satsa ytterligare 66 miljoner pund från deras *Defence Transformation Fund* med målet att accelerera utvecklingen och införandet av obemannade system i armén [15]. I denna satsning ingår bland annat fler soldatburna ISR-system som FLIR Systems *Black Hornet 3*⁷⁵ (nano-UAV), samt befintliga stridsfordon som konverteras till att bli fjärrstyrda (exempelvis *Warrior AFV*⁷⁶). De fjärrstyrda stridsfordonen ska exempelvis framföras framför bemannade fordon för att pröva styrkan hos fiendens försvarsställningar. Avsikten är att de obemannade systemen ska tillföras olika förband i Estland, Afghanistan och Irak redan i slutet av året [15].

Storbritannien drev tidigt utvecklingen av EOD-robotar, motiverat av behovet av att hantera de sprängningar som IRA (*Irish Republican Army*) utförde på 1970-talet på Nordirland. QinetiQ North America utvecklar *TALON*-serien och de mindre *Dragon Runner* EOD UGV:erna. UK Army införskaffar nu tunga EOD-robotar i form av L3HARRIS *T7 Multi-Mission Robot*.

Utvecklingen inom området autonoma markfordon har i Storbritannien delvis inriktats mot logistiktillämpningar, exempelvis *last-mile re-supply* med *TITAN* UGV, då det bedöms vara uppgifter som kan utföras i närtid med obemannade system. QinetiQ samarbetar med MILREM och dess *TheMIS* UGV, där de har utvecklat *TITAN Sentry* och *Strike*. QinetiQ utvecklar självkörande funktioner vilket krävs i logistiktillämpningarna.

Flera större militära forskningsprogram inom området obemannade system genomförs i Storbritannien, bland annat *Autonomous Last Mile Resupply* (ALMR), *Coalition Assured Autonomous Resupply* (CAAR), *Persistent Urban ISR* (STRATUS) och *Swarming UAS* [15].

5.1.5 Ryssland

Ryssland använde redan under finska vinterkriget radiostyrda beväpnade UGV:er i form av *Teletank* som var en konverterad *T-26* stridsvagn [1]. Den var utrustad med en fjärrstyrd kulspruta, eldkastare och den kunde även lägga rökridåer. *Teletank* nådde vissa framgångar vid attacker mot de finska soldater som försvarade Mannerheimlinjen. De ansågs däremot inte vara effektiva mot rörliga, tungt beväpnade förband utan de återställdes till bemannade *T-26* inför striderna mot de tyska framryckande stridsvagnarna. Ryssland fortsatte att experimentera med tunga UGV:er baserade på stridsvagnsplattformar som *T-34* och *T-85*. I omgångar, både under 1980- och 2000-talen, genomfördes försök med UGV:er

⁷⁵ www.janes.com/article/87132/british-army-to-deploy-robotic-and-autonomous-systems-operationally

⁷⁶ www.bbc.com/news/av/uk-46432390/are-these-robots-the-future-of-warfare?SThisFB

baserade på *T-72*, men det är först det senaste årtiondet som utvecklingen tagit fart på allvar efter Sovjetunionens sönderfall.

Ryssland har de senaste fem åren satsat stora resurser på att införa motsvarande UGV-förmågor som finns i exempelvis USA och Storbritannien. UGV:erna har ofta utvecklats för att lösa en specifik uppgift [16]. De har exempelvis utvecklat en handfull prototyper av mindre soldatburna UGV:er som används till spaning (lokalt) och som bombrobotar, samt flera lätta och tunga beväpnade UGV:er avsedda för stridsuppgifter. Flera av dessa system har använts i Syrien där de utvärderats under realistiska förhållanden, för minröjning, spaning (lokalt), logistik och rena stridsuppgifter. Konflikten i Syrien ses som en möjlighet att experimentera med nya teknologier, i syfte att utvärdera prototyper i realistiska förhållanden och förstå utvecklingsbehoven [17].

5.1.5.1 Användningsområden

Enligt [16] bedöms UGV:er kunna utgöra ett effektivt alternativ för följande typer av uppdrag:

- Bryta igenom fortifierade fientliga positioner.
- Skapa lokala styrkepositioner framför defensiva positioner vid försvarsstrid.
- Eldunderstöd och rökläggning.
- Målinmätning och eldledning för artilleri.
- Upptäcka, detektera och neutralisera konventionella bomber, IED:er och CBRN-ämnen.
- Leverera förnödenheter till enheter som är under beskjutning.
- Evakuering av skadad personal och materiel från slagfältet.
- Röjning, brytning och utläggning av minor.

Dessa användningsområden överensstämmer med utvecklingen i USA och Storbritannien, skillnaden ligger snarare i vilka områden som är prioriterade i ett kort och medellångt perspektiv. I Ryssland verkar utvecklingen på kort sikt vara riktad mot att införa (i) mindre UGV:er för främst EOD men med möjlighet att byta nyttolast och utföra även ISR och målinmätning, (ii) tung minröjning och -brytning och framförallt (iii) tyngre beväpnade UGV:er med förmåga att bekämpa mjuka såväl som bepansrade mål.

Ryska UGV:er är idag fjärrstyrda men flera av plattformarna (exempelvis *Nerekhta*) avses användas som testplattformar för AI-forskningen och olika koncept för hur bemannade och obemannade system ska samarbeta (MUM-T).

5.1.5.2 ISR och EOD

Ryska minröjare i Syrien är bland annat utrustade med en tung UGV för minröjning (*Uran-6*) och soldatburna UGV:er, *Skarabey* och *Sfera*⁷⁷. *Skarabey* är en soldatburen lätt hjulgående UGV utrustad med högupplöst videokamera och termisk IR, mikrofon och audio/video-sändare. *Sfera* är istället en radiostyrd sfäriskt formad plattform som utrustats med visuella och IR-kameror, mikrofon och positioneringssensorer. *Skarabey* och *Sfera* infördes operativt under 2018. En ny större UGV, *Kapitan*⁷⁸, är även under införande som väger omkring 35 kg. Den är modulär och ska kunna genomföra EOD, med en manipulatorarm som kan lyfta 7 kg, eller spaningsuppdrag med akustiska och EO/IR-sensorer. Ambitionen är även att utrusta denna UGV med telekrigssystem. *Kapitan* kan förflytta sig i sju km/h, har en uthållighet på sex timmar och den fjärrstyrs över radio på avstånd upp till 1 km (vid fri sikt) eller över en 200 m lång optisk fiberkabel.

En reptilliknande UGV som kan ta sig fram även i mycket trånga utrymmen, för räddningsinsatser i exempelvis raserade byggnader, utvecklas av företag i Ryssland. Den kan potentiellt användas för utforskning av grottor och tunnlar i militära sammanhang. *ZMEELOK-3M* är utrustad med EO/IR-sensorer men ambitionen är att dessutom utrusta den med en elektronisk näsa.

5.1.5.3 Minröjning och minbrytning

Uran-6 är en rysk version av den kroatiska fjärrstyrda minröjningsplattformen *MV-4 Dok-Ing*. Den väger 6 ton och kan utrustas med olika minröjningsmoduler eller ett bulldozerblad. *Uran-6* kan röja minor i hastigheter av 2 km/h⁷⁹. Den har använts bland annat i Syrien och Tjetjenien [16]. Tolv nya *Uran-6* tillförs under 2019 förband i Syrien, tillsammans med EOD UGV:n *Kapitan*.

Prohod-1 är en tung bepansrad minröjningsplattform som kan framföras bemannad, opereras fjärrstyrt eller köra längs en förprogrammerad rutt. Den baseras på *BMR-3MA* och är byggd på ett *T-90* stridsvagnschassi. Den är avsedd att under stridsförhållanden bryta 4.5 meter breda passager för soldater och fordon.

5.1.5.4 Stridsuppgifter

Ryssland arbetar aktivt med att utveckla och utvärdera testsystem för stridsuppgifter, baserat på specialbyggda UGV:er eller tunga UGV-system baserade på *BMP-3* och *T-72* plattformar. Redan 2015 uttrycktes från officiellt håll ambitionen att en tredjedel av de kritiska verkanssystemen skulle vara fjärrstyrda redan 2025.

⁷⁷ www.warontherocks.com/2019/07/russian-ai-enabled-combat-coming-to-a-city-near-you/

⁷⁸ www.overtdefense.com/2019/07/26/russian-combat-engineers-receive-kapitan-ugv/

⁷⁹ www.army-technology.com/projects/uran-6-mine-clearing-robot/



Figur 5.6: Vänster: URAN-9 UGV utrustad med automatkanon, kulspruta och pansarvärnsrobotar. Höger: Den mindre och lättare Platforma-M. (CC attribution 4.0)

Uran-9 exemplifierar den ryska utvecklingen av specialdesignade UGV:er som är tungt beväpnade och avsedda för stridsuppgifter (figur 5.6). Den senaste versionen, där serieproduktion påbörjades 2019, väger 12 ton och är beväpnad med exempelvis en 7.62 mm kulspruta, 30 mm automatkanon och fyra *9M120-1 Atakarobotar*. Den kan även utrustas med *Strela* eller *Igla* korträckviddiga *surface-to-air* missiler istället för *Ataka*. *Uran-9* sägs ha en begränsad inbyggd autonomi som ger den möjlighet att manövrera runt hinder när den framförs medelst automatiserad brytpunktsnavigering. Det ger den vissa möjligheter att fortsätta sitt uppdrag även vid kortare kommunikationsbortfall.

Tre tyngre UGV-system som baseras på ombyggda bepansrade fordon är *Vikhr*, *Paladin* och *Storm*. *Vikhr* är baserad på ett BMP-3 chassi och den är bland annat utrustad med en 7.62mm kulspruta, 2A72 30mm automatkanon och en multikopter UAV [1]. Den kan även utrustas med sex 9M133M *Kornet-M* ATGM. *Paladin* är en vidareutvecklad prototyp som baseras på en BMP-3 *Dragun* som kan fjärrstyras (teleopererad) eller framföras genom automatisk brytpunktsnavigering. Både *Vikhr* och *Paladin* kan även köras fullt bemannade. Valet att använda BMP-3 plattformen motiveras med att den är flexibel och allmänt spridd vilket underlättar underhåll och logistik. Ryssland har sedan slutet av 1900-talet i omgångar även experimenterat med fjärrstyrda T-72 stridsvagnar. Den senaste versionen benämns *Storm* (*Shturm*) och baseras på en T-72B3 stridsvagn⁸⁰. En konceptdemonstration har genomförts. Fyra eller fem versioner, med olika beväpning, kan komma att tas fram men informationen runt detta program är än så länge begränsad.

Ett antal mindre system utvecklas samtidigt, exempelvis *Sorotnik*, *Nerehta* och *Platforma-M*. *Sorotnik* införs troligen inte operativt utan används som en utvecklingsplattform för kommande UGV:er.

⁸⁰ www.defence-update.com/20181209_robotized_tanks.html

Tabell 5.1: Exempel på ryska UGV-plattformar som är avsedda för stridsuppgifter. Hastigheten beror i praktiken på terrängen men anges här baserat på plattformens maximala hastighet på väg. Beväpningen kan variera beroende på version.

UGV	Vikt [ton]	Hastighet [km/h]	Beväpning	Plattformstyp
Platforma-M	0.8	12	7.62 mm kulspruta RPG-26	Specialbyggd UGV, operativ
Soratnik ⁸¹	7	40	7.62 / 12.7mm kulspruta 30mm AG-17A granatkastare Kornet-M ATGM	Specialbyggd, utvecklingsplattform
Nerekhta	1.7	32	7.62 / 12.7mm kulspruta 30mm AG-30M granatkastare	Specialbyggd UGV, forskningsplattform
Uran-9	12	35	7.62 mm kulspruta 2A72 30mm automatkanon RPO PDM-A Shmel-M ⁸² 9M120-1 Ataka ATGM	Specialbyggd UGV, diesel-elektrisk, uppgraderad version införs nu operativt
Vikhr	19	72	7.62 mm kulspruta 2A72 30mm automatkanon 9M133M Kornet-M ATGM	BMP-3 chassi, optionally-manned

Nerekhta är främst avsedd som en modulär experimentplattform för militär AI-forskning och utveckling av lämpliga koncept och tekniker för samverkan mellan UGV och UAV (teaming). Den förekommer dock fortfarande i diskussionerna rörande nya operativa UGV-system. *Nerekhta* finns i olika versioner avsedd för exempelvis strid, spaning eller logistik. *Platforma-M* är avsedd främst för informationsinhämtning och spaning. Den är operativ inom ryska flottan men har även tillförts ryska specialförband [18]. En sammanställning av ryska beväpnade UGV:er ges i tabell 5.1.

5.1.5.5 Uran-9 – erfarenheter från Syrien

Sedan de första prototyperna av den bepansrade och tungt beväpnade UGV:n *Uran-9* förevisades har den symboliserat den ryska ambitionen att utveckla

⁸¹

armyrecognition.com/january_2018_global_defense_security_army_news_industry/russian_ratnik_ugv_tested_in_simulated_combat_environment.html

⁸² RPG-liknande, kategoriseras som en eldkastare av leverantörerna, utrustad med en *air-combusting thermobaric warhead*. 3 kg of thermobaric filler creates the overwhelming effect. www.military-today.com/firearms/rpo_shmel_m.htm

UGV:er för direkta stridsuppgifter. Den var utvecklad för att ha en hög fysisk robusthet och framkomlighet även i svår terräng, och till att ge soldaterna möjlighet att fjärrstyra den på avstånd upp till tre kilometer. De tester som tidigare genomförts under övningar indikerade enligt både nationella och internationella militära analytiker en hög teknisk mognadsgrad.

Ryssland utvärderade *Uran-9* under realistiska förhållanden i Syrien under 2018. Ryska militära källor presenterade därefter en oväntat öppen och kritisk analys av de problem som identifierades under experimenteringen [19]:

- **Kommunikation:** I urbana miljöer med låga byggnader var kommunikationssystemets räckvidd kraftigt begränsad, omkring 300-500 m. Kommunikationsbortfall skedde vid 19 tillfällen, varav två som varade över en timme och resterande var upp till en minut långa.
- **ISR:** Målidentifiering (vän eller fiende) kunde endast göras med EO-sensorerna på avstånd upp till två kilometer.
- **Bekämpning:** Vapensystem och sensorer var inte stabiliserade, automatkanonen kunde endast utföra bekämpning effektivt när den var stillastående.
- **Användargränssnitt:** Svårigheter för operatören att utifrån kameror och andra sensorer förstå, behandla och effektivt anpassa uppträdandet efter situationen.
- **Mekanik:** Otillräcklig fysisk robusthet i framdrivningssystem och automatkanon.

Dessa begränsningar är allvarliga och användningsområdena för *Uran-9* reduceras avsevärt om problemen inte löses. Utmaningarna när det gäller kort kommunikationsräckvidd, framför allt i telekrigsmiljöer, behovet av stabilisering av vapenstationer och automatiserat stöd för målföljning, effektiva och långgräckviddiga ISR-sensorer och användargränssnitt bedöms vara allmängiltiga för den internationella utvecklingen av UGV:er avsedda för stridsuppgifter. Problemen med operatörens situationsuppfattning och styrning av plattformen, samt kommunikationssystemets begränsningar, kan lösas genom en ökad grad av autonomi. Bedömningen är dock att autonoma UGV:er som kan hantera den föränderliga och komplexa stridsmiljön inte kommer att finnas tillgängliga inom det närmaste årtiondet. För att utveckla en självkörande UGV krävs även att den har ett navigeringssystem som, även då GNSS-signalerna är störda, kan estimeras sin egen position och orientering.

Uran-9 i nuvarande skick bedöms fortfarande vara effektiv i uppdrag som att anfalla och bekämpa fortifierade och välbefästa fientliga ställningar. Detta liknar de användningsområden som Storbritannien och delvis även USA presenterat för sina teleopererade beväpnade tyngre UGV:er. En uppdaterad version av *Uran-9*, som är något tyngre (12 ton), är nu på väg att införas operativt (se tabell 5.1).

Den har en utökad vapenarsenal som inkluderar granatgeväret RPO PDM-A Shmel-M, som använts av ryska soldater vid strider i urban miljö i Syrien, som inte förutsätter noggrann inriktning utan har en bredare verkan.

5.1.6 Diskussion

USA leder inom många områden utvecklingen av militära UGV:er. Det gäller framförallt de mindre plattformarna, avsedda för EOD och ISR, där Ryssland först de senaste två åren börjat införa dessa. USA försöker konsolidera utvecklingen inom mindre plattformar, där färre plattformschassin används men med modulära payloads. Standardiserade interoperabilitetsprofiler (IOP) har utvecklats för att underlätta integrationen av nya payloads och en gemensam kontrollstation ska kunna användas för att fjärrstyra alla små obemannade plattformar (UGV och UAV). Utvecklingscyklerna har kortats dramatiskt i USA och de kommer det närmaste året påbörja serieproduktion av fyra nya UGV-system.

Storbritannien har varit drivande inom utvecklingen av EOD UGV:er och de har i sina forskningsprojekt ett tydligare fokus mot logistiktillämpningar. De har även experimenterat med beväpnade UGV:er och inför AWE18 konverterades även en *Warrior IFV* till att bli fjärrstyrd. Under året tillfördes extra medel (66 miljoner pund) för att accelerera införandet av obemannade system, där ambitionen för markplattformar var att få ut exempelvis fjärrstyrda *Warriors* till förband innan årsskiftet och öka FoU-insatserna inom logistikplattformar.

Ryssland fokuserar mer aktivt på utvecklingen av tyngre beväpnade UGV:er avsedda för stridsuppgifter och utvärderar sådana system under realistiska förhållanden i exempelvis Syrien.

5.2 UAV-utvecklingen

UAV-plattformarna har generellt sett en högre mognadsgrad i jämförelse med vad status är inom UGV-området. Ur ett tekniskt perspektiv är plattformarna väl utvecklade och fjärrstyrda UAV:er används i stor utsträckning för exempelvis ISTAR, telekrig, kommunikationsreläner. Större MALE/HALE (*Medium/High Altitude Long Endurance*) UAV:er har en lång uthållighet och de används även för bekämpning. Ett utvecklingsspår är införandet av små billiga UAV:er, som möjliggör att UAV-system kan införas på bredden, och som även möjliggör svärmande system i framtiden. Vid strid mot en kvalificerad motståndare har utvecklingen av tekniker för navigering i GNSS-störda miljöer också fått höjd prioritet. Av främst regulatoriska skäl är befintliga UAV-system av typen RPAS (teleopererade men med möjlighet till brytpunktsnavigering där operatören istället övervakar UAV:n).

5.2.1 Utvecklingstrender - teknik

Ett flertal tekniska utvecklingstrender beskrevs även i [20]:

- *Appliqué kits* som utvecklas för att konvertera existerande helikoptrar till autonoma plattformar⁸³.
- Flexibel nyttolast som kan anpassas till uppdraget (ISR, målinmätning, telekrig, m.m.).
- Hybrid-UAV:er med rotor/propeller som kan tiltas, vilket ger möjlighet att starta och landa vertikalt (VTOL) och en ökad uthållighet genom att den kan flyga som ett traditionellt flygplan (*fixed wing*).
- AI-baserade spaningsalgoritmer, med automatisk förmåga till detektion, följning, lokalisering och klassificering av mål. Detta ger dels möjlighet till effektiv bekämpning, dels möjlighet att utveckla automatiserade system för kombinerad *Blue-Force-Tracking* och *Red-Force-Tracking* [21].
- Navigeringssystem som även fungerar i GNSS-störda miljöer. Taktiska UAV:er kan inom några år få robusta navigeringssystem som kan hantera längre perioder utan tillgång till GNSS. Det är dock en betydande utmaning att utveckla motsvarande förmåga på små stridstekniska UAV:er med deras stringenta krav på vikt, storlek och kostnad.

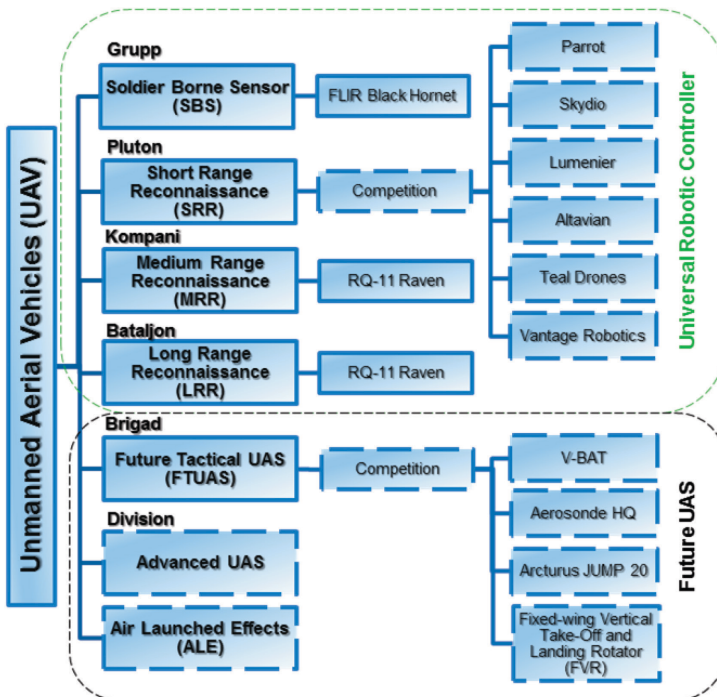
5.2.2 Utvecklingstrender - förmågor

I [20] ges en beskrivning av den förväntade utvecklingen inom området stridstekniska och taktiska RPAS den närmaste femårsperioden. Två utvecklingstrender när det gäller nya förmågor med potentiellt stor betydelse för markstriden identifierades:

- Mindre patrullrobotar, i form av soldatburna stridstekniska ISR UAV:er som även utrustats med integrerad verkansdel för bekämpning.
- *Swarming* (svärmtteknologier), där avsikten är att med ett större antal enkla, lågkostnadsplattformar mätta fientliga försvarssystem på exempelvis fartyg eller markbaserade luftförsvarssystem.

Patrullrobotar användes redan under 1980-talet men utvecklingen de senaste åren går mot små, lätta soldatburna system som ger soldater och lätta förband förmåga till precisionsbekämpning bortom nästa byggnad eller terränghinder. Mindre

⁸³ *Office of Naval Research* (ONR) har tillsammans med företaget Aurora Flight Services utvecklat *Autonomous Aerial Cargo Utility System* (AACUS) som kan konvertera moderna bemannade helikoptrar till autonoma obemannade UAV:er som kan genomföra logistikuppdrag.



Figur 5.7: Översikt över den pågående utvecklingen inom UAV-området i US Army där ambitionen är att införa UAV:er på alla nivåer.

grupper av samverkande UAV:er är under utveckling, exempelvis i form av patrullrobotar, och kan bli operativa i närtid. Svärmteknologier med massiva mängder enkla UAV:er som är effektiva mot en högteknologisk motståndare bedöms dock inte kunna realiseras under det närmaste årtiondet.

5.2.3 US Army

US Army har målsättningen att införa UAV:er på bred front och på alla nivåer⁸⁴, från den enskilda soldatgruppen upp till divisionsnivå (se tabell 5.2 och figur 5.7). Utvecklingen och införandet av de stridstekniska och mindre taktiska UAV-systemen genomförs i ett högt tempo, där införandet påbörjas redan under det närmaste året för grupp, pluton och eventuellt även på bataljonsnivå. Ambitionen är att UAV-systemen upp till bataljonsnivå ska styras med samma kontrollstation, den s.k. *Universal Controller* (UC). En gemensam kontrollstation har varit ett av de prioriterade kortsiktiga målen i US Army RAS-strategi [7].

⁸⁴ breakingdefense.com/2019/06/army-buys-9000-mini-drones-for-squads-rethinks-ground-robots-for-2020/

5.2.3.1 Grupp

US Army beställde nyligen, efter fyra års experimenterande och utvärdering, mer än 9 000 FLIR *Black Hornet PRS (Personal Reconnaissance System)*. Varje system består av två nano-UAV:er, där den ena är utrustad med en elektrooptisk sensor och den andra har en kombinerad elektrooptisk och IR-sensor. Kostnaden per system bedöms vara mellan 15 000 och 20 000 dollar⁸⁵.

5.2.3.2 Pluton och kompani

På plutonsnivå är ambitionen att under första halvåret 2020 påbörja inköp av en UAV (*Short Range Reconnaissance, SRR*) som ska kunna genomföra spaning, övervakning och målinmätning, samt ge en förbättrad lägesbild, bortom nästa terränghinder. Den ska kunna välja en bra spaningsposition, landa och genomföra spaningen från denna position och på så sätt förbättra uthålligheten (*perch and stare*). Sex företag har erhållit totalt 11 miljoner dollar för att anpassa existerande UAV:er till Arméns behov. Regelbundna prov och försök genomförs tillsammans med användarna i syfte att utvärdera systemen och föreslå förbättringar till nästa iteration. Slutligt urval av en leverantör förväntas genomföras i början av 2020. Önskemålet är att UAV och sensorer inte ska kosta mer än 4 000 dollar (kostnaden för kommunikationssystemet ingår inte).

På kompaninivå används idag AeroVironments *RQ-11 Raven* och avsikten verkar vara att fortsätta använda den.

5.2.3.3 Bataljon

RQ-11 Raven används idag även på bataljonsnivå men en RFI⁸⁶ (*Request for Information*) skickades ut i juni 2019 med önskemål om information från industri om UAV:er med en uthållighet på minst två timmar (*Long Range Reconnaissance, LRR*) men som inte behöver en förberedd start och landningsplats eller katapult. Inget beslut om införande har dock fattats ännu.

5.2.3.4 Brigad

RQ-7 Shadow används idag för ISTAR på brigadnivå men ambitionen är att ersätta den med en UAV som är tystare, kan starta och landa vertikalt (utan landningsbana) och kan transporteras enklare. Målsättningen är att både UAV och markstation ska kunna transporteras i en *CH-47 Chinook* helikopter. Utvecklingen sker inom *Future Tactical Unmanned Aerial System (FTUAS)*⁸⁷.

⁸⁵ www.thedrive.com/the-war-zone/26359/the-pocket-sized-black-hornet-drone-is-about-to-change-army-operations-forever

⁸⁶ govtribe.com/opportunity/federal-contract-opportunity/long-range-reconnaissance-lrr-unmanned-aircraft-system-uas-capabilities-w911qy19rlrr1

⁸⁷ www.army.mil/article/219853/brigade_combat_team_soldiers_will_help_decide_the_armys_future_tactical_uas

Tabell 5.2: Utvecklingen av UAV:er på olika nivåer inom US Army.

Nivå	Benämning	Ersätter	Kommentarer
Grupp	SBS	-	9 000 FLIR Black Hornet PRS ⁸⁸ har beställts.
Pluton	SRR	-	Kravbild: VTOL, uthållighet 30 minuter, räckvidd 3 km, vikt < 1.5 kg
Kompani	MRR	RQ-11 Raven	Fortsatt användning av RQ-11 Raven
Bataljon	LRR	RQ-11 Raven	Prel. kravbild: elektrisk, ≥TRL 7, flygtid två timmar, räckvidd 10 km, start/landning i vindar på 10-15 m/s
Brigad	FTUAS	RQ-7 Shadow	Utveckling och utvärderingar pågår inför kravställning och upphandling
Division	Advanced UAS	MQ-1C Gray Eagle	MQ-1C är en dedikerad resurs för divisionschef (RSTA, komm-relä, SIGINT, BDA) men de används även av US Army CAB för ISTAR, telekrig och attackuppgifter i A2/AD-miljöer.

5.2.3.5 Division

På divisionsnivå använder US Army idag *MQ-1C Gray Eagle* som är en vidareutveckling av *MQ-1 Predator*. Den kan utrustas med upp till fyra missiler av typen *Hellfire*. Inom några år är planen att ersätta denna UAV med en ny beväpnad UAV. Utvecklingsprogrammet benämns *Advanced UAS*.

5.2.3.6 Future Tactical UAS (FTUAS)

Fyra företag har under 2019 fått i uppdrag att vidareutveckla existerande UAV-system där målet är att ersätta *RQ-7 Shadow*. De fyra företagen är Textron AAI (*Aerosonde HQ*), Martin UAV (*V-BAT*), Arcturus UAV (*Jump20*) och L3Harris (eventuellt med en version av deras nya *FVR – Fixed-wing VTOL Rotator*)⁸⁹, se även tabell 5.3. Latitude Engineering, som numera är en del av L3HARRIS, har utvecklat VTOL-tekniken som används på både *FVR-90* och *Aerosonde HQ*.

Prototyperna kommer att fördelas ut till sex olika brigader för att utvärderas under träning och övningar och utvärderingarna är planerade att slutföras under 2020. Erfarenheterna kommer därefter att föras in i det slutliga kravarbetet för FTUAS. En eventuell serieproduktion kan, om utvärderingsresultaten är positiva, påbörjas redan under 2021 av det system som bäst bedöms uppfylla kraven.

⁸⁸ flir.netx.net/file/asset/14121/original

⁸⁹ www.rotorandwing.com/2019/07/26/four-companies-now-will-compete-to-replace-army-shadow-drones/

Tabell 5.3: Storlek och preliminär prestanda för de UAV:er som deltar i den första fasen av FTUAS. Alla fyra system har möjlighet att starta och landa vertikalt (VTOL).

UAV	Storlek [m]	Vikt [kg]	Hastighet [km/h]	Uthållighet [timmar]	Nyttolast [kg]
Aerosonde HQ ⁹⁰	3.7	46	120	8 – 10	9.1
V-BAT ⁹¹	2.4 x 2.7	38	170	8	3.6
JUMP 20 ⁹²	5.6 x 2.8	68	135	9 – 16	27
FVR-90 ⁹³	2.5 x 4.8	53	120	15	10

Både *Advanced UAS* och FTUAS ingår i utvecklingen av *Future Unmanned Aircraft System* (FUAS) som i sin tur utgör en del av programmet *Future Vertical Lift* (FVL). FUAS innefattar även *Air Launched Effects* (ALE). *Advanced UAS* är delvis avsedd för *Combat Aviation Brigades* (CAB) som opererar US Army's militära helikoptrar, som attackhelikoptrar (*AH-64 Apache*) och transporthelikoptrar (*UH-60 Black Hawk* och *CH-47 Chinook*). De använder idag obemannade UAV:er som *RQ-7 Shadow* och *MQ-1 Gray Eagle* som arbetar tillsammans med attackhelikoptern *AH-64 Apache* för både spanings- och attackoperationer. Den nya *Advanced UAS* är avsedd att vara deras huvudsakliga resurs för att genomföra spaning, övervakning, målinmätning och telekrig men framförallt för att genomföra offensiva stridsoperationer.

I väntan på FTUAS så uppgraderas *RQ-7 Shadow* med en mer avancerad EO/IR-sensor, med integrerad laserpekare, från L3Harris WESCOM (*MX-10D*)⁹⁴. Ytterligare förbättringar i den nya versionen Block III innefattar möjlighet att flyga i kraftigare regnskuror (upp till fem cm per timme) och en tystare, mer kraftfull motor⁹⁵.

Målsättningen är att FUAS ska kunna penetrera fientligt territorium, med moderna integrerade luftförsvårssystem (eng. *Integrated Air Defence Systems*, *IADS*), på djupet genom att utnyttja multipla samarbetande (eller svärmar) av ALE:s som kan släppas från en helikopter eller UAV. Dessa ska kunna detektera, vilseleda och störa fientlig radar, kommunikation och GNSS, samt genomföra bekämpning med integrerade stridsdelar.

⁹⁰ www.textronsystems.com/products/aerosonde

⁹¹ martinuav.com/portfolio/v-bat/

⁹² arcturus-uav.com/product/jump-20

⁹³ www.2l3t.com/latitudeengineering/products/hybrid_quadrotor_technology.htm

⁹⁴ www.wescam.com/blog/wescam_selected_us_army_shadow_uav/

⁹⁵ www.ainonline.com/aviation-news/defense/2019-06-17/textron-completes-testing-shadow-block-iii-upgrades

5.2.3.7 Future Vertical Lift (FVL)

FVL utgör den tredje av de sex prioriterade materielmoderniseringsprogrammen i US Army [32]. FVL är ett försvarsmaktsgemensamt program men det leds av US Army. Målet i FVL är, ur US Army perspektiv, att ersätta arméns helikoptrar⁹⁶ med nästa generations plattformar. I över tre årtionden har armén genomfört inkrementell utveckling. Befintliga helikoptertyper bedöms inte längre kunna utvecklas så att de kan nå de krav som nu ställs vid framtida operationer i fysiska avreglingszoner (eng. *Anti-Access Area-Denial, A2/AD*) med avancerade luftvärnssystem (IADS). En helt ny generation av farkoster behöver därför utvecklas med bland annat avsevärt längre räckvidd och högre hastighet, bättre lägesuppfattning och kraftfullare verkanssystem.

Inom FVL bedrivs, utöver FUAS, två utvecklingsspår när det gäller utvecklingen av nya plattformar, *Future Attack Reconnaissance Aircraft* (FARA) och *Future Long-Range Assault Aircraft* (FLRAA). Båda dessa avses vara optionellt bemannade och ska kunna flygas autonomt utan personal ombord. Första flygningen med prototyper förväntas genomföras 2022 (FARA) och 2024 (FLRAA).

FARA ska kunna flyga i över 380 km/h och genomföra spanings- och attack-uppdrag, samt genomföra telekrigsinsatser⁹⁷. Den ska även vara liten och kunna operera på låga höjder (under takhöjd) i storstäder och på så sätt ha möjlighet att dölja sig i radarklutter och bakom byggnader. FLRAA är avsedd för bland annat attackuppdrag, transporter och MEDEVAC (eng. *Medical Evacuation*). Den förväntas kunna flyga mer än 40 mil i en hastighet av 425 km/h med fyra personers besättning och 12 soldater⁹⁸. Två alternativ för FLRAA är Sikorski-Boeing *SB-1 Defiant* och Bell *V-280 Valor*.

5.2.4 Ryssland

Under kalla kriget var utvecklingen av UAV:er i paritet med den som skedde i väst men utvecklingen stagnerade efter Sovjetunionens fall [1]. En enkel ISR UAV, *Pchela-1T*, utvecklades under 1980-talet och den har varit i operativ drift sedan 1990. Ryssland utvecklade och driftsatte sin första moderna taktiska UAV, *Forpost*, så sent som 2014. Det är en licensbyggd version av den israeliska *Searcher2*.

Utvecklingen därefter har däremot varit snabb och Ryssland satsar idag stora resurser på inhemsk utveckling av UAV:er. Det finns flera stora industrier i

⁹⁶ UH-60M *Black Hawk*, AH-64E *Apache* och CH-47F *Chinook*.

⁹⁷

www.army.mil/article/204513/new_army_aircraft_will_be_durable_lethal_unmanned_for_modern_conflicts

⁹⁸ vtol.org/files/dmfile/fvl-vf_septoct_20191.pdf

Ryssland, bland annat Special Technology Center (STC), Sukhoi Design Bureau, Enics JSC, Zala Aero Group och Kalashnikov Group. Idag använder Rysslands väpnade styrkor ett flertal stridstekniska och taktiska UAV:er. De används i första hand till ISTAR och för elektronisk signalspaning och störning [1].

5.2.4.1 Utvecklingstrender

Exempel på viktiga trender i den ryska utvecklingen av UAV:er:

- Utvecklingen och införandet av obemannade system går osedvanligt snabbt. Detta har åstadkommits genom en kombination av snabbt beslutsfattande och fokus på system som är enkla, billiga och snabbt går att producera [20].
- Till stor del på grund av sanktionerna har utvecklingen de senaste åren även fokuserat på att utveckla komponenter, sensorer och system som ersätter importerade motsvarigheter.
- Ryssland genomför utvecklingsprojekt inom alla klasser av UAV:er.

Stridstekniska och mindre taktiska UAV:er används operativt sedan några år och nu pågår utvecklingen av större beväpnade UAV:er. Företaget Kronstadt (KT) utvecklar exempelvis två versioner, där *Orion* är en *Medium Altitude Long Endurance* (MALE) medan *Orion-2* är en *High Altitude Long Endurance* (HALE) UAV.

5.2.4.2 Operativa system

Ryssland bedöms ha drygt 2 000 operativa UAV:er, varav ca 1 000 är av typen *Orlan-10*⁹⁹, över 200 *Eleron-3* och knappt 100 *Forpost*¹⁰⁰. Ryska UAV:er har flugit över 23 000 uppdrag, motsvarande 140 000 flygtimmar, i Syrien [4]. Planen är att införa 300 nya UAV:er årligen de närmaste åren¹⁰¹. De vanligast förekommande UAV:erna som är i operativ drift är

- Eleron-3 (och en ny Eleron-7)
- Granat-4
- Grusha
- Korsar
- Pchela-1T
- Forpost

⁹⁹ www.c4isrnet.com/unmanned/2019/09/10/will-russia-replace-orlan-orbits-with-feniks-flocks/

¹⁰⁰ www.interfax.com/newsinf.asp?id=922438

¹⁰¹ www.c4isrnet.com/unmanned/2019/08/13/will-this-hybrid-drone-give-russia-a-high-altitude-advantage/

- Orlan-10
- Orion

Ryssland använder operativt framförallt mindre UAV:er, exempelvis *Eleron-3*, *Granat-4* och *Orlan-10*. *Eleron-3* är en UAV som har formen av en deltagare, som väger ca 5 kg och kan bära en sensorlast på 1 kg. Den flyger i hastigheter av 100 km/h och den maximala flyghöjden är 4 000 m. En ny version, *Eleron-7*, är under införande. *Granat-4* har en maximal startvikt på 30 kg och kan bära sensorer och annan utrustning som väger maximalt 3 kg. *Grusha* är en nyligen införd stridsteknisk spanings-UAV som är den första operativa handkastade UAV:n (övriga system startar med hjälp av en katapult). *Korsar* är även den ny och den kan användas för ISTAR men även i telekrigstillämpningar. Den väger 200 kg och har ett vingspann på 6.5 m. Den har en angiven maximal räckvidd på 120 km och en maximal hastighet på 150 km/h.

Orlan-10 används för exempelvis inriktning av artillerield, signalspaning mot fientlig artilleriradar och störning av civila kommunikationssystem. Ett exempel på användningen av *Orlan-10* för signalspaning är att den används inom artilleriet för lokalisering av fientlig artilleriradar, som därefter utgör det prioriterade målet för den första artillerisalvan. I andra system (*RB-341V Leer-3*) används den för att störa ut civila kommunikationssystem. Både *Orlan-10* och *Eleron-3* har använts i både Syrien och östra Ukraina [17]. *Orlan-10* används ofta i en grupp på två eller tre RPA:er där den första används för rekognosering från en höjd av 1-1.5 km, den andra används för elektronisk krigföring och den tredje som en relänod som överför information till markstationen¹⁰². *Orlan-10* kan även släppa ner störare på marken. Telekrigssystemet kan sedan störa ut befintliga civila basstationer och ta över basstationernas plats i nätverket¹⁰³.

Forpost utför huvudsakligen spaningsuppdrag och den är utrustad med EO/IR-sensorer. År 2018 fanns ungefär 30 system i drift inom den ryska armén, där varje system består av tre UAV:er och en markbaserad kontrollstation (*Ground Control Station*, GCS). Under 2019 påbörjades leveranser av en uppgraderad version, *Forpost-M*, med bland annat inhemskt utvecklade datalänkar och sensorer. Den är avsedd att kunna distribuera videoströmmen direkt även till förband på marken för snabbare utnyttjande av informationen. *Forpost-R* är under utveckling och den kommer att utrustas med radar och signalspaningsutrustning, vilket medger förbättrade möjligheter till spaning, samt detektion och inmätning av mål under svårare väderförhållanden¹⁰⁴. De senare versionerna av *Forpost* består endast av inhemskt utvecklad materiel och serieleveranser påbörjas under 2020.

¹⁰² www.unian.info/war/2323611-ukrainian-troops-shoot-down-russian-drone-in-ato-zone.html

¹⁰³ www.armyrecognition.com/may_2018_global_defense_security_army_news_industry/more_orlan-10_drones_for_russian_army_in_may.html

¹⁰⁴ www.interfax.com/newsinf.asp?id=922438



Figur 5.8: Exempel på ryska operativa UAV:er. En taktisk UAV (Forpost) och två stridstekniska UAV:er (Orlan-10 och Eleron-3). (CC Attribution 4.0 och Public domain)

*Orion*¹⁰⁵ är en MALE UAV där serieproduktion nyligen påbörjades (företaget sägs ha kapacitet att producera upp till 30 *Orion* årligen). *Orion* har ett vingspann på 16 m, den väger ett ton och har med en typisk nyttolast på 60 kg en bedömd räckvidd på 250 km, hastighet av 120 km/h, uthållighet på 24 timmar och en maximal flyghöjd på 7 500 m. Den behöver en 900 m lång landningsbana. De första prototyperna var avsedda för spaningsuppdrag och de har flugit uppdrag över Syrien under 2019. Bestyckade versioner har även presenterats där de utrustats med en 50 kg laserstyrd bomb. *Orion* är utrustad med EO/IR-sensorer, Phazotron-NIIR MF-2 X-bandsradar eller signalspaningsutrustning. Den har en maximal bärförmåga av 200 kg. En version, *Orion-E*, är även avsedd för export.

5.2.4.3 Exempel på utvecklingsprojekt

Nya stridstekniska UAV:er utvecklas kontinuerligt men Ryssland prioriterar utvecklingen av nya generationer av MALE/HALE UAV:er och beväpnade UAV:er (med integrerad *Hunter-Killer* förmåga motsvarande *Predator* och smyganpassade UAV:er som kan fungera som obemannade stridsflygplan för bekämpning på djupet i fientligt territorium eller som en *loyal wingman*).

Feniks presenterades vid flygutställningen MAKS 2019 som en möjlig ersättare till *Orlan-10*. Den bedöms ha en högre tillförlitlighet och kan bära en något tyngre sensorlast. En avgörande faktor kan vara om den byggs av inhemska komponenter, då *Orlan-10* tros använda importerade ISR-sensorer¹⁰⁶.

En hybrid-UAV, *Fixar*, som kan flyga både som en multikopter eller ett traditionellt flygplan, förevisades vid MAKS 2019. Flygtiden för en multirotor UAV är betydligt kortare och genom att utveckla hybridplattformar kan uthålligheten ökas betydligt medan fördelarna med vertikal start och landning kvarstår. För stridstekniska UAV:er löses detta oftast genom att rotorerna kan tiltas beroende på önskad flygmod, medan den ryska *Fixar* UAV:n istället har en design där hela flygkroppen istället ändrar riktning medan de fyra rotorerna är i

¹⁰⁵ www.ainonline.com/aviation-news/defense/2019-09-10/enlarged-derivative-orion-uav-under-development/

¹⁰⁶ www.c4isrnet.com/unmanned/2019/09/10/will-russia-replace-orlan-orbits-with-feniks-flocks/

en fix position. *Fixar* väger ca fem kilogram och den ska kunna flyga i 140 km/h med en räckvidd på 50 km. Den har enligt medieuppgifter designats för flygning på höga höjder och i starka vindar.

Företaget Enics förevisade nyligen en multikopter, benämnd *Veer*. Den är avsedd för ISR men den kan även bära exempelvis handgranater eller mindre sprängladdningar.

En *mock-up* av en HALE UAV, *Orion-2*, förevisades vid MAKS 2019. Den har ett vingspann på 30 m och kommer att väga omkring fem ton och ha möjlighet att bära laster på upp till ett ton, vilket ger möjlighet att även använda den för logistiktransporter eller bombfällning. Maximal flyghöjd anges till 12 000 m och räckvidden och hastigheten påstås kunna nå 5 000 km respektive 300 km/h. Målsättningen är att nå en uthållighet på 40 timmar. De första flygproven bedöms ske 2023.

Två andra intressanta exempel på prototypsystem som nyligen genomgått sina första flygprover är *Altius-U* som delvis är en motsvarighet till den amerikanska *RQ-4 Global Hawk*, som troligen även blir bestyckad, och *Okhotnik* som är en smyganpassad UCAV (*Unmanned Combat Air Vehicle*) avsedd för stridsuppgifter.

5.2.5 Patrullrobotar (loitering munitions)

Patrullrobotar kan beskrivas som en UAV med spaningssensorer men som också har en integrerad verkansdel. Efter att de avfyrats flyger de till ett dedikerat område och patrullerar över detta ("loitering") och genomför spaning. De flesta systemen sänder tillbaks en videoström till en operatör som kan välja ut ett mål som ska bekämpas. De kan därefter automatiskt följa ett utvalt mål och bekämpa stationära och rörliga markmål, men operatören kan även avbryta insatsen och beordra systemet att återgå till en spaningsuppgift. Vissa större system, som det Israeliska *Harpy NG*¹⁰⁷, kan även automatiskt fatta insatsbeslut, t.ex. då den detekterar en sändning från en fientlig luftvärnsradar på en specifik frekvens [1].

Ett flertal länder använder idag operativt olika typer av patrullrobotar¹⁰⁸. Israel och USA utvecklar de mest avancerade systemen men även länder som Polen, Kina, Turkiet och Iran har utvecklat enklare varianter. Även industri i Ryssland har nyligen demonstrerat ett sådant system, benämnd *Lancet*¹⁰⁹.

I tabell 5.4 ges en sammanställning av olika mindre patrullrobotar som kan bäras av en soldat eller där multipla enheter kan placeras på en UGV. Dessa kan avfyras av soldater eller från land-, sjö- och flygplattformar. De har elektrisk

¹⁰⁷ www.iai.co.il/p/harpy

¹⁰⁸ dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf

¹⁰⁹ weaponews.com/weapons/65352208-the-company-zala-and-loitering-munitions-lancet.html

framdrivning vilket ger en låg akustisk och termisk signatur. Den här typen av vapen ger även lätta förband möjlighet till precisionsbekämpning, som ett billigare och lättare alternativ till exempelvis granatkastare mot framförallt mjuka mål som avsutten trupp och obepansrade fordon.

Ett exempel på utvecklingen av små stridstekniska UAV:er med möjlighet till bekämpning är AeroVironment's *Switchblade*¹¹⁰ som både kan skicka en videoström tillbaka till operatören och sedan kan bekämpa mål, stationära eller rörliga, som operatören pekar ut på sin skärm. De integrerade EO/IR-sensorerna medger bekämpning dag som natt. Uthålligheten är begränsad, endast 10-15 minuter, men den väger å andra sidan endast 2.5 kg. Den kan avfyras från en tub av en ensam soldat, eller så kan multipla *Switchblade* avfyras från en s.k. *Multi-Pack Launcher* (MPL) från marken, fordon eller fartyg. En MPL med sex *Switchblade* väger 73 kg och den kan laddas om på under en halv minut.

US Army har använt *Switchblade* i bland annat Afghanistan sedan 2012, bland annat som skydd av framskjutna posteringar och baser som en respons vid fientlig beskjutning. De vidareutvecklade och utvärderade *Switchblade* som ett av alternativen inom programmet *Lethal Miniature Aerial Missile System* (LMAMS). En viktig förbättring i den nya versionen, Block 10C som färdigställdes 2016, var ett nytt kommunikationssystem som ger en ökad räckvidd, möjlighet att operera ett större antal enheter i samma område samt ett säkrare, krypterat radiogränssnitt¹¹¹. *Switchblade* Block 10C leds med samma handhållna kontrollstation, och är utrustad med samma digitala datalänk, som AeroVironment's andra stridstekniska UAV:er (exempelvis *WASP III*, *Puma* och *Raven*). Det innebär att målkoordinater kan länkas från dessa UAV:er till en *Switchblade*, samt att de kan agera som relästationer till *Switchblade* för ökad robusthet. *Switchblade* är utrustad med en militär SAASM (*Selective Availability Anti-Spoofing Module*) GPS-mottagare¹¹². Även marinkåren i USA använder *Switchblade*. Marinkåren publicerade dock förra året en RFI riktad mot ett bärbart system med räckvidder mellan 25 och 50 km. Ett sådant system skulle kunna fungera som ersättare till den nyligen avvecklade 120 mm granatkastaren *M327*¹¹³. AeroVironment har även utvecklat en ISR UAV, *Blackwing*, utifrån *Switchblade*. Den har en uthållighet på över en timme och kan även skjutas ut med tub från ubåtar eller autonoma undervattensplattformar som befinner sig strax under ytan.

¹¹⁰ www.avinc.com/uas/view/switchblade

¹¹¹ www.defenseindustrydaily.com/us-army-brings-a-switchblade-to-a-gun-fight-07071/

¹¹² news.usni.org/2016/05/16/aerovironment-to-supply-blackwing-mini-uavs-for-navy-attack-guided-missile-submarines

¹¹³ www.thedrive.com/the-war-zone/20370/marines-corps-eyes-man-portable-suicide-drones-to-blast-targets-on-land-and-at-sea

Ett större exempel på patrullrobot är den Israeliska *Green Dragon*¹¹⁴ som utvecklats av Israeli Aerospace Industries (IAI). Den väger 16 kg (25 kg med utskjutningstubb) och är utrustad med kameror för dag- och nattförhållanden och den har en stridsdel som väger tre kilogram. *Green Dragon* har en uthållighet på 2 timmar och en räckvidd på 40 km.

Det israeliska företaget Uvision har utvecklat *HERO*-serien¹¹⁵ som består av nio olika alternativ med olika storlek och bekämpningsförmåga, där den minsta patrullroboten väger 1.8 kg och den största väger 125 kg. De mindre versionerna skjuts upp pneumatiskt från en tub. Beslut om bekämpning fattas av operatören utifrån videoströmmen och bekämpningen kan även avbrytas av operatören. De kan återanvändas och landar då i ett förvalt område med fallskärm.

Gemensamt för de bärbara systemen är att operatören beslutar om vilket mål som ska bekämpas. Bekämpningen kan ske vertikalt eller (nästan) horisontellt, och det är möjligt att utveckla tekniken så att flera enheter bekämpar ett mål samtidigt. *Switchblade* kan endast användas en gång medan de andra systemen kan återanvändas.

Raytheon's *Coyote* utvecklades ursprungligen genom ett uppdrag för *Office of Naval Research* (ONR) som experimentplattform för forskning inom svärmar av UAV:er. Den utvecklas nu vidare för att kunna genomföra olika typer av uppdrag, såsom ISR, kommunikationsrelä, telekrigssensor eller som en patrullrobot. *Coyote* är större än *Switchblade* och den har en längre uthållighet. En potentiell fördel med *Coyote* är även att kostnaden är lägre än för en *Switchblade*, priset bedöms vara ca 20 000 dollar (detta innefattar däremot inte verkansdel och målföljarealgoritmer).

Både *Coyote* och *Switchblade* har även integrerats i system för att bekämpa andra fientliga UAV:er (*Counter-UAS*). *Coyote Block 2* har exempelvis integrerats i Raytheons *Howler* C-UAS system. En Ku-bandsradar detekterar och följer UAV:erna och bekämpning kan genomföras med en *Coyote* som utrustats med en fragmenteringsstridspets som detonerar strax innan den når UAV:n (*proximity detonation*). Även telekrigssystem integreras och kinetiska alternativ används endast om dessa inte är effektiva. Utvecklingen pågår även av system som kan bekämpa UAV:er med laser. *Howler* kan opereras från två fordon och kan även användas för skydd av tillfälliga framskjutna baser.

5.2.6 Svärmar

Svärmar av UAV:er beskrivs ofta som en teknik med möjlig framtida disruptiv potential som kan förändra spelplanen när det gäller militära operationer.

¹¹⁴ www.iai.co.il/p/green-dragon

¹¹⁵ www.uvisionuav.com/our-technology/

Tabell 5.4: Sammanställning av nominell prestanda för mindre patrullrobotar.

	Modell	Vikt [kg]		Uthållighet [minuter]	Räckvidd [km]	Sensorer
		Plattform	Verkansdel			
AeroVironment (USA)	Switchblade (Block 10C)	2.5	N/A ¹¹⁶	15	10	EO/IR, stabiliserad elektronisk pan-tilt-zoom
Raytheon (USA)	Coyote	6.4	1.8	90	40	Modulär
Uvision (Israel)	Hero-20	1.8	0.2	20	10	Gimbal-stabiliserade EO/IR-sensorer
	Hero-30	3	0.5	30	40	
	Hero-70	7	1.2	45	40	
	Hero-120	12.5	3.5	60	40	
IAI (Israel)	Green Dragon	15	3	90	50	Gimbal-stabiliserade EO/IR-sensorer
Zala Aero Group (Ryssland)	Lancet-1	5	1	30	-	-
	Lancet-3	12	3	40	40	

Visionärerna beskriver att ett stort antal små och billiga UAV:er kan samarbeta och exempelvis bekämpa och neutralisera avancerade fientliga mål. En svärm av autonoma (självkonfigurerande) UAV:er kan exempelvis bestå av hundratals plattformar med förmåga till spaning och bekämpning (inbyggd verkansdel) som gemensamt anpassar sitt uppträdande för att bekämpa ett mål. Nyckeln till

¹¹⁶ Levereras av Orbital ATK med olika funktionalitet. Standardverkansdelen motsvarar en 40mm granat.

framgång bedöms vara möjligheten att genomföra attacken samtidigt med så många UAV:er att fiendens förmåga att bekämpa dessa inte räcker till. Själva grundförutsättningen för att kunna åstadkomma dessa svärmar är att kostnaden för de enskilda plattformarna är låg.

Olika aktörer, exempelvis Intel och organisationer i Kina, har demonstrerat möjligheten att från en kontrollstation styra ett stort antal små UAV:er och skapa imponerande ljusshower och animeringar. Intel visade vid OS-invingningen 2018 en (förinspelad) show där de med sin plattform *Shooting Star* samtidigt använde över 1 200 UAV:er. De UAV:er som Intel använder är ungefär tre decimeter i diameter och har en uthållighet på ungefär 20 minuter. De kommunicerar dock inte med varandra utan styrs individuellt från kontrollstationen, alternativt är de förprogrammerade, och de är beroende av GNSS-mottagare för att hitta sina positioner. Det är en betydande forskningsutmaning att utveckla algoritmer som medger att de kan uppvisa det eftertraktade autonoma beteendet där svärmens individer själva förhandlar sinsemellan och avgör vad de olika individerna ska göra.

Följande framtida användningsområden för UAV-svärmar återkommer i diskussionerna om möjligheterna med svärmar i militära operationer:

- Bekämpning av moderna luftvärnssystem (*Suppression of Enemy Air Defence, SEAD*).
- Spaning och övervakning i städer, i stora byggnader eller underjordiska komplex (exempelvis tunnlar och grottor).
- Elektronisk störning och signalspaning.
- Möjligheten att skapa fysiska avreglingszoner (*A2/AD*).
- Skydd mot fientliga svärmattacker¹¹⁷

SEAD beskrivs ofta som en av de mest intressanta tillämpningarna av svärmar. Genom att med ett stort antal UAV:er samtidigt attackera från olika riktningar mättas fiendens förmåga att bekämpa dessa UAV:er. Förhoppningen är då att några av UAV:erna når igenom och kan bekämpa fientlig luftvärnsradar eller luftvärnsmissiler. Detta koncept ställer höga krav på UAV:erna i form av förmåga att identifiera och klassificera mål, genomföra koordinerad bekämpning från flera håll simultant och analysera utfallet efter en attack (*Battle Damage Assessment, BDA*). Med hänsyn tagen till utvecklingen av patrullrobotar så är det sannolikt möjligt att inom fem år realisera ett system med ett antal samverkande plattformar som koordinerat kan genomföra en sådan attack. De första UAV:erna kommer däremot att vara dyra och den kritiska frågan är hur många UAV:er som

¹¹⁷ warontherocks.com/2015/03/counter-swarm-a-guide-to-defeating-robotic-swarms/

behövs för att nå den önskade effekten och om det blir ett kostnadseffektivt alternativ.

Ett exempel på hur en fysisk avreglingszon skulle kunna skapas är genom att sända upp ett större antal samverkande patrullrobotar som cirklar runt ett fördefinierat område. Med sina spaningssensorer kan de detektera, identifiera och lokalisera fordon som rör sig in i området. Beslut om bekämpning kan fattas av en operatör baserat på realtidsvideo som sänds tillbaka till markstationen. Syftet är att förhindra att exempelvis fientliga stridsvagnar och stridsfordon kan passera ett utvalt geografiskt område. Ett system med samverkande UAV:er som leds av en operatör, där några UAV:er genomför bekämpning och resterande fortsätter cirkla och genomför BDA och allokera fler UAV:er för bekämpning tills målet är utslaget, kan ur ett tekniskt perspektiv utvecklas inom några år om det baseras på befintliga patrullrobotar som *Switchblade* eller *HERO-serien*.

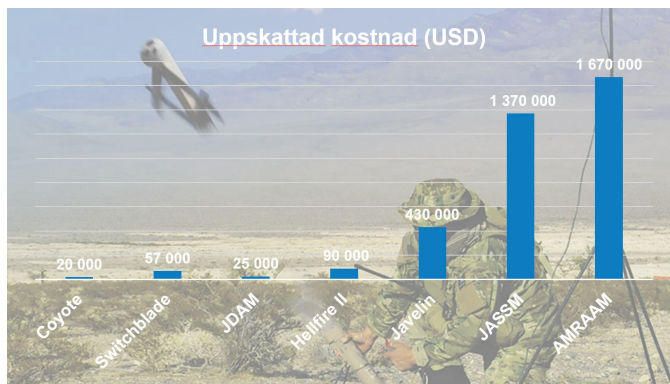
Ur ett tekniskt perspektiv är det sannolikt möjligt att inom fem till tio år baserat på exempelvis kommande generationer av patrullrobotar utveckla system med ett större antal samverkande UAV:er som kan användas för SEAD och A2/AD. Den intressanta frågan som behöver analyseras är om ett sådant koncept är kostnadseffektivt i jämförelse med andra alternativ. Kostnaden för patrullrobotar kommuniceras sällan öppet av leverantörerna men 2016 bedömdes en *Switchblade* ha ett pris på ca 70 000 dollar¹¹⁸. Priset påverkas naturligtvis även av inköpsvolymen. I US Army budgetanspråk av inköp av LMAMS inför 2019 angavs en styckekostnad på drygt 57 000 dollar¹¹⁹. Till detta tillkommer kostnad för träningssimulatorer (25 000 dollar) och träningsmissiler (44 000 dollar). US Army planerade även att anskaffa 10 MPL (81 000 dollar).

En svärm med *Switchblade* kommer även om några år vara ett dyrt alternativ. Om de kan återanvändas kan detta eventuellt utgöra ett möjligt framtida alternativ. Det är inte troligt att en svärm som ska användas till att bekämpa bepansrade fordon enligt detta koncept inom åtminstone det närmaste årtiondet kan utgöras av enkla, billiga plattformar. Motiveringen till detta antagande är att plattformarna behöver utrustas med sensorer för dag- och nattförhållanden, avancerade algoritmer för detektion, klassificering och följning av mål, robusta kommunikationssystem som kan hantera fientliga telekrigsinsatser, samt kapabla verkansdelar.

Som nämndes tidigare så kan ett större antal *Coyote* eller patrullrobotar utgöra basen för utvecklingen av svärmar om de utrustas med möjlighet att kommunicera sinsemellan och algoritmer som avgör hur de ska nå ett kollektivt beslutsfattande. Det är dock intressant att genomföra en grov analys av kostnaden för ett sådant alternativ.

¹¹⁸ www.fool.com/investing/general/2016/05/11/aerovironment-will-upgrade-the-switchblade.aspx

¹¹⁹ www.dacis.com/budget/budget_pdf/FY19/PROC/A/6870C88001_14.pdf



Figur 5.9 Jämförelse av estimerade kostnader för olika styrda vapen i USA. Coyote UAV, Switchblade, Joint Direct Attack Munition (JDAM), AGM-114R Hellfire II, FGM-148F Javelin, Joint Air-to-Surface Standoff Missile (JASSM) och AIM-120D AMRAAM. Styckepris för Switchblade baserat på US Army budgetmotivering för LMAMS¹²⁰. Kostnadsestimat baserat på data från [36]. Kostnaderna är svåra att estimera med hög tillförlitlighet då de angivna budgetarna för inköp även kan omfatta andra aspekter som utveckling, utbildning och logistik.

I [36] beskrivs kostnaderna i USA under FY19 för ett antal större materielprojekt, och därur kan estimat för kostnaden erhållas för ett antal olika vapensystem. Kostnaden för Coyote (utan verkansdel och avancerade målföljare) bedöms vara 20 000 medan kostnaden för Switchblade är ca 57 000 dollar. Mogna vapensystem som JDAM (Joint Direct Attack Munition) och Hellfire II bedöms kosta 25 000 och 90 000 USD vardera. En översikt av de estimerade kostnaderna för olika styrda vapen anges i figur 5.9. JDAM består huvudsakligen av en konverteringssats, med GPS-styrning stöttad av tröghetsnavigering, som gör en traditionell bomb till en precisionsstyrd bomb.

På kort sikt är det inte troligt att kostnaden för avancerade missiler kommer att reduceras avsevärt då de är mogna produkter. Kostnaden för en UAV med en avancerad målsökare (dag- och nattsensorer och tillhörande mjukvara), effektiv verkansdel och robusta navigerings- och kommunikationssystem som kan hantera den elektroniska krigföring som kan förväntas i ett nationellt försvarsscenario förväntas inte reduceras dramatiskt under den närmaste tioårsperioden.

ONR har finansierat utvecklingen av svärmar genom programmet LOCUST (Low-Cost UAV Swarming Technology) där Raytheon's Coyote UAV används som experimentplattform. En Coyote UAV utgör dock ännu ingen lågkostnadsplattform. DARPA (Defence Advanced Research Project Agency) i USA genomför projektet GREMLINS där målet är att efter uppdraget fånga upp

¹²⁰ www.dacis.com/budget/budget_pdf/FY19/PROC/A/6870C88001_14.pdf

återstående UAV:er med ett moderfartyg och återanvända dessa i kommande uppdrag. Detta koncept kan vara en väg att göra svärmar mer kostnadseffektiva. OFFSET (*Offensive Swarm Enabled Tactics*) är ett annat DARPA-projekt som studerar användningen av svärmar av UAV:er.

Att genomföra spaning och övervakning i urbana miljöer med ett större antal samverkande UAV:er, som kan flyga i trädtopphöjd längs med gator och även upptäcka mål i en carport eller i raserade byggnader, kan troligen realiseras inom tio år. De kan då samarbeta och gemensamt besluta om och fördela övervakningsområden. Om sådana operationer ska genomföras under fientliga telekrigsinsatser är utmaningen dock svårare då robusta kommunikations- och navigationssystem med stringenta krav på storlek, vikt och kostnad saknas idag och behöver utvecklas.

I [22] diskuteras riskerna med att enkla UAV:er, som kapitaliserat på den snabba civila utvecklingen inom området, i framtiden kan utgöra ett hot även mot militära flygplan och helikoptrar. Idéen som presenterades var att ett större antal enkla UAV:er skickas upp och fungerar som ett slags rörliga lufthinder (*barrage defence*) eller minor som i förlängningen även kan ges förmågan att detektera, identifiera, lokalisera och attackera flygplan. Även utan verkansdel kan UAV:er orsaka viss skada på flygplan, då en kollision bedöms kunna generera allvarligare skador än en fågelkollision [22]. Artikeln diskuterar i första hand hotet från svärmar av små, enkla och billiga UAV:er som potentiellt skulle kunna utgöra ett lågkostnadsvapen. Den kommersiella utvecklingen inom området små UAV:er är snabb och kostnaden förväntas fortsätta minska. Som demonstrationerna av svärmar vid exempelvis OS-invigningen visat så är det redan idag möjligt att skapa en ridå, ett nät, med hjälp av en svärm av små UAV:er som kan flyga i fördefinierade, eventuellt slumpmässiga, mönster. Detta alternativ bör dock mer ses som ett skydd mot framförallt helikoptrar och UAV:er då ytan som kan skyddas eller blockeras är relativt liten.

Dagens svärmplattformar är dock helt beroende av GNSS-mottagare och kan enkelt störas ut, men det är tekniskt möjligt att vidareutveckla UAV:erna så att de kan genomföra enkla uppdrag (som att skapa ett nät) utan GNSS. För att bli ett relevant alternativ i scenariot nationellt försvar är det troligt att UAV:erna behöver någon form av verkansdel och intelligens, vilket riskerar att åtminstone i ett kort perspektiv vara starkt kostnadsdrivande. Uthålligheten och räckvidden för dessa mindre UAV:er bedöms även den närmaste femårsperioden vara kort, 30 till 60 minuter, vilket medför att de kan behöva en moderplattform som transporterar dem till operationsområdet.

Hotbilden från motståndare som kan välja tid på dygnet, miljö och mjuka mål, från civila drönare som bär på enkla sprängladdningar existerar redan idag. Ryska baser (flygbasen Khmeimim och basen vid hamnen Tartus) i Syrien

attackerades i början av 2018 av UAV:er som bar på IED:er. Vid en av attackerna användes 13 egenbyggda UAV:er samtidigt. Enligt ryska källor¹²¹ stoppades sju av dessa UAV:er med hjälp av telekrigssystem och resterande sköts ned, bland annat med hjälp av luftvärnssystem (*Pantsir S*). Attackerna beskrivs ofta i media som genomförda med en svärm av UAV:er men de hade ingen möjlighet att samarbeta utan de flög med hjälp av GNSS-mottagare i en förplanerad rutt. Fjärrstyrda kommersiella enkla UAV:er försedda med en anordning som kan släppa handgranater och andra mindre sprängämnen har även använts av terrororganisationer i Syrien och Irak¹²². Ett ryskt företag visade även vid årets armémässa upp en multiroter-UAV (Enics *Veer*) som bar på en handgranat.

Ett fåtal månader efter attackerna mot de ryska baserna aktiverades en kraftig störsändare som stör ut civila GNSS-mottagare på stora avstånd. Störningen har av forskare på University of Austin lokaliserats med hög tillförlitlighet till att härröra från den ryska Khmeimimbasen i Syrien [23]. Störningen pågår än idag och påverkar bland annat civilflyg i omgivande länder och i östra delarna av medelhavet. Även den militära GPS-frekvensen störs ut. Inom en snar framtid kommer kommersiella UAV:er att kunna navigera utan stöd av GNSS, exempelvis med hjälp av kamerabaserade navigeringstekniker. Tekniken har redan utvecklats av ett flertal forskningsorganisationer men det fungerar än så länge endast under goda visuella förhållanden. Denna utveckling medför att andra motmedel än telekrigssystem behöver utvecklas mot motståndare som kan välja ett gynnsamt tillfälle för sin attack.

Det är tydligt från exemplen ovan att billiga svärmar i framtiden kan utgöra ett framtida hot och vissa bedömare anser att det kan behövas motsvarande svärmar för att kontra dessa hot. Bland annat har *Coyote* lyfts som ett möjligt billigare alternativ vid luftförsvar mot billiga drönare¹²³. Som jämförelse kan nämnas att en *Coyote* (utan stridsdel) kostar hälften av vad en *FIM-92 Stinger* gör¹²⁴.

¹²¹ eng.mil.ru/en/news_page/country/more.htm?id=12157872@egNews

¹²² www.defenseone.com/technology/2017/01/drones-isis/134542/

¹²³ www.raytheon.com/news/feature/mind-swarm

¹²⁴ www.thedrive.com/the-war-zone/22223/army-buys-small-suicide-drones-to-break-up-hostile-swarms-and-potentially-more

6 Kritiska deltekniker – nuläge och kvarvarande utmaningar

Effektiv styrning och ledning av framtidens obemannade system är ett kritiskt område för obemannade system som förutsätter genomtänkta och intuitiva användargränssnitt. Ytterligare exempel på kritiska teknikområden är robusta kommunikations- och navigationssystem i telekrigsmiljöer och höggradigt automatiserad styrning. Genom att intensifiera övergången från fjärrstyrda system till system med höggradigt automatiserad ("autonom") styrning kan kommunikationsbehovet reduceras kraftigt vilket ökar möjligheterna att operera i telekrigsmiljöer. En grundförutsättning för att kunna införa denna autonomi är dock att plattformen kan estimerar sin egen position och orientering, även då satellitnavigeringssystemen är utstörda, vilket motiverar behovet av ett robust och noggrant navigeringssystem.

Utmaningar rörande ändringar av regelverk och riktlinjer som behöver genomföras för att möjliggöra införandet av obemannade system med högre grad av automation adresseras inte i denna rapport.

6.1 Ledning och styrning

Det framtida slagfältet förväntas innehålla ett väsentligt större antal obemannade system än vad som är fallet idag, vilket ställer nya krav på ledningen av dessa. Taktiska RPAS opereras idag av ett stort antal personer, såsom operatörer som flyger dem, analytiker som utvärderar sensordata vid spaningsuppdrag och drift- och underhållspersonal. Mindre soldatburna UAV:er¹²⁵ och stridstekniska UGV:er¹²⁶ används operativt av flera nationer för spaning inuti byggnader och tunnlar, eller för att se runt/över byggnader [14]. En erfarenhet som ofta nämns i sammanhanget är att dessa fjärrstyrda system ofta behöver en soldat som styr dem och ytterligare en soldat som skyddar operatören. En effektiv ledning av de framtida, framförallt stridstekniska, obemannade systemen förutsätter att en soldat eller specialiserad operatör kan leda flera plattformar samtidigt, vilket förutsätter en högre grad av autonomi. Autonom styrning ökar avsevärt möjligheterna till multiplattformstyrning men det förutsätter även att metoder och verktyg (användargränssnitt) utvecklas för detta.

Begreppet fjärrstyrning innefattar både *direkt radiostyrda system* där operatören kontinuerligt ser plattformen och *teleopererade system* där operatören på ett större avstånd styr plattformen baserat på realtidsvideo som skickas från

¹²⁵ Exempelvis FLIR *Black Hornet* eller AeroVironment *Snipe*.

¹²⁶ Endeavour Robotics *FirstLook* (<http://endeavorrobotics.com/products>) eller Recon Robotics *Throwbot2* (<https://www.reconrobotics.com/products/throwbot-2-robot/>).

plattformens elektrooptiska eller IR-sensorer (EO/IR) eller utifrån telemetridata. Användargränssnitten för fjärrstyrning och ledning av de obemannade systemen utgör en viktig komponent för att erhålla en hög operativ effekt. Det gäller framförallt för teleopererade system där operatörens förmåga att förstå situationen är väsentlig för dess förmåga att fatta bra beslut.

Teleopererade system behöver förses med operatörsstöd som exempelvis tillåter automatisk inbromsning eller väjning för hinder och varnar operatören om en UGV kör i en brant sluttning och riskerar att välta. Automatisk inbromsning utgör en säkerhetsfunktion för att undvika att köra över egna soldater¹²⁷. Erfarenheterna från den experimentering och utvärdering som genomförts internationellt visar på utmaningarna med teleopererade system exempelvis vid mörkerkörning.

Teleopererade system kan även kombineras med brytpunktsnavigering där plattformen förflyttar sig mellan fördefinierade positioner utan direkt styrning av operatören, men där denne kan ta över styrningen vid behov. Brytpunktsnavigering förutsätter att plattformen även har viss förmåga att upptäcka och undvika hinder (*obstacle avoidance*).

En annan intressant forskningsfråga rörande framtida ledning av obemannade system rör deras förmåga att förstå verbala instruktioner och kontext. Army research Lab (ARL) har under tio år lett ett forskningsprojekt, med deltagare från MIT, Carnegie-Mellon, NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL) och industri som Boston Dynamics, som studerat robotars förmåga att följa verbala instruktioner, förflytta sig i terräng och manipulera föremål [26].

6.1.1 UAV

För taktiska UAV:er ligger de kritiska utmaningarna främst på frågor rörande styrning och ledning av högradigt automatiserade UAV:er, samt möjligheterna att möta en motståndare med hög telekrigsförmåga. En väg framåt är genom en ökad autonomi vilket förutsätter att alternativa navigeringslösningar även utvecklas parallellt. Utmaningen är även att införa dessa inom ramen för aktuella regelverk, alternativt att påverka dessa. För mindre stridstaktiska system som skall flyga lägre är svårigheterna med att undvika hinder (eng. *obstacle avoidance*) ett mer krävande problem, där vissa lösningar kan samutnyttjas med utvecklingen på UGV-området, med hänsyn tagen till att en UAV kan utnyttja den tredje dimensionen för att undvika hinder. På den civila marknaden finns

¹²⁷ En olycka, som kunde fått en allvarlig utgång, inträffade med en THeMIS/TITAN UGV under övningen AWE18. UGV:n körde med för hög hastighet ned i en vattenfylld grop på en grusväg, varefter UGV:n ändrade riktning och körde på en soldat som gick bredvid vägen. Olyckan hände trots att ett av de viktigaste målen med övningen var att visa att en säker användning av obemannade system är möjlig.



Figur 6.1: Ryska minröjare i Aleppo (Foto: Mil.ru).

flera intressanta exempel som visar på utvecklingen inom området. *Skydio*¹²⁸ kan exempelvis följa en person som cyklar i skogen och upptäcka och väja för hinder under flygningen. Tekniken fungerar än så länge endast under goda visuella förhållanden. I mörker kan aktiva sensorer som LiDAR (eng. *Light Detection and Ranging*) användas men det ökar risken för att fienden ska upptäcka plattformen. Tekniker som säkerställer att UAV:erna inte kolliderar med andra UAV:er (eng. *collision avoidance*) utgör fortsatt en stor utmaning framförallt i mörker där sensorsystemets möjlighet att upptäcka hinder och andra bemannade och obemannade plattformar på tillräckligt långa avstånd är begränsad.

6.1.2 UGV

Det är lätt att dras med i den hype som omgärdar den civila utvecklingen av självkörande fordon. Betydande resurser satsas inom detta område internationellt, men även nationellt av exempelvis Scania, Volvo, Zenuity och Veoneer. Det är dock vanskligt att därifrån försöka dra paralleller till den militära utvecklingspotentialen. Det är viktigt att förstå att den militära utvecklingen är avsevärt mer krävande då fordonen ska kunna framföras i okända och ostrukturerade miljöer, terräng och under svåra väderförhållanden. Ett exempel på svårigheterna med raserade byggnader som kan uppstå i militära operationer illustreras i figur 6.1. Motståndaren kommer att försöka störa ut kommunikations- och navigations-system, men även plattformens sensorer. Självkörande bilar kan idag framföras i kända förkarterade miljöer. Tekniken för att köra automatiskt på mindre lands-, grus- och skogsvägar befinner sig fortfarande i sin linda.

¹²⁸ www.skydio.com

6.1.2.1 Exemplet med självkörande personbilar

Den civila utvecklingen av självkörande personbilar är drivande för utvecklingen av autonoma fordon och alla större bilföretag utvecklar denna teknik. Även icke-traditionella bilföretag som Google (Waymo) ligger långt fram i utvecklingen. Självkörande bilar kör på stadsgator i 25 städer i USA, bland annat i storstäder som San Francisco och Washington. Hastigheten de får köra i är dock begränsad och syftet med dessa körningar är främst att samla in data för den fortsatta utvecklingen av navigationssystem (kartering) och autonomi.

Den civila fordonsindustrin arbetar utifrån följande fem ungefärliga automationsnivåer:

1. Förarstöd ("*hands on*"), som hjälper föraren i vissa trafiksituationer (automatisk styrning, acceleration *eller* inbromsning).
2. Delvis automatisering ("*hands off*"), med minst två automatiska funktioner (filhållning, inbromsning för hinder, adaptiv farthållare).
3. Villkorad automatisering ("*eyes off*"), där bilen kör själv under vissa givna förhållanden (motorvägar, bilköer, etc). Föraren förväntas vara beredd att snabbt ta över kontrollen om systemet får problem.
4. Hög automatisering ("*mind off*"), där bilen klarar sig helt själv i ett större antal scenarion. Föraren ska inte behöva ingripa, bilen löser själv de problem som uppstår. I scenarion där människan behövs, exempelvis vid körning på små grus- eller skogsvägar eller under svårare vinterförhållanden, kan bilen stanna och övergå till manuell körning enligt nivå 2.
5. Självständigt ("*steering wheel optional*"), där bilen klarar alla typer av körning och trafik helt självständigt.

Det finns idag många automatiska hjälpsystem i personbilar och lastbilar som är avsedda att öka säkerheten och bekvämligheten för föraren. Volvo befinner sig exempelvis idag på nivå 2 men genomför försök med automatisk körning på utvalda avsnitt av motorvägar runt Göteborg (motsvarande nivå 4). Tesla och Audi A8 *auto pilot*, som kör självt i bilköer med hastigheter upp till 60 km/h, bedöms ligga på nivå 3. Det finns dock betydande utmaningar med införandet av nivå 3 när det gäller att få chauffören att kontinuerligt övervaka systemet och vara beredd att ta över kontrollen då systemet fallerar. Flera dödsolyckor har skett i USA, med fordon från exempelvis Tesla och Uber, där chauffören litat på systemet och slutat övervaka systemet. Chaufförerna har då inte ingripit när systemet inte upptäckt (eller inte agerat på denna information) stillastående fordon i samma fil eller människor som korsar vägen. De olika tillverkarnas system fungerar olika vilket gör det svårt för en människa som byter fordon att lära sig att förstå begränsningarna i den bil som framförs. Volvo har beslutat sig för att inte utveckla fordon på nivå 3 utan utvecklar automatiseringsnivå 4 direkt. Det bedöms vara en mer ansvarsfull utvecklingslinje.

Kostnaden för sensorerna är hög, vissa biltillverkare bedömer att de vid serieproduktion kan komma att kosta runt 10 000 dollar men de flesta av de testsystem som används idag kostar troligen omkring 140 000 dollar¹²⁹. Kostnaden för framförallt LiDAR-sensorer har minskat i snabb takt det senaste året men kostnaden för det färdiga systemet bedöms vara väsentligt högre än 10 000 dollar de närmaste fem till tio åren.

Bilindustrin har haft som mål att fordon på nivå fyra ska vara utvecklade redan år 2021. De olyckor som skett har dock tydligt visat på bristerna med tekniken. Vår bedömning är även att riskerna från, och konsekvenserna av, avsiktliga attacker mot självkörande fordonens mjukvara (cyberattacker), navigeringssystem och sensorer inte har adresserats i tillräcklig grad. Gartner presenterar årligen en s.k. *Hype Cycle for Emerging Technologies* och deras bedömning är att fordon med autonominivå fyra och fem inte kan förväntas få ett genomslag de närmaste tio åren¹³⁰. Det är svårt att bedöma utvecklingshastigheten men detta estimat ligger i vår bedömning troligen närmare det verkliga utfallet.

6.1.2.2 Den militära utvecklingen

US Army *Ground Vehicle Systems Center* (GVSC) utvecklar teknik som möjliggör att fordon kan konverteras till fjärrstyrda eller autonoma UGV:er med hjälp av konverteringsutrustning (*appliqué kits*) [25]. Konverteringen kräver specifik utveckling för de separata fordonen då de ännu inte har s.k. *drive-by-wire* elektronik i massproducerade fordon. GVSC har konverterat över 20 fordon och de använder alla samma typ av sensorer, datorer och mjukvara men vissa fordon har endast möjlighet att använda begränsade funktioner i mjukvaran. Detta system finns installerat i exempelvis Oshkosh's 10-hjulade PLS (*Palletized Load System*) [25]. US Army för nu ut 60 sådana logistikfordon till förband. De körs fortfarande av soldater med förarstöd aktiverade, men säkerhetscertifiering pågår för att möjliggöra att använda logistikfordonens *leader-follower* funktionalitet redan i början av 2020.

Systemet inkluderar exempelvis olika typer av säkerhetshöjande förarstödsfunktioner (exempelvis automatisk inbromsning), teleoperation, brytpunktsnavigering och *leader-follower* funktion. Behovet av förarstöd kan i militära scenarion och miljöer vara avsevärt högre än i civil trafik. Vid teleoperation är operatörens situationsuppfattning normalt sämre än för föraren i bemannade fordon, vilket medför att behovet av förarstödsfunktioner är högt. Vid brytpunktsnavigering kan fordonet välja rutt mellan brytpunkter, upptäcka och manövrera runt hinder och även utforska alternativa rutter. Vid *leader-follower* kan fordonen som väljs ut att ingå i konvojen manövrera ut från

¹²⁹ <https://qz.com/924212/what-it-really-costs-to-turn-a-car-into-a-self-driving-vehicle/>

¹³⁰

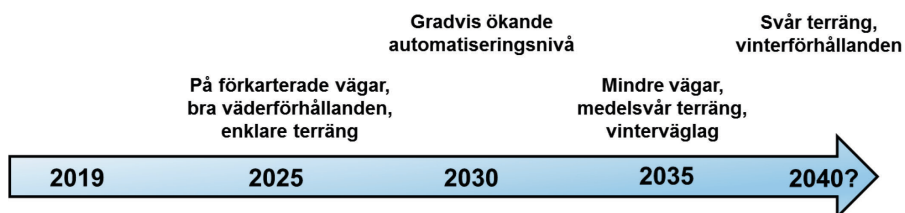
blogs.gartner.com/smarterwithgartner/files/2019/08/CTMKT_741609_CTMKT_for_Emerging_Tech_Hype_Cycle_LargerText-1.png

parkeringsplatserna och forma en konvoj. Ledarfordonet kan köras bemannat, teleopererat eller medelst brytpunktsnavigering [25].

I autonom ”utforskningsmod” kan systemet med sina sensorer och algoritmer skapa sig en egen uppfattning om omgivningen (en karta) i scenarion där varken GNSS- eller radiosignaler är tillgängliga. Försök med att dela kartan mellan fordon har även genomförts men denna teknik är fortfarande på forskningsstadiet [25]. I alla andra moder förutsätter någon form av mänsklig övervakning eller styrning. Civil utveckling omhändertas då det är möjligt, det gäller exempelvis algoritmer för att undvika kollisioner och miniatyriserade sensorer. Även civila tekniker för förarstöd används och anpassas till de militära fordonen [25].

Tekniken för att genomföra brytpunktsnavigering med inbyggda funktioner för att automatiskt undvika kollisioner vid förflyttning på vägar under normala väderförhållanden existerar idag. Detta benämns i vissa fall för semi-autonoma system. Automatiserad körning och automatiserad kollisionsundvikning under vinterförhållanden, i mörker och dimma, eller i terräng utgör dock en stor utmaning. De närmaste 10 åren är konceptet *optionally manned* ett sätt att hantera okända miljöer och svår terräng, svåra väderförhållanden samt förflyttning i högre hastigheter. I [2] gavs 2018 en bedömning av den förväntade utvecklingen av självkörande funktionalitet i militära fordon (figur 6.2). Utvecklingen i framförallt USA verkar ha accelererat de senaste åren och det är möjligt att utvecklingen kan komma att gå något snabbare än vad som angavs där. Det finns en osäkerhet i denna bedömning då det är svårt att utvärdera teknikens mognadsgrad och utvecklingslinjal utan att genomföra omfattande egen utveckling och provverksamhet.

Motsvarande forsknings- och utvecklingsprojekt har genomförts av ONR och Aurora Flight Services där moderna helikoptrar kan konverteras till att flyga autonomt med hjälp av LiDAR och EO/IR-sensorer och specifikt utvecklad mjukvara. Projektet benämns *Autonomous Aerial Cargo/Utility System (AACUS)* och det första logistikuppdraget flögs vid en marinkårsövning 2018. Systemet har demonstrerats på flera helikoptrar, bland annat Bell *UH-1H Huey*, Bell 296 och Boeing *AH-6*.



Figur 6.2: Bedömning av utvecklingen av självkörande funktioner för militära UGV:er [2].

6.2 Robust Position, Navigation och Tid (PNT)

En motståndare med en hög telekrigsförmåga utgör ett allvarligt hot mot dagens militära RPAS. Ryssland har under de senaste åren utvecklat sin telekrigsförmåga. Störning av kommunikations- och satellitnavigeringssystem¹³¹ genomförs exempelvis i Ukrainakonflikten [27] och i Syrien [28]. Ryssland genomför även störning av GNSS-signaler i samband med större NATO-övningar som *Trident Juncture* [21]. Vilseledning av GNSS-mottagare genomförs även kontinuerligt i stor skala i Ryssland, som ett skydd av exempelvis president Putin och av viktig infrastruktur. Ryska statliga aktörer har visat sig villiga att använda denna förmåga, oavsett eventuella konsekvenser för civila användare inom och utom landets gränser [21].

US Army har i sin moderniseringsstrategi identifierat sex prioriterade materielområden. Utöver dessa pekas även två möjliggörande tekniker ut som kritiska: (i) syntetiska träningsmiljöer och (ii) robusta PNT-system (Position, Navigation, Tid).

Behovet av robust PNT, forskningsutmaningarna och beskrivningar av tekniker som i framtiden kan lösa detta behov beskrivs närmare i [29],[30]. Systemet ska kunna fungera under de flesta väderförhållanden, i alla miljöer och vid fientliga telekrigsinsatser. Redan vid lågintensiva konflikter förväntas störning och vilseledning mot GNSS förekomma. Navigeringssystemet måste därför kunna fungera även i situationer då GNSS-mottagare är degraderade (exempelvis i urbana miljöer) eller utsatta för telekrigsinsatser [29].

Multisensorsystem som integrerar olika tekniker med komplementära felmodeller bedöms vara en nödvändighet för att uppnå ett robust navigeringssystem. Vilka sensorer som kan användas beror på plattformen, men ett robust navigeringssystem för autonoma system kommer sannolikt att bestå av exempelvis: tröghetssensorer, magnetometer och barometer, stabil klocka, robust GNSS-mottagare med en adaptiv gruppantenn för extra störskydd och olika typer av bildalstrande sensorer (EO/IR, LiDAR, etc). Kartdatabaser kan ge ökade möjligheter till noggrann positionering. Slutligen är bedömningen att samverkande navigeringstekniker kommer utgöra ett viktigt komplement för framförallt mindre obemannade plattformar [21].

¹³¹ Det finns idag fyra globala satellitnavigeringssystem (GNSS), varav två är fullt operativa nämligen GPS (Global Positioning System, USA) och GLONASS (Ryssland). Galileo (EU) och Beidou/BDS (Kina) förväntas båda inom ett till två år bli fullt operativa. Storbritannien genomför dessutom förstudier som förberedelser för att efter Brexit inom fem år ha byggt ett eget GNSS. Utöver dessa finns även flera regionala system.

6.3 Kommunikation

Vid en konflikt mot en kvalificerad motståndare utgör kommunikationssystemet en kritisk komponent för alla obemannade system. Teleopererade obemannade system förutsätter kontinuerlig kommunikation till operatören. Förmågan att utföra tilldelad uppgift kan påverkas avsevärt, eller helt slås ut, genom fientliga telekrigsinsatser riktade mot den obemannade plattformens kommunikations- och navigationssystem.

Kommunikationsbehovet beror på användningsområdet där exempelvis RSTA, logistik, EOD och stridsuppgifter kan ha olika krav på överföring av sensordata från plattformen till operatör och analytiker. Graden av automatisering i styrningen av plattformen påverkar även datataktbehovet för denna kommunikationslänk. Styrinformation behöver skickas till plattformen och där finns krav på låg fördröjning men de datatakt som krävs för detta är låga. Vid en högre automatiseringsgrad kan plattformen tolerera tillfälliga avbrott i kommunikationslänken.

Dagens RPAS förutsätter frisiktsförhållande till markstationen. För MALE och HALE UAV:er används normalt satellitkommunikation för att göra plattformens räckvidd oberoende av kommunikationssystemets begränsningar. För UGV:er är frisiktsantagandet normalt inte uppfyllt och terrängen och vegetationens påverkan på kommunikationsavstånden är betydande.

I [24] analyseras och illustreras räckvidden för kommunikation på tre olika frekvensområden mellan kombinationer av markgående, ytgående och flygande obemannade plattformar. Enkla störanalyser genomförs även som indikerar på vilka avstånd som en UAV-störare kan påverka kommunikationen. En slutsats är att teleopererade UGV:er har en avsevärt kortare kommunikationsräckvidd än autonoma UGV:er. Detta förutsätter dock att de även har automatiserade funktioner för spaning (detektion, klassificering, följning och lokalisering av mål) så att målinformation i kombination med utvalda stillbilder kan skickas istället för en kontinuerlig videoström.

Det bedöms vara svårt att leda UGV:er från en stationär markstation då *line-of-sight* sällan förekommer eftersom kommunikationsavstånden begränsas kraftigt av terräng och vegetation. Antingen behöver teleopererade UGV:er ledas från en operatör som sitter i ett fordon som befinner sig i närheten, eller så krävs att UAV:er agerar som relänoder för att nå ökade kommunikationsavstånd. Exempel på datatakt, räckvidder och störavstånd beskrivs närmare i [24] för UGV:er och i ett scenario för USV:er.

6.4 Automatiserad spaning, övervakning och målinmätning (RSTA)

Sensorernas prestanda kommer att ha en avgörande betydelse för hur effektiva de obemannade systemen kommer att vara. Valet av sensorer, och tillhörande signalbehandlingsalgoritmer, påverkar exempelvis navigeringssystemets prestanda, möjligheterna att upptäcka och väja för hinder, hur väl en operatör kan förstå situationen, samt på vilka avstånd (och med vilken sannolikhet) som mål kan upptäckas och identifieras.

Sensorerna utgör därmed även en sårbarhet hos de obemannade systemen. En UGV eller UAV kan i praktiken göras obrukbar genom att förstöra dess sensorer, eller radiosystem, vilket innebär att det är av yttersta vikt att säkerställa att de är lika skyddade som resten av plattformen. Detta kan vara en utmaning att åstadkomma framförallt i de fall då bepansrade fordon konverteras till UGV:er med *appliqué kits*.

I ISTAR-uppdrag används informationen från EO/IR-sensorer för detektion, identifiering, klassificering, följning och lokalisering av mål. Detta görs idag ofta av en specialutbildad analytiker, eller av operatören när det gäller stridstekniska obemannade system. Genom att automatisera alla, eller delar av, dessa uppgifter är det möjligt att reducera mängden personal, samt erhålla en möjlighet till snabbare bekämpning. Beslut om vapeninsats skall fortfarande fattas av en befälhavare men systemet skulle kunna varna för hot och ge förslag på åtgärd. De senaste årens snabba utveckling inom AI och s.k. djupinlärning (eng. *deep learning*) indikerar att en automatiserad ISR-förmåga, som stötts av en operatör som kan stödja eller korrigera systemet då den är osäker på sitt svar, kan utvecklas inom en nära framtid [31].

6.4.1 Utvecklingen inom AI-området

AI-området har utvecklats kraftigt de senaste åren. Stora satsningar sker idag inom de stora IT-företagen som Amazon, Facebook, Google och Microsoft, men även inom fordonsindustrin (GM, Volvo etc.). Länder som USA, Storbritannien, Kina och Ryssland gör alla stora satsningar på AI-system inom försvarsområdet.

Inom detektion och måligenkänningsområdet har forskningsfronten på kort tid flyttats till nivåer som tidigare ansågs ligga långt in i framtiden. Viktiga faktorer som har drivit utvecklingen är nya algoritmer som djupa nätverk och bättre hårdvara i form av grafikprocessorer som medger massiva parallella beräkningar. De nya algoritmerna kräver stora mängder träningsdata. Idag tas träningsdata fram manuellt, men stora ansträngningar görs för att ta fram simulerade träningsdata (främst för IR-sensorer) [31].

Två exempel på AI-projekt som genomförs i USA är *Maven* och *ATLAS*.

6.4.1.1 Maven

Maven är ett projekt som startade 2017 för att ta fram ett AI-system som kan hjälpa sensoroperatörer och bildtolkar. Målsättningen med projektet är att detektera och följa objekt som människor, bilar, lastbilar och byggnader från en UAV¹³². Målsättningen är att AI-systemet ska kunna användas på både små och stora UAV:er som t.ex. *MQ-27 ScanEagle* och *MQ-9 Reaper*. AI-systemet från *Maven* har kopplats ihop med systemet *Minotaur* som kan estimerar målets position och visa målets rörelse på en karta. Projekt *Maven* ligger sedan 2018 under *Joint Artificial Intelligence Center* (JAIC) som ansvarar för att samordna forskning och det operativa införandet av AI.

6.4.1.2 ATLAS

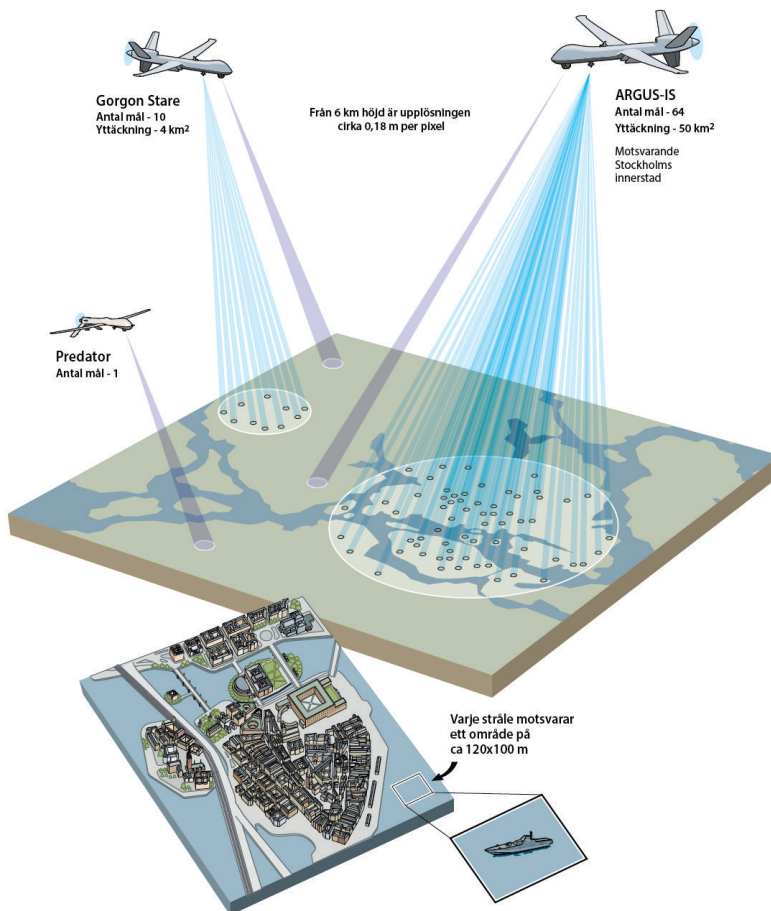
Advanced Targeting and Lethality Automated System (ATLAS) är ett projekt som utförs av US Army NVESD (*Night Vision and Electronic Sensors Directorate*) för att hjälpa besättningen i ett stridsfordon att snabbare hitta fienden. Målsättningen med projektet är att ta fram ett AI-system som kan upptäcka mål snabbare än en människa, prioritera målkandidater och inrikta ett vapen som t.ex. en automatkanon¹³³. Målet kommer dock inte att bekämpas automatiskt utan målkandidater från AI-systemet presenteras för en vagnschef eller skytt som därefter får bestämma om målet ska bekämpas. I *ATLAS*-projektet ska de prova hur AI-system kan fungera på stridsfordon. En tänkbar utveckling är att US Army tillhandahåller automatkanonen och automatiserade system för målinmätning enligt *ATLAS*-konceptet till leverantörerna av RCV. Det kan potentiellt ge en högre kvalitet, till en lägre kostnad, i jämförelse med om alla leverantörer utvecklar egna system. En ytterligare fördel är att det reducerar risken för att motsvarande teknologier ska spridas till andra nationer.

6.4.2 Yttäckande spaning och följning av multipla mål

Traditionella EO/IR-sensorer ger hög upplösning om de använder ett smalt synfält, men detta resulterar i ett s.k. ”sugrörsperspektiv”. Traditionell spaningsradar kan täcka stora ytor, men upplösningen från dessa ger ofta inte tillräckligt detaljerad information om målen. USA har därför satsat stora resurser på UAV-spaning med nya optiska sensorer som både ger yttäckande spaning och hög upplösning under lång tid. Dessa system kallas WAPS (*Wide Area Persistent Surveillance*) och har varit mycket värdefulla för USA i dess insatser i framförallt Afghanistan och Irak. Kontinuerlig övervakning över stora ytor med hög upplösning bedöms även vara mycket viktig även vid territorialövervakning. Fyra exempel på WAPS-system är: *Gorgon Stare*, *ARGUS-IS*, *AWAPSS*

¹³² www.defenseone.com/technology/2017/12/pentagons-new-artificial-intelligence-already-hunting-terrorists/144742/

¹³³ breakingdefense.com/2019/06/army-to-test-robotic-gun-bruce-jette/



Figur 6.3: Utvecklingen av spaningsförmåga, från Predator A till ARGUS-IS (illustration Martin Ek).

(Airborne Wide Area Persistent Surveillance System) och RedKite-I. AWAPSS väger 96 kg och sitter i en gimbal med en diameter på 53 cm.

6.4.2.1 ARGUS-IS

ARGUS-IS (Autonomous Real-Time Ground Ubiquitous Surveillance Imaging System) är ett sensorsystem med mycket stor yttäckning. En sensor med 1 800 megapixel skapas genom att kombinera 368 fokalplansarrayer, på vardera fem megapixel, i fyra grupper där varje grupp delar på ett linssystem. Bildfrekvensen är på 10-15 Hz. Om sensorn befinner sig på en höjd av sex kilometer kan en upplösning på 0.18 meter per pixel nås över en kvadratisk yta med arean 64 kvadratkilometer. Potentiella mål detekteras genom rörelsedetektion varefter målen presenteras för operatören. *ARGUS-IS* kan följa upp till 64 mål samtidigt

och runt varje mål sparas 640×480 pixlar som sänds till operatören för manuell verifiering. Utvecklingen av spaningsförmåga från *Predator A* till *Gorgon Stare* och *ARGUS-IS* illustreras i figur 6.3.

6.4.2.2 RedKite-I

*RedKite-I*¹³⁴ väger 11 kg och från en flyghöjd på 1 000 m kan sensorn täcka en yta med en diameter på 1 km med en upplösning på 0.13 m. *RedKite-I* har använts på RPA:erna *MQ-29 ScanEagle* och *RQ-21 Blackjack*.

6.5 Manned-Unmanned Teaming (MUMT)

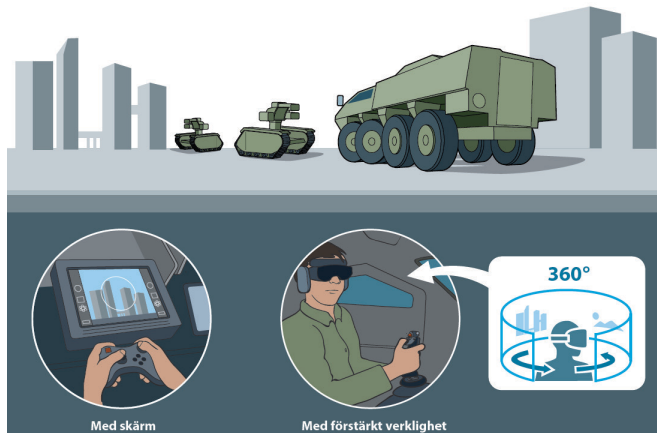
Tekniker, taktik och procedurer (TTP) för hur obemannade och bemannade system ska samverka benämns ofta *Manned-Unmanned Teaming* (MUM-T) eller *Human Autonomy Teaming* (HAT). Tekniken för obemannade system har utvecklats snabbt och de kan användas i ett stort antal uppgifter, även för direkta stridsuppgifter. Det som fortfarande är oklart är hur fjärrstyrda och (på sikt) autonoma system ska användas och samverka med bemannade system, framförallt i strid. USA, Storbritannien och Ryssland genomför experimentering i stor skala med obemannade system, och planerar att öka omfattningen av dessa, där ett av målen är att utveckla och utvärdera effektiva koncept för MUM-T för strid.

USA:s tredje försvarsinnovationsinitiativ (*third offset strategy*) betonar att samarbetet mellan autonoma system, som baseras på Artificiell Intelligens, AI, och människan utgör en grundpelare för landets fortsatta globala militärtekniska dominans. Medlemsländerna inom den Europeiska försvarsbyrån (EDA) har nyligen även identifierat området *Manned/Unmanned Teaming* inom CapTech (*Capability Technology Areas*) Land som det högst prioriterade av alla deras teknikområden. Det finns en stor orealiserad potential i att bemannade och autonoma system samverkar på ett mer effektivt sätt än idag, men detta är en stor utmaning att realisera [15].

6.6 Fjärrstyrda UGV:er – en potentiell effekthöjare?

Det pågår internationellt en snabb utveckling av framförallt medeltunga beväpnade UGV:er för strid (typ *Uran-9*, *Warrior IFV* och RCV). De förväntas vara fjärrstyrda (med viss, stegrande grad av automatisering) åtminstone de närmaste tio åren, sannolikt längre än så. Vad är då motivet till denna utveckling? Bedöms fjärrstyrda bestyckade UGV:er redan idag kunna leda till en

¹³⁴ www.logostech.net/products/redkite-i/



Figur 6.4: Användargränssnitt för fjärrstyrning av UGV:er (illustration Martin Ek).

ökad operativ effekt på slagfältet? Trots bristande praktisk erfarenhet av dylika system dristar vi oss att ge en bedömning av dessa system, utifrån resonemang och kvalificerade bedömningar baserat på rapporterade erfarenheter från övningar och värderingar i stridsliknande situationer.

Teleopererade UGV:er med ostabiliserade sensorer och vapensystem (automatkanon och kulspruta) bedöms ha lågt stridsvärde i strid mot rörliga mål. Det bedöms vara svårt att med dagens användargränssnitt, liknande de som demonstrerades på AWE18 där operatören tittar på videoskärm och styr med två handkontroller, detektera, följa och lyckosamt bekämpa rörliga mål framförallt från en UGV som rör sig. Även erfarenheterna från experimenteringen med *Uran-9* i Syrien indikerar detta. De kan dock användas mot stationära, väl befästa mål.

För att nå en högre effekt behöver sensorer och automatkanon vara stabiliserade och automatiska algoritmer finnas implementerade för följning av mål som operatören väljer ut. Systemet måste även automatiskt korrigera för avstånd, målets hastighet och andra miljöparametrar vid bekämpning. Det handlar om att föra över delar av de avancerade stridsledningssystem som redan finns på stridsfordon och stridsvagnar till mindre UGV:er. För att nå ytterligare högre effekt förutsätts även att användargränssnittet för teleoperationen (styrningen) av plattformen förbättras. Operatörerna kan idag ha svårt att förstå situationen utifrån sensorbilderna och fatta rätt beslut. Nästa generation av stridsfordon utrustas eventuellt med system där föraren styr vagnen inne i fordonet baserat endast på sensorinformation (exempelvis med stöd av 360-kameror, se figur 6.4). Om dessa system införs kan även fjärrstyrda system opereras på motsvarande sätt, med skillnaden att föraren sitter i ett annat fordon. Möjligheten finns då att nå liknande förmåga att styra fordonet då det är fjärrstyrt som när det är bemannat, även om problem kan uppstå pga att förarens rörelser inte matchar

videobildernas. Det förutsätter dock att kommunikationssystemet kontinuerligt kan överföra stora mängder sensordata till operatören med en låg fördröjning.

Ytterligare en faktor som påverkar denna bedömning är om automatiserade funktioner införs för detektion, identifiering, klassificering och följning av mål. När liknande system övertrumpfar, eller kan augmentera, människans förmåga att på längre avstånd upptäcka mål och skapa sig en adekvat lägesbild bedöms skillnaden i stridsvärde minska ytterligare mellan bemannade och obemannade fordon. Den tekniska utvecklingen öppnar även upp för möjligheten att i framtiden leda flera UGV:er av en ensam operatör.

Dagens fjärrstyrda UGV:er bedöms inte kunna få en betydande påverkan på stridsförloppet. Syftet med att föra in dessa operativt bedöms snarare vara kopplat till behovet av experimentering och även att öka användarnas acceptans för obemannade system. Teknikutvecklingen kan dock medföra att skillnaden i effekt mellan bemannade och fjärrstyrda system minskar. US Army utvecklar RCV-konceptet mot att införa det operativt innan år 2028. Ovanstående resonemang kan även vara motivet till att US Army utvecklar en *optionally manned* ersättare (OMFV) till *M2 Bradley IFV*.

Det är dock svårt att bedöma hur effektiva RCV- och OMFV-plattformarna kommer vara utan att genomföra experimentering (virtuellt eller med experimentsystem). Om de kan tillverkas billigt så att ett bemannat fordon kan ersättas med flera beväpnade UGV:er kan de eventuellt bli ett kostnadseffektivt alternativ på sikt. Fjärrstyrda system inför dock allvarliga sårbarheter i form av risken för störning av radiosystem och att sensorer eller antenner kan bekämpas enkelt och på så sätt rendera UGV:n obrukbar.

6.7 Diskussion

Det finns ett antal utmaningar som behöver lösas för att obemannade system ska utgöra den eftertraktade förmågehöjare som de har potentialen att utgöra:

- Minskat personalbehov och reducerad kognitiv belastning för operatör.
- Automatiserad spaning, övervakning och målinmätning (RSTA-förmåga) med AI-baserade algoritmer för detektion, följning, klassificering och lokalisering av multipla mål från stridstekniska och taktiska obemannade system.
- Robust funktionalitet i telekrigsmiljöer, med säker kommunikation (styrkommandon och sensorinformation) och navigeringssystem med möjlighet att operera vid störnings- och vilseledningsattacker.
- Utveckling av operativt effektiva koncept.
- Modulär bekämpningsförmåga mot alla klasser av bepansrade fordon.

Tabell 6.1: Bedömd tidslinjal för när olika förmågor kan vara realiserbara, samt förväntade egenskaper rörande styrning och autonomi.

Tidsperiod	Nya eller förbättrade förmågor
2020 – 2025	Avancerade förar- och operatörsstöd (automatisk bromsning och väjning, undvika vältning, etc), bärhjälp (<i>mule</i>), framförs bemannat (<i>optionally-manned</i>) för snabbare körning och i svårare terräng, mindre UGV:er (typ <i>THEMIS</i>) med fjärrstyrda stabiliserade vapenstationer och stöd för målföljning
2025 – 2030	Främre teleopererade logistikfordon med brytpunktsnavigering och möjlighet att väja och köra runt hinder, bakre logistik (konvojer med logistikfordon på väg, delvis obemannade), UGV med effektiv bekämpning av stridsvagnar
2030 – 2035	Automatisk detektion, följlning, klassificering & lokalisering av mål (människa fattar insatsbeslut), bakre logistik (vinterväglag och okända miljöer), minskad kognitiv belastning för operatör och ledning av multipla obemannade system
2035 →	Autonoma stridsfordon jämsides med avsutten trupp (<i>loyal wingman</i>) i realistiska miljöer, obemannade markbundna transporter dygnet runt i okänd, svår terräng och okända miljöer

Det minskade personalbehovet kan exempelvis uppnås genom att utveckla tekniker för operatörsstöd för fjärrstyrning och automatiserad körning. Den senare funktionen förutsätter exempelvis system för brytpunktsnavigering med integrerade funktioner för undvika hinder, förbättrad framkomlighet i terräng och i svåra väderförhållanden, längre sensorräckvidd och snabbare beräkningar för att möjliggöra en ökad hastighet och automatiskt ruttval. Tekniken för automatiserad körning är under utveckling, men det finns utöver de tekniska utmaningarna även regulatoriska och säkerhetsmässiga hinder som påverkar möjligheterna och tidsplanen för införandet av AI-baserade självkörande plattformar.

En teknisk utmaning som behöver adresseras är också den låga hastighet som nuvarande UGV:er har då de framförs autonomt i terräng, vilket orsakas delvis av sensorernas begränsade räckvidd. Svårigheterna med att på avstånd upptäcka och väja för hinder medför att hastigheterna även för större autonoma UGV:er ofta anges ligga inom intervallet 15 (vid terrängkörning) till 25 km/h (på väg).

En samlad bedömning av den förväntade utvecklingen av obemannade system ges i tabell 6.1.

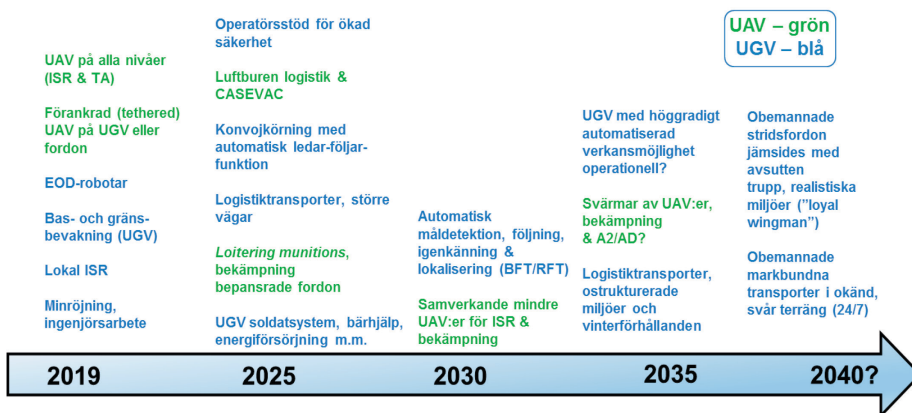
7 Preliminära konceptförslag

I detta kapitel beskrivs sju konceptförslag där obemannade system skulle kunna ge en ökad operativ effekt för Försvarsmakten. Koncepten bör i ett nästa steg prioriteras och därefter kan utvalda koncept analyseras djupare med avseende bland annat på

- hur de matchar Försvarsmaktens förmågebehov,
- vilken operativ effekt de kan ge,
- hur de förväntas klara de miljöer, scenarion och hotssystem som de kan förväntas ställas inför,
- deras kostnadseffektivitet i jämförelse med alternativa lösningar,
- taktikutveckling, utbildning och organisation.

7.1 Uppskattad tidslinjal för utveckling av nya förmågor

I figur 7.1 beskrivs en uppskattad tidslinjal för när nyutvecklade obemannade system förväntas kunna föras in operativt och realisera olika förmågor. Bedömningen baseras på uppskattningar av när tekniken kan vara mogen för eget införande, där antagandet är strid mot kvalificerad motståndare med hög telekrigsförmåga och att systemen ska kunna användas dygnet runt och i hela landet (och i vissa fall även för norrländska vinterförhållanden).



Figur 7.1: Uppskattning av när olika förmågor kan bli realiserbara.



Figur 7.2: 3D-modell av THeMIS-liknande modulär UGV med fjärrstyrd vapenstation med tung kulspruta och AT4. (Illustration: FOI)

7.2 Konceptförslag

Härnäst beskrivs sju olika konceptförslag. Fokus är mot UGV-plattformar, då UAV-system redan idag kan genomföra viktiga uppgifter men där de behöver göras mer robusta så att de kan fortsätta att operera i de dimensionerande scenariona. Utvecklingen går mot att obemannade mark-, flyg- och sjöplattformar samarbetar och utnyttjar respektive plattformers fördelar, för att gemensamt utföra uppgiften.

Modularitet blir sannolikt en viktig egenskap hos en UGV eftersom volymen av UGV:er som de närmaste tio åren kan föras in i Försvarmakten är begränsad på grund av ekonomiska skäl. Genom att använda en modulär plattform som kan användas i flera olika uppgifter genom att ändra sensorer och bestyckning kan kostnaderna för inköp, underhåll och logistik troligen reduceras. I 7.2.2, 7.2.3 och 7.2.5 nedan kan samma UGV-plattform användas, med en formfaktor liknande exempelvis Milrem's *THeMIS* (figur 7.2), GDLS *MUTT* (figur 5.4) eller Mira *VIKING* (figur 5.4).

7.2.1 Patrullrobotar skapar avreglingszoner

En fysisk avreglingszon som förhindrar att fientliga stridsvagnar och stridsfordon kan passera ett geografiskt område kan i framtiden skapas med patrullrobotar. Ett 10-tal samverkande patrullrobotar skjuts upp från en eller flera UGV-plattformar som befinner sig fem till tio kilometer från området. UAV:erna flyger till det dedikerade området och cirklar runt medan deras sensorer letar efter mål. Med sina spaningssensorer kan de detektera, identifiera och lokalisera fordon som rör sig in i området. Målkoordinater och data från EO/IR-sensorerna skickas till en operatör. Beslut om bekämpning fattas av operatören baserat på videoströmmen (alternativt stillbilder) som sänds tillbaka till kontrollstationen. Flera patrullrobotar kan bekämpa de utvalda målen medan övriga UAV:er fortsätter att cirkla och utvärderar resultatet (BDA).

7.2.2 Indirekt eld för bekämpning av mekaniserade förband

En spanings- eller jägargrupp övervakar ett område. De har en eller flera mindre RSTA UAV:er (RPAS eller autonoma) till sitt förfogande som bevakar en vägkorsning eller ett fält där en fientlig styrka förväntas framrycka. UAV:erna upptäcker, följer och lokaliserar fientliga stridsfordon och/eller stridsvagnar och skickar en videoström, alternativt bearbetad målinformation och stillbilder från EO/IR-sensorerna till operatören. Soldaterna verifierar målen och begär bekämpning av dessa (figur 7.3). En eller flera UGV:er befinner sig fem till tio kilometer längre bak i en skogsdunge och är maskerade med kamouflagenät. De har med sin elektriska framdrivning en låg termisk och akustisk signatur vilket gör att de är svåra att upptäcka från fientliga spanings-UAV:er. UGV:erna är utrustade med kassetter med två till sex av den senaste generationen av ATGM med *fire-and-forget* förmåga som även kan låsa på mål under flygningen (exempelvis av typen *Brimstone* eller *MMP*). När eldorder kommer kör UGV:erna ut ur dungen och avfyrar sina missiler. De förflyttar sig därefter till en annan förberedd skyddsställning där även omladdning sker.

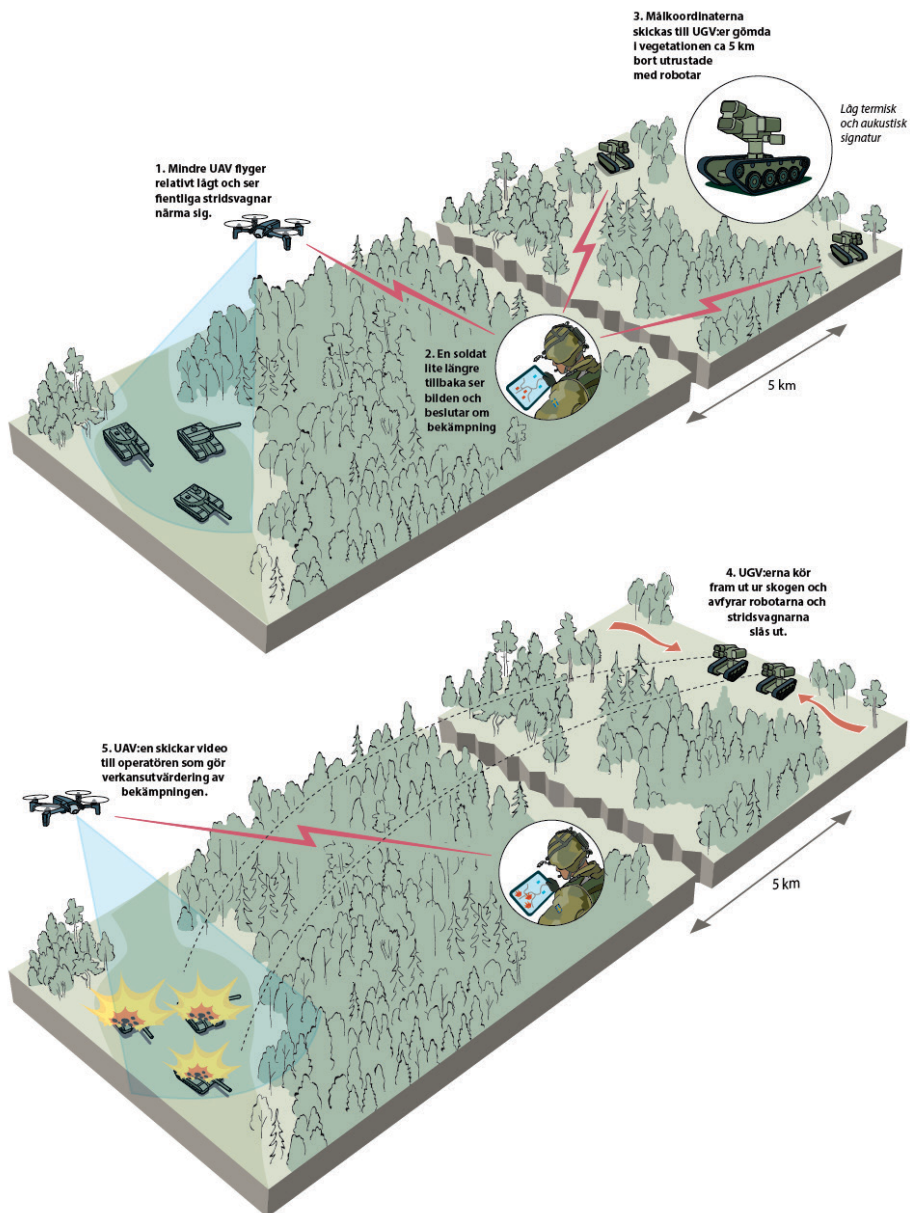
7.2.3 Försvarsstrid mot mekaniserade förband

Ett fientligt mekaniserat kompani utrustat med stridsfordon framrycker mot ett område som försvaras av en hemvärnspluton. Plutonen har förstärkts med UGV:er som utrustats med fjärrstyrda vapenstationer med kulspruta och ATGM (exempelvis av typen *CROWS-J* som utrustas med *Javelin*). UGV:erna har placerats ut i skogsbrynet i ett område där fienden förväntas framrycka. Då de fientliga fordonen kommer inom synhåll framrycker UGV:erna och bekämpar stridsfordonen med sina ATGM (figur 7.4 och 7.5). UGV:erna blir utslagna av fientlig eld men har innan dess åsamkat fienden skada.

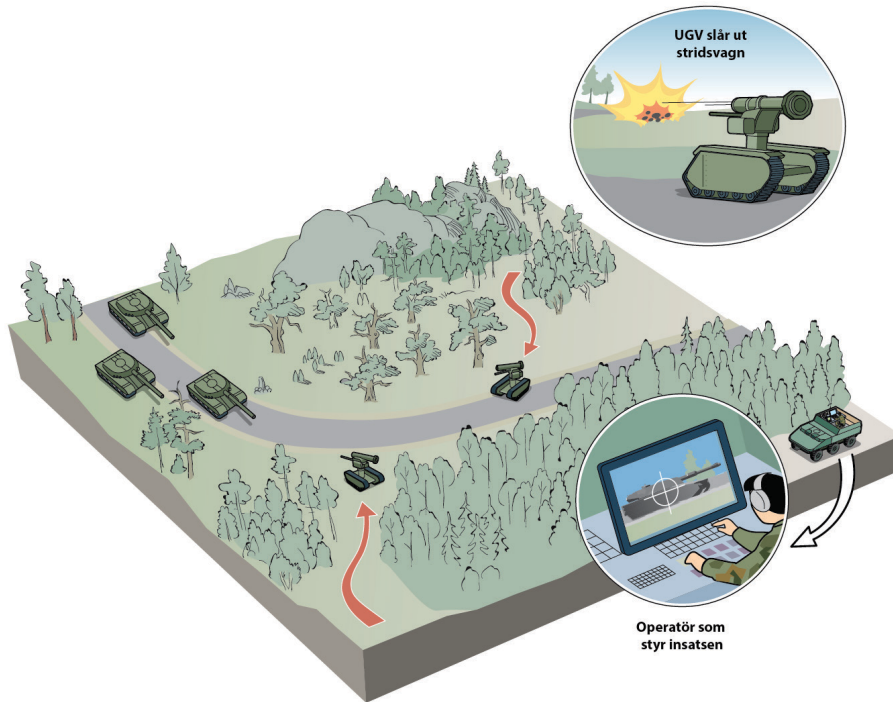
I de fall fiendens framryckning tillfälligt stoppats kan istället UGV:erna dra sig tillbaka till förberedda områden där även omladdning genomförs innan ovanstående upprepas. Hemvärnssoldaterna fortsätter i sista försvarslinjen i bekämpningen med soldatburna pansarskott och burna patrullrobotar tills understöd i form av indirekt eld eller flyg allokeras.

7.2.4 Stridsfordon med bekämpningsförmåga bortom line-of-sight

En pluton med stridsfordon framrycker längs en väg. Stridsfordonen är utrustade med tre till fyra utskjutningstuber för patrullrobotar på varsin sida av tornet, samt en dockningsstation för en VTOL UAV på tornet. En VTOL RSTA UAV lyfter från ett av stridsfordonen under förflyttning och ges uppdraget att genomföra spaning längre fram (bortom *line-of-sight*) längs stridsfordonens förmodade



Figur 7.3: Bekämpning av fientliga stridsvagnar från UGV utrustad med moderna fire-and-forget missiler (illustration Martin Ek).



Figur 7.4: Försvarsstrid med fjärrstyrda UGV:er (illustration Martin Ek).



Figur 7.5: Fördörjningsstrid med UGV utrustad med ATGM som på operatörens kommando bekämpar bepansrade fordon och därefter autonomt förflyttar sig till nästa förberedda ställning (illustration: FOI).

framryckningsväg. UAV:n upptäcker fientliga stridsfordon och sänder målkoordinater och stillbilder eller en kort videosekvens tillbaka till stridsfordonen. En operatör inne i stridsfordonet fattar beslut om bekämpning. Stridsfordonen avfyrar sina patrullrobotar som flyger till målområdet. Efter godkännande från operatören bekämpas de fientliga fordonen. Konceptet illustreras i figur 7.6.

7.2.5 Bärhjälp och strömförsörjning till soldater

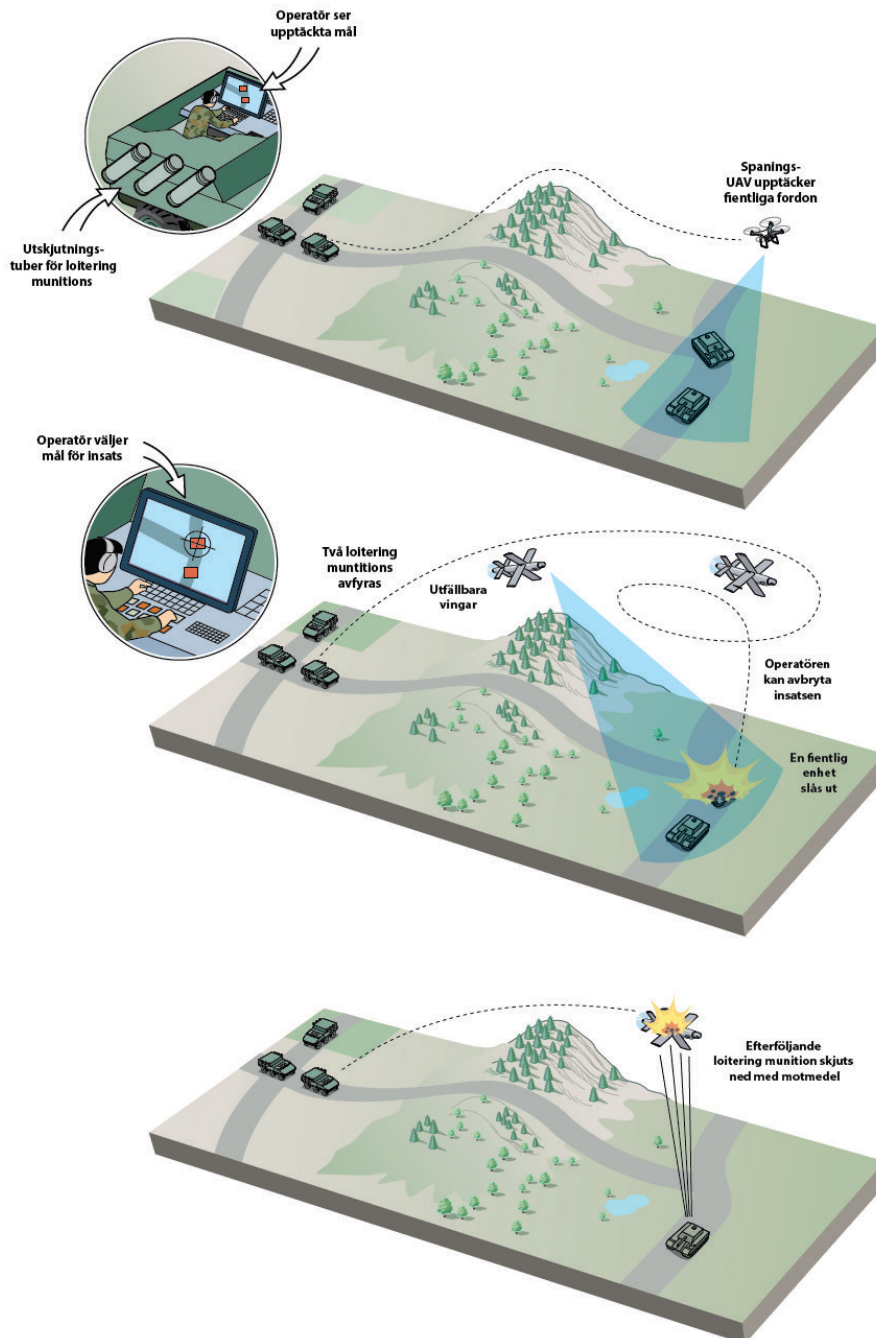
En UGV förflyttar sig tillsammans med en grupp soldater vid strid i urban miljö. Den kan bära laster på över 750 kg och bär soldaternas ryggsäckar och extra förstärkningsvapen. Den kan även transportera bort skadade soldater. UGV:n har en hög grad av automatiserad körning där den automatiskt kan följa en soldat. Den kan även köra automatiskt längs tidigare körda och karterade områden vid exempelvis en CASEVAC (figur 7.7).

7.2.6 Lokal RSTA

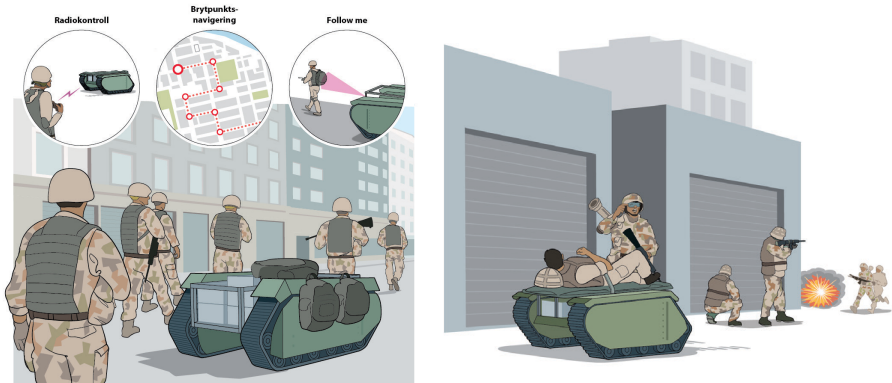
Vid strid i urban miljö sänds flera VTOL UAV:er upp (motsvarande US Army SRR) för att skapa en lägesbild i kvarteren framför de framryckande soldaterna. Egna taktiska UAV:er i närområdet har bekämpats av fientlig eld. De små UAV:erna flyger lågt, under takhöjd, för att minska risken för upptäckt och bekämpning från fientliga UAV:er medan de automatiskt karterar området och detekterar möjliga hot. En operatör leder de autonoma UAV:erna som utbyter information och gemensamt beslutar om vilka områden enskilda UAV:er ska utforska.

7.2.7 Taktisk VTOL RPAS

I en konflikt mot en kvalificerad motståndare utgör utskjutningsramper och landningsbanor mål för fientlig bekämpning. En enkelt transporterbar taktisk UAV som kan starta och landa vertikalt men som har en lång uthållighet (över tio timmar) har införts på förband som ersättare till UAV03. Den utför ISTAR-uppdrag. Specialutbildade operatörer leder och övervakar UAV:erna från fordonsburna kontrollstationer, även under förflyttning. Förband i närområdet kan ges möjlighet att styra UAV:ernas sensorer och få informationen direkt från plattformen. VTOL-plattformen kan vid behov även automatiskt landa på fordon under förflyttning, exempelvis på ett lastbilsflak eller på en obemannad *MUTT*.



Figur 7.6: Stridsfordon med möjlighet till bekämpning bortom line-of-sight med patrullrobotar (illustration Martin Ek).



Figur 7.7: UGV som bär soldaternas utrustning och även kan genomföra CASEVAC (illustration Martin Ek).

8 En möjlig väg mot ett snabbare införande av obemannade system

Både USA och Ryssland har för tillfället en snabb utvecklings- och upphandlingscykel för införandet av obemannade system. En viktig anledning är att teknikutvecklingen inom RAS-området går snabbt. De mindre obemannade systemen förväntas omsättas regelbundet, inom US Army är ambitionen att även om plattformarna i sig kan förväntas ha en livslängd på fem till tio år så går den tekniska utvecklingen så fort att de bör omsättas efter tre till fem år. Ett alternativ för framförallt UGV:er är att uppgradera sensor- och verkansmodulerna med ett tätare intervall men behålla plattformarna under längre tid. Med de traditionella, ofta långsamma, upphandlingsrutinerna är risken överhängande att soldaterna får system som redan har hunnit bli föråldrade.

8.1 US Army användning av Other Transaction Authority (OTA)

US Army arbetar inom utvecklingen av bland annat obemannade system aktivt med en utvecklings- och inköpsprocess benämnd *Other Transaction Authority* (OTA). Den modifierades av kongressen år 2016 och ger möjlighet att reducera byråkratin vid upphandlingar och korta tiden från det att kravarbetet påbörjas till dess att ett kontrakt för serieproduktion har lagts. I flera av upphandlingarna av mindre obemannade system är denna tid nedkortad till under två år. OTA används bland annat vid införandet av CRS(I), MTRS Increment II, SMET och SRR. Principen är att multipla prototyper utvecklas parallellt och att potentiella användare genomför realistiska utvärderingar, i syfte att iterativt förbättra prototyperna och i slutändan också för att välja den mest lovande produkten. Genom OTA-processen kan därefter en upphandling genomföras med leverantören av det system som presterat bäst under utvärderingarna, utan att upphandlingen behöver konkurrensutsättas på nytt.

OTA var ursprungligen exempelvis avsedd att med en förenklad administration möjliggöra för icke-traditionella militära företag att utveckla prototyper för prov och försök. OTA möjliggör i vissa situationer ett avsevärt snabbare införande, men det förutsätter bland annat att kravställningsprocessen anpassas till vad som är möjligt att vidareutveckla under den korta utvecklingsperioden.

8.2 Innovationsupphandling

Upphandlingsverket beskriver möjligheten att genomföra en delvis liknande upphandling som möjliggör kontinuerliga utvärderingar och parallella

utvecklingsspår med flera leverantörer (Innovationsupphandling¹³⁵). Det beskrivs som ett verktyg för offentliga aktörer att initiera, introducera och införa lösningar i sin verksamhet. Målet är en utvecklingsfrämjande upphandling där upphandlare ingår ett innovationspartnerskap med leverantörer som förutsätts ha möjlighet att både bedriva ett långvarigt FoU-arbete och producera den utvecklade produkten kommersiellt. Samma generella upphandlingsprocess används som vid andra upphandlingar och innovationsupphandling uppfyller de krav som ställs i lagen om offentlig upphandling (LOU).

Innovationsupphandling kan användas exempelvis när en upphandlande myndighet har ett behov som (i) kan uppfyllas direkt av marknaden men där leverantörerna har förbättringsidéer, (ii) nästan finns på marknaden eller (iii) kräver utveckling och eventuellt även forskning för framtagandet av en ny produkt. Det kan därmed finnas möjlighet att genomföra liknande upphandlingar som OTA, men den stora utmaningen är sannolikt att lyckas genomföra upphandlingen i ett högt tempo och med aktiv medverkan från användarhåll i en liknande iterativ utvecklingsprocess som används av US Army. Innovationsupphandling kan utgöra ett intressant alternativ i situationer där industri har färdiga system som i stort sett uppfyller behoven, men där exempelvis en ökad fysisk robusthet önskas eller där en militär kommunikationslänk eller en generell kontrollstation behöver integreras.

¹³⁵ www.upphandlingsmyndigheten.se/omraden/dialog-och-innovation/

9 Slutsatser

Obemannade system utgör idag en uppskattad förmåga som i många insatser ger en ökad operativ effekt. Det dimensionerande scenariot för Försvarsmakten utgörs av förmågan att möta ett väpnat angrepp från en kvalificerad motståndare som förväntas ha avsevärda resurser för telekrig mot radio- och satellitnavigeringssystem. Dessa förhållanden förväntas få en långtgående påverkan på utvecklingen av framtidens obemannade system. Det finns ett stort behov av att förbättra kritiska deltekniker hos obemannade system, som kommunikations- och navigationssystem men även funktioner som autonom körning i terräng.

UAV-plattformar har för närvarande en högre teknisk mognadsgrad än UGV-plattformar. Utmaningarna med höggradigt automatiserad körning i ostrukturerade miljöer (exempelvis med raserade byggnader) och under vinterförhållanden framförallt i terräng är avsevärt större än att utveckla autonomt flygande UAV:er som kan manövrera utnyttjandes alla tre dimensionerna.

Sensorernas prestanda kommer att ha en avgörande betydelse för hur effektiva de obemannade systemen kommer att vara. De påverkar bland annat navigeringssystemets prestanda, möjligheterna att upptäcka och väja för hinder, operatörens möjlighet att uppnå en god situationsförståelse, samt på vilka avstånd mål kan upptäckas och identifieras. Sensorerna utgör därmed även en sårbarhet hos de obemannade systemen. En UGV eller UAV kan i praktiken göras obrukbar genom att förstöra dess sensorer, eller radiosystem, vilket innebär att det är av yttersta vikt att säkerställa att de är lika skyddade som resten av plattformen. Detta kan vara en utmaning att åstadkomma framförallt i de fall då bepansrade fordon konverteras till UGV:er. Inom sensorområdet är USA världsledande medan utvecklingen i Ryssland begränsats av handelsrestriktionerna. Ryssland har dock de senaste åren haft ambitionen att utveckla inhemska miniatyriserade sensorer för obemannade system och de har finansierat ett flertal sådana utvecklingsinsatser.

9.1 UGV

UGV:er har under de senaste tio till femton åren använts operativt med stor framgång i framförallt följande uppgifter: EOD och minröjning, urban spaning och övervakning och bas- och gränsövervakning. För andra uppdrag, såsom RSTA, logistik och direkta stridsuppgifter vid strid mot en högteknologisk motståndare, utgör fortsatt begränsningar i framkomlighet och hastighet, samt i navigerings- och kommunikationssystemen, utmaningar som behöver lösas. Svårigheterna med att upptäcka, värdera och väja för hinder medför att hastigheterna för UGV:er är låga, vilket begränsar möjligheterna att använda

dessas i mekaniserade förband. Det är även svårt att i exempelvis mörker fjärrstyra plattformen och dagens system har svårt att effektivt bekämpa rörliga mål under förflyttning.

Det finns grund för att påstå att det idag pågår en kapprustning internationellt när det gäller utvecklingen av framförallt tyngre UGV:er avsedda för strid. Ryssland genomför en modernisering av sina väpnade styrkor och de har kraftigt förbättrat sin telekrigsförmåga de senaste åren. De experimenterar med beväpnade UGV:er för stridsuppgifter under realistiska förhållanden i bland annat Syrien. Ryssland leder delvis utvecklingen men US Army gör nu en stor satsning på att utveckla tungt beväpnade UGV:er som en del av utvecklingen av NGCV. Utvecklingen av plattformar, beväpning och sensorer har kommit långt och experimentering med nya plattformar kommer att intensifieras de närmaste fem åren i syfte att utveckla effektiva koncept för hur dessa ska användas och samverka med bemannade system för att lösa olika stridsuppgifter.

Dagens UGV:er har ett antal brister och sårbarheter vid användning i konflikt mot en kvalificerad motståndare. De är teleopererade vilket innebär att de är sårbara för fientliga telekrigsinsatser. Stöd för fjärrbekämpning behövs i form av automatiserad följning av utvalda mål och stabiliserade sensorer och verkansenheter. Dagens system har även en begränsad verkansmöjlighet mot tyngre bepansrade fordon.

Målbilden för USA:s och Storbritanniens obemannade system har de senaste årtiondena skiljt sig från det i Sverige dimensionerande scenariot men dessa länder kraftsamlar nu för att utvecklade UGV:er anpassade för den nya hotbilden.

Utvecklingen av höggradigt automatiserad styrning och navigering, samt beslutsfattande, förväntas kräva stora forsknings- och utvecklingsresurser innan fullt automatiserade beväpnade tunga UGV:er kan nå önskad operativ effekt i strid tillsammans med avsuttet trupp.

9.2 UAV

Militära UAV:er utgör i många scenarion redan idag en viktig förmågehöjare. Den viktigaste förmåga som måste tillföras är möjligheten att agera i konflikter mot en kvalificerad motståndare. Detta förutsätter att störsäkra kommunikations- och navigationssystem utvecklas, tillsammans med en ökad grad av autonomi och eget beslutsfattande som kan kompensera för tillfälliga kommunikationsbortfall.

En potentiellt viktig ny förmåga för UAV-system är utvecklingen av autonoma spaningsfunktioner. I ISTAR-uppdrag används informationen från EO/IR-sensorer för detektion, identifiering, klassificering, följning och lokalisering av mål. Detta görs idag ofta av en specialutbildad analytiker, eller av operatören när det gäller stridstekniska obemannade system. Genom att automatisera alla, eller

delar av, dessa uppgifter är det möjligt att reducera mängden personal, samt erhålla en möjlighet till snabbare bekämpning. Beslut om vapeninsats skall fortfarande fattas av militär personal men systemet skulle kunna varna för hot och ge förslag på åtgärd. De senaste årens snabba utveckling inom AI och algoritmer för djupinlärning indikerar att en automatiserad ISR-förmåga är möjlig att utveckla. Den förväntas dock initialt kräva stöttning av en operatör som kan övervaka och korrigera systemet då den är osäker på exempelvis klassificeringen.

9.3 Konceptförslag

Sju olika konceptförslag för hur obemannade system i framtiden skulle kunna användas inom Försvarsmakten har tagits fram. Förslagen baseras på system som är under utveckling och de bedöms kunna införas operativt inom en tioårsperiod. Följande möjliga framtida koncept presenterades:

- Avreglingszoner (A2/AD) med patrullrobotar.
- Fördröjningsstrid mot mekaniserade förband.
- Indirekt eld för bekämpning av mekaniserade förband.
- Lokal spaning, övervakning och måinmätning.
- Taktisk VTOL RPAS.
- Bärhjälp och strömförsörjning till soldater.
- Stridsfordon med förmåga till bekämpning bortom *line-of-sight*.

Referenser

- [1] J. Rantakokko, *Tekniköversikt autonoma och obemannade system – Del 1: Historik*, FOI-R--4680--SE, december 2018.
- [2] FM2019-5613:2 *MARK181802FS - Obemannade marksystem (UGS) förstudie 2018 – Slutrapport*. Försvarsmakten, 2019.
- [3] K. Bengtsson, J. Nordlöf, J. Nygårds och R. Woltjer, *Avrapportering av iakttagelser vid övningsverksamhet*, FOI MEMO H2040, 2019.
- [4] D. Oliver, *Russia's Rapid UAV Expansion*, published in the december 2018 / januari 2019 Armada International Issue.
(armadainternational.com/2019/03/russias-rapid-uav-expansion/)
- [5] *Military Unmanned Systems Handbook – Issue 27*, Shephard, april 2019.
- [6] D. Klein, *Unmanned Systems & Robotics in the FY2019 Defense Budget*, AUVSI, augusti 2018. (www.auvsi.org/%E2%80%8Bunmanned-systems-and-robotics-fy2019-defense-budget)
- [7] *Robotic and Autonomous Systems Strategy*, US Army, 2017.
- [8] Andrew Feickert, *The Army's Optionally Manned Fighting Vehicle (OMFV) Program: Background and Issues for Congress*, Congressional research Service (CRS), oktober 2019.
- [9] B. Purtiman, *Preparing for Future Battlefield: The Next Generation Combat Vehicle*, *Army News*, September 2018.
- [10] Ashley Tressel, *Contractors Debut Possible Bradley Replacement Vehicles*, InsideDefense.com, oktober 2018.
- [11] S. J. Freedberg, *General Dynamics Land Systems Griffin III for U.S. Army's Next Generation Combat Vehicle (NGCV)*, Breaking Defence, oktober 2018. (breakingdefense.com/2018/10/gdls-griffin-iii-next-generation-combat-vehicle-ngcv-concept)
- [12] S. J. Freedberg Jr., *Army Pushes Bradley Replacement; Cautious on Armed Robots*, Breaking Defense, June 27, 2018.
- [13] S. Kimmons, *Soldiers to operate armed robotic vehicles from upgraded Bradleys*, Army News Service, juli 2019.
(www.army.mil/article/224241/soldiers_to_operate_armed_robotic_vehicles_from_upgraded_bradleys)
- [14] FM2019-5613:1 *Rapport AWE18*. Försvarsmakten, februari 2019.
- [15] J. Rantakokko och J. Nygårds, *Avrapportering från AWE18 Exploitation Conference*, FOI MEMO 6720, 2019.
- [16] J. Elfving, "Russian UGV Developments," *European Security & Defence Magazine*, november 2019.

- [17] S. Bendett, *Russia is Poised to Surprise the US in Battlefield Robotics*, Defense One, Januari 2018. (www.defenseone.com/ideas/2018/01/russia-poised-surprise-us-battlefield-robotics/145439/)
- [18] S. Bendett, *Red Robots Rising: Behind the Rapid Development of Russian Unmanned Military Systems*, Real Clear Defense, 2017-12-12. (www.realcleardefense.com/articles/2017/12/12/red_robots_rising_112770.html)
- [19] S. Bendett, *Russian Ground Battlefield Robots: A Candid Evaluation and Ways Forward*, RealClearDefence, juni 2018. (www.realcleardefence.com/articles/2018/06/26/russian_ground_battlefield_robots_a_candid_evaluation_113558.html)
- [20] J. Rantakokko, F. Näsström och T. Mårtensson, *Nuläge och förväntad utveckling inom området stridstekniska och taktiska RPAS*, FOI Memo 6695, mars 2019.
- [21] J. Rantakokko, J. Nygård, J. Rydell, E. Axell och N. Stenberg, *Tekniker för navigering i urbana och störda GNSS-miljöer – Slutrapport*, FOI-R--4907--SE, december 2019.
- [22] L.F. Hauck III och J.P. Geis II, "Air Mines – Countering the Drone Threat to Aircraft," *Air & Space Power Journal*, December 2016.
- [23] M.J. Murrian, L. Narula och T.E. Humphreys, "Characterizing Terrestrial GNSS Interference from Low Earth Orbit," *ION GNSS+*, September 2019.
- [24] G. Eriksson, P. Holm, A. Hansson, J. Nilsson och J. Rantakokko, *Robust och störtålig kommunikation för obemannade farkoster – utmaningar och möjligheter*, FOI-R--4895--SE, december 2019.
- [25] S.J. Freedberg, Jr., "The Army's got a universal robot driver", *Breaking Defense*, november 2019.
- [26] D. Hambling, "The US Army is creating robots that can follow orders", *MIT technology Review*, november 2019. (www.technologyreview.com/s/614686/the-us-army-is-creating-robots-that-can-follow-ordersand-ask-if-they-dont-understand/)
- [27] S. Linder och M. Alexandersson, *Användning av störsändning i konflikten i Ukraina - en sammanställning från öppna källor*, FOI Memo 5625, januari 2016.
- [28] J. Rantakokko och F. Marsten-Eklöf, *En beskrivning av två fall av störning och vilseledning som genomförts mot GPS under 2017*, FOI Memo 6260, december 2017.
- [29] J. Rantakokko, et al, *Study report on unmanning of systems – Robust Navigation*, NORDEFCO, april 2019.
- [30] P. Strömbäck, M. Hagström, A. Lennartsson, F. Marsten Eklöf, J. Rydell och J. Rantakokko, *Autonomi och obemannade system - Förslag till*

inriktning av området Robust navigering, FOI-R--4523--SE, december 2017.

- [31] F. Näsström m.fl., *Intelligenta spaningsfunktioner 2016-2018 - Slutrapport*, FOI-R--4648--SE, december 2018.
- [32] *Army Modernization Strategy – Investing in the Future*, US Army, oktober 2019.
- [33] FM2016-2626:6 *Mark 151603S UAV-studie Slutrapport*. Försvarmakten, 2016.
- [34] J. Rantakokko, F. Marsten-Eklöf, T. Lindgren och J. Nygårds, *Robusta positioneringssystem – Slutrapport*, FOI-RH--1792--SE, april 2017.
- [35] J. Rantakokko, *Standarder och gemensamma användargränssnitt som möjliggörare för effektiv MUM-T*, FOI Memo 6594, december 2018.
- [36] *Program Acquisition Cost By Weapon System*, US DoD Fiscal Year 2019 Budget Request. (comptroller.defense.gov/Portals/45/Documents/defbudget/fy2019/FY2019_Weapons.pdf)

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