



Automatiska funktioner i patrullrobotar

ALEXANDER SAMIMI JOHANSSON, KARL LAGERKVIST
BLOMQVIST, JAN MARKBORG, DAVID YANG,
LARS FORSSELL



Alexander Samimi Johansson, Karl Lagerkvist Blomqvist, Jan Markborg, David Yang, Lars Forssell

Automatiska funktioner i patrullrobotar



Titel	Automatiska funktioner i patrullrobotar
Title	Automatic functions in loitering munitions
Rapportnummer	FOI-R--5498--SE
Månad	2023-10-11
Utgivningsår	2023
Antal sidor	26
ISSN	1650-1942
Uppdragsgivare	Försvarsmakten
Forskningsområde	Vapen, skydd och säkerhet
Projektnummer	E86295
Godkänd av	Cecilia Dahlgren
Ansvarig avdelning	Vapen, skydd och säkerhet

Bild: Publicerad med tillstånd från AeroVironment, Inc.

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

Patrullrobotsystem utvecklades under 1980-talet för bekämpning av luftvärnssystem. Sedan dess har det utvecklats patrullrobotsystem för bekämpning av andra mål, såsom personal och fordon. Det finns ingen väletablerad definition av vad en patrullrobot är men begreppet används om vapensystem som har en skrovintegrerad verkansdel och har förmåga att färdas långsamt i väntan på att mål ska bli synliga och bekämpningsbeslut fattas. Intresset för patrullrobotar har växt i och med Rysslands fullskaliga invasion och anfallskrig mot Ukraina. För att stötta Försvarsmakten vid en eventuell anskaffning av patrullrobotsystem beskriver den här rapporten vilka automatiska funktioner som finns i dagens patrullrobotsystem samt vilka automatiska funktioner de skulle kunna ha i framtiden.

Nyckelord: patrullrobotar, automatiska funktioner, autonoma system, navigering, målidentifiering, automatiskt beslutsfattande, samverkande system

Summary

Loitering munitions were developed in the 1980s for combating air defense systems. Since then, loitering munitions have been developed for combating other targets, such as personnel and vehicles. There is no well-established definition of loitering munitions, but the term is used for weapon systems that have an integrated warhead and are capable of traversing slowly while waiting for targets to become visible and combat decisions to be made. The interest in loitering munitions has increased due to Russia's invasion of Ukraine. This report aims to support the Swedish Armed Forces in a possible acquisition of loitering munitions by describing the automatic functions in the loitering munitions of today and predicting which automatic functions that possibly could emerge in the future.

Keywords: loitering munition, automatic functions, autonomous systems, navigation, targeting, automatic decision-making, teaming

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Autonomi	11
3	Automatiska funktioner i patrullrobotar	13
	3.1 Navigering, rutt- och banplanering och farkoststyrning.....	13
	3.2 Måldetektering och målidentifiering.....	15
	3.3 Beslut om bekämpning	18
	3.4 Återvändande	18
	3.5 Samverkande patrullrobotsystem.....	19
4	Diskussion	21
	Referenser	23

1 Inledning

I denna rapport beskrivs den tekniska nivån i termer av autonomi eller automatiska funktioner som finns i dagens patrullrobotsystem. Syftet med rapporten är att skapa ett underlag för vidare analys inför ett möjligt införande av patrullrobotar i Försvarsmakten, inklusive underlag för analys av de folkrättsliga aspekterna.¹

De första patrullrobotarna utvecklades på 1980-talet för bekämpning av luftvärnsradar.² Under senare år har patrullrobotar utvecklats för bekämpning av andra mål såsom fordon och personal. Det är värt att notera att dessa system främst har utvecklats av amerikanska och israeliska företag för att möta en lågkvalificerad motståndare som bedriver asymmetrisk krigföring. Patrullrobotar som är utvecklade för andra mål än luftvärnsradar väckte uppmärksamhet i och med konflikten om Nagorno-Karabach 2020 då Azerbajdzjan i stor omfattning använde patrullrobotar utvecklade av israeliska företag.³ På senare tid har systemen fått uppmärksamhet i och med Rysslands fullskaliga invasion och anfallskrig mot Ukraina. Exempelvis har de rysktillverkade systemen Lancet och KUB-BLA liksom det amerikanskstillverkade systemet Switchblade 300 förekommit i en stor mängd material som delats på olika internetforum.⁴ För en översikt och introduktion till patrullrobotar hänvisas läsaren till en tidigare rapport av FOI.⁵

Benämningen patrullrobot är något olycklig då den ger associationer kring att vapensystemen används för att patrullera områden för att söka efter okända mål, vilket främst patrullrobotsystemen utvecklade för bekämpning av luftvärnsradar har förmåga till i någon nämnvärd utsträckning. Typiskt används de system som är utvecklade för andra mål än luftvärnsradar till att söka efter mål i relativt små områden och information om var potentiella mål befinner sig behöver därför finnas tillgänglig innan avfyrning. I det avseendet, samt då de har en skrovintegrerad verkansdel, liknar dessa patrullrobotar långsamtgående pansarvärnsrobotar eller

¹ Pontus Winther, *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar*, FOI-R--5343--SE (Stockholm: FOI), 2022.

² Wikipedia contributors, "Loitering munition", *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, senast uppdaterad 7 oktober, 2023, hämtad 11 oktober, 2023, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Loitering_munition&oldid=1179087276.

³ Wikipedia contributors, "Second Nagorno-Karabakh War", *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, senast uppdaterad 1 oktober, 2023, hämtad 13 oktober, 2023, https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Second_Nagorno-Karabakh_War&oldid=1178139760; Ingvid Bode och Tom Watts, *Loitering Munitions and Unpredictability: Autonomy in Weapon Systems and Challenges to Human Control*, (Odense: Center for War Studies, University of Southern Denmark), 2023.

⁴ Arvid Carlstedt m.fl., *Noteringar om användningen av patrullrobotar i Ukraina*, FOI Memo 8170 (Stockholm: FOI), 2023; Ingvid Bode och Tom Watts, *Loitering Munitions and Unpredictability: Autonomy in Weapon Systems and Challenges to Human Control*, (Odense: Center for War Studies, University of Southern Denmark), 2023.

⁵ Ramin Farid m.fl., *Litteraturstudie om patrullrobotar*, FOI-D--1036--SE (Stockholm: FOI), 2021.

lågbudgetversioner av kryssningsrobotar. Den engelska benämningen *loitering munition* är något mer träffsäker då de flesta system som benämns som patrullrobotar har förmåga att färdas långsamt i ett område i väntan på att potentiella mål, vars ungefärliga positioner redan är kända, ska bli synliga och bekämpningsbeslut tas. Figur 1–4 visar exempel på patrullrobotsystem.



Figur 1. Switchblade 300 Block 20 av tillverkaren AeroVironment. Foto: FOI.



Figur 2. Warmate av tillverkaren WB Group. Foto: FOI.



Figur 3. Hero-30 av tillverkaren Uvision. Foto: FOI.



Figur 4. Rotem Alpha av tillverkaren IAI. Foto: FOI.

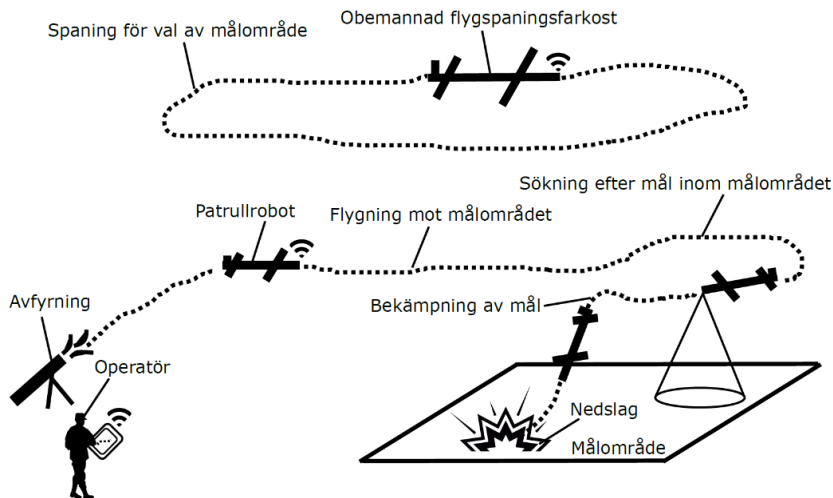
2 Autonomi

Begreppet *autonom* används ofta som beskrivning av tekniska system där komplexa uppgifter är automatiserade, såsom bilkörning, medan *automatisk* ofta används som beskrivning av tekniska system där enklare uppgifter är automatiserade, såsom byte av växlar i bilens växellåda. Det saknas dock en samsyn över hur dessa begrepp ska användas och de används ofta synonymt. Ett och samma tekniska system kan ha en rad uppgifter varav vissa kan vara helt automatiserade och därmed utföras autonomt utan mänsklig interaktion medan andra uppgifter kan vara delvis eller inte alls automatiserade och då kräva att en mänsklig operatör interagerar med det tekniska systemet för att dessa uppgifter ska utföras. Det tekniska systemet kan ge stöd åt en mänsklig operatör när den utför en uppgift och tvärtom. Ett tekniskt system benämns ibland helt autonomt när det har förmåga att utföra alla dess uppgifter utan mänsklig interaktion. Den här rapporten avhandlar vilka uppgifter som de tekniska system som benämns patrullrobotar kan utföra autonomt och vilka automatiska funktioner de har.

Ett typiskt användningsförlopp för en patrullrobot visas i figur 5. Användningsförloppet börjar med att ett avgränsat område identifieras där mål bedöms finnas, vanligtvis genom information från en extern källa såsom en spaningspatrull eller en obemannad flygfarkost. Patrullroboten avfyras, flyger mot målområdet och färdas sedan inom målområdet för att söka efter mål. När ett mål är identifierat beslutar operatören om målet ska bekämpas. Efter att operatören beslutat att ett mål ska bekämpas flyger patrullroboten in mot målet.

En rad uppgifter utförs när en patrullrobot används, såsom farkoststyrning, navigering, rutt- och banplanering, måldetektering, målklassificering, målidentifiering, målföljning och beslut om bekämpning. Alla dessa uppgifter måste vara automatiserade för att en patrullrobot ska betraktas som ett fullt autonomt tekniskt system. Figur 6 visar exempel på funktioner som behövs vid flygning mot målområdet, sökning efter mål inom målområdet och vid bekämpning av mål.

Automatisering av patrullrobotsystem leder till att operatören får färre obligatoriska uppgifter och fördelarna är bland annat att det gör bekämpningskedjan snabbare och minskar den kognitiva belastningen för operatören. I praktiken kan en automatisk funktion i ett tekniskt system endast användas i vissa operationsmiljöer och under vissa omständigheter och operatörens uppgifter kan därför variera för ett och samma patrullrobotsystem. Ett patrullrobotsystem kan till exempel ha förmåga att automatiskt navigera till och i målområdet med hjälp av GNSS (Global Navigation Satellite System) men vara beroende av att en operatör fjärrstyr patrullroboten i GNSS-störda miljöer. Ett annat exempel är att ett patrullrobotsystem kan ha förmåga att detektera och klassificera mål under väderförhållanden med god sikt men inte med dålig sikt.



Figur 5. Ett typiskt användningsförlopp för en patrullrobot. Patrullroboten avfyras efter att en extern källa (till exempel en obemannad flygspaningsfarkost) identifierat ett målområde där det bedöms finnas mål att bekämpa. Efter att patrullroboten avfyrats flyger den mot målområdet. När patrullroboten når målområdet färdas den inom målområdet för att söka efter mål att bekämpa. När beslut om bekämpning är taget flyger patrullroboten in mot vald målpunkt för bekämpning. Illustration: FOI.

Flygning mot målområdet	Sökning efter mål	Bekämpning av mål
Farkoststyrning Rutt- och banplanering Navigering	Farkoststyrning Rutt- och banplanering Navigering	Farkoststyrning Rutt- och banplanering Navigering
	Detektering av mål Klassificering av mål Identifiering av mål	Målföljning
		Beslut om att bekämpa mål Beslut om att avbryta bekämpning

Figur 6. Exempel på funktioner som behövs för en patrullrobot vid flygning mot målområdet, sökning efter mål inom målområdet och vid bekämpning av mål. Funktionerna vid bekämpning av mål som står under den röd-streckade linjen är beslut som typiskt tas av operatör. Det är inte fastställt hur den internationella humanitära rätten ska tillämpas på autonoma vapensystem och om det genom metodanpassning är lagligt att automatisera de funktioner som står under den röd-streckade linjen.⁶ Illustration: FOI.

⁶ Pontus Winther, *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar*, FOI-R--5343--SE (Stockholm: FOI), 2022.

3 Automatiska funktioner i patrullrobotar

I följande kapitel ges en sammanställning av automatisk eller autonom funktionalitet hos existerande patrullrobotsystem baserad på öppna källor. Kapitlet är uppdelat på så sätt att först beskrivs automatiska funktioner relaterade till navigering, rutt- och banplanering samt farkoststyrning. Sedan beskrivs automatiska funktioner relaterade till måldetektering och målval. Därefter följer en översikt över hur beslut om bekämpning fattas i existerande patrullrobotsystem följt av en beskrivning av möjligheter till återanvändning. Slutligen diskuteras i vilken utsträckning existerande patrullrobotsystem tillåter att flera patrullrobotar kan samverka i syfte att öka den militära effekten.

3.1 Navigering, rutt- och banplanering och farkoststyrning

De flesta patrullrobotar som har studerats inom ramen för det arbete som presenteras här använder någon form av automatisk GNSS-beroende brytpunktsnavigering till och i målområdet; från den enklaste varianten med bara en målkoordinat, såsom de iranskstillverkade Shahed 131/136,⁷ till en av operatören definierad brytpunktsbana, såsom patrullrobotarna Switchblade 300 Block 20⁸ och Switchblade 600⁹ från den amerikanska tillverkaren AeroVironment. Inget studerat patrullrobotsystem har automatisk ruttplanering, det vill säga att systemet automatiskt kan beräkna en brytpunktsbana till, och i målområdet, för att till exempel undvika upptäckt eller flyga in i målområdet från en av operatör bestämd vinkel. Däremot finns det patrullrobotsystem där operatör kan bestämma inflygningsvinkel mot mål vid bekämpning, som till exempel Switchblade 300

⁷ Federico Borsari, "No loitering: What Russia's Iranian drones could mean for Ukraine", *European Council on Foreign Relations*, 21 oktober, 2022, hämtad 11 augusti, 2023, <https://ecfr.eu/article/no-loitering-what-russias-iranian-drones-could-mean-for-ukraine>.

⁸ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

⁹ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 600 Kamikaze Drones | Suicide Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>.

Block 20¹⁰ från AeroVironment och Hero-30¹¹ från den israeliska tillverkaren Uvision. Även om de flesta av dagens patrullrobotsystem har automatisk brytpunktsnavigering anger många tillverkare att det även finns möjlighet till manuell fjärrstyrning, som till exempel Switchblade 300 Block 20.¹²

Vissa patrullrobotar påstås kunna navigera i GNSS-störda miljöer, som till exempel Orbiter 1K¹³ från den israeliska tillverkaren Aeronautics, Hero-400¹⁴ från Uvision och iranska Shahed 131/136.¹⁵ Exakt vad tillverkarna avser med att kunna navigera i GNSS-störda miljöer, navigeringens noggrannhet och hur detta är realiserat nämns inte av tillverkarna men det kan röra sig om enkla gruppantennor för undertryckning av GNSS-störsignaler, kartbaserad navigering och tröghetsnavigering för att kunna navigera utan GNSS under korta perioder.¹⁶ Patrullroboten Shadow 25¹⁷ från Edge Group i Förenade Arabemiraten är den enda patrullroboten där tillverkarna uttryckligen påstår att den har visuell navigering. Det är även värt att nämna att patrullroboten Lanius¹⁸ med kort flygtid från den israeliska tillverkaren Elbit Systems anges ha GPS-oberoende navigering och sägs kunna kartera komplexa miljöer såsom inomhusmiljöer genom någon form av SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

Några studerade patrullrobotsystem har en funktion där kontrollen av en patrullrobot kan överföras mellan olika stridsenheter, som till exempel patrullrobotarna

¹⁰ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

¹¹ Uvision, "HERO-30 - Uvision", *Uvision*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-30>.

¹² AeroVironment, Inc., "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

¹³ Aeronautics, "Orbiter 1K - Aeronautics", *Aeronautics*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://aeronautics-sys.com/systems/orbiter-1k>.

¹⁴ Uvision, "HERO-400 - Uvision", *Uvision*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-400/>.

¹⁵ Federico Borsari, "No loitering: What Russia's Iranian drones could mean for Ukraine", *European Council on Foreign Relations*, 21 oktober, 2022, hämtad 11 augusti, 2023, <https://ecfr.eu/article/no-loitering-what-russias-iranian-drones-could-mean-for-ukraine>.

¹⁶ Jouni Rantakokko m.fl., *Robust PNT – Slutrapport*, FOI-R--5414--SE (Stockholm: FOI), 2023.

¹⁷ Edge Group, "SHADOW 25 | EDGE", *Edge Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://edgegroup.ae/solutions/shadow-25>.

¹⁸ Elbit Systems, "LANIUS | Elbit Systems", *Elbit Systems*, hämtad 12 oktober, 2023, <https://elbit-systems.com/product/lanius>.

från Uvision.¹⁹ Detta ger en möjlighet för framskjutna förband att använda patrullrobotar utan att bära dem med sig.

3.2 Måldetektering och målidentifiering

Inget studerat patrullrobotsystem, med undantag för system specialiserade på bekämpning av radarsystem, bedöms automatiskt välja mål för bekämpning. Istället är tillvägagångssättet att en operatör detekterar och väljer mål manuellt utifrån en videolänk med varierande grad av stöd från systemet. Detta val gör operatören antingen genom att markera målet på en bildskärm, som för till exempel AeroVironments patrullrobotar Switchblade 300 Block 20²⁰ och Switchblade 600,²¹ eller genom att manuellt styra patrullroboten mot målet vilket exemplifieras av de improviserade systemen som använts i kriget i Ukraina.²² Flertalet av de studerade patrullrobotsystemen ska enligt tillverkarna kunna följa rörliga mål.

Ett antal företag såsom turkiska STM och israeliska Elbit Systems påstår att deras patrullrobotsystem Kargu²³ och Alpaga²⁴ respektive Lanius²⁵ har förmåga att automatiskt detektera och klassificera mål. Det finns uppgifter om att den verkställande direktören för STM har uttalat sig om att patrullrobotsystemet Kargu²⁶ har förmåga till ansiktsgenkänning.²⁷ Det amerikanska företaget Anduril

¹⁹ Uvision, "Loitering Munitions - Uvision", *Uvision*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://uvisionuav.com/loitering-munitions>.

²⁰ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

²¹ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 600 Kamikaze Drones | Suicide Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>.

²² Arvid Carlstedt m.fl., *Noteringar om användningen av patrullrobotar i Ukraina*, FOI Memo 8170 (Stockholm: FOI), 2023.

²³ Savunma Teknolojileri Mühendislik, "STM Defence - KARGU - Combat Proven Rotary Wing Loitering Munition System", *Savunma Teknolojileri Mühendislik*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.stm.com.tr/en/kargu-autonomous-tactical-multi-rotor-attack-uav>.

²⁴ Savunma Teknolojileri Mühendislik, "STM Defence - ALPAGU - Fixed Wing Loitering Munition System", *Savunma Teknolojileri Mühendislik*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.stm.com.tr/en/alpaga>.

²⁵ Elbit Systems, "LANIUS | Elbit Systems", *Elbit Systems*, hämtad 12 oktober, 2023, <https://elbit-systems.com/product/lanitus>.

²⁶ Savunma Teknolojileri Mühendislik, "STM Defence - KARGU - Combat Proven Rotary Wing Loitering Munition System", *Savunma Teknolojileri Mühendislik*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.stm.com.tr/en/kargu-autonomous-tactical-multi-rotor-attack-uav>.

²⁷ David Hambling, "Turkish Military To Receive 500 Swarming Kamikaze Drones", *Forbes*, 17 juni, 2020, hämtad 12 oktober, 2023, <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/06/17/turkish-military-to-receive-500-swarming-kamikaze-drones>.

påstår att deras system Altius²⁸ har automatiserad måligenkänning. Den israeliska tillverkaren Spear påstår, i en animerad video,²⁹ att deras patrullrobotsystem Viper³⁰ har förmåga att känna igen specifika fordonstyper såsom lastbil och pansarfordon samt känna igen handburna vapen och vissa vapentyper såsom raketgevär. Företaget Edge Group påstår, i en animerad video,³¹ att deras patrullrobot-system Hunter 2-S³² har förmåga att identifiera och känna igen formen av mål. Det bör understrykas att dessa systems tillförlitlighet och begränsningar inte redovisas publikt av tillverkarna.

För målidentifieringen är majoriteten av de studerade patrullrobotarna utrustade med en eller flera optiska kameror samt ofta en kompletterande infraröd kamera. Patrullrobotar specialiserade på bekämpning av radarsystem såsom Harpy³³ från tillverkaren IAI är även utrustade med radardetekteringsutrustning.

Bildanalysstödsystem för måldetektering och målidentifiering är intressanta i kontexten av gällande reglemente för vilka kriterier som målidentifieringen ska uppfylla för att bekämpning ska få genomföras. Detta beskrivs i Handbok Markstrid - Taktiska/Fältmässiga Grunder 2016,³⁴ där Försvarsmakten listar och definierar följande nivåer av målidifikation:

- Detektering
- Klassificering
- Igenkänning
- Identifiering
- Fingeravtryck

Detektering definieras som att ett objekt kan särskiljas från naturlig bakgrund, såsom stenar och träd. Objekten kan också särskiljas från civil infrastruktur, såsom vägar och broar. Klassificering definieras som att objektet kan delas in i klasser såsom fordon, människa eller båt. Igenkänning definieras som att objekt kan delas

²⁸ Anduril Industries, "Anduril – ALTIUS", *Anduril Industries*, hämtad 11 oktober, 2023, <https://www.anduril.com/hardware/altius>.

²⁹ Spear, "SpearUAV VIPER", Spear, 3 oktober, 2022, YouTube-video, <https://www.youtube.com/watch?v=sfvojC0Xy5o>.

³⁰ Spear, "Spear", *Spear*, hämtad 7 augusti, 2023, <https://spearuav.com/solutions/?tab=ninoxviper>.

³¹ Edge Group, "HUNTER 5, 10 & 2S", Edge Group, 23 mars, 2023, YouTube-video, <https://www.youtube.com/watch?v=iUlo2zqiqNI>.

³² Edge Group, "HUNTER 2-S (SWARM CAPABILITY) | EDGE PRODUCT", *Edge Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://edgegroup.ae/solutions/hunter-2-s-swarm-capability>.

³³ Israel Aerospace Industries, "Fire and forget : Harpy is an autonomous weapon for all weather", *Israel Aerospace Industries*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.iai.co.il/p/harpy>.

³⁴ Försvarsmakten, *Handbok Markstrid – Taktiska/Fältmässiga Grunder*. (Stockholm: Försvarsmakten, 2016).

in i mer detaljerade klasser såsom stridsvagn, personbil eller motståndarsoldat. Identifiering definieras som att objekt kan delas in i ännu mer detaljerade klasser, såsom modeller av farkoster och befattningar av motståndarsoldater. Fingeravtryck definieras som att objekten kan knytas till detaljerad fysisk karakteristik som är tillräcklig för att göra en individidentifiering. Vilken nivå av målidentifiering som krävs för att bekämpning ska få genomföras beror på den militära nyttan, de specifika insatsreglerana för den militära uppgiften samt lägesuppfattningen.³⁵

Uppgifterna om autonom funktionalitet i ryska och kinesiska patrullrobotsystem är knapphändiga. De ryska patrullrobotarna Lancet³⁶ och KUB-BLA³⁷ av tillverkaren Kalashnikov Group påstås kunna identifiera och välja mål samt påbörja bekämpning helt autonomt men dessa uppgifter går inte att verifiera. De kinesisk-tillverkade patrullrobotarna inkluderar CH-901³⁸ och WS-43³⁹ och har karaktärsdrag som liknar Switchblade 300 Block 20⁴⁰ respektive Switchblade 600.⁴¹

³⁵ Försvarsmakten, *Handbok Markstrid – Taktiska/Fältmässiga Grunder*. (Stockholm: Försvarsmakten, 2016).

³⁶ Kalashnikov Group, "Kalashnikov presented precision UAV weapon system - ZALA LANCET || Kalashnikov Media", *Kalashnikov Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kalashnikov-predstavil-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-zala-lantset>.

³⁷ Kalashnikov Group, "New unmanned combat aerial system by ZALA Aero || Kalashnikov Media", *Kalashnikov Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kontsern-kalashnikov-razrabotal-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-kub-bla>.

³⁸ David Hambling, "China's mini-drone packs a heavyweight punch", *Popular Mechanics*, 5 maj, 2016, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.popularmechanics.com/military/a20722/china-mini-drone>.

³⁹ Liu Xuanzun, "Chinese military to procure suicide drones", *Global Times*, 11 mars, 2020, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.globaltimes.cn/page/202003/1182330.shtml>.

⁴⁰ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment, Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

⁴¹ AeroVironment, Inc., "Switchblade® 600 Kamikaze Drones | Suicide Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.", *AeroVironment, Inc.*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>.

3.3 Beslut om bekämpning

I samtliga patrullrobotsystem som beaktats, med undantag för system som är specialiserade på bekämpning av radarsystem samt de rysktillverkade patrullrobot-systemen Lancet⁴² och KUB-BLA,⁴³ fattas beslut av en operatör innan patrullroboten inleder inflygning mot mål för bekämpning. Detta sker genom att operatören först väljer ut ett mål i målområdet och sedan godkänner att patrullroboten inleder bekämpningen alternativt genom att operatören manuellt styr patrullroboten mot ett mål. För patrullrobotsystem som är specialiserade på bekämpning av radarsystem, såsom Harpy⁴⁴ från IAI, inleds bekämpningen mot detekterade radarsystem automatiskt utan ett beslut från en operatör. Även i detta fall beslutar en operatör om att avfyra patrullroboten samt ett målområde vari patrullroboten tillåts att autonomt bekämpa mål.

För vissa vapensystem som ibland benämns som patrullrobotar, såsom iranska Shahed 131/136,⁴⁵ är målkoordinaten förprogrammerad och förloppet övervakas inte av en operatör via videolänk. Det är dock öppet för diskussion om dessa vapen ska klassas som patrullrobotar då deras förmågor mer liknar långsamtgående lågbudgetvarianter av konventionella kryssningsrobotar⁴⁶ då de inte har förmåga att avvakta i ett målområde innan beslut tas om bekämpning.

3.4 Återvändande

De flesta patrullrobotar är idag i praktiken förbrukningsvaror för engångsbruk och saknar förmåga att återvända till operatören och landa på ett säkert sätt. Undantag finns där ett antal tillverkare uttryckligen marknadsför produkter som går att återanvända. Exempel på dessa är bland annat Hero-120 från Uvision,⁴⁷ Rotem

⁴² Kalashnikov Group, "Kalashnikov presented precision UAV weapon system - ZALA LANCET || Kalashnikov Media", *Kalashnikov Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kalashnikov-predstavil-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-zala-lantset>.

⁴³ Kalashnikov Group, "New unmanned combat aerial system by ZALA Aero || Kalashnikov Media", *Kalashnikov Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kontsem-kalashnikov-razrabotal-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-kub-bla>.

⁴⁴ Israel Aerospace Industries, "Fire and forget : Harpy is an autonomous weapon for all weather", *Israel Aerospace Industries*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.iai.co.il/p/harpy>.

⁴⁵ Federico Borsari, "No loitering: What Russia's Iranian drones could mean for Ukraine", *European Council on Foreign Relations*, 21 oktober, 2022, hämtad 11 augusti, 2023, <https://ecfr.eu/article/no-loitering-what-russias-iranian-drones-could-mean-for-ukraine>.

⁴⁶ Arvid Carlstedt m.fl., *Noteringar om användningen av patrullrobotar i Ukraina*, FOI Memo 8170 (Stockholm: FOI), 2023.

⁴⁷ Uvision, "HERO-120 - Uvision", *Uvision*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-120>.

från IAI⁴⁸ och Kargu från STM.⁴⁹ Att kunna återanvända en återvändande patrullrobot kräver bland annat möjlighet att landa säkert på ett icke-destruktivt sätt. För farkoster med fasta vingar finns alternativ såsom fallskärm, fångst med nät eller buklandning på öppen yta med mjuk mark. Dessa alternativ kan eventuellt påverka nyttolastkapaciteten negativt. I denna aspekt har vertikalstartande multirotorfarkoster en fördel.

Ett avsevärt svårare problem är hanteringen av verkansdelen i en eventuellt återvändande patrullrobot. Riktlinjer finns för hur tändkedjan hos verkansdelar skall och bör fungera (H VAS⁵⁰) för att uppnå en *tolerabel risknivå* (H SystSäk⁵¹). Det är oklart om de kommersiellt tillgängliga patrullrobotsystemen idag har tändsystem med återsäkring som kan leva upp till Försvarmaktens säkerhetskrav för att uppnå tolerabel risknivå, och tillverkarna tillgängliggör ingen information öppet om vilka åtgärder de har vidtagit i utformningen av sina system för att eliminera riskerna vid återanvändning. Det finns idag ingen fastställd standard för armering eller återsäkring av patrullrobotar men Nato-standarderna STANAG 4809 och AOP-67⁵² för fjärrstyrd armering av tändsystem kan utgöra en grund för framtida standarder.

3.5 Samverkande patrullrobotsystem

Det finns många förmågehöjande möjligheter med samverkan mellan patrullrobotar. Ett exempel är att flera patrullrobotar kan utföra en synkroniserad attack mot ett mål för att överbelasta motståndarens motmedelssystem. Ett annat exempel är att en patrullrobot kan användas för att validera att en annan patrullrobot neutraliserat sitt mål, vilket annars är ett problem då patrullrobotar förbrukas vid bekämpning. När patrullrobotar samverkar är automatisering viktigt för att operatörer inte ska överbelastas, då uppgiften att styra och koordinera en grupp av patrullrobotar är komplex.

De flesta patrullrobotsystem har idag inte en demonstrerad förmåga att samverka med automatisk koordinering. Några tillverkare påstår att de idag kan erbjuda

⁴⁸ Israel Aerospace Industries, "Tactical air drone: ROTEM Aerial Vehicle for lethal precision strikes", *Israel Aerospace Industries*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.iai.co.il/p/rotem>.

⁴⁹ Savunma Teknolojileri Mühendislik, "STM Defence - KARGU - Combat Proven Rotary Wing Loitering Munition System", *Savunma Teknolojileri Mühendislik*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.stm.com.tr/en/kargu-autonomous-tactical-multi-rotor-attack-uav>.

⁵⁰ Försvarets materielverk, *Handbok Vapen- och Ammunitionssäkerhet*, M7762-001191 H VAS 2020. (Stockholm: FMV, 2020).

⁵¹ Försvarmakten, *Handbok Systemsäkerhet*, M7739-352022 H SYSTSÄK 2022. (Stockholm: FM, 2022).

⁵² NATO, Ammunition Safety Group (AC/326), Sub Group Initiation Systems (SG/A– IST), *Remotely Controlled Fuzing Systems*, STANAG 4809 and AOP-67, under utveckling.

patrullrobotar som har förmåga att samverka, till exempel Altius⁵³ från den amerikanska tillverkaren Anduril, Warmate⁵⁴ från den polska tillverkaren WB Group, Hunter 2-S⁵⁵ från Edge Group och Alpagut⁵⁶ från STM. Samverkan mellan patrullrobotar demonstrerades inom forskningsprojektet LOCUST⁵⁷ där över 30 patrullrobotar från den amerikanska tillverkaren Raytheon flög koordinerat i en formation. Kina har också demonstrerat formationsflygning av patrullrobotar av en okänd modell som liknar CH-901.⁵⁸ Det är värt att notera att det inte går att verifiera huruvida de patrullrobotsystem som idag påstås ha förmåga att samverka är beroende av centraliserad koordinering eller om samverkan mellan patrullrobotar kan ske genom lokal kommunikation och distribuerad koordinering.

⁵³ Anduril Industries, "Anduril – ALTIUS", *Anduril Industries*, hämtad 11 oktober, 2023, <https://www.anduril.com/hardware/altius>.

⁵⁴ WB Group, "WARMATE loitering munitions - WB GROUP", *WB Group*, hämtad 11 oktober, 2023, <https://www.wbgroup.pl/en/produkt/warmate-loitering-munitions>.

⁵⁵ Edge Group, "HUNTER 2-S (SWARM CAPABILITY) | EDGE PRODUCT", *Edge Group*, hämtad 11 augusti, 2023, <https://edgegroup.ae/solutions/hunter-2-s-swarm-capability>.

⁵⁶ Savunma Teknolojileri Mühendislik, "TACTICAL MINI UAV SYSTEMS". *Savunma Teknolojileri Mühendislik*, hämtad 11 oktober, 2023, https://www.stm.com.tr/uploads/docs/1689676408_tacticalminiavsystems.pdf?.

⁵⁷ David Smalley, "LOCUST: AUTONOMOUS, SWARMING UAVS FLY INTO THE FUTURE", *Office of Naval Research*, 14 april, 2015, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.nre.navy.mil/media-center/news-releases/locust-autonomous-swarming-uavs-fly-future>.

⁵⁸ David Hambling, "China releases video of new barrage swarm drone launcher", *Forbes*, 14 oktober, 2020, hämtad 11 augusti, 2023, <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/10/14/china-releases-video-of-new-barrage-swarm-drone-launcher>.

4 Diskussion

Dagens existerande patrullrobotsystem bedöms vara relativt enkla system med ett begränsat antal automatiska funktioner och en låg grad av autonomi. De kan följa en brytpunktsbana till och inom målområdet och har samma förmåga att följa rörliga mål som senaste generationens pansarvärnsrobotar, såsom Akeron MP⁵⁹ från tillverkaren MBDA som införs som RBS 58 i Försvarsmakten.

Graden av autonomi förväntas öka för patrullrobotar under de kommande åren. Framförallt förväntas flera tillverkare utveckla patrullrobotar med automatiska stödfunktioner med vilka operatören väljer mål och beslutar om bekämpning. Mer precist förväntas att många patrullrobotar kommer att ha förmåga att automatiskt detektera och klassificera potentiella mål. Det finns generella regler i den internationella humanitära rätten som reglerar bekämpning. Hur dessa ska tillämpas på autonoma vapensystem är inte fastställt.⁶⁰ Rent tekniskt är det dock enkelt att ge patrullrobotar förmåga att inleda bekämpning mot mål utan aktivt beslut från operatör, givet att de kan detektera och klassificera mål. Sannolikheten bedöms därför vara relativt hög att det utvecklas patrullrobotar inom överskådlig framtid med förmåga att inleda bekämpning mot mål utan aktivt beslut från operatör.

Bedömningen är att flera tillverkare under de kommande åren utvecklar förmåga till automatisk samverkan mellan enskilda patrullrobotar, som till exempel att flera patrullrobotar koordinerat kan söka efter mål i ett gemensamt målområde och utföra synkroniserade attacker. Det är en naturlig utveckling då patrullrobotar redan idag är utrustade med kommunikationslänkar vilket betyder att de i princip är utrustade med den hårdvara som krävs för att kunna samverka. Fler tillverkare förväntas även utveckla patrullrobotar som i vissa operationsmiljöer kan genomföra uppdrag även i GNSS-störda miljöer.

På grund av knapphändig information går det inte att fastställa från öppna källor huruvida de patrullrobotar som är tillverkade i västvärlden och dess allierade är mer avancerade i termer av autonomi än de kinesisktillverkade och rysktillverkade patrullrobotarna. Det finns dock belägg för att de iransktillverkade vapensystemen, som används av Ryssland i kriget mot Ukraina och ibland benämns som patrullrobotar, är enklare i termer av autonomi än de patrullrobotsystem som är tillverkade i västvärlden.

⁵⁹ Matra, BAe Dynamics and Alenia, "AKERON MP | MOUNTED AND DISMOUNTED, Battlefield Engagement | MBDA", Matra, BAe Dynamics and Alenia, hämtad 11 September, 2023, <https://www.mbda-systems.com/product/akeron-mp>.

⁶⁰ Pontus Winther, *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar*, FOI-R--5343--SE (Stockholm: FOI), 2022.

Referenser

Aeronautics. "Orbiter 1K - Aeronautics". *Aeronautics*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://aeronautics-sys.com/systems/orbiter-1k>.

AeroVironment, Inc. "Switchblade® 300 - Suicide Drone | Kamikaze Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.". *AeroVironment, Inc.* Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.avinc.com/lms/switchblade>.

AeroVironment, Inc. "Switchblade® 600 Kamikaze Drones | Suicide Drone | Loitering Munition Systems | Tactical Missile Systems | AeroVironment, Inc.". *AeroVironment, Inc.* Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.avinc.com/lms/switchblade-600>.

Anduril Industries. "Anduril – ALTIUS". *Anduril Industries*. Hämtad 11 oktober, 2023. <https://www.anduril.com/hardware/altius>.

Bode, Ingvild och Tom Watts. *Loitering Munitions and Unpredictability: Autonomy in Weapon Systems and Challenges to Human Control*. Odense: Center for War Studies, University of Southern Denmark, 2023.

Borsari, Federico. "No loitering: What Russia's Iranian drones could mean for Ukraine". *European Council on Foreign Relations*. 21 oktober, 2022. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://ecfr.eu/article/no-loitering-what-russias-iranian-drones-could-mean-for-ukraine>.

Carlstedt, Arvid, Mikael Lyth och Lars Forssell. *Noteringar om användningen av patrullrobotar i Ukraina*. FOI Memo 8170. Stockholm: FOI, 2023.

Edge Group. "SHADOW 25 | EDGE". *Edge Group*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://edgegroup.ae/solutions/shadow-25>.

Edge Group. "HUNTER 2-S (SWARM CAPABILITY) | EDGE PRODUCT". *Edge Group*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://edgegroup.ae/solutions/hunter-2-s-swarm-capability>.

Edge Group. "HUNTER 5, 10 & 2S". Edge Group. 23 mars, 2023. YouTube-video. <https://www.youtube.com/watch?v=iUIo2zqiqNI>.

Elbit Systems. "LANIUS | Elbit Systems". *Elbit Systems*. Hämtad 12 oktober, 2023. <https://elbitsystems.com/product/lanius>.

Farid Moghaddam, Ramin, Ekaterina Fedina och Niclas Stensbäck. *Litteraturstudie om patrullrobotar*. FOI-D--1036--SE. Stockholm: FOI, 2021.

Försvarets materielverk. *Handbok Vapen- och Ammunitionssäkerhet*. M7762-001191 H VAS 2020. Stockholm: FMV, 2020.

Försvarsmakten. *Handbok Systemsäkerhet*. M7739-352022 H SYSTSÄK 2022. Stockholm: FM, 2022.

Försvarsmakten. *Handbok Markstrid – Taktiska/Fältmässiga Grunder*. Stockholm: Försvarsmakten, 2016.

Hambling, David. "China Releases Video Of New Barrage Swarm Drone Launcher". *Forbes*. 14 oktober, 2020. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/10/14/china-releases-video-of-new-barrage-swarm-drone-launcher>.

Hambling, David. "China's Mini-Drone Packs a Heavyweight Punch". *Popular Mechanics*. 5 maj, 2016. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.popularmechanics.com/military/a20722/china-mini-drone>.

Hambling, David. "Turkish Military To Receive 500 Swarming Kamikaze Drones". *Forbes*. 17 juni, 2020. Hämtad 12 oktober, 2023. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/06/17/turkish-military-to-receive-500-swarming-kamikaze-drones>.

Israel Aerospace Industries. "Fire and forget : Harpy is an autonomous weapon for all weather". *Israel Aerospace Industries*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.iai.co.il/p/harpy>.

Israel Aerospace Industries. "Tactical air drone: ROTEM Aerial Vehicle for lethal precision strikes". *Israel Aerospace Industries*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.iai.co.il/p/rotem>.

Kalashnikov Group. "Kalashnikov presented precision UAV weapon system - ZALA LANCET || Kalashnikov Media". *Kalashnikov Group*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kalashnikov-predstavil-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-zala-lantset>.

Kalashnikov Group. "New unmanned combat aerial system by ZALA Aero || Kalashnikov Media". *Kalashnikov Group*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://en.kalashnikovgroup.ru/media/bespilotnye-letatelnye-apparaty/kontsern-kalashnikov-razrabotal-vysokotochnyy-udarnyy-bespilotnyy-kompleks-kub-bla>.

Matra, BAe Dynamics and Alenia. "AKERON MP | MOUNTED AND DISMOUNTED, Battlefield Engagement | MBDA". *Matra, BAe Dynamics and Alenia*. Hämtad 11 september, 2023. <https://www.mbda-systems.com/product/akeron-mp>.

NATO, Ammunition Safety Group (AC/326), Sub Group Initiation Systems (SG/A-IST). *Remotely Controlled Fuzing Systems*. STANAG 4809 and AOP-67. Under utveckling.

Rantakokko, Jouni, Mikael Alexandersson, Erik Axell, Oskar Karlsson, Sara Nilsson, Jonas Nygårds, Glädje Karl Olsson och Joakim Rydell. *Robust PNT – Slutrapport*. FOI-R--5414—SE. Stockholm: FOI, 2023.

Savunma Teknolojileri Mühendislik. “STM Defence - ALPAGU - Fixed Wing Loitering Munition System”. *Savunma Teknolojileri Mühendislik*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.stm.com.tr/en/alpagu>.

Savunma Teknolojileri Mühendislik. “STM Defence - KARGU - Combat Proven Rotary Wing Loitering Munition System”. *Savunma Teknolojileri Mühendislik*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.stm.com.tr/en/kargu-autonomous-tactical-multi-rotor-attack-uav>.

Savunma Teknolojileri Mühendislik. “TACTICAL MINI UAV SYSTEMS”. *Savunma Teknolojileri Mühendislik*. Hämtad 11 oktober, 2023. https://www.stm.com.tr/uploads/docs/1689676408_tacticalminiuvsystems.pdf?

Smalley, David. “LOCUST: Autonomous, swarming UAVs fly into the future | Office of Naval Research”. *Office of Naval Research*. 14 april, 2015. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.nre.navy.mil/media-center/news-releases/locust-autonomous-swarming-uavs-fly-future>.

Spear. “Spear”. *Spear*. Hämtad 7 augusti, 2023. <https://spearuav.com/solutions/?tab=ninoxviper>.

Spear. “SpearUAV VIPER”. *Spear*. 3 oktober, 2022. YouTube-video, <https://www.youtube.com/watch?v=sfvojC0Xy5o>.

Uvision. “HERO-30 - Uvision”. *Uvision*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-30>.

Uvision. “HERO-400 - Uvision”. *Uvision*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-400>.

Uvision. “Loitering Munitions - Uvision”. *Uvision*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://uvisionuav.com/loitering-munitions>.

Uvision. “HERO-120 - Uvision”. *Uvision*. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://uvisionuav.com/loitering-munitions/hero-120>.

WB Group. “WARMATE loitering munitions - WB GROUP”. *WB Group*. Hämtad 11 oktober, 2023. <https://www.wbgroup.pl/en/produkt/warmate-loitering-munitions>.

Wikipedia contributors. “Loitering munition”. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Senast uppdaterad 7 oktober, 2023. Hämtad 11 oktober, 2023. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Loitering_munition&ol-did=1179087276.

Wikipedia contributors. "Second Nagorno-Karabakh War", *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Senast uppdaterad 1 oktober, 2023. Hämtad 13 oktober, 2023. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Second_Nagorno-Karabakh_War&ol-did=1178139760.

Winther, Pontus. *Folkrättslig reglering av autonoma vapensystem: En översikt av rättskällor, rättsutveckling och forskning om användning och ansvar*. FOI-R--5343--SE. Stockholm: FOI, 2022.

Xuanzun, Liu. "Chinese military to procure suicide drones". *Global Times*. 11 mars, 2020. Hämtad 11 augusti, 2023. <https://www.globaltimes.cn/page/202003/1182330.shtml>.

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